

В. Г. Чвырев, А. Н. Ажаев,  
Г. Н. Новожилов

# ТЕПЛОВОЙ СТРЕСС

*РУКОВОДСТВО ДЛЯ ВРАЧЕЙ*

---

**В.Г. Чвырев, А.Н. Ажаев,  
Г. Н. Новожилов**

# **ТЕПЛОВОЙ СТРЕСС**



***Чвырев Виктор Георгиевич***

начальник отдела РАМН, доктор медицинских наук, профессор, генерал-майор медицинской службы в отставке. Заместитель председателя экспертного совета ВАК России, член президиума правления Всесоюзного гигиенического общества, заместитель редактора раздела БМЭ, член редколлегии «Военно-медицинского журнала». Специалист в области гигиены подводного плавания. Автор и соавтор 146 научных работ, в том числе 2 учебников и 5 руководств.



***Ажаев Александр Николаевич***

ведущий научный сотрудник Государственного научно-исследовательского испытательного института Военной медицины Министерства обороны Российской Федерации, доктор медицинских наук, профессор, полковник медицинской службы в отставке. Специалист в области авиационной и космической медицины. Автор 180 научных работ, в том числе одной монографии. Принимал участие в создании совместных российско-американских трудов «Основы космической биологии и медицины», «Космическая биология и медицина».



***Новожилов Геннадий Николаевич***

старший научный сотрудник Военно-медицинской академии (Санкт-Петербург), доктор медицинских наук, профессор. Специалист в области военно-морской гигиены, в частности, занимается проблемой профилактики тепловых поражений у военнослужащих. Член двух диссертационных советов при Военно-медицинской академии. Им опубликовано 260 научных работ, в том числе 9 монографий и 4 методических пособия.

---

*РУКОВОДСТВО ДЛЯ ВРАЧЕЙ*

---

В.Г. Чвырев,

А.Н. Ажаев,

Г. Н. Новожилов

# ТЕПЛОВОЙ СТРЕСС





Рецензент:

*д-р мед. наук, проф. Р.Ф.АФНАСЬЕВА*

---

**Чвырев В.Г., Ажаев А.Н., Новожилов Г.Н.**  
Ч33 Тепловой стресс. - М: Медицина, 2000. - 296 с: ил. ISBN  
5-225-02622-2

В руководстве рассмотрены проблемы влияния высоких температур на организм человека. Изложено значение различных функциональных систем в процессе акклиматизации. Представлены методы искусственной и естественной акклиматизации. Предлагается разработанный авторами комплекс гигиенических мероприятий по сохранению здоровья и работоспособности человека.

Для физиологов, гигиенистов, профпатологов, преподавателей и научных работников в области физиологии и гигиены труда.

**Chvyrev V.G., Azhaev A.N., Novozhilov G.N.**

Thermal Stress. - M.: Meditsina, 2000. ISBN 5-225-02622-2

The guide deals with high temperature effects on human body. The role of different functional systems in acclimatization is shown/ Methods of artificial and natural acclimatization are described. The authors propose their own complex of hygienic measures protecting human health and performance. Intended for physiologists, hygienists, occupational health specialists, teachers, researchers in the field of physiology and occupational hygiene.

**ББК 51.20**

**ISBN 5-225-02622-2**

**А.Н.Ажаев,**

**© В.Г.Чвырев,**

**Г.Н.Новожилов, 2000**

*Все права авторов защищены. Ни одна часть этого издания не может быть занесена в память компьютера либо воспроизведена любым способом без предварительного письменного разрешения издателя.*

---

## Оглавление

---

Предисловие .....	9
<b>Глава 1. Физиолого-гигиеническая характеристика климатогеографических зон .....</b>	<b>12</b>
<b>Глава 2. Микроклимат производственных помещений в районах с жарким климатом .....</b>	<b>16</b>
<b>Глава 3. Влияние высоких температур окружающей среды на организм человека .....</b>	<b>20</b>
Тепловой обмен .....	25
Сердечно-сосудистая система .....	34
Дыхательная система.....	48
Водно-солевой обмен.....	60
Желудочно-кишечный тракт .....	71
<b>Глава 4. Работоспособность человека в условиях высоких температур .....</b>	<b>82</b>
<b>Глава 5. Предел переносимости высоких температур ....</b>	<b>89</b>
<b>Глава 6. Заболевания, вызываемые воздействием высоких температур .....</b>	<b>100</b>
Противопоказания к перемещению специалистов в районы с жарким климатом.....	108
Отбор специалистов для работы в районах с жарким климатом и прогноз устойчивости к высокой температуре окружающей среды .....	110
<b>Глава 7. Акклиматизация к условиям жаркого климата ....</b>	<b>113</b>
Физиологические механизмы акклиматизации .....	117
Роль нервной системы в акклиматизации .....	118
Роль энергетического обмена в акклиматизации.....	120
Роль теплового обмена в акклиматизации .....	128
Роль сердечно-сосудистой системы в акклиматизации ....	132
Роль водно-солевого обмена в акклиматизации .....	134
Роль эндокринной системы в акклиматизации .....	138
Сроки акклиматизации .....	154
Стадии акклиматизации.....	158
Критерии оценки степени акклиматизации .....	164

Средства и способы, повышающие устойчивость человека к неблагоприятным условиям жаркого климата	170
Высокая температура	170
Физическая нагрузка	175
Гипоксическая гипоксия	176
Фармакологические средства	177
<b>Глава 8. Гигиенические мероприятия, направленные на предупреждение тепловых поражений и поддержание работоспособности человека в районах с жарким климатом ....</b>	<b>183</b>
Гигиена питания и водопотребления	183
Гигиена одежды	192
Гигиена микроклимата производственных и жилых помещений	211
Кондиционирование воздуха	212
Вентиляция помещений	215
Гигиенические требования к микроклимату рабочих мест летчика, техника и моряка	220
Режим труда и отдыха	240
Личная гигиена	251
Заключение	255
Список литературы	261

---

## Contents

---

Introduction .....	9
<b>Chapter I. Physiological hygienic characterization of climatic-geographical zones .....</b>	<b>12</b>
<b>Chapter 2. Microclimate of industrial premises in hot climatic zones.....</b>	<b>16</b>
<b>Chapter 3. Environmental heat effects on human body</b>	
<b>Heat Exchange .....</b>	<b>20</b>
Cardiovascular system .....	34
Respiratory system .....	48
Water-salt metabolism .....	60
Gastrointestinal Tract.....	71
<b>Chapter 4. Mental and muscular performance of man in heat conditions.....</b>	<b>82</b>
<b>Chapter 5. Maximal tolerance of high temperatures .....</b>	<b>89</b>
<b>Chapter 6. Diseases caused by exposure to high temperatures .....</b>	<b>100</b>
Contraindications in selection of specialists to work in regions with hot climate.....	108
Selection of specialists for work in hot climate zones and prohnostication of their resistance to environmental heat.....	110
<b>Chapter 7. Feclimatization to hot climate .....</b>	<b>113</b>
Physiological mechanisms of acclimatization .....	117
Role of nervous system in acclimatization .....	118
Role of energy metabolism in acclimatization .....	120
Role of heat exchange in acclimatization .....	128
Role of cardiovascular system in acclimatization .....	132
Role of water-salt metabolism in acclimatization .....	134
Role of endocrine system in acclimatization .....	138
Duration of acclimatization.....	154
Stages of acclimatization .....	158
Criteria assessing acclimatization degree .....	164

Devices and methods elevating human resistance to unfavorable conditions of hot climate .....	170
High temperature .....	170
Exercise .....	175
Hypoxic hypoxia .....	176
Drugs .....	177
<b>Chapter 8. Hygienic measures to prevent heat affection and maintenance of human performance in hot climate zones .....</b>	<b>183</b>
Hygiene of nutrition and water discipline.....	183
Hygiene of Clothes .....	192
Hygiene of microclimate in industrial premises and houses...	211
Air conditioning .....	212
Ventilation .....	215
Hygienic requirements for microclimate of working places for pilots and seamen .....	220
Labor and recreation regimens .....	240
Personal hygiene.....	251
Conclusion .....	255
References .....	261

---

## Предисловие

---

Проблемам гигиены и физиологии труда в условиях жаркого климата уделяют большое внимание как международные организации (ВОЗ, ЮНЕСКО), так и национальные системы здравоохранения РФ, США, Англии, Франции и других стран. Российская Федерация в 70-80-е годы участвовала в разработке важнейших вопросов гигиены труда в условиях жаркого климата, изложенных в Международных биологических программах «Адаптация человека», «Адаптация моряка».

Влияние высоких температур на организм животного и человека изучалось в СССР в 30-40-х годах в связи с индустриализацией страны, появлением профессий горячих цехов, а позднее, в 50-60-х годах. - в связи с освоением засушливых и пустынных районов Средней Азии.

Большое значение в решении проблемы акклиматизации людей в районах с жарким климатом имели исследования А.А.Летавета, А.Е.Малышевой, М.Е.Маршака, А.Д.Слонима, П.А.Соломко, Б.Б.Койранского, Ф.Ф.Султанова, А.Ю.Юнусова, Б.Г.Багирова и др.

Результаты этих исследований были обобщены в многочисленных работах выдающихся ученых. Настольными книгами для специалистов стали труды З.Адольфа (1952), А.Бартона, О.Эдхолма (1957), Н.К.Витте (1956), Н.Ф.Галанина (1969), П.И.Гуменера (1962), И.А.Кассирского (1935), А.Ю.Тилиса (1964), А.Ю.Юнусова (1969), П.Уэбба (1975) и др.

Эти работы не потеряли своей актуальности и до настоящего времени. На них воспитывалось несколько поколений специалистов, работающих в области теплообмена, влияния климатического фактора на организм человека, акклиматизации и разработки индивидуальных и коллективных средств защиты от высоких температур.

Актуальность проблемы акклиматизации в районах с жарким климатом в настоящее время обусловлена бурным развитием современной техники, увеличением интенсивности перевозок специалистов и пассажиров воздушным и морским транспортом с быстрой сменой климатических зон, работами, проводимыми в районах с тропическим и субтропическим климатом.

С целью создания благоприятных условий для труда и здоровья членов экипажей кораблей и летательных аппаратов физиологи и гигиенисты разработали средства защиты

от высоких температурных условий. Большой вклад в решение этой проблемы внесли советские и зарубежные ученые Г.Г.Газенко, О.Г.Газенко, В.И.Кричагин, Е.Я.Шепелев, С.М.Городинский, А.А.Дороднищина, Ю.М.Стенько, В.В.Бердышев, П.А.Просецкий, К. Бюттнер, П.Уэбб, К.Уиндхем, К.Тейлор и др.

За последние 20-25 лет в период научно-технической революции непрерывно меняются условия труда и сам трудовой процесс, создаются новейшие образцы техники, системы машин, автоматов, автоматических линий и роботов, появляются новые специальности. Так, профессия оператора за относительно короткий срок стала многочисленной и разнообразной. Многим специалистам часто приходится менять место своего пребывания, переезжая из районов с умеренным или холодным климатом в жаркий.

Методические приемы, которыми в настоящее время вооружены физиологи и гигиенисты, дают возможность детально и глубоко исследовать влияние высоких температур на физиологические функции и биохимические процессы в организме. Многолетние наблюдения В.Г.Чвырева, А.Н.Ажаева, Г.Н.Новожилова позволили изучить изменения теплового, водно-солевого обмена, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, эндокринных желез у людей, работающих в районах с жарким климатом, а также разработать комплекс гигиенических мероприятий по ускорению процесса акклиматизации к высокой температуре окружающей среды, профилактике тепловых поражений.

Представленный авторами экспериментальный материал базируется на исследованиях, проведенных в термокамерах и в районах с жарким сухим и влажным климатом с участием морских и авиационных специалистов.

В руководстве с позиций современных достижений физиологии и гигиены рассмотрен целый комплекс проблем, стоящих перед наукой и практикой, к которым относятся проблемы предварительной ускоренной акклиматизации специалистов, переезжающих в районы с жарким климатом; отбора и подготовки к работе в условиях высоких температур; разработки режимов труда и отдыха в районах с жарким климатом. Кроме того, в книге дана оценка микроклимата на рабочих местах летчика и моряка, в условиях тропического и субтропического климата во время выполнения ими профессиональной деятельности, а также влияния высоких температур как ведущего фактора в районах с жарким климатом на основные физиологические системы и органы. Экспериментальные данные по влиянию высоких температур на тепловой и водно-солевой обмен, сердечно-сосудистую и дыхательную системы, психофизиологические функции и работоспособность имеют большое значение. Величины предельно переносимого перегре-

вания организма человека изложены с учетом нового отношения к методу расчета средней температуры тела по «плавающим» коэффициентам смешивания для температуры «сердцевины» и «оболочки». Особое внимание уделено медицинским противопоказаниям к перемещению в район с жарким климатом специалистов, имеющих заболевания или функциональные отклонения в работе физиологических систем и органов. В связи с этим приобретает актуальность прогнозирование устойчивости человека к высокой температуре окружающей среды, что очень важно при отборе специалистов, направляемых для работы в районы с жарким климатом. Впервые детально описаны функциональное состояние и работоспособность специалистов при быстрой смене климатических условий, методы ускоренной акклиматизации специфическими и неспецифическими средствами, которые в течение многих лет разрабатывали авторы книги. На основе результатов собственных исследований и данных литературы даны рекомендации по оптимизации труда специалистов в районах с жарким климатом.

В предлагаемом руководстве освещаются работы последних 10-15 лет, но они могут нести полную информацию только со ссылками на предшествующие фундаментальные труды. В связи с этим потребовался краткий исторический обзор становления современных взглядов и концепций.

Авторы выражают надежду, что руководство окажется полезным в первую очередь физиологам, гигиенистам труда, и все замечания и предложения примут с благодарностью.



## **ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИМАТОГЕОГРАФИЧЕСКИХ ЗОН**

Океанские суда с экипажами на борту совершают длительные плавания в различных климатических районах Мирового океана. Еще стремительнее перемещаются экипажи и пассажиры авиалайнеров и других летательных аппаратов. От климатических и погодных условий, в которых находится экипаж, и быстроты смены этих условий во многом зависят состояние здоровья и самочувствие людей. Чтобы учесть влияние климатических факторов на человека, необходимо иметь представление об основных типах климата Земли и дать им физиолого-гигиеническую характеристику.

Климат - характерный для конкретной местности режим метеорологических показателей, обусловленный климатообразующими факторами (солнечная радиация, характер подстилающей поверхности, рельеф местности и связанная с ними циркуляция атмосферы).

К климатообразующим факторам относится также хозяйственная деятельность человека: создание плотин электростанций, искусственных водоемов, осушение болот, вырубка и посадка лесов.

Погода - это физическое состояние атмосферы в данном районе за определенный относительно короткий промежуток времени. В отличие от климата погода более изменчива и может меняться несколько раз за сутки (ясная, пасмурная, дождливая).

В зависимости от географической широты и сезонных перемещений воздушных масс на земном шаре в направлении от экватора к полюсам выделяют следующие широтные климатические зоны: экваториальная, субэкваториальная, тропическая, субтропическая, умеренных широт, субарктическая (субантарктическая) и арктическая (антарктическая). В этих климатических зонах различают западные и восточные прибрежные типы климата; кроме того, за исключением экваториального, в зависимости от характера подстилающей поверхности - континентальный и океанический.

Из приведенных широтных климатических зон целесообразно дать физиолого-гигиеническую характеристику только тех, в которых возможно возникновение тепловой патологии и

других неблагоприятных сдвигов в состоянии здоровья и работоспособности человека.

Для **экваториальной зоны** характерно большое количество тепла, влаги и солнечной радиации в течение всего года. Среднегодовая температура воздуха варьирует в пределах 25-29 °С, а годовая амплитуда ее обычно не превышает 5 °С, температура воды примерно на 1°С выше температуры воздуха. Максимальная температура воздуха редко поднимается выше 35 °С, минимальная же не опускается ниже 20 °С, а суточная амплитуда температур лишь изредка превышает 15 °С. Содержание водяных паров в воздухе может достигать 30 г/м<sup>3</sup> и более, даже в сравнительно сухие зимние месяцы относительная влажность воздуха бывает около 70 %. Осадки выпадают почти ежедневно, как правило, во второй половине дня, а над океаном - нередко и ночью и имеют ливневый характер, сопровождаясь сильными грозами.

**В субэкваториальной зоне** (пояс экваториальных муссонов) - влажный дождливый летний период и засушливый зимний. Погодные условия летнего периода соответствуют экваториальным: высокая облачность и влажность воздуха, осадки и небольшие колебания температуры. В зимний период погодные условия напоминают тропические: высокая температура воздуха, большая суточная амплитуда колебаний температуры, незначительная облачность. На восточных берегах материков погодные условия зимнего периода смягчаются влажными океаническими ветрами - экваториальными муссонами. Над морскими районами в зимний период обычно стоит ясная погода с температурой воздуха 22-27 °С и относительной влажностью 75-80 %, температура воды несколько превышает температуру воздуха.

**Климату тропической зоны** в континентальных районах присуща крайняя сухость. Основной ландшафт - пустыни и сухие степи. Океанические районы тропической зоны отличаются высокой влажностью воздуха и незначительными колебаниями температуры, однако облачность здесь значительно меньше, реже выпадают осадки. Температура воздуха в пределах климатической зоны снижается в направлении полюсов примерно на 10 °С, однако даже зимой она редко бывает ниже 15 °С. У западных берегов континентов осадки практически не выпадают, высокая влажность воздуха, годовой ход температуры здесь очень мал, но в то же время у побережий, омываемых холодными течениями, температура воздуха значительно снижена, здесь часты туманы и бризы. Погодные условия у восточных берегов напоминают экваториальные, с их высокой влажностью и частыми дождями, и только в зимние месяцы возможно небольшое похолодание.

**Климат субтропической зоны** формируется под влиянием сезонной смены тропического и полярного воздуха, отличии-

тельной его особенностью является ежегодное выпадение снега. Континентальные районы характеризуются сухим и жарким летом со средней температурой воздуха до 30 °С и очень неустойчивыми погодными условиями зимой: осадки, резкая смена температуры воздуха, при этом ее минимальные значения могут достигать -10 °С. Климат западных берегов в этой зоне отличается ясным сухим летом и дождливой мягкой зимой; среднемесячная температура воздуха в прибрежных районах океана 14-20 °С летом и 7-12 °С зимой, при этом температура воды превышает температуру воздуха на 2-4 °С. Климат восточных берегов имеет муссонный характер: влажное жаркое лето и относительно холодная зима; температура воздуха в прибрежных районах летом 24-28 °С, зимой - 0-10 °С, при этом температура воды летом приближается к температуре воздуха, а зимой превышает ее на 5 °С.

Максимальная температура в указанных выше широтных климатических зонах представляет реальную опасность для здоровья неакклиматизированных, не защищенных от высокой температуры окружающей среды людей. Однако не только в этих зонах, но и в районах с умеренным климатом в летнее время сочетание высокой температуры воздуха и интенсивной двигательной активности может привести к возникновению тепловых болезней.

**Климат умеренных широт** резко различается уровнем летней и зимней инсоляции и соответственно летними и зимними погодными условиями. Годовые колебания температуры воздуха над континентом достигают 50-60 °С, над океаном - лишь 10-15 °С. Такой же годовой ход характерен и для температуры поверхностных вод океана. Годовая амплитуда влажности воздуха менее выражена над океаном. Для климата западных берегов умеренного пояса характерны черты океанического климата этих широт: сравнительно теплая зима и относительно прохладное лето с большой влажностью воздуха и значительным количеством осадков в течение всего года. Средне-месячная температура воздуха над океаном у западных берегов летом 17-18 °С, зимой - 10-2 °С. Восточные берега в умеренном поясе отличает муссонный характер климата с дождливым летом и холодной малоснежной зимой. Температура воздуха над океаном у восточных берегов зоны умеренных широт летом 10-20 °С, зимой - 8-10 °С. Разница температуры воды и воздуха летом достигает - 1 °С, зимой - 4 °С.

Значительное влияние на климат при одном и том же широтном расположении местности оказывает характер подстилающей поверхности, от которого зависят температурный режим и циркуляция масс воздуха в регионе.

**Континентальный климат** всех широтных зон летом формируется под влиянием сильно разогретой поверхности пустынь и степей. Внутри континентов осадков почти не бывает.

Температура поверхности почвы достигает днем 80 °С. Температура воздуха поднимается до предельно высоких величин (50-60 °С). Отличительной особенностью режима погоды в континентальном субтропическом климате является однообразно сухое и жаркое лето со средней температурой воздуха около 30 °С. Континентальный климат умеренных широт характеризуется быстрым нагреванием воздуха летом и весьма низкими температурами воздуха зимой.

Океанические и приморские районы экваториальной и субэкваториальных зон в течение всего года, а тропических - летом имеют жаркий и влажный климатический режим. Основными неблагоприятными факторами, которые воздействуют на человека в этих условиях, служат высокая температура (выше 30 °С) и влажность (более 70 %) воздуха при слабовыраженных суточных и годовых их колебаниях.

---

## МИКРОКЛИМАТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ В РАЙОНАХ С ЖАРКИМ КЛИМАТОМ

В связи с тем что пассажиры, экипажи судов и летательных аппаратов перемещаются из одной широтной климатической зоны в другую с большой скоростью, изучение воздействия экстремальных жарких условий особенно актуально и требует проведения профилактических мероприятий, обусловленных поддержанием оптимального микроклимата на объектах, использованием рациональной одежды, научно обоснованных режимов водообеспечения и питания.

Проблему защиты экипажей летательных аппаратов, особенно высотных самолетов, от низких температур окружающей среды ученые должны были решать уже в 30-40-е годы. Вследствие низкой температуры воздуха на больших высотах основное внимание авиационной медицины было направлено на разработку требований к теплозащитной одежде летного состава. С появлением же реактивной авиации актуальной стала проблема защиты экипажей летательных аппаратов от высоких температур.

Требования к микроклимату летательных аппаратов США предусматривают необходимость поддержания температуры в кабине не выше 21 °С. Только в отдельных случаях (на земле, маневры в полете) допустимо ее повышение до 27 °С в течение 30 мин. [Nunneley S.A., James G.R., 1976, и др.].

Данные, полученные многими американскими исследователями, свидетельствуют о невыполнимости этих требований в реальных полетах на современных летательных аппаратах.

Неблагоприятные условия микроклимата в кабине самолетов обусловлены повышением температуры кондиционируемого воздуха, аэродинамическим нагревом поверхностей летательного аппарата, солнечной радиацией, теплом от оборудования и бортовой аппаратуры, а также метаболическим теплом, выделяемым летчиком в полете [Marcus P., 1975, и др.].

Наиболее высокая температура в кабине самолетов отмечается летом перед взлетом и сразу же после посадки на взлетно-посадочную полосу. Так, из-за солнечной радиации температура воздуха в кабине самолетов F-4, A-10 при закрытом

фонаре выше наружной на 8-13 °С [Nunneley S.A., Flick C.A., Allan I.R., 1980].

При частично открытом фонаре кабины самолета «Виссапен» в условиях наружной температуры воздуха 30-32 °С температура в кабине превышает наружную на 20 °С, после 3-4 ч. экспозиции достигая 43 °С. Полное закрытие фонаря способствует дальнейшему подъему температуры воздуха в кабине еще на 5-7 °С.

При полетах на малых высотах в условиях высокой наружной температуры повышается температура воздуха в кабине самолетов, резко уменьшается количество воздуха, поступающего от компрессора через систему кондиционирования воздуха в кабину [Nunneley S.A. et al., 1980, и др.].

Оценка микроклимата в кабинах самолетов А-10, F-4, F-4Е, «Ягуар» показала, что температура воздуха в кабине за-висит от температуры окружающей среды как на земле, так и во все фазы полета на малых высотах. При полете самолета RF-4С со скоростью 756 км/ч. на «высоте» 150 м. над уровнем земли температура воздуха в кабине достигала 32,2-37,8 °С, в отдельных случаях - 48,8-51,6 °С, а температура наружного воздуха была в пределах 27,2-34,4 °С [Bollinger R.R., Car-well G.R., 1975].

При наборе самолетом высоты температура в кабине постепенно снижается, например в самолетах F-54 и F-111А -с 50-57 °С (на земле) до 14-20 °С на высоте 5-11 км. за 20-30 мин. полета. При посадке самолетов на взлетно-посадочную полосу температура воздуха в кабине опять значительно повы-шалась, но одновременно снижалась скорость дви-жения воз-духа с 1 до 0,04 м/с.

По данным Э.В.Бондарева, А.В.Банникова, Р.Р.Астафьева (1997), при выполнении длительных полетов в жарком климатическом регионе страны на взлете температура в кабине экипажа составила 41,5 °С, через 1 ч 15 мин полета - 37,8 °С, через 3 ч 30 мин полета - 27 °С, на посадке - 31 °С. Ра-диационная температура в кабине (температура черного шара) на 6-12 °С превышала температуру воздуха вследствие инсо-ляции.

Из-за несовершенной разводки систем кондиционирования воздуха температура бывает различной по вертикали и гори-зонтали кабин самолетов. R.R.Bolinger, G.R.Carwell (1975) ус-тановили, что у некоторых членов экипажа самолета RF-4С температура на уровне головы достигает 49 °С, а на уровне бедер - 37 °С. В двухместных самолетах США, как правило, передняя кабина имеет лучший микроклимат, чем задняя. Так, по данным S.A.Nunneley и соавт. (1980), при наружных темпе-ратурах 20, 25 и 30 °С температура в головной кабине самолета F-4Е была 21, 24 и 28 °С, а в задней кабине 29, 34 и 39 °С соответственно. В кабине самолета А-10 выход кондицио-ниро-

ванного воздуха был за спиной пилота. Поток воздуха направлялся вперед, отражался от фонаря и возвращался нагретым к летчику. При последующей доводке систем кондиционирования воздуха у самолета А-10 он стал подаваться спереди по направлению к поверхности груди летчика [Nunneley S.A., Flick C.F., 1981].

В самолетах F-4, F-111 кондиционированный воздух поступал в область ног, вследствие чего в более неблагоприятных климатических условиях оказывались туловище, голова и руки летчика. В самолетах F-4, А-10 из-за несовершенной разводки систем кондиционирования воздуха температура на поверхности снаряжения летчика достигала 32-28 °С. Однако даже в местах обдува охлажденным кондиционированным воздухом температура поверхности снаряжения летчика при полетах летом не снижалась ниже 32 °С.

Увеличение скорости полета вследствие аэродинамического нагрева поверхностей летательного аппарата приводит к повышению температуры воздуха в кабине, особенно при полетах в плотных слоях атмосферы. По данным S.A.Nunneley, G.R.James (1977), с возрастанием скорости полета с 0,6 до 1,3 М на малых и средних высотах температура воздуха в кабине повышается на 6-10 °С.

Н.Н.Harrison, С.Higenbottam (1977), изучая влияние источников тепла на микроклимат кабин самолетов, установили, что источники тепла мощностью 1, 2, 3 и 4 кВт, размещаемые внутри кабины, повышают температуру в ней на 20, 30, 40 и 45 °С соответственно.

При плавании судов, не имеющих систем кондиционирования воздуха, в низких широтах микроклиматические условия на постоянно обслуживаемых постах весьма неблагоприятны [Войтенко А.М., 1975]. Температура воздуха на надводных кораблях во внутренних боевых постах (радиорубки, радиолокационные рубки) составляла 29,8-37 °С [Варнаков О.В. и др., 1967, и др.], а в машинно-котельных отделениях и на камбузах - 29,4-55 °С [Матузов Н.И., 1962; Варнаков О.В. и др., 1967, и др.].

Неблагоприятные температурные условия в низких широтах на судах наблюдаются не только в служебных, но и в жилых помещениях. Температура воздуха в кубриках и каютах иногда варьирует от 29 до 32 °С [Варнаков О.В. и др., 1967, и др.].

Уровень теплового излучения в служебных помещениях в низких широтах также достигает значительных величин. В радиорубках и штурманских рубках средняя радиационная температура (СРТ) составляла 26,5-32,3 °С [Матузов Н.И., 1962; Сергеев Е.П., 1962], а в перегреваемых помещениях - 28,9-43,2 °С, поднимаясь в отдельных случаях до 74 °С [Матузов Н.И., 1962].

Относительная влажность воздуха во внутренних помещениях корабля была в пределах 50-70 %, в перегреваемых отсеках - 55-60 %, а в жилых помещениях - 65-80 %. Подвижность воздуха в низких широтах во всех помещениях корабля колебалась в небольших пределах: 0,5-0,7 м/с [Варнаков О.В. и др., 1967].

Таким образом, в помещениях судов и кораблей иногда не обеспечиваются комфортные микроклиматические условия, так как отмечаются высокий уровень лучистого тепла и температуры воздуха, относительно невысокий уровень подвижности воздуха.



## ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

При температуре воздуха в кабине 37-46 °С температура тела летчиков в полете повышалась до 37,5 °С [Сергеев Н.П., Неумывакин И.П., 1964; Бондарев Э.В., Банников А.В., Астафьев О.Р., 1997, и др.]. У летчиков США, работающих в районах с тропическим климатом, во время полета она достигала 37,8 °С [Cliford J.C., 1968]. По данным S.A.Nunneley, G.R.James (1977), при температуре воздуха в кабине самолета F-111A 50-60 °С температура кожи на различных участках тела была 37-40 °С. В этих условиях средневзвешенная температура кожи повышалась до 38,9 °С.

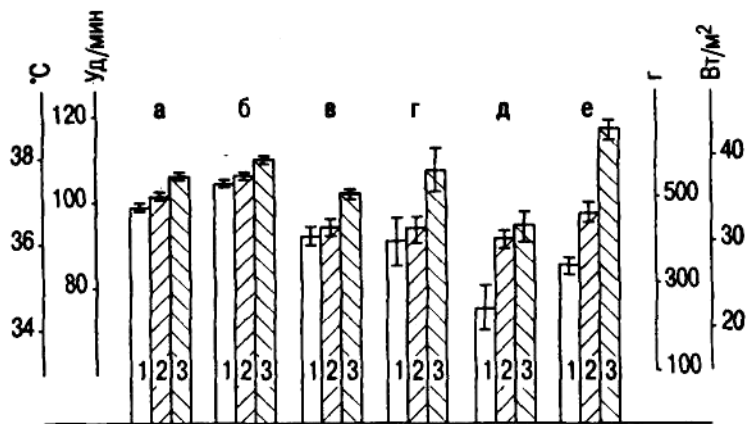
Полеты на малых высотах в районах с жарким климатом приводят к перегреванию и обезвоживанию организма. R.F.Stribley, S.A.Nunneley, I.R.Allan (1979) установили, что в самолете F-4 при наружной температуре 23-33 °С температура кожи и тела у летчиков на земле и в полете на высоте 600 м значительно превышает комфортный уровень, особенно у оператора в задней кабине. Полет на высоте 2400 м снижает температуру кожи до 34,4 °С, а в слуховом канале - до 36,5 °С. Улучшение теплового состояния летчиков на «высоте» связано с нормализацией температуры воздуха в кабине.

S.A.Nunneley, G.R.James (1977) выявили зависимость температуры поверхности тела от температуры воздуха в кабине при полетах на самолетах F-111A.

R.R.Bolinger, G.R.Carwell (1975) показали, что у членов экипажа самолета RF-4C при наружной температуре 27-34,4 °С происходила потеря массы тела до 1,2 % от исходной (1 % терялся в результате испарения пота). Общие потери массы тела у летчиков в районе тропиков достигали 1,9 кг за 90 мин полета.

При полете самолета A-10 над пустыней (наружная температура 26-42 °С) на высоте 300-600 м. в течение 2 ч. у летчиков потеря массы тела составляла за летную смену 0,7-2,3 % от исходной [Nunneley S.A., Flick C.F., 1981]. При этом температура в наружном слуховом канале повышалась с 37 до 37,8 °С.

В наших исследованиях, проводившихся в районах с жарким климатом, обнаружено, что после полетов температура тела



**Рис. 1.** Тепловое состояние летчиков при полетах в условиях различных температур [Ажаев А.Н., 1979].

а — оральная температура; б — средняя температура тела, в — средневзвешенная температура кожи; г — частота пульса; д — потеря массы тела; е — изменение теплосодержания организма. Первый полет при 22-25 °С (1); второй - при 26-30 °С (2); третий - при 31-35 °С (3).

под языком была равна  $37,7 \pm 0,09$  °С, а средневзвешенная температура кожи -  $37,3 \pm 0,12$  °С. В некоторых случаях температура тела возрастала до 38,2 °С, а средневзвешенная температура кожи - до 37,7 °С. Повышение температуры наружного воздуха во время полетов приводит к выраженному напряжению терморегуляции, что проявляется в увеличении от полета к полету температуры тела, кожи, частоты пульса, потерь массы тела и теплосодержания организма (рис. 1). Температура наружного воздуха поднималась с 20-25 °С утром до 35-38 °С в 12-13 ч. дня (в тени). Относительная влажность воздуха снижалась с 40 до 16 %. Температура, определяемая с помощью черного шара Вернона, утром была в среднем 30 °С, а днем - 51-55 °С.

При выполнении отдельных, наиболее трудных полетов, связанных с нервно-эмоциональным напряжением летчика, нами, как и в исследованиях В.Р.Ярошевского и А.В.Солодовникова (1960), были выявлены более значительные изменения физиологических функций: температура тела повышалась до 38 °С, пульс учащался до 140-155 уд/мин, частота дыхания в 1 мин. - до 30-35.

Установлено, что в районах с жарким климатом перегревание летчиков возникает тогда, когда они находятся в кабине в ожидании полета [Исаков П.К. и др., 1975, и др.]. Особенно неблагоприятно влияет на терморегуляцию летчика снаряжение, в частности высотно-компенсирующий костюм,

затрудняющий испарение пота с поверхности тела [Демидов Г.А., 1968, и др.]. По данным А.А.Лавникова (1975), температура тела летчика в закрытой кабине на земле может быть 38 °С.

При исследованиях, проведенных нами с летным составом в открытой кабине в течение 1 ч. при температуре окружающей среды 35-36 °С (в тени), были обнаружены нарушения теплового баланса организма, несколько меньшие, чем в закрытой кабине. В этих исследованиях температура внутренней поверхности кабины и кресла достигала 42-45 °С. Еще более значительно нагревалась наружная поверхность кабины и фонаря - до 50-55 °С. В наиболее жаркие дни температура поверхности самолета повышалась до 60-70 °С, а плотность тепловых потоков от нагретых поверхностей кабин составляла 70-100 Вт/м<sup>2</sup>. За 1 ч. пребывания в самолете летчики теряли до 390±19 г массы тела. Некоторое нагревание поверхности тела происходит в местах контакта с креслом (поясница, бедро, спина). Однако наибольший теплоприток наблюдался в области головы, т.е. в области воздействия солнечных лучей и радиационного тепла от нагретых поверхностей самолета. Температура воздуха под шлемом в области головы составляла 39-40 °С, а средневзвешенная температура поверхности тела после 1 ч. пребывания в самолете - 36,6±0,26 °С.

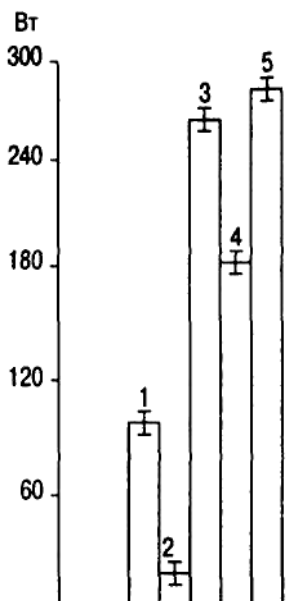
Температура кожи на различных участках тела у летчика, находящегося в кабине самолета при температуре наружного воздуха 35 °С в течение 1 ч., представлена ниже.

<i>Область тела</i>	<i>Температура кожи, °С</i>
Лоб	35,7±0,4
Грудь	36,5±0,3
Плечо	37,9±0,4
Предплечье	37,3±0,8
Бедро	35,3±0,6
Живот	37,2±0,2
Голень	35,8±0,4
Стопа	36,8±0,3
Спина	36,9±0,2
Кисть	36,8±0,2
Поясница	37,0±0,2

Температура кожи стопы через 1 ч. пребывания летчиков в самолете превышает температуру кожи груди в среднем на 0,32±0,01 °С. Известно, что в условиях теплового комфорта температура кожи груди выше температуры кожи стопы на 3,0-4,5 °С. О явлениях теплового дискомфорта можно также судить по разнице между температурой кожи и воздуха под одеждой. В условиях комфорта эта разница в области груди составляет 3-5 °С. При обследовании летчиков через 1 ч. их пребывания в самолете эта величина была равна всего лишь 0,5±0,05 °С.

**Рис. 2.** Тепловой обмен летчиков при пребывании в кабине самолета на земле в районе с жарким климатом [Ажаев А.Н., 1979].

1 — теплопродукция организма; 2 — интенсивность изменений теплосодержания организма; 3 — теплоотдача при испарении пота; 4 — внешняя тепловая нагрузка; 5 — общая тепловая нагрузка.



Одежда летчиков после пребывания в самолете становится влажной, особенно в области спины, поясницы и бедер, где испарение затруднено ввиду отсутствия вентиляции воздуха под одеждой и тесного контакта поверхности тела с креслом самолета. Однако теплоотдача испарением влаги с поверхности тела компенсирует внешнюю тепловую нагрузку. Вследствие этого накопление тепла в организме летчиков было сравнительно небольшим (рис.2). Значительную роль в изменениях теплового обмена летчиков играет солнечная радиация. Влияние ее на тепловое состояние человека наиболее отчетливо наблюдается при обследовании техников самолетов, которые работают на открытых площадках. При нахождении техников около самолета теплоприток происходит на участках тела, подверженных солнечному облучению (грудь, плечо, предплечье, голень). В области лба отмечается значительная теплоотдача радиацией и конвекцией. Это, видимо, объясняется тем, что голова в определенной степени защищена от солнечной радиации широкополой шляпой, которая выдается инженерно-техническому составу в районах с жарким климатом. При передвижении техника вокруг самолета во время работы тепловые потоки и температура кожи менялись в зависимости от положения того или иного участка тела по отношению к солнечному облучению.

Ввиду того, что техники выполняют физическую работу, потеря их массы тела была более значительной, чем у летчиков во время пребывания в кабине самолета, и составила при температуре воздуха 35 °С в среднем 600 г/ч.

Несмотря на нарушение теплового обмена, заметных односторонних изменений газообмена у летчиков и техников не обнаруживается. Исключение составляют периоды работы, которые сопряжены с эмоциональными или физическими нагрузками.

Энерготраты летного состава изучали в различных клима-

тических зонах: так, например, Ю.Ф.Удалов, М.И. Кузнецов (1960) — в районах с умеренным климатом.

<i>Деятельность</i>	<i>Энерготраты, Вт</i>
Классные занятия	108,2
Ходьба:	
по аэродрому	275,6
по гарнизону	181,4
в дни подготовки к полетам	162,8
в дни наземной подготовки	161,8

Интересные данные об энерготратах у членов экипажа самолетов в полете представлены В.В.Борискиным (1973).

<i>Члены экипажа</i>	<i>Энерготраты, Вт</i>
Командиры раблей	ко- 181—
241	
Вторые пилоты	151—
212	
Бортинженеры	113—
151	
Штурманы	109—
144	
Радисты	129—
141	

При обследовании членов экипажей летательных аппаратов было установлено, что энерготраты зависят от сложности полетного задания и равны для летчика, пилотирующего самолет, 130-280 Вт [Алексеев СМ. и др., 1975, и др.].

В отличие от экипажей летательных аппаратов энерготраты техника, выполняющего работу на самолетных стоянках, значительно меняются в течение рабочего дня.

Энерготраты инженерно-технического состава по В.В.Борискину (1973) представлены ниже.

<i>Занятие</i>	<i>Энерготраты в средних широтах, Вт</i>	
Работа на аэродроме	198	
Переход на аэродром и обратно	267	
Отдых в помещении:		
стоя		128
сидя		112
Прием пищи	108	
Ходьба по комнате	232	

Однако средние энерготраты техника во время рабочего дня сравнительно невелики. Это связано с тем, что интенсивная

физическая работа техника чередуется с нахождением его на аэродроме в состоянии относительного покоя или легкой работы.

Физические усилия техника соответствуют энерготратам при физической работе средней тяжести и тяжелой. По данным В.И. Кричагина (1965), теплопродукция техника при работах по подготовке самолета к полету равна 174-191 Вт, при переноске парашютов и передвижении тяжестей, при быстрой ходьбе по аэродрому - 291-582 Вт.

В районах с жарким климатом энерготраты летчиков исследовались в основном при пребывании их на аэродроме.

Однако имеющиеся данные указывают, что в районах с жарким климатом теплопродукция организма летчиков не выше, чем в районах с умеренным климатом. По нашим данным, теплопродукция летчиков при пребывании в самолете на земле равна  $113 \pm 11$  Вт, а техников -  $120 \pm 12$  Вт. При выполнении некоторых видов физической работы на открытом воздухе теплопродукция у последних возрастала до  $250 \pm 12$  Вт.

## ТЕПЛОВОЙ ОБМЕН

Известно, что у теплокровных животных и человека гомойотермными являются только внутренние области тела (так называемое «ядро», или «сердцевина»). «Сердцевину» окружает пойкилотермная «оболочка» (в состав ее частично входят конечности), которая является своеобразным изолирующим слоем и «буфером», смягчающим резкие температурные раздражения, исходящие из окружающей среды. Изолирующая способность «оболочки» зависит от ее толщины и коэффициента переноса тепла (путем контакта и конвекции). Обе эти величины обусловлены интенсивностью кровоснабжения. Между «сердцевиной» и поверхностью тела имеется температурный градиент, величина которого зависит от температуры окружающей среды, теплоизоляции кожи и подкожной клетчатки, а также от физической активности человека. В условиях комфорта разность между температурой тела и средневзвешенной температурой кожи находится в пределах 3-5 °С [Бартон А., Эдхольм О., 1957]. При падении наружной температуры кровоснабжение «оболочки» уменьшается. Сужение сосудов увеличивает теплоизоляцию «оболочки» и снижает конвекционный перенос тепла. Вследствие этого становится меньше коэффициент прохождения тепла через «оболочку» и увеличивается внутренний градиент температур. Наоборот, при повышенной температуре окружающей среды градиент температуры от поверхности в глубь тела снижается. По существу гомойотермная «сердцевина» в значительной мере достигается за счет названных реакций на поверхности тела. Однако не все участки по-

верхности тела — типичные представители «оболочки». Например, в области туловища и головы кожа по типу своих реакций ближе к «сердцевине». В то же время кожа в области рук и ног испытывает более резкие колебания внешней температуры и по характеру реакций является представителем «оболочки» [Бартон А., Эдхольм О., 1957]. Особая роль в терморегуляции организма с окружающей средой принадлежит конечностям, кровоснабжение которых может меняться в широких пределах. Поэтому на конечностях отдача тепла с поверхности и кровоснабжение единицы их объема при положительном тепловом балансе значительно выше, а при отрицательном — значительно ниже, чем средние цифры в отношении всего тела. По данным А.В.Буртон (1934), В.И.Бычкова, П.В.Рамзаева (1961) и др., разница температуры поверхности туловища и конечностей в оптимальных условиях среды не превышает 3-4 °С. Температура закрытых одеждой участков тела (грудь, спина) выше температуры обнаженной кожи на 1-2 °С.

Температуру «оболочки» определяют измерением температуры кожи одновременно в нескольких точках с учетом площади каждого участка поверхности тела (средневзвешенная температура кожи). Считается, что чем больше измеряемых областей на поверхности тела, тем точнее результаты определения средневзвешенной температуры кожи. По мнению J.D.Hardy, E.F.Du Bois (1938), наиболее полную информацию о температуре «оболочки» дают измерения в 18 точках. В научно-практических исследованиях чаще всего измеряют температуру в 5-11 областях на поверхности тела. Расчеты производят преимущественно по П.В.Рамзаеву (1957) и Н.К.Витте (1956). Средневзвешенную температуру кожи ( $t_{\text{свтк}}$ , °С) по П.В.Рамзаеву вычисляют следующим образом:

$$t_{\text{свтк}} = 0,06 t_{\text{л}} + 0,1 t_{\text{гр}} + 0,1 t_{\text{ж}} + 0,086 t_{\text{сп}} + 0,085 t_{\text{п}} + 0,085 t_{\text{пл}} + 0,06 t_{\text{пп}} + 0,044 t_{\text{к}} + 0,2 t_{\text{б}} + 0,12 t_{\text{гл}} + 0,06 t_{\text{ст}}$$

где  $t_{\text{л}}$  — температура кожи в области лба;  $t_{\text{пл}}$  — плеча;  $t_{\text{гр}}$  — груди;  $t_{\text{пп}}$  — предплечья;  $t_{\text{ж}}$  — живота;  $t_{\text{к}}$  — кисти;  $t_{\text{сп}}$  — спины;  $t_{\text{б}}$  — бедра;  $t_{\text{п}}$  — поясницы;  $t_{\text{гл}}$  — голени;  $t_{\text{ст}}$  — стопы.

Данная формула практически вполне приемлема. Расхождение с измерениями средневзвешенной температуры кожи в 18 областях на поверхности тела не превышает 5-7 % [Афанасьева Р.Ф. и др., 1963, и др.].

По мнению Н.К.Витте (1956), для оценки средневзвешенной температуры кожи ( $t_{\text{свтк}}$ , °С) достаточно определить температуру в 5 областях на поверхности тела:

$$t_{\text{свтк}} = 0,07 t_{\text{л}} + 0,5 t_{\text{гр}} + 0,18 t_{\text{б}} + 0,2 t_{\text{гл}} + 0,05 t_{\text{к}}$$

где  $t_{л}$  — температура кожи в области лба;  $t_{г}$  — груди;  $t_{к}$  — кисти;  $t_{б}$  — бедра;  $t_{г}$  — голени.

Аналогичным способом определяют средневзвешенную температуру воздуха под одеждой и средневзвешенный тепловой поток с поверхности тела.

В условиях комфорта средневзвешенная температура кожи находится в пределах 32—34 °С, температура воздуха под одеждой — 29—31 °С, плотность теплового потока — 40—58 Вт/м<sup>2</sup>. Температура поверхности тела на различных участках колеблется в диапазоне от 30 до 35 °С. Отмечается тенденция к снижению температуры кожи от головы к ногам (табл. 1).

Таблица 1

**Температура поверхности тела (°С) в условиях теплового комфорта, по данным разных авторов**

Область тела	А. Бар-тон, 1934	З.В. Гор-дон, 1940	И. И. Рус-сец, 1950	А.Д. Сло-ним, 1952	Р.М. Кня-жевич, 1961	Р.Ф. Афа-насьева, 1977	A. Burton, L. Collier, 1964
Лоб	33,4	33,5	32,2—34,0	33,5	32,5	33,8	34,6
Грудь	33,0	33,0	34,0—34,8	33,4	34,8		34,6
Живот	34,2	—	34,5—35,2	31,1	35,9	34,2	34,6
Спина	33,3	33,2	—	33,3	33,5		34,6
Плечо	32,9	—	34,0—34,5	32,4—			
				33,3	32,9	33,8	33,0
Предплечье	—	32,4	33,4—33,8	32,9	—	—	30,8
Кисть (тыл)	32,9	30,9	33,5—33,7	31,0	31,0	33,1	28,6
Бедро	32,4	—	32,5—33,7	32,5	31,8	33,0	33,0
Голень	32,2	32,0	—	32,2	31,7	32,2	30,8
Стопа (тыл)	31,0	—	31,0—31,5	29,9	30,9	31,0	28,6

По данным разных авторов, доля теплоотдачи радиацией и конвекцией (суммарная) колеблется в пределах 71-78 %, а испарением влаги - 21-29 %.

Количество тепла, отдающегося в окружающую среду с различных участков тела, неодинаково. По данным Е.М. Кузьмичевой (1965), доля теплового потока составляет с области головы 24-24,7 %, с верхних конечностей - 16,7-18,9 %, с нижних конечностей - 26,5-27,6 % и с туловища - 29,5-32,1 %.

Следовательно, отдача тепла радиацией и конвекцией в условиях теплового комфорта происходит в большей степени с поверхности туловища, затем с нижних конечностей и головы и в меньшей - с верхних конечностей. Обращает на себя внимание то, что в области головы отдается примерно столько же тепла, сколько с нижних конечностей, несмотря на их различную поверхность. Интенсивность теплового потока, по мнению большинства исследователей, наибольшая в области головы, наименьшая - в области туловища (табл. 2).



Таблица 2

**Плотность тепловых потоков ( $Вт/м^2$ ) на поверхности тела при относительном покое в условиях теплового комфорта, по данным разных авторов**

Область тела	Р.М.Княжевич, 1961	Е.М.Кузьми- чева, 1964	Р.Ф.Афанась- ева, 1977
Лоб	81,2	81,3	79
Грудь	20,8		
Живот	12,8	29,9	32,7
Спина	46,6		
Поясница	27,8		
Плечо	30,2		40,6
Предплечье	—	37,6	—
Кисть (тыл)	58		80,8
Бедро	32		39,1
Голень	38	40,0	51,1
Стопа	28,6		53

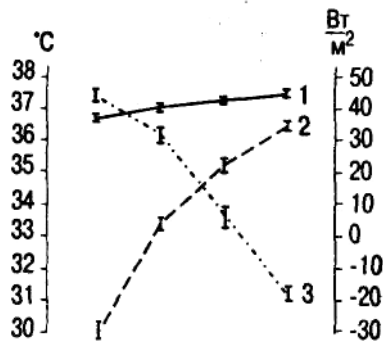
При повышении температуры среды выше комфортной кровеносные сосуды кожи расширяются, кровенаполнение их увеличивается, температура кожи повышается.

Г.Х. Шахбазян (1947), В.И. Бычков, П.В. Рамзаев (1961) пришли к заключению, что средневзвешенная температура кожи  $34\text{ }^{\circ}\text{C}$  является границей комфортного теплоощущения. Превышение этой границы, по данным авторов, приводит к дискомфорту и активной секреции пота. Одновременно происходит повышение температурной и тактильной чувствительности [Савенко Н.П., 1955, и др.]. В результате повышения температуры окружающей среды уменьшаются теплотери радиацией, конвекцией, кондукцией и увеличивается теплоотдача испарением воды с поверхности тела. В.Б. Либерман, Т.В. Куксинская (1967) показали, что при температуре окружающего воздуха от  $16$  до  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  и работе средней тяжести у одетого человека (скорость движения воздуха  $1-3\text{ м/с}$ ) теплоотдача конвекцией и радиацией снижается с  $73$  до  $8\%$  по отношению к общей величине теплоотдачи, а теплоотдача испарением влаги возрастает с  $27$  до  $92\%$ . Подобное снижение радиационно-конвекционных теплотерь наблюдалось нами при температуре воздуха и стен свыше  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  у обнаженных людей, находившихся в состоянии относительного покоя (рис. 3).

Средневзвешенная температура кожи, постепенно повышаясь, приближается к температуре тела при  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  (рис. 4), а в условиях температуры среды  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  уже в начале воздействия температура кожи выше температуры тела. С перегреванием организма и появлением профузного потоотделения температура кожи снижается до температуры тела и ниже.

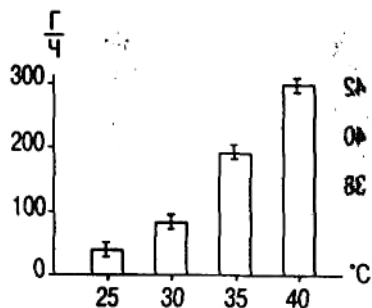
**Рис. 3.** Показатели теплового состояния обнаженного человека при температуре окружающего воздуха и стен 25, 30, 35 и 40 °С и скорости движения воздуха 0,1-0,2 м/с ( $M \pm m$ ) [Ажаев А.Н., 1979].

1 - ректальная температура; 2 - средневзвешенная температура кожи; 3 - средневзвешенная плотность теплового потока с поверхности тела; столбики - потеря массы тела.

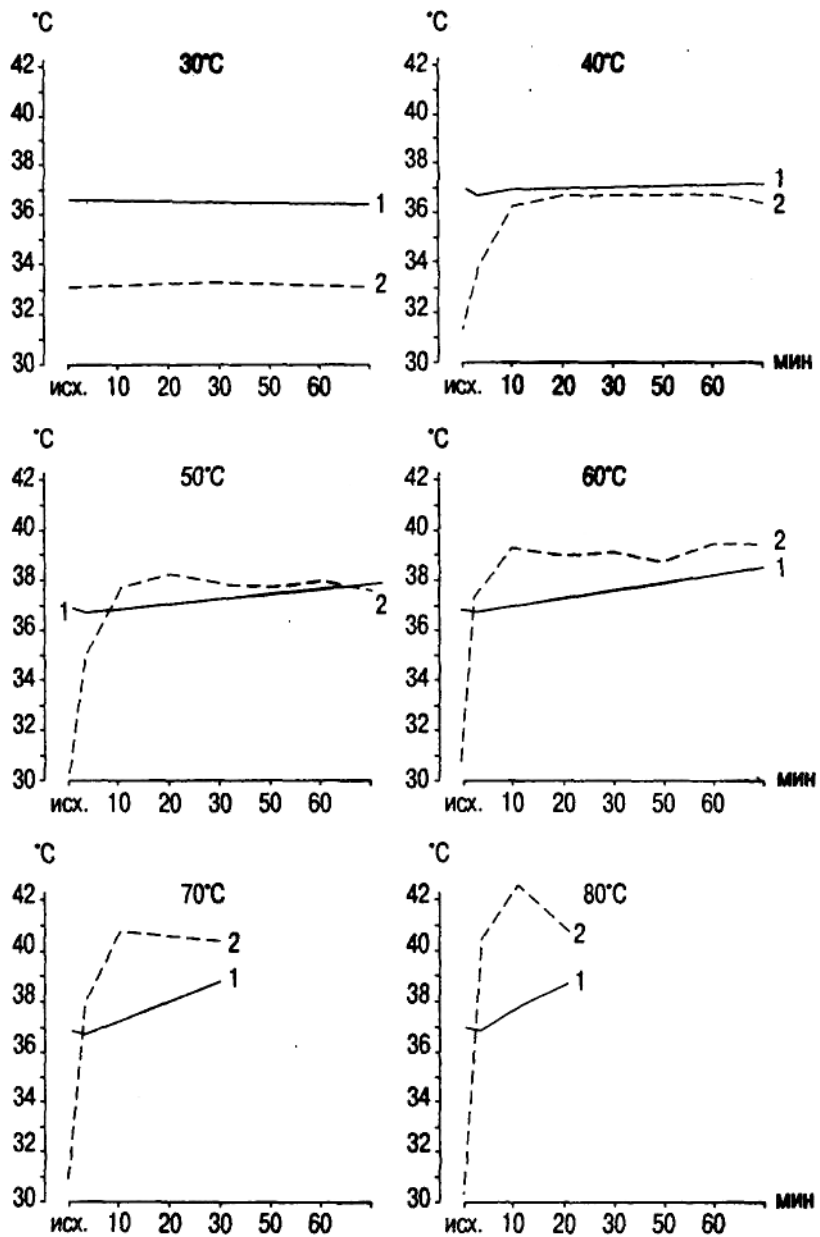


Это различие в величинах температуры тела и кожи указывает на изменение внутреннего градиента температур, характеризующего в определенной степени теплоизоляцию тканей поверхности тела и уровень теплопередачи от «сердцевины» к «оболочке» (рис. 5).

Как видно из рис. 5, при температуре окружающей среды 30 °С внутренний и наружный градиенты температур примерно равны. Вследствие



этого через «оболочку» в окружающую среду поступает одинаковое количество тепла, отдающееся с поверхности тела радиацией и конвекцией. При воздействии температуры среды 40 °С, сопровождающемся повышением температуры кожи, уменьшаются внутренний и наружный градиенты температур. Из-за отсутствия внутреннего градиента температур внутренний тепловой поток не может поступать к «оболочке», а внешний полностью компенсируется испарением воды. Исключение составляет первый период воздействия температурой среды 40°, когда наличие положительного внутреннего градиента обеспечивает условия для взаимодействия с наружным. Вследствие этого внешний тепловой поток не только купирует внутренний, но и нагревает «оболочку» до температуры «сердцевины». В дальнейшем с включением потоотделения температура кожи не повышается, и нередко наблюдается небольшое ее снижение. При температуре среды 60 °С нагрев «оболочки» происходил более интенсивно, чем при 40 °С. Вследствие того, что температура «оболочки» выше температуры «сердцевины», внутренний градиент уже в начале воздействия становится отрицательной величиной. Уменьшение внутреннего градиента температур в процессе опыта объясняется повышением температуры тела при перегревании организма. Превышение темпе-



**Рис. 4.** Изменение оральной температуры (1) и средневзвешенной температуры кожи (2) у обнаженного человека при различной температуре окружающей среды.

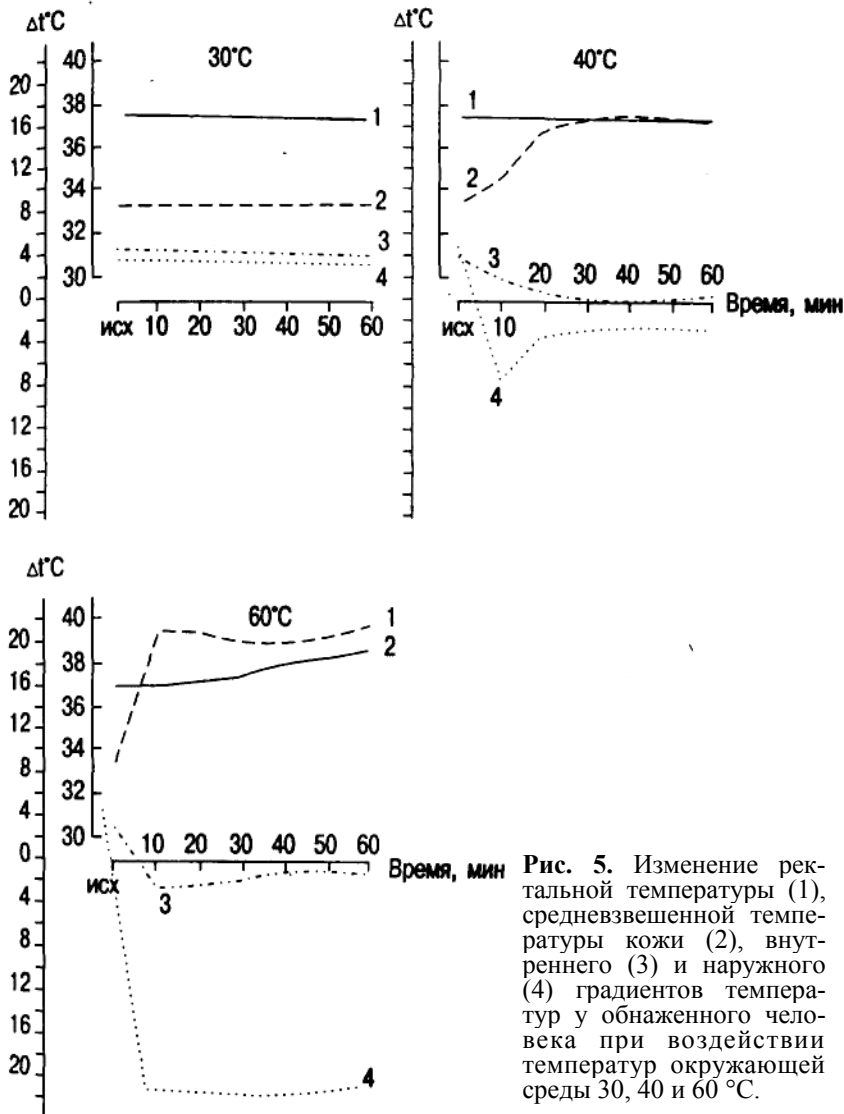


Рис. 5. Изменение ректальной температуры (1), средневзвешенной температуры кожи (2), внутреннего (3) и наружного (4) градиентов температур у обнаженного человека при воздействии температур окружающей среды 30, 40 и 60 °С.

ратуры кожи над температурой тела и наличие значительного внешнего теплового потока приводят к прекращению теплопередачи от «сердцевины» к «оболочке». Внешний тепловой поток при температуре среды 60 °С только частично компенсируется теплоотдачей испарением влаги с поверхности тела. Однако некоторая часть экзогенного тепла поступает через «оболочку» и нагревает «сердцевину».

Механизм действия внешней тепловой нагрузки на организм и значение потоотделения в борьбе с ней можно наблюдать при рассмотрении структуры теплового обмена одетых испытуемых в условиях высоких температур окружающей среды, которая определяется по формуле:

$$\pm Q_s = Q_M \pm Q_R \pm Q_C \pm Q_K - Q_E,$$

где  $Q_M$  — теплопродукция организма;  $Q_R$  — тепловой поток излучения;  $Q_C$  — тепловой поток конвекцией;  $Q_K$  — тепловой поток кондукцией;  $Q_E$  — теплоотдача испарением воды с поверхности тела и дыхательных путей;  $Q_s$  — изменение тепло содержания организма.

В условиях высокой температуры окружающей среды определяют внешнюю тепловую нагрузку ( $Q_L$ ), представляющую собой суммарную величину теплового потока излучением, конвекцией и кондукцией ( $Q_R + Q_C + Q_K$ ). Внешняя тепловая нагрузка и теплопродукция в сумме составляют общую тепловую нагрузку. При физической работе в формулу теплового баланса вводят величину теплового эквивалента внешней физической работы ( $Q_w$ ).

Для определения изменений теплосодержания организма можно использовать следующую формулу:

$$Q_s = \frac{P \cdot 3,47 \cdot \Delta t}{\tau},$$

где  $Q_s$  — количество тепла, потерянного или накопленного организмом, кДж;  $P$  — масса тела, кг;  $\Delta t$  — прирост или снижение средней температуры тела, К; 3,47 — средняя теплоемкость тела, кДж/кг·К;  $\tau$  — время опыта, ч.

Величину теплоотдачи испарением воды ( $Q_E$ , кДж) с поверхности тела и дыхательных путей вычисляют по формуле:

$$Q_E = \frac{\Delta P \cdot 2,4}{\tau},$$

где  $\Delta P$  — изменение массы тела (количество испарившейся воды), г; 2,4 — коэффициент скрытой теплоты парообразования, кДж/г;  $\tau$  — время опыта, ч.

О теплопродукции организма обычно судят по газообмену, исследуемому методом Дугласа — Холдена или каким-либо другим способом, в основу которого положен анализ выдыхаемого воздуха на содержание кислорода и углекислоты. Калорическую ценность 1 г кислорода при различном дыхательном коэффициенте (отношение выделяемого углекислого газа к количеству поглощенного кислорода) находят по таблицам Цунца [Ольнянская Р.П., Исаакян Л.А., 1959].

По изменению структуры теплового обмена при действии

высокой температуры окружающей среды различают 4 степени перегрева организма [Ажаев А.Н., 1982, 1985]. При I степени наблюдается устойчивое приспособление организма человека к действию высокой (30-35 °С) температуры. Теплоотдача с поверхности тела и дыхательных путей равна общей тепловой нагрузке. В этих условиях сохраняется термостабильное состояние «сердцевины». Повышение теплосодержания организма происходит в основном за счет нагревания поверхности тела. При этом ректальная температура тела не превышает 37,5-37,6 °С, а средневзвешенная температура кожи - 35,5-36 °С. Появляются гиперемия и увлажненность кожи. При II степени (температура окружающей среды 40, 45, 50, 55 и 60 °С) общая тепловая нагрузка не компенсируется испарением воды с поверхности тела и дыхательных путей (компенсируется только внешней тепловой нагрузкой). Тепло в организме накапливается в результате прекращения отдачи в окружающую среду тепла, образующегося в организме. Температура тела (ректальная и средняя) может повышаться до 38,3 °С, возникают резкая гиперемия кожи, профузное потоотделение и ощущение жара. При III степени (температура окружающей среды 70 и 80 °С) внешняя тепловая нагрузка преобладает над теплоотдачей испарением воды с поверхности тела и дыхательных путей. Теплосодержание организма возрастает вследствие затруднения отдачи тепла, образующегося в организме, и поступления его из окружающей среды. В этих условиях температура тела и кожи достигает 39,5-40 °С, самочувствие ухудшается, что проявляется ощущением сильного жара, сердцебиения, пульсации и давления в висках, а нередко - тяжести в голове и головной боли.

Отмечаются возбуждение, двигательное беспокойство, резкая гиперемия кожи, стекающий каплями пот, усиленный сердечный толчок, пульсация сонных и височных артерий.

С повышением температуры окружающей среды количество воды, испарившейся с поверхности тела и при дыхании, становится меньше, чем общая потеря массы тела. Неиспарившийся пот, остающийся в одежде, при температуре окружающей среды 60 °С составляет более половины всей выделившейся воды. Эффективное потоотделение (отношение испарившейся воды к выделившейся, выраженное в процентах) уменьшается с 95 % при температуре окружающей среды 30 °С до 40 % при 80 °С.

После III степени перегрева организма нарушается деятельность сердечно-сосудистой, дыхательной и центральной нервной систем. Это так называемая IV степень или тепловой удар с характерными для него признаками коллапса.

Следовательно, при действии высоких температур возможны устойчивое приспособление к неблагоприятным метеорологическим условиям (30-35 °С), частичное приспособление (40-60 °С) и срыв приспособления (70-80 °С и выше), что соответствует I, II, III степени перегрева организма (табл. 3).

Классификация перегрева организма человека по характеру приспособленных механизмов терморегуляции [Ажаев А.Н.,

Показатель	Степень перегрева		
	I	II	III
Приспособление организма к условиям окружающей среды	Устойчивое	Частичное	Срыв
Компенсация тепловой нагрузки теплоотдачей	Полная компенсация общей тепловой нагрузки	Компенсация внешней тепловой нагрузки	Отсутствие компенсации внешней тепловой нагрузки
Теплосодержание: «сердцевины»	Сохранено	Повышено	Значительно повышено
«оболочки»	Увеличено	Значительно повышено	То же
Эффективное пототделение	Значительное	Сниженное	Значительно сниженное

### СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

Основную роль в физической терморегуляции животных и человека играет сердечно-сосудистая система. Кровь, поступающая в периферические сосуды, расположенные на поверхности тела, отдает часть тепла, образующегося в результате окислительных процессов в организме. Состояние сердечно-сосудистой системы во многом определяет реакцию организма на воздействие высоких температур окружающей среды. Немаловажное значение имеет и корригирующая функция центральной нервной системы.

Известно, что нарушения сердечно-сосудистой системы при перегревании организма происходят из-за изменений в самом сердце или вследствие влияния гипертермии на центральную нервную систему.

Наибольшее распространение получила вторая гипотеза, объясняющая нарушение функции кровообращения функциональными и морфологическими сдвигами в центральной нервной системе в результате перегрева нейронов, кислородного голодания и аутоинтоксикации [Садыков А.С., 1961; Цишнатти Н.Т., 1963].

В условиях высоких температур окружающего воздуха изменяются тонус сосудов и их кровенаполнение [Тилис А.Ю., 1962, 1963], что связано с угнетением вазоконстрикторов [Бли-

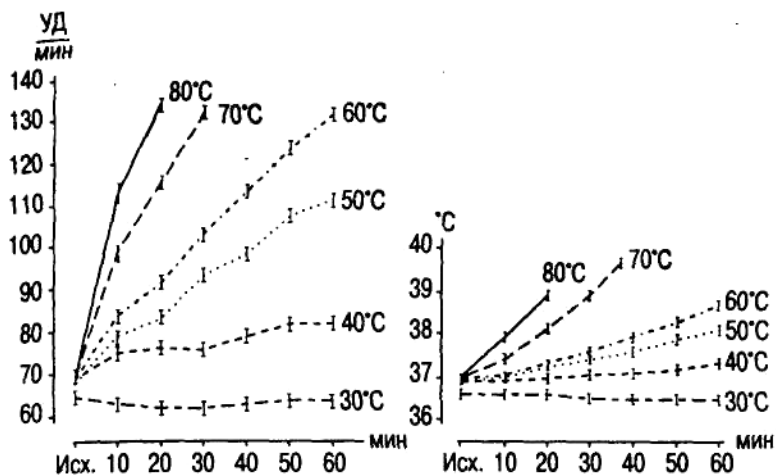


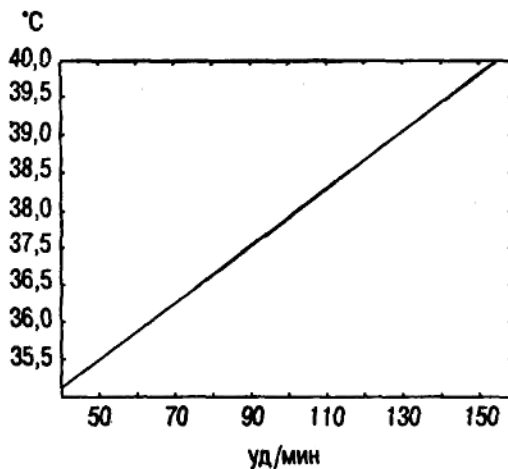
Рис. 6. Частота пульса и оральная температура обнаженного человека во время воздействия окружающей температуры воздуха и стен 30, 40, 50, 60, 70 и 80 °С (M±m) [Ажаев А.Н., 1979].

нова А.М., 1940, и др.]. Характер реакции сосудов зависит от их локализации. Исследователи наблюдали сосудосуживающий эффект глубоких мышечных сосудов и сосудорасширяющий - периферических сосудов кожи; сосуды большинства внутренних органов имели тенденцию к сужению [Мануйлов И.А., 1968]. С возрастанием деятельности сердца при перегревании организма ускоряется кровоток. При предельном перегревании скорость кровотока снижается, что объясняется ослаблением функции сердца [Тилис А.Ю., 1963; Гулямов Т.К., 1964].

Следовательно, в условиях высоких температур среды кровоснабжение одних органов усиливается за счет уменьшения других, что имеет определенное физиологическое значение, обуславливающее приспособляемость организма в результате изменения функционирования различных систем к неблагоприятным условиям окружающей среды.

У испытуемых в экспериментах в тепловой камере одновременно с увеличением кровотока в периферических сосудах отмечалось учащение сердечных сокращений. В производственных условиях исследователи наблюдали тахикардию различной выраженности, которая зависела от степени физической нагрузки, условий микроклимата на рабочем месте, степени перегревания организма и т.д. Наибольшая тахикардия была у рабочих горна, у которых, несмотря на непродолжительное время работы (4-15 мин), частота пульса возрастала до 180 ударов в 1 мин. [Жирнова Г.Е., Охрименко А.П., 1962]. Легкая физическая работа (стеклодув, оператор и т.д.) вызывает не-





**Рис. 7.** Зависимость между частотой пульса и оральной температурой в условиях высокой температуры окружающей среды [Ажаев А.Н., 1979].

большое учащение пульса: на 10-15 ударов в минуту [Максимова О.Ф. и др., 1962].

Как показали результаты наших исследований, проведенных в термокамере при относительном покое испытуемых, во время воздействия температуры воздуха и стен 40, 50, 60, 70 и 80 °C частота сердечных сокращений нарастала, соответствующая степени повышения температуры тела (рис. 6). Величина коэффициента корреляции изменений температуры тела и частоты сердечных сокращений составила 0,85, что свидетельствовало о высокой положительной связи. Коэффициент регрессии оказался равным 26,3, т.е. при повышении температуры тела на 1 °C (под языком) частота сердечных сокращений увеличивается на 26,3 удара в 1 мин. (рис. 7).

Однако закономерность изменений частоты пульса и температуры тела прослеживается только при накоплении тепла в «сердцевине». В начале воздействия высоких температур линейной зависимости повышения температуры тела и частоты сердечных сокращений не выявлено. Например, при температуре окружающей среды 60 °C в первые 10-20 мин частота сердечных сокращений возрастала на 15-22 удара в 1 мин. В то же время температура тела под языком повышалась всего на 0,2-0,5 °C (ректальная температура не изменялась или снижалась на 0,3-0,5 °C).

Многие исследователи в условиях высоких температур окружающей среды наряду с тахикардией указывали на изменение качественных характеристик пульсовой волны. Б.А. Кривоглаз (1955) наблюдал у испытуемых в камере изменение наполнения, напряжения, величины и формы пульсовой волны с появлением дикротического и астенического пульса. В.С. Раевский (1938) показал, что при выполнении тяжелой физичес-

кой работы в **условиях** высокой температуры и солнечной радиации при повышении пульса до 120—130 ударов в 1 мин. он становится неправильным, аритмичным. После прекращения работы автор установил альтернацию пульса. Д.А. Шевелюхин (1934) в опытах, проводимых в камере при учащении пульса до 124-164 ударов в 1 мин., обнаружил выпадение пульсовых ударов. Подобное при перегревании собак на солнечно-тепловой площадке отмечал и А.Ю.Тилис (1950). В течение III периода перегревания автор зарегистрировал появление аритмии: выпадение нескольких сердечных сокращений, быстрый ритм сердечных сокращений нередко сменялся замедленным.

Каков же механизм тахикардии при воздействии высокой температуры? П.Лемер (1965) в опытах на собаках пришел к выводу, что повышение температуры крови, омывающей кардиомоторные центры, само по себе способно вызвать увеличение частоты сердечных сокращений. А.М. Блинова (1940), А.Ю. Тилис (1950) указывали, что сердечные сокращения при воздействии высокой температуры окружающей среды вначале учащаются рефлекторно, а затем под непосредственным влиянием повышенной температуры крови из-за наступающих в ней физико-химических реакций.

Как считают С.М. Городинский, Г.В. Бавро и др. (1968), в начальном периоде воздействия высокой температуры среды частота сердечных сокращений увеличивается рефлекторно в результате усиления афферентных импульсаций с терморепторов кожи, температура которой изменяется. Температура тела в этот период не изменяется. В последующем, с ростом температуры тела, как показали Д.А. Шевелюхин (1934), С.М. Городинский, Г.В. Бавро с соавт. (1968) и др., наблюдается линейная зависимость прироста частоты сердечных сокращений от накопления тепла в организме. А.Ю. Тилис (1950) большое значение придает физико-химическим сдвигам в крови, рефлекторным воздействиям от терморепторов сосудов, а также повышению венозного давления в устье полых вен. С повышением давления последние расширяются, что и поддерживает тахикардию (рефлекс Бейнбриджа).

Д.И. Бельченко, Г.Н. етвериков (1965) и др. указывали на возможность образования при гипертермии определенных веществ, стимулирующих работу сердца. Т.К.Гулямов (1965) после воздействия высокой температуры на собак установил, что в начале перегревания чувствительность сердца к вагусным влияниям повышается, а в дальнейшем понижается. При перегревании организма заметно возрастает реакция сердечно-сосудистой системы на введение адреналина.

Если точка зрения исследователей на реакцию пульса в условиях перегревания однотипна (тахикардия при хорошей функциональной способности сердца), то на реакцию артериального давления нередко диаметрально противоположная.

В условиях различного производства авторы отмечали либо падение максимального и минимального артериального давления, либо его повышение. Часто максимальное артериальное давление повышалось, а минимальное, наоборот, падало. Различную точку зрения на реакцию артериального давления у рабочих при воздействии высоких температур можно объяснить метеорологическими условиями, уровнем физического напряжения, продолжительностью воздействия и т.д. При постоянном продолжительном воздействии высокой температуры, например, в условиях жаркого климата максимальное и минимальное артериальное давление чаще всего снижалось [Латыш В.Н., 1959; Тилис А.Ю., 1962].

В лабораторных исследованиях, где условия были стабильными, также не получено одинакового результата. Как следует из данных разных авторов, при небольшой степени перегревания организма наблюдается снижение максимального и минимального артериального давления [Панфилов А.С., Варварин В.П., 1964], а при значительном - повышение максимального и снижение минимального давления [Шевелюхин Д.А., 1934; Смирнов А.А., 1969].

Многими исследователями при перегревании животных был выявлен фазный характер изменений деятельности сердечно-сосудистой системы, который зависит от степени перегревания организма. По данным А.Ю. Тилиса (1963), уже в первом периоде перегревания на солнечно-тепловой площадке у собак снижалось артериальное давление. В начале III периода оно снижалось более чем в 2 раза по сравнению с исходными величинами и продолжало снижаться вплоть до гибели животного. На фоне развивающейся гипотонии А.Ю. Тилис наблюдал резкое учащение сердечных сокращений. Однако данные Ш.А. Алиева, С.Б. Фабриканта, О.Ш.Ша-имбетова (1963) указывают на то, что артериальное давление у собак при перегревании их в камере имеет тенденцию к понижению только в I периоде перегревания. Во II и III периоде, как отмечают авторы, артериальное давление близко к исходному уровню. В конце III периода перегревания артериальное давление быстро падало, и животное погибало. Повышение артериального давления и последующее его понижение при значительном перегревании организма собак на солнечно-тепловой площадке наблюдали А.С. Садыков (1961), Т.К. Гулямов (1964) и др.

При воздействии высокой температуры на человека Б.А. Кривоглаз (1955, 1957) обнаружил 2 фазы изменений артериального давления, зависящие от степени перегревания организма:

I фаза - падение систолического и диастолического давления, увеличение пульсового (небольшое перегревание организма);

II фаза - возвращение диастолического давления к исходной величине, выраженное снижение систолического давления и падение пульсового (значительное перегревание организма).

По мнению Б.А. Кривоглаза, I фаза свидетельствует об усилении деятельности сердечно-сосудистой системы, II фаза - об ослаблении тонуса и функции сосудистой системы.

Противоположные данные при воздействии на человека высокой температуры окружающей среды приводит А.А. Смирнов (1969). Этот автор, как и Б.А. Кривоглаз, при температуре воздуха 40 °С (температура тела до 37,2-37,3 °С) наблюдал снижение максимального (на 10 мм рт.ст.) и минимального (на 18 мм рт.ст.) артериального давления. Однако при воздействии более высоких температур - 60 и 70 °С А.А. Смирнов выявил повышение максимального и снижение минимального артериального давления на 25—30 мм рт.ст. А.А. Дородницина, Ф.К. Савинич и соавт. (1960) при температуре воздуха от 80 до 120 °С (повышение температуры тела на 1,6-2,3 °С) отмечали повышение систолического давления на 25-30 мм рт.ст., а также снижение диастолического давления в среднем на 34 мм рт.ст.

Б.А.Кривоглаз (1957) объясняет падение систолического давления раздражением депрессорного нерва, влиянием на просвет сосудов повышенной температуры крови, вызывающей их расширение, понижением резервной щелочности и появлением в крови вазодепрессорных веществ. Подъем минимального давления автор считает следствием повышения сопротивления сосудистой системы на периферии, что является ответом на ослабление функциональной способности сердца.

Артериальное давление в начале перегревания снижается также в результате перераспределения крови в организме. Подъем минимального артериального давления в начале воздействия высокой температуры, когда перегревания организма еще не происходит, можно объяснить рефлекторным сужением просвета капилляров и артериол, что свидетельствует о стремлении организма к сохранению постоянства температуры внутренней среды.

Следовательно, при значительном перегревании организма после снижения минимального артериального давления возможно его повышение, которое рассматривается как компенсаторная реакция. Падение минимального артериального давления связано с повышением температуры крови и вследствие этого со снижением тонуса стенки периферических сосудов.

Некоторые авторы наблюдали у рабочих в условиях высоких температур окружающей среды снижение минимального артериального давления до нуля («нулевое» минимальное давление). Эффект «бесконечного тона» возникал на фоне значительной гипертермии при подъеме систолического давления и

учащении сердечных сокращений. Как считают С.В. Шестаков и А.В. Фиалковский (1941), «бесконечный тон», или «нулевое» минимальное давление, обусловлено стремительным выведением во время систолы крови из левого желудочка в аорту, что создает резкие колебания давления и способствует появлению в крупных артериях звучания сосуда. Как считают авторы, феномен «бесконечного тона» не является показателем слабости сердечно-сосудистой системы.

При выполнении физической нагрузки в условиях высоких температур в различных периодах перегревания реакция артериального давления может сильно меняться, так как мышечная нагрузка приводит к повышению максимального и снижению минимального артериального давления. Особенно это относится к I периоду перегревания, когда максимальное давление понижается, а минимальное нередко повышается. Правда, Н.П. Савенко (1960) считает, что преобладание влияний высокой температуры воздуха и лучистой энергии понижает давление. Физическая нагрузка при тех же температурных условиях влияет на реакцию артериального давления. Из данных А.А. Дородницыной и соавт. (1960), А.А. Смирнова (1969) следует, что интенсивная тепловая нагрузка при воздействии на человека, находящегося в покое, может повышать максимальное и понижать минимальное артериальное давление, хотя и не исключена возможность понижения максимального давления после его повышения.

Одним из показателей функционального состояния сердечно-сосудистой системы в условиях высоких температур окружающей среды многие исследователи считают пульсовое артериальное давление. Т.Д. Симонович (1964), Л.И. Старцева (1966) и др. отмечали понижение пульсового давления, а А.В.Сгаис, М. Dvorak (1966) и др. - повышение. Б.А. Кривоглаз (1955) выявил фазы в изменениях пульсового давления. В начале перегревания пульсовое давление повышается, а в дальнейшем снижается. Снижение пульсового давления большинство исследователей рассматривают как одно из проявлений ослабления функциональной деятельности сердечно-сосудистой системы.

С повышением температуры окружающего воздуха (при одинаковой экспозиции) достоверных различий в уровне артериального давления не наблюдается до температуры окружающей среды 50 °С. Отмечается лишь тенденция к снижению уровня максимального и минимального давления (рис. 8). При значительном перегревании организма (повышение температуры тела на 1 - 1,5 °С) максимальное артериальное давление повышается, а минимальное снижается.

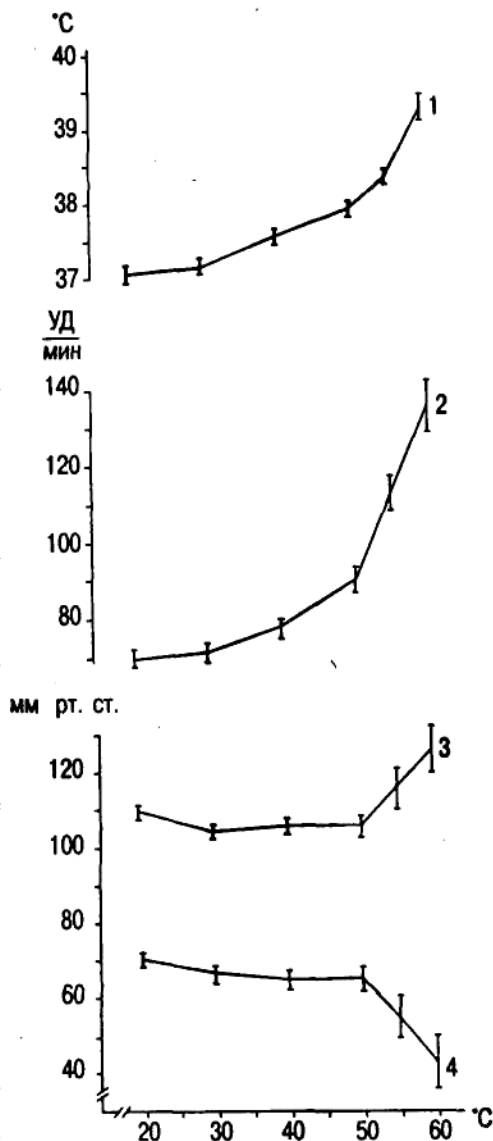
Известно, что сдвиги венозного давления также зависят от уровня гипертермии. По данным А.Ю. Тилиса (1962) и др., венозное давление у человека в условиях жаркого климата при отсутствии перегревания организма летом имеет тенденцию к

**Рис. 8.** Ректальная температура (1), частота пульса (2), максимальное (3) и минимальное (4) артериальное давление человека, одетого в летний костюм, после 2 ч пребывания при различной температуре окружающей среды в условиях покоя, относительной влажности 15-25 % и скорости движения воздуха 0,2-0,3 м/с [Ажа-ев А.Н., 1986].

понижению. В опытах на собаках А.Ю.Тилис (1963) показал, что в I периоде перегревания у животных венозное давление существенно не изменяется, затем повышается в 2 раза по сравнению с исходной величиной и только незадолго перед гибелью резко снижается. В опытах на людях Б.А. Кривоглаз (1955) установил следующий факт: при воздействии высокой температуры окружающей среды венозное давление первоначально повышается, а затем падает ниже исходного уровня.

Начало перегревания организма приводит к увеличению минутного объема сердца, которое обусловлено либо учащением частоты сердечных сокращений, либо ростом систолического объема крови.

В условиях напряжения терморегуляции систолический объем крови повышается незначительно. При физической работе в нормальных метеорологических условиях минутный объем сердца увеличивается за счет систолического. При комбинированном воздействии высокой температуры и физической работы минутный объем возрастает в основном в результате учащения пульса.



Рост минутного объема сердца в I периоде перегревания объясняется увеличением массы циркулирующей крови и притока крови с периферии к сердцу [Блинова А.М., 1940; Ла-тыш В.Н., 1959]. Большое значение в повышении минутного объема сердца имеют и рефлекторные влияния с терморепцепторов кожи. А. Хэртсман, Л. Сенай (1965) указывают, что нагрузка на сердце при высокой температуре обусловливается расширением кожных сосудов. Однако, по их мнению, эта зависимость нелинейная. Кожный кровоток усиливается более резко. А. Хэртсман, Л. Сенай предполагают, что при повышении температуры кожи свыше 36 °С существенно возрастает нагрузка на сердце.

Увеличение минутного объема сердца при дальнейшем перегревании сменяется его падением [Блинова А.М., 1940; Кривоглаз Б.А., 1955]. При падении минутного объема, по мнению многих авторов, снижаются кровяное давление и скорость кровотока [Тилис А.Ю., 1969, и др.]. Снижение минутного объема свидетельствует о менее эффективной работе сердечно-сосудистой системы [Кривоглаз Б.А., 1955]. Постепенное падение минутного объема происходит на фоне продолжающегося учащения сердцебиения у животных. Срыв компенсаторных возможностей сердечно-сосудистой системы наблюдается в III периоде перегревания.

Указанные изменения гемодинамики при перегревании животных наблюдались и во время воздействия высоких температур на человека при исследовании сердечно-сосудистой системы по Н.Н. Савицкому [Ажаев А.Н., Лапшина Н.А., 1971].

Высокая температура окружающей среды оказывала влияние на тонус периферических сосудов. В первые минуты (60 °С) периферическое сопротивление уменьшалось на 30 %. Из-за учащения сердечных сокращений возрастают минутный объем крови (на 43 %), мощность сокращения левого желудочка сердца (на 20 %) и скорость выброса крови (на 24 %).

Увеличение минутного объема крови в большинстве случаев происходило адекватно степени расширения периферического русла при усилении сократительной функции миокарда.

Отмеченные изменения, как и снижение ректальной температуры, могут свидетельствовать о некотором уменьшении кровоснабжения внутренних органов и увеличении кровоснабжения кожи. Учащение сердечных сокращений в этот период также связано с циркуляторными сдвигами, рефлекторно возникающими в организме, по-видимому, в результате усиления афферентных импульсаций с терморепцепторов нагретой кожи. Дальнейшее воздействие высокой температуры (50-60 мин. опыта) значительно изменяло большинство показателей гемодинамики. При повышении температуры тела под языком на 1,5 - 2 °С удельное периферическое сопротивление снижалось на 50 %, а минимальное артериальное давление, регистриру-

емое по Н.Н. Савицкому, - до 10 мм рт.ст., конечное же давление повышалось до 160 мм рт.ст.

При температуре тела 39,1-39,8 °С наблюдалось более медленное повышение частоты сердечных сокращений и максимального артериального давления. При исследовании максимального артериального давления по Н.С. Короткову у 25 % испытуемых прослушивался феномен бесконечного тона.

По динамике изменений минутного объема крови можно выделить 2 типа реакции сердечно-сосудистой системы. Для I типа характерно возрастание минутного объема крови в течение всего воздействия высокой температурой. Снижение систолического объема, наступавшее в конце опыта, компенсировалось учащением сердцебиений. При II типе после увеличения минутного объема крови наступало его снижение, которое сопровождалось более выраженным уменьшением систолического объема крови и некоторым повышением периферического сопротивления. Минимальное артериальное давление, снижавшееся в начале перегревания, затем повышалось, но при этом уменьшалось пульсовое давление [Ажаев А.Н., Лапшина Н.А., 1971]. Испытуемые со II типом реакции сердечно-сосудистой системы, как правило, плохо переносили воздействие высокой температуры. У последних снижалась сократительная функция миокарда, что проявлялось в падении мощности сокращения левого желудочка и скорости выброса крови.

При капилляроскопии у испытуемых обнаружены новые капилляры (2-3), находившиеся до воздействия высокой температурой в спавшемся состоянии. Диаметр функционирующих капилляров увеличивался в 1,5-2 раза по сравнению с исходным уровнем.

Многие исследователи оценивали функциональное состояние сердца в условиях высоких температур окружающей среды по данным электрокардиографии. Однако точка зрения на характер изменения различных элементов электрокардиограммы при перегревании организма часто неоднозначна. Так, П.П. Рыбкин, О.В. Варнаков (1968) наблюдали снижение амплитуды зубца *T*, а А.А. Смирнов (1960, 1961), Г.Л. Магазаник (1961) - увеличение. Вышесказанное относится и к зубцам *R*, *P* и *S*. Видимо, характер изменений электрокардиограммы при воздействии высокой температуры окружающей среды зависит от условий, в которых проводятся исследования (степень физического напряжения, условия микроклимата и т.д.). Кроме того, имеет значение и индивидуальная реакция сердечно-сосудистой системы при перегревании организма. Н.В. Алишев, Д.А. Кокшаров, А.А. Смирнов, Е.П. Поболь (1959) после воздействия высокой температуры среды наблюдали увеличение зубца *P* только у 50 % обследуемых, а зубца *R* - у 40 %. М.С. Денисюк (1966) у моряков при плавании в тропиках отмечал смещение сегмента *S-T* ниже изоэлектрической линии только в 13,7 %



и изменение зубца  $T$  - в 30 % случаев, хотя все обследуемые находились в одинаковых условиях.

Большую роль играет и степень напряжения терморегуляции. Так, Т.К. Гулямов (1965) в начале перегревания выявил повышение амплитуды зубцов  $R$ ,  $P$  и  $T$ , а затем - их уменьшение.

В наших опытах одновременно с синусовой тахикардией отмечались достоверное увеличение вольтажа  $P_2$ ,  $P_3$  и снижение зубцов  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $P_1$  (табл. 4). Изменения зубцов  $Q$  и  $S$  оказались недостоверными. Зубец  $T_3$ , если он в исходном состоянии был отрицательным, уменьшался к изолинии. К концу экспериментов нередко наблюдалось смещение  $S-T$  в III отведении ниже изоэлектрической линии.

Таблица 4

Изменения амплитуды зубцов электрокардиограммы при воздействии температуры окружающей среды  $60^\circ\text{C}$  в условиях относительного покоя ( $M \pm m$ )

Зубцы и отведения ЭКГ	Исходная величина	В конце опыта на 60-й минуте	Достоверность изменений за опыт		
			t	P	
$P$	I	$0,76 \pm 0,07$	$0,47 \pm 0,08$	25,7	<0,01
	II	$0,91 \pm 0,10$	$1,41 \pm 0,16$	2,63	<0,05
	III	$0,64 \pm 0,07$	$1,21 \pm 0,18$	3,0	<0,02
$T$	I	$3,75 \pm 0,42$	$2,02 \pm 0,30$	3,32	<0,01
	II	$3,59 \pm 0,39$	$1,51 \pm 0,24$	4,54	<0,01
	III	$1,02 \pm 0,16$	$0,65 \pm 0,13$	1,76	=0,1
$R$	I	$9,43 \pm 0,88$	$5,87 \pm 0,66$	3,24	<0,01
	II	$12,47 \pm 0,61$	$10,47 \pm 0,70$	2,15	=0,05
	III	$6,02 \pm 1,13$	$6,33 \pm 0,93$	0,21	>0,8
$Q$	I	$0,66 \pm 0,20$	$0,45 \pm 0,10$	0,95	>0,3
	II	$0,80 \pm 0,28$	$1,10 \pm 0,29$	0,75	>0,4
	III	$1,03 \pm 0,27$	$1,07 \pm 0,21$	0,12	>0,9
$S$	I	$1,90 \pm 0,37$	$2,58 \pm 0,41$	1,24	>0,2
	II	$1,86 \pm 0,70$	$1,07 \pm 0,62$	0,85	>0,4
	III	$0,73 \pm 0,15$	$0,85 \pm 0,41$	0,27	>0,7
$P/R$	II %	$7,53 \pm 0,94$	$13,73 \pm 1,56$	3,41	<0,01
$P/T$	II %	$30,45 \pm 5,62$	$128,48 \pm 35,02$	2,76	<0,02

Каковы же причины, приводящие к сдвигам различных элементов электрокардиограммы? Изменения зубцов  $Q$  и  $S$

зависят от укорочения ритма и отклонения электрической оси сердца. Увеличение амплитуды зубца  $T$  многие авторы связывают с возрастанием систолического объема крови [Магазаник Г.Л., 1961, и др.]. Н.В. Алишев, Д.А. Кокшаров, А.А. Смирнов, Е.П. Поболь (1959) рассматривают это явление как результат физико-химических нарушений в миокарде вследствие недостаточного кровообращения и относительной гипоксии миокарда. Однако большинство авторов только снижение зубца  $T$  и интервала  $S - T$  ниже изолинии (как и снижение амплитуды зубцов  $R$  и  $P$ ) объясняют ухудшением кровоснабжения миокарда и относительной гипоксией.

Таким образом, на основании анализа экспериментальных данных можно предположить, что влияние высокой температуры окружающей среды на сердечно-сосудистую систему обусловлено уровнем перегревания организма.

Изменения амплитуды зубцов  $P$ ,  $T$  и  $R$  наиболее заметны при рассмотрении их отношений друг к другу. Отношения  $P/T$  и  $P/R$  (во втором отведении) увеличивались в течение всего времени воздействия высоких температур окружающей среды, что связано с увеличением зубца  $P_2$  и снижением зубцов  $T_2$  и  $R_2$  при перегревании организма. Интервалы электрокардиограммы  $R - R$ ,  $P - Q$ ,  $Q - T$  и  $R - T$  уменьшались в результате учащения сердечного ритма. Интервал  $S - T$  практически не менялся (табл. 5). Систолический показатель (фактический) на высоте перегревания организма несколько отставал от величины должного показателя. Электрическая ось сердца имела тенденцию к отклонению влево.

Таблица 5

**Изменение интервалов электрокардиограммы при воздействии температуры окружающей среды 60 °С в условиях относительного покоя ( $M \pm m$ )**

Интервалы ЭКГ, с	Исходные величины	В конце опыта, 60 мин	Достоверность изменений за опыт	
			t	P
$R-R$	$0,880 \pm 0,038$	$0,467 \pm 0,011$	10,3	<0,01
$P-Q$	$0,168 \pm 0,009$	$0,130 \pm 0,005$	3,8	<0,01
$QRS$	$0,034 \pm 0,004$	$0,024 \pm 0,002$	2,5	<0,05
$Q-T$	$0,379 \pm 0,011$	$0,282 \pm 0,012$	6,06	<0,01
$S-T$	$0,094 \pm 0,01$	$0,104 \pm 0,008$	0,77	>0,4
$T-P$	$0,315 \pm 0,032$	$0,049 \pm 0,007$	8,06	<0,01

Векторметрический анализ электрокардиограммы показал уменьшение векторов, поворот  $AT$  влево и поворот  $AQRS$  вправо. Пространственное расхождение  $AQRS$  и  $AT$  увеличивалось и к концу опыта достигало 50—100° (рис. 9).

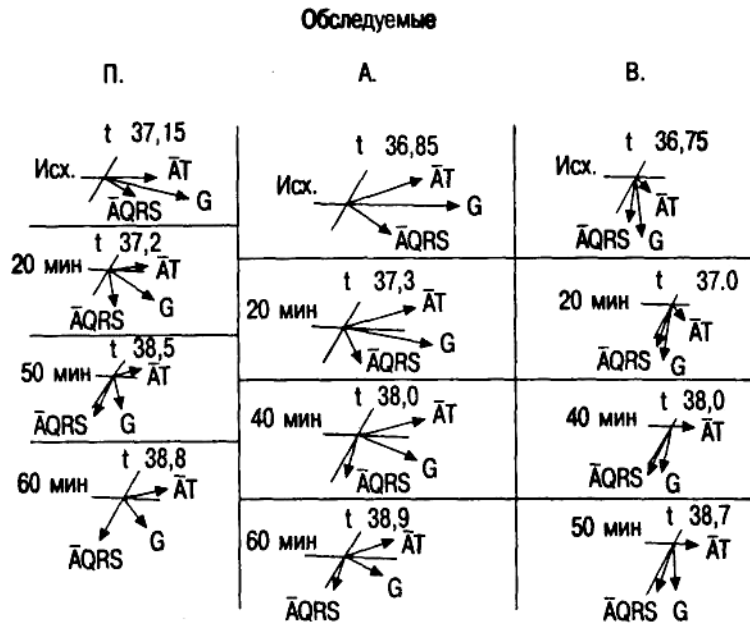
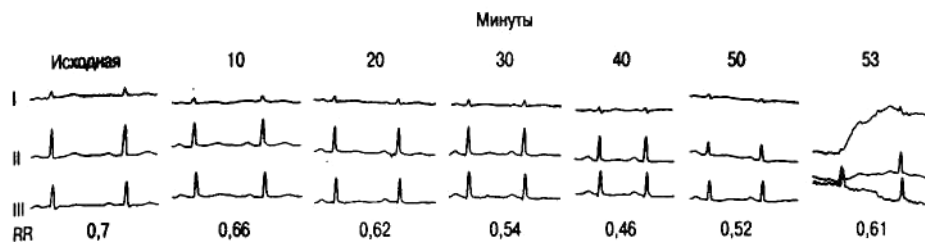


Рис. 9. Изменение векторов электрокардиограммы (фронтальная векторметрия) при температуре окружающей среды  $60^{\circ}\text{C}$  в зависимости от уровня гипертермии ( $t$ ) организма обследуемых П., А., В. [Ажаев А.Н., Лапшина Н.А., 1971].

Поворот  $\vec{AT}$  влево и  $\vec{AQRS}$  вправо свидетельствует о значительной нагрузке на правое сердце. Расхождение  $\vec{AQRS}$  и  $\vec{AT}$  более чем на  $60^{\circ}$ , уменьшение величин векторов во фронтальной плоскости, как и смещение интервала  $S-T$  ниже изоэлектрической линии, указывают на определенный кислородный дефицит миокарда.

При воздействии высоких температур окружающей среды на человека наблюдается определенная реакция сердечно-сосудистой системы, означающая в одном случае возможность приспособления к неблагоприятным условиям окружающей среды, а в другом - угрозу срыва или срыв компенсаторных механизмов организма. По характеру и величине изменений ряда показателей сердечно-сосудистой системы различают 3 стадии перегревания организма. В I стадии наблюдается некоторое увеличение сердечных сокращений и минутного объема крови, систолический объем крови и артериальное давление практически не меняются; во II - значительное изменение вышеназванных показателей. Однако сердечно-сосудистая система в этот период, хотя работа ее значительно усилена, находится в состоянии полной компенсации. Наконец, III ста-



**Рис. 10.** Изменения электрокардиограммы (I, II, III стандартные отведения) у обследуемого В. перед развитием теплового удара при температуре окружающей среды 60 °С.

дия характеризуется признаками, свидетельствующими о явлении декомпенсации сердечно-сосудистой системы и о возможности теплового удара (относительное снижение минутного и систолического объема крови, уменьшение прироста частоты сердечных сокращений и максимального артериального давления).

Следовательно, изменения минутного и систолического объема крови, как и ряда других показателей гемодинамики, достаточно полно характеризуют состояние сердечно-сосудистой системы в условиях высоких температур. Изменения показателей сердечно-сосудистой системы предшествуют коллаптоидному состоянию, что позволяет предотвратить его появление в эксперименте. Для теплового удара характерно резкое ухудшение деятельности сердечно-сосудистой системы. Обычно отмечаются головокружение, нередко поташнивание, изменение цвета лица, которое из естественно розового становится бледно-пепельным. В этот период изменяется электрическая активность сердца. На полученных нами электрокардиограммах выявлена брадикардия с характерным для нее увеличением интервала  $R - R$ ,  $P - Q$ ,  $T - P$  (рис. 10).

На рис. 10 представлена электрокардиограмма обследуемого В., у которого признаки коллапса при высокой температуре (60 °С) появились внезапно без предварительных жалоб на головокружение или тошноту. Во время записи ЭКГ испытуемый внезапно потерял сознание (на 53-й минуте тепловой экспозиции), отмечались резкая брадикардия, пульс слабого наполнения («нитевидный»), аритмичный, дыхание типа Чейна-Стокса. Как видно из ЭКГ, перед тепловым ударом (на 50-й минуте) у обследуемого была уменьшена амплитуда зубцов  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  и  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$ , что является признаком снижения функциональной деятельности сердца.

Как показывают эксперименты на животных, при тепловом ударе в миокарде морфологически обнаруживаются артериовенозная гиперемия с переходом к стазу, отек и расширение лимфатических пространств, а также эозинофилия, отек,

набухание и вакуольная дистрофия мышечных волокон. В терминальной фазе теплового удара наблюдаются гомогенизация и контрактура отдельных мышечных волокон миокарда и их глыбчатый распад, дезорганизация внутреннего строения митохондрий и их набухание [Константинов М.В., 1976]. При этом сердечная мышца теряет запасы эндогенного гликогена, снижается активность СДГ, развивается гипокапнический алкалоз вследствие снижения  $p\text{CO}_2$ , повышается активность гексогеназы [Макаренко Т.Г. и др., 1978, и др.]. Перед тепловым ударом снижается содержание сахара в крови. Потребность в энергетических материалах сердечной мышцы, усиленно функционирующей, не может быть обеспечена за счет поступления их и крови. Поэтому в этот период отмечается утилизация собственного гликогена мышцы. А.Х. Бабаева, И.Д. Маненкова (1976) считают, что одной из основных причин ослабления сердечной деятельности при тепловом ударе является нарушение энергетического баланса сердечной мышцы в результате снижения ресинтеза АТФ окислительным и гликолитическим путем, а также увеличение расхода макроэргов на возросшую функцию сердца и перераспределение ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  в митохондриях. После увеличения молочной кислоты при перегревании организма перед тепловым ударом уменьшается ее количество, что объясняется истощением запасов гликогена и использованием более выгодных в энергетическом отношении жирных кислот [Султанов Ф.Г., 1978].

В условиях предельного перегревания организма возросшие энергетические потребности обеспечиваются окислением лактата в митохондриях оксидазой, ограниченной чувствительностью к избытку субстрата лактатдегидрогеназной системы [Гроздова М.Д., 1967], выходом лактата из сердца в кровь [Вялых М.Ф., 1966], повышением активности пентозо-фосфатных ферментов [Макаренко Т.Г. и др., 1978], поставляющих некоторое количество энергии и пластический материал для синтеза никотинамидных коферментов. Увеличение цитоплазматического НАДН/НАД способствует усиленному обмену пирувата, декарбоксилирование которого в сердечных миофибриллах является дополнительным источником энергии [Султанов Ф.Ф. и др., 1976, и др.]. Существует мнение, что повышение активности Н-субъединиц изоферментов лактатдегидрогеназы перед тепловым ударом указывает на определенное кислородное голодание миокарда [Яковлева Ж.А., 1974].

## ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

У человека и приматов истинной тепловой одышки (полипноэ) не наблюдается. Только физическая работа, выполняемая в условиях высоких температур, существенно нарушает

ритм дыхания. У человека в отличие от животных с несовершенной системой потоотделения пульс при перегревании учащается значительно больше, чем дыхание. Увеличение вентиляции легких во время работы при высокой температуре окружающей среды происходит в результате учащения и углубления дыхания. У рабочих горячих цехов, выполняющих тяжелую физическую работу, дыхание может достигать 40-60 в 1 мин. [Жирнова Г.Е., Охрименко А.П., 1965, и др.]. В условиях инсоляции при небольшом перегревании организма человека (повышение температуры тела на 0,9-1,4 °С) либо не найдено закономерных изменений частоты дыхания, либо обнаружено небольшое учащение - на 4-5 дыханий в 1 мин. При переезде из умеренного климата в тропический некоторые авторы отмечали небольшое учащение дыхания. И.А. Кассирский (1935) указывал на возможность урежения дыхания в условиях жаркого климата. При этом легочная вентиляция, по его данным, может немного увеличиваться за счет глубины дыхания.

При выполнении длительных полетов в жарком регионе страны и температуре воздуха в кабине 27-41,5 °С частота дыхания у экипажей колебалась от 22-26 в 1 мин., легочная вентиляция - от 15,8 до 17,1 л/мин. [Бондарев Э.В., Банников А.В., Астафьев Р.Р., 1997].

В исследованиях, проведенных в термокамере при спокойном состоянии испытуемых, не получено одинакового результата. Так, П.Л. Исаев, Е.Н. Ежова, Н.С. Зенин и др. (1936) не выявили существенных изменений дыхания при повышении температуры тела до 38 °С. При аналогичной гипертермии А.А. Смирнов (1969) обнаружил учащение дыхания с 16-18 до 24-28 дыханий в 1 мин. Д.А. Шевелюхин (1934) в процессе перегрева человека наблюдал постепенное нарастание дыхательных движений. При значительном накоплении тепла, по данным автора, дыхание становится поверхностным, вдох - коротким, а выдох - удлиненным (чаще при открытом рте).

Некоторые исследователи установили зависимость реакции дыхания от различных условий микроклимата: влажности и температуры воздуха. При повышении температуры воздуха и влажности некоторые авторы отмечают заметное учащение дыхания [Смирнов А.А., 1969, и др.].

В проведенных нами исследованиях частота дыхания у большинства испытуемых практически не менялась. Вентиляция легких увеличивалась за счет глубины дыхания. Однако у отдельных испытуемых было обнаружено достоверное учащение дыхания. В последнем случае оно было более поверхностным. Так, при повышении температуры тела под языком на 1,5 °С и увеличении легочной вентиляции на 1 - 1,5 л. в 1 мин. частота дыхания возросла с  $18 \pm 0,6$  до  $29 \pm 0,7$  дыханий в 1 мин. ( $t_{12,2}$ ;  $p < 0,01$ ). Эти испытуемые, как правило, воздействие высоких температур окружающей среды переносили хуже.

Очевидно, подобные нарушения дыхательной системы у людей, находящихся в состоянии покоя, не влияют на теплоотдачу организмом. Несколько большее значение в теплообмене дыхательная система приобретает при физической работе. Последняя, как известно, приводит к существенным изменениям функции дыхательной системы.

Сравнительно небольшие сдвиги газового обмена при воздействии высоких температур среды на испытуемых, находящихся в состоянии покоя, свидетельствовали об отсутствии коррелятивной зависимости между ними, частотой сердечных сокращений и температурой тела ( $r = 0,35-0,45$ ). Это объясняется тем, что в процессе перегревания организма учащение сердечных сокращений и повышение температуры тела определенное время не сопровождаются усилением функции внешнего дыхания.

Существует несколько мнений о механизме влияния высокой температуры окружающей среды на систему внешнего дыхания. Одни исследователи считают, что дыхание нарушается вследствие воздействия нагретой крови на центральную нервную систему («тепловой центр»), другие указывают на значение рефлексов с периферии, а третьи - на ацидоз или появление в крови биологически активных веществ. Первой точки зрения придерживаются А.Д.Слоним (1952), К. Arnold, D. Gruswik, F. Ulmer (1964) и др. А.Д. Слоним (1952) полагал, что при перегревании обезьян дыхание изменяется сразу после повышения температуры тела. Подобную закономерность он связывал с возбудимостью дыхательного центра и влиянием на него температуры крови. К. Arnold, D. Gruswik, F. Ulmer (1964) обнаружили, что тепловая одышка развивалась у собак при повышении температуры тела до 40 °С. Авторы пришли к выводу, что само повышение температуры крови может вызывать учащенное дыхание у животных.

Т.П. Гугель-Морозова, Д.Н. Душко, Е.И. Синельникова и Р.О. Файтельберг (1934) считали, что при повышении температуры крови не происходит ни прямой передачи импульсов от «теплого» центра на дыхательный, ни непосредственного воздействия на него температуры как таковой. Тепловая одышка, по мнению авторов, зависит от того, что нагретая кровь, раздражая центры обмена, вызывает ацидоз, который непосредственно возбуждает дыхательный центр и приводит к полипноэ. П.Н. Веселкин (1941) предполагал, что нет оснований считать типичное полипноэ следствием ацидоза. В результате исследований на собаках автор пришел к заключению, что тепловая одышка возникает в результате рефлекторных влияний с температурных рецепторов. При согревании крови в сонной артерии собаки П.Н. Веселкин не наблюдал нарушений дыхания, что позволило ему предположить отсутствие прямой связи терморегулирующих реакций с действием температуры

крови на вазомоторные центры. Однако учащенное дыхание у низших животных (рептилии, амфибии, частично грызуны) многие исследователи связывают с прямым влиянием температуры крови на возбудимость дыхательного центра [Слепчук Н.А., 1969, и др.]. Следовательно, механизмы учащения дыхания у собаки и у других животных принципиально различаются. У высших животных тепловые центры включают рефлекторно с терморцепторов, у низших - гуморально. Рефлекторная теория возникновения полипноэ указывает на то, что тепловая одышка при воздействии высокой температуры среды не сопровождается повышением температуры тела [Веселкин П.Н., 1941]. Так, например, С. Iessetn (1967) при согревании спинного мозга собаки наблюдал саливацию и значительное учащение дыхания, несмотря на то что температура тела в прямой кишке и гипоталамусе снижалась.

Другая точка зрения на патогенез полипноэ основывается на том, что в организме перегретых животных появляются биологически активные вещества. При переливании крови от перегретой собаки к интактной у последней, как правило, возникали учащенное дыхание и слюноотделение [Тилис А.Ю., 1963].

Наконец, некоторые исследователи считают, что в изменении дыхания при перегревании организма определенную роль играет комплекс различных нарушений, происходящих в организме. По данным Н.П. Цишнатти (1963) и др., появление полипноэ объясняется повышением температуры тела в области терморегуляционных центров головного мозга, физико-химическими изменениями крови и рефлексами, связанными с повышением температуры тела.

Роль названных нарушений в организме при тепловой одышке на разных стадиях перегревания, видимо, неодинакова. Из вышеприведенных данных разных исследователей видно, что изменение температуры крови и ее физико-химических реакций в развитии полипноэ проявляется позже, чем влияние на дыхательный центр рефлексов с температурных рецепторов.

Как показывает анализ данных литературы, перегревание животных и человека, сопровождающееся накоплением тепла в организме, обуславливает повышение вентиляции легких и других показателей газового обмена. Выполнение физической работы в условиях высокой температуры окружающей среды способствует росту газового обмена. Причем дыхательный коэффициент после работы нередко бывает выше единицы, что можно объяснить образованием  $CO_2$  в результате сгорания молочной кислоты. Естественно, что большую роль в реакции газового обмена играют степень физического напряжения и величина внешней тепловой нагрузки. Понижение потребления кислорода наблюдалось при отсутствии выраженных явлений перегревания организма.



По данным М.Е. Маршака (1931), при температуре окружающей среды 15-25 °С уровень потребления кислорода постоянен, при 25-35 °С понижен, а при 35-45 °С повышен.

А.Ю. Тилис (1961) и др. считают, что газовый обмен животных при воздействии высокой температуры среды понижается до тех пор, пока температура тела не возрастет. По данным этих авторов, при подъеме температуры тела потребление кислорода организмом повышается. В то же время некоторые исследователи отмечали снижение окислительных процессов при гипертермии организма [Розин Е.А., 1953; Алиев Т.М., 1966, и др.]. Только при повышении температуры тела на 2-3 °С, по данным Ф.Ф. Султанова (1964), происходит интенсификация окислительных процессов.

В целостном организме при перегревании кислород поглощается медленнее, чем это должно было быть в соответствии с ростом температуры тела по правилу Вант-Гоффа.

Известна роль нервно-гуморальных механизмов в изменении газового обмена при перегревании организма. А.Ю. Юнусову (1954) удалось снизить энергетические затраты организма на 10-15 % в результате выработки условного рефлекса.

Поглощение клетками неорганического фосфора зависит от уровня энергетического обмена. Характер распределения неорганического фосфора в различных органах при перегревании зависит от температуры окружающей среды и скорости наступления гипертермии [Султанов Ф.Ф., Овезмурадова Э., 1964]. Е.А. Шмаков, Н.Б. Козлов (1965) полагают, что повышенное содержание неорганического фосфора в органах при перегревании животных обусловлено расщеплением каких-то сложных фосфорсодержащих соединений.

На устойчивость газообмена при высокой температуре окружающей среды в значительной степени влияют состояние человека, его предыдущая деятельность, тренированность организма, а также климатические факторы — влажность, движение воздуха, инсоляция и т.п.

Ультрафиолетовое облучение усиливает газообмен при высокой температуре воздуха [Астанкулова А., Буриханова С., 1960]. Длительное и многократное воздействие высоких температур окружающей среды вызывает значительную перестройку обмена веществ на новый уровень температурной среды, что связано в основном с изменениями окислительно-восстановительных процессов во многих органах, особенно в железах внутренней секреции. Сказанное подтвердили опыты Е.А. Розина (1953) и Т.М. Алиева (1966), которые выявили у животных под влиянием высокой температуры окружающей среды значительное снижение общих восстанавливающих свойств и активности сукцинатдегидрогеназы в печени, дегидразы в мозге, печени, сердце, что свидетельствовало об изменении активности анаэробного гликолиза. Е.А. Розин (1953) показал, что

окислительные процессы в различных органах замедляются по-разному: наибольшее снижение наблюдается в мозге и печени, наименьшее - в скелетных мышцах. На перераспределение теплообразования в условиях высоких температур среды указывал еще М.Е. Маршак в 1931 г., отмечавший торможение окислительных процессов во внутренних органах и их повышение в коже.

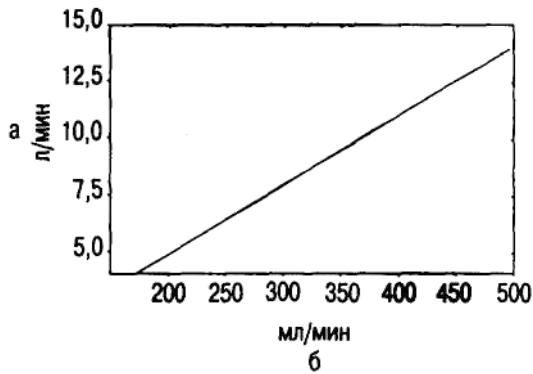
В исследованиях, проведенных нами в термокамере при температуре окружающей среды, не вызывавшей значительного перегревания организма ( $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), несколько снижалось потребление кислорода. Аналогичные изменения наблюдались и в начале воздействия более высоких температур ( $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  и выше). Отмеченные сдвиги, видимо, можно рассматривать как проявление приспособительных реакций, направленных на сохранение теплового равновесия организма.

Характер и величина изменений показателей газового обмена зависели от степени или стадии перегревания организма. Количество поглощенного кислорода, снижаясь в первые минуты воздействия в среднем на  $37\text{ мл в } 1\text{ мин.}$  ( $p < 0,01$ ), в дальнейшем по мере перегревания организма постепенно увеличивалось. К концу экспериментов поглощение кислорода повышалось на  $70\text{ мл в } 1\text{ мин.}$  по сравнению с исходной величиной ( $p < 0,01$ ). Аналогично изменялись теплопродукция и легочная вентиляция. Количество выделенной углекислоты в начале эксперимента снижалось на  $34\text{ мл в } 1\text{ мин.}$  ( $p < 0,01$ ), в конце увеличивалось на  $78\text{ мл в } 1\text{ мин.}$  ( $p < 0,01$ ). Показатели газового обмена снижались в тот момент, когда ректальная температура не изменялась или несколько уменьшалась.

Достоверное увеличение потребления кислорода, легочной вентиляции и теплопродукции организма, указывающее на усиление окислительных процессов в организме, наблюдалось при повышении ректальной температуры в среднем на  $0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  по сравнению с исходной величиной.

В процессе воздействия высокой температуры ( $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) дыхательный коэффициент постепенно возрастал с  $0,84 \pm 0,01$  до  $0,9 \pm 0,01$ . Возможно, это обусловлено выделением углекислоты из организма [Дембо А.Г., 1957; Крепе Е.М., 1959]. Однако абсолютная величина дыхательного коэффициента находилась в пределах нормы. Коэффициент использования кислорода был ниже уровня, принятого для условий нахождения человека в покое:  $39,29 \pm 0,63 - 33,33 \pm 0,76\text{ мл}$ . Выраженное уменьшение коэффициента использования кислорода при значительной гипертермии (повышение ректальной температуры на  $1,5^{\circ}$ ), согласно данным А.Г. Дембо (1957), Е.М. Крепе (1959), можно объяснить ослаблением деятельности сердечно-сосудистой системы, вызывающим застойные явления в малом круге кровообращения.

Коррелятивная зависимость между показателями газового



**Рис. 11.** Зависимость между минутным объемом дыхания (а) и потреблением кислорода (б) ( $r = 0,87$ ;  $R = 32,65$ ) в условиях относительного покоя при высокой температуре окружающей среды [Ажаев А.Н., 1979].

обмена была достаточно высокая, что позволяло по одному из них судить об изменениях другого (рис. 11).

Значительный рост вентиляции легких при перегревании вызывает вымывание  $\text{CO}_2$  из организма, что приводит к развитию газового алкалоза [Блинова А.М., 1940; Северин С.Е., 1934]. А.Е. Higgins, P.F. Jampietro (1967) в опытах на собаках при ректальной температуре  $42^\circ\text{C}$  наблюдали увеличение алкалоза и снижение содержания  $\text{CO}_2$  в крови на 61 %. С.Е. Северин (1934) показал, что потеря углекислоты в крови у собак составляет в среднем 26 %, а максимально — 50—60 % от исходной величины. Из-за уменьшения концентрации водородных ионов вследствие вымывания углекислоты, по данным С.Е. Северина, А.М. Блиновой, А.Г. Козловой (1934), рН крови может возрастать на 0,2—0,3 ед.

Вымывание  $\text{CO}_2$  в результате гипервентиляции при перегревании организма способствует повышению процессов обмена [Блинова А.М., 1940].

Однако потери углекислоты в организме в некоторой степени компенсируются при разложении бикарбонатов. Образующиеся основания натрия и калия переходят в мочу и ткани, превращаются в хлориды, а затем выделяются из организма, что снижает резервную щелочность крови [Козлов Н.Б., 1956]. Н.В. Стефановская (1963), Р.И. Терентьева (1966) это явление связывают также с возникновением при перегревании организма негазового ацидоза. В этом случае некоторая часть ее расходуется на нейтрализацию кислых продуктов, образующихся при предельном перегревании организма животных.

Снижение содержания  $\text{CO}_2$  в крови зависит от степени перегревания организма. В.И. Панисяк (1958), Н.Б. Козлов (1956) на основании своих наблюдений различают 2 фазы выведения  $\text{CO}_2$  из организма. Первая фаза характеризуется повышением легочной вентиляции, понижением напряжения  $\text{CO}_2$  в крови, сдвигом кислотно-щелочного равновесия в ще-

лочную сторону (за счет бикарбонатов натрия). В это время перегревание организма еще незначительно. Во вторую фазу повышаются температура тела и содержание молочной кислоты в крови (при высоком рН крови). Однако Н.В. Стефановская (1963) при сравнительно небольшом воздействии температуры окружающей среды на животных (30 и 40 °С) не выявила снижения напряжения  $\text{CO}_2$  в крови. Лишь воздействие высоких температур среды (50 и 60 °С), вызывающих значительную гипертермию, изменяло содержание  $\text{CO}_2$  и рН крови. Аналогичные сдвиги были найдены и в спинномозговой жидкости при перегревании животных. Известно, что падение давления  $\text{CO}_2$  более выражено в венозной крови, чем в артериальной [Северин С.Е., 1934, и др.].

При перегревании организма животных уменьшается концентрация водородных ионов, появляются недоокисленные продукты обмена, в частности молочная кислота [Георгиевская Е.Ф. и др., 1934; Стефановская Н.В., 1963]. Появление кислых продуктов понижает способность крови к связыванию  $\text{CO}_2$ , что облегчает ее выведение из организма [Северин С.Е., 1934; Стефановская Н.В., 1963].

По мнению некоторых ученых, с увеличением содержания молочной кислоты в крови появляется тенденция к устранению респираторного алкалоза, снижению рН крови и даже к возникновению негазового ацидоза [Панисяк В.И., 1958; Панисяк В.И., Козлов Н.Б., 1961; Стефановская В.И., 1963]. Подобные изменения исследователи наблюдали в условиях предельного перегревания животных, когда нарушалась функция дыхания и, следовательно, значительно сокращалось число дыхательных движений. В этом случае, естественно, уменьшается вымывание  $\text{CO}$  из крови. В период предельного перегревания, по данным С.Е. Северина, А.М. Блиновой, А.Г. Козловой (1934), В.И. Панисяка, Н.Б. Козлова (1961), концентрация молочной кислоты в крови собак может повышаться в 7-10 раз по сравнению с исходным уровнем.

По мнению С.Е. Северина (1934), у человека содержание молочной кислоты в отличие от животных меняется незначительно из-за выведения ее с потом. По данным Е.Ф. Георгиевской и соавт. (1934), с потом у человека при перегревании организма ее выводится от 0,15 до 1,2 г. В образовании молочной кислоты при воздействии высокой температуры среды на организм человека имеет значение физическая работа. Считается, что в условиях перегревания молочная кислота накапливается интенсивнее, если производится мышечная работа [Блинова А.М., 1940].

Последняя оказывает влияние также на уровень газового алкалоза. Однако данные о действии высокой температуры на содержание углекислоты в крови человека как в условиях покоя, так и при выполнении физической работы недостаточны

и противоречивы. Так, Е.Ф. Георгиевская и др. (1934) в венозной крови у человека при воздействии температуры воздуха 50 °С в течение 2,5 - 3 ч. наблюдали уменьшение содержания СО, на 10 %, понижение способности связывать СО<sub>2</sub> на 2,3 % и некоторое изменение рН в щелочную сторону. Однако П.И.Федорова (1958) в опытах на солдатах при солнечно-тепловом перегревании выявила понижение связывания СО<sub>2</sub> кровью, небольшой ацидоз и падение щелочного резерва. Аналогичные изменения отмечала В.Н. Райчева (1963) у рабочих горячих цехов. Автор считает, что чем выше у них уровень физической нагрузки, тем значительнее степень ацидоза и снижение резервной щелочности.

В исследованиях, проведенных на животных при воздействии высокой температуры окружающей среды, обнаружены явления гипоксемии [Тилис А.Ю., 1961, и др.].

У человека А.Х. Ходжаев (1954), М.Г. Мирзакаримова (1958), А.Ю. Юнусова, М.Г. Мирзакаримова, М.В. Абдусаматова (1962) летом в условиях жаркого климата не выявили изменений кислородного снабжения организма. В аналогичных условиях А.Ю. Тилис (1962) наблюдал некоторое снижение содержания кислорода в артериальной крови. В венозной крови, по данным автора, летом содержание кислорода остается на том же уровне, что и зимой.

При высокой температуре окружающей среды как в покое, так и при выполнении физической работы исследователи указывали на снижение процента оксигемоглобина [Бабаев А.А., 1962; Намятый А.Н., 1963, 1965; Кузнец Е.И., Репин Г.Н., Шабанов Н.М., Бабаев А.А., 1963].

Величина артериальной гипоксемии зависела от степени физического напряжения, влажности окружающей среды и степени перегревания организма [Намятый А.Н., 1963, и др.].

Мы изучали напряжение кислорода в капиллярной крови при высокой температуре окружающей среды.

Анализ результатов проведенных исследований показал, что при повышении температуры тела на 1 °С (под языком) не наблюдается достоверных изменений рН крови, напряжения кислорода и углекислоты. В этих опытах достоверно не менялись также вентиляция легких и частота дыхательных движений (табл. 6).

В опытах с физической нагрузкой средней тяжести температура тела повышалась до 1,5 - 2 °С. В этом случае дыхание учащалось на 35 %, а легочная вентиляция возрастала на 68 % по сравнению с исходными величинами. В крови напряжение кислорода снижалось на 8 мм рт.ст., углекислоты - на 14,7 мм рт.ст., что составляло соответственно 8,4 и 36 % от исходных величин ( $p < 0,01$ ). Очевидно, из-за выведения углекислоты рН крови увеличился на 0,04 ед.

Если испытуемые находились в состоянии покоя при 70 °С,

то их температура тела повышалась на 2 °С по сравнению с исходной величиной, а вентиляция легких - на 42 %. Частота дыхательных движений в отличие от экспериментов с физической работой практически не менялась. Напряжение кислорода в крови снижалось на 7 мм рт.ст., углекислоты - на 10 мм рт.ст., что составляло соответственно 7,4 и 25 % от исходных величин ( $p < 0,01$ ); pH крови увеличивался на 0,07 ед.

В опытах при повышении температуры тела на 1,5 - 2 °С была выявлена тенденция к некоторому изменению показателей кислотно-щелочного равновесия, что свидетельствовало о не-большом алкалозе газового и частично метаболического характера.

Таким образом, из приведенных экспериментальных данных видно, что при среднем уровне гипертермии (повышение температуры тела примерно на 1 °С) не меняется напряжение кислорода и углекислоты в крови и только значительное повышение (примерно на 2 °С) приводит к достоверным сдвигам напряжения газов крови у человека. Дыхательный алкалоз, возникающий при гипертермии, может быть расценен как небольшой и не оказывающий существенного влияния на дыхательную функцию организма. Напряжение кислорода в организме не снижалось ниже границ, характерных для комфортного теплового состояния организма человека.

Каков же патогенез гипоксемии при перегревании человека? Имеет ли снижение насыщения кислородом крови самостоятельный характер, зависящий только от перегревания организма и, следовательно, повышения температуры крови, или же оно - следствие физической нагрузки, уменьшения напряжения кислорода во вдыхаемом воздухе или других причин, связанных с изменениями функций в самом организме?

Одни исследователи при воздействии высокой температуры окружающей среды объясняют гипоксемию у животных гипертермией организма [Блинова А.М., 1940; Северин С.Е., 1934]. Другие считают, что явления гипоксии вторичны и являются следствием нарушений деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем [Веселкин П.Н., 1946]. Так, по данным А.Ю. Тилиса (1956), во II и III периоде перегревания собак содержание кислорода в крови уменьшается в связи с ослаблением деятельности сердечно-сосудистой системы, застойными явлениями и расстройством дыхания, затрудняющим проникновение кислорода в кровь через дыхательные пути. Следовательно, А.Ю. Тилис полагает, что развивающиеся при перегревании животных явления кислородного голодания протекают по смешанному типу - циркуляторной (застойной) и гипоксической гипоксии.

Некоторые авторы объясняют гипоксемию, наблюдавшуюся у животных при их перегревании, усилением тока крови и

Таблица 6

Изменения температуры тела, газового обмена, рН крови и напряжения кислорода в крови при высокой температуре окружающей среды в покое и при физической работе ( $M \pm m$ ) [Ажаев А.Н., Панченко В.С., 1973]

Показатель	При 60 °С и легкой физической работе			При 60 °С и физической работе средней тяжести			При 70 °С в состоянии покоя		
	до опыта	в конце опыта	достоверность	до опыта	в конце опыта	достоверность	до опыта	в конце опыта	достоверность
Оральная температура, °С	36,90±0,15	37,90±0,17	t 4,34; p<0,01	36,80±0,09	38,60±0,1	t 2,54; p<0,05	36,90±0,05	38,90±0,09	t 20; p<0,01
Вентиляция легких, л/мин	7,30±0,57	8,10±1,4	t 0,26; p=0,8	8,59±0,65	14,30±1,6	t 3,36; p<0,02	7,90±0,41	11,20±0,65	t 4,3; p<0,01
Количество потребленного кислорода, мл/мин	294,0±9,42	340,0±56,6	t 0,73; p>0,6	308,0±11,8	484,0±81,2	t 2,2; p=0,05	307,0±15,0	403,0±27,1	t 3,1; p<0,01
Количество выделенной углекислоты, мл/мин	252,0±7,0	279,0±49,1	t 0,54; p>0,6	290,0±23,3	409,0±64,6	t 2,31; 0,1<p>0,05	260±14,2	353,0±21,2	t 2,25; 0,2>p<0,1
Частота дыханий, дых/мин	18,00±0,78	17,00±2,05	t 0,76; p>0,6	17,00±1,45	23,99±2,72	t 2,0; p<0,1	17,00±0,94	17,00±1,25	t 0
Теплопродукция, Вт	101,2±0,3	113,7±17,4	t 0,33; p>0,8	104,7±7,0	191,9±37,0	t 2,32; p<0,05	89,4±4,9	136,1±9,1	t 2,53; p<0,02
Напряжение кислорода в крови, мм рт.ст.	94,70±3,08	90,50±4,32	t 0,79; p>0,6	95,00±1,65	87,00±1,82	t 3,26; p<0,02	95,00±1,12	88,00±1,61	t 3,6; p<0,01
рН крови	7,38±0,01	7,38±0,01	t 0	7,38±0,006	7,42±0,013	t 2,86; p<0,05	7,35±0,01	7,42±0,009	t 7,0; p<0,01

затруднением отдачи кислорода тканями при увеличении способности последней его поглощать. По данным А.М. Блиновой, С.Е. Северина, З.Т. Лобовой (1935) и др., при большой скорости протекания крови через ткани длительность пребывания каждого эритроцита в капиллярах меньше, и ткани не успевают забрать кислород из эритроцита. Кроме того, на содержание кислорода в крови оказывает влияние изменение рН и температуры крови. Сдвиги рН крови в щелочную сторону, происходящие вследствие вымывания  $\text{CO}_2$  из организма при гипервентиляции, увеличивая сродство гемоглобина к кислороду, приводят к затруднению отдачи его кровью из-за понижения степени диссоциации оксигемоглобина. При повышении температуры крови, наоборот, способность гемоглобина отдавать кислород усиливается.

Все названные сдвиги происходят на фоне повышения теплопродукции организма и увеличения утилизации кислорода тканями.

У животных при перегревании организма, как правило, решающую роль в диссоциации оксигемоглобина имеет температура крови [Блинова А.М., 1940].

И, наконец, существует еще одна точка зрения на патогенез гипоксемии при перегревании организма, которая объясняет гипоксемию недостатком содержания кислорода во вдыхаемом воздухе.

Ф.Т. Агарков (1960, 1962) считает, что пока не наступило перегревания организма, снижение кислорода в воздухе, обусловленное его высокой температурой и влажностью, не может существенным образом сказываться на его содержании в альвеолярном воздухе. По данным автора, по мере развития перегревания организма степень охлаждения вдыхаемого горячего воздуха уменьшается, что повышает температуру альвеолярного воздуха, а следовательно, снижает напряжение кислорода в нем. Последнее приводит к снижению напряжения кислорода в крови.



Учитывая явления гипоксии в организме при высокой температуре, некоторые исследователи предлагают для борьбы с перегреванием вдыхание 50 и 100 % кислорода [Иосельсон С.А., 1960; Навакатикян А.О., 1960; Плетенский Ю.Г., 1967]. Кроме того, рекомендуется применять охлажденный воздух с повышением содержания кислорода [Намятый А.Н., 1963; Плетенский Ю.Г., 1967].

Таким образом, анализ данных различных исследователей позволяет прийти к заключению, что влияние высокой температуры окружающей среды на систему дыхания обусловлено уровнем перегревания организма при нахождении человека в состоянии относительного покоя.

## **ВОДНО-СОЛЕВОЙ ОБМЕН**

При высокой температуре окружающей среды вода приобретает в жизни человека особое значение. В этих условиях организм теряет много воды.

Необходимость такой потери обусловлена потребностями процессов терморегуляции, обеспечивающих жизнедеятельность при тепловой нагрузке.

Вода в организме находится в состоянии раствора, а также в виде межклеточной, внутриклеточной и внутрисосудистой жидкости, в которой содержатся минеральные вещества, белки, микроэлементы. При голодании человек может терять до 90 % запасов жира и в последующем их восстанавливать. Потеря 50 % клеточного белка ставит организм на грань существования, а потеря всего лишь 10 % воды приводит к угрожающим для жизни симптомам. У здорового человека состояние водного истощения возникает после потери 5 - 6 % исходной массы тела. При водном дефиците, соответствующем падению массы тела на 20 - 25 %, наступает смерть [Адольф Э., 1952; Соломко П.А., 1960].

По данным П.А. Соломко (1967), 2 - 3 % весовой дефицит ликвидируется через 5 - 6 ч. после работы, а 5 % - более чем за сутки.

Общая суточная потребность человека в воде ориентировочно равна 2,5 л. (табл. 7).

Известно, что имеется тесное взаимоотношение между обменом воды и солей в организме. Поэтому следует принимать во внимание содержание принятой поваренной соли, учитывая, что ионы NaCl способны удерживать строго определенное количество жидкости.

Суточное водопотребление человека зависит от тяжести выполняемой работы, климатических условий и т.д. По данным Э. Адольфа (1952), людям, не выполняющим физической

Таблица 7

## Среднесуточный баланс воды человека [Мальшев В.Д., 1985]

Путь поступления	Содержание воды, мл	Путь выведения	Содержание воды, мл
Вода питьевая	1300	Диурез	1400
Пища	1000	Через кожу и при дыхании	1000
Метаболическая вода	200	С калом	100
Общее потребление воды	2500	Общее выделение воды	2500

работы и находящимся в тени, при среднедневной температуре воздуха 27 °С достаточно 3 л воды, а при 32 °С - до 5 - 6 л. В.А. Яковенко (1948) отмечает, что военнослужащие в Термезе употребляют в течение суток 4,3 л воды, т.е. 6 % от массы тела. По наблюдениям И.А. Кассирского (1935), жители Ташкента выпивают в жаркий летний день пример-но 5 л. воды.

П.А. Соломко (1967) предлагает установить следующие питьевые нормы в пустыне (в сутки на человека): при тяжелой работе 8 - 9 л., при работе средней тяжести - 6 - 7 л, при легкой кратковременной работе - 5 л, в дни отдыха - 4 л. По данным автора, за рабочую половину дня должно потреблять-ся не менее 60 % общесуточного количества воды.

Исследования Яо Ань-цзы, Е.Ф. Медведевой (1962) показывают, что при физической работе средней тяжести количество воды, необходимое для одного рабочего при работе на открытом воздухе днем, составляет для умеренного климата 1,5 л, а для жаркого сухого - 3 - 3,5 л.

В зависимости от условий работы прием воды может значительно меняться. В литературе приведены сведения о том, что рабочие горячих цехов выпивают за смену 8 - 10 л воды, а максимальный прием воды достигает 15 л. и более.

Количество потребляемой воды зависит не только от тяжести выполняемой физической нагрузки и окружающей температуры, но и от степени акклиматизации. Чем больше стаж работы, тем меньше прием воды [Давыдов В.Г. и др., 1958].

По наблюдениям К.Ю. Юсупова (1961), в летнее жаркое время употребляет меньше воды коренное население Узбекистана, чем неакклиматизировавшиеся люди, приехавшие из средней полосы России. С акклиматизацией водный режим у обеих групп населения выравнивается.

В условиях теплового комфорта основная масса воды выводится из организма мочеотделением. Таким путем за сутки теряется примерно 1,5 л жидкости; испарением с поверхности тела - около 500 мл влаги, испарением с поверхности дыхательных путей - 400 мл и выводится через кишечник приблизительно 200 мл [Быков К.М., 1954]. Согласно данным В.В. Ефимова (1948), взрослый человек за сутки в среднем выделяет 40 мл воды на 1 кг массы тела.

Вышеназванные соотношения выведения воды из организма человека изменяются при высокой температуре окружающей среды. В этих условиях значительно уменьшается выведение жидкости с мочой за счет усиленного потоотделения.

В Средней Азии летом количество мочи у человека, по данным И.А. Кассирского (1935) и др., составляет 450 - 600 мл в сутки.

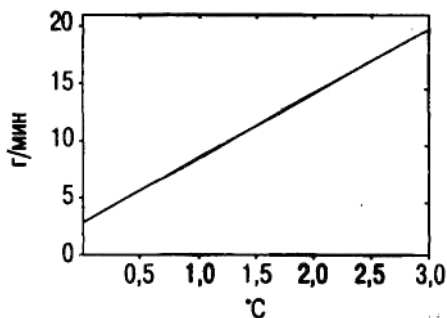
При высокой температуре окружающей среды выведение воды из организма в основном происходит за счет потоотделения. Однако, несмотря на усиленное водопотребление, у лиц, работающих при высокой температуре окружающей среды, наблюдается дефицит массы тела, который нередко достигает значительных величин [Мнищиканян А.В., Сгибнев А.К., 1995, и др.]. Э. Адольф (1952) отмечает, что потоотделение может достигать 3,5 л в 1 ч.

При выполнении длительных полетов (3 ч. 30 мин.) в регионах с жарким климатом (температура воздуха в кабине 27-41,5 °С) потери массы тела у членов экипажей составляли 800-1200 г [Бондарев Э.В., Банников А.В., Астафьев Р.Р., 1997]. Д.А. Шевелюхин (1934) при воздействии на обнаженного человека температурой 50 °С в течение 2 - 3,5 ч выявил снижение массы тела на 800 - 1400 г. А.А. Дородницына, Е.Я. Шепелев (1960) у одетых в хлопчатобумажный костюм при температуре 40 - 75 °С указывали на увеличение потоотделения в 4 раза. Однако количество испарившейся влаги повышалось всего лишь в 2,5 раза. Существует зависимость между влаготеплотерией, массой тела и величиной поверхности тела. По нашим данным, изменения массы тела соответствовали уровню перегревания организма. Величина коэффициента корреляции свидетельствовала о высокой положительной связи между потерей массы тела и приростом температуры тела или частоты сердечных сокращений (рис. 12, 13).

На величину потоотделения, кроме температуры окружающей среды, оказывали влияние степень физического напряжения, теплоизоляция одежды, влажность и скорость движения воздуха.

По нашим данным, в условиях низкой влажности воздуха эффективность потоотделения уменьшается при температуре окружающей среды 50 - 60 °С. В условиях высокой влажности воздуха эти нарушения наступают уже при 40 °С.

**Рис. 12.** Зависимость между потерей массы тела и изменениями оральной температуры ( $r = 0,81$ ;  $R = 5,83$ ) в условиях относительного покоя при высокой температуре окружающей среды [Ажаев А.Н., 1979].



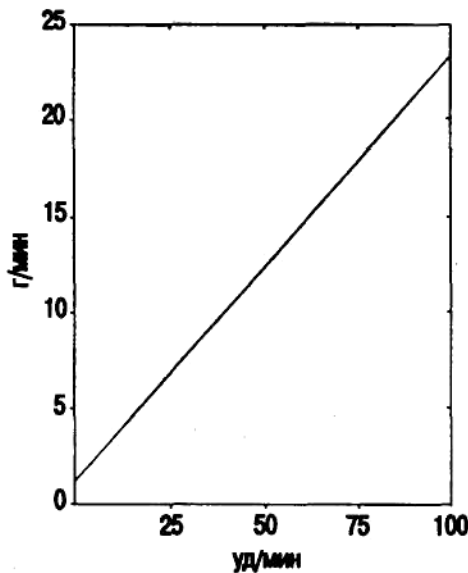
Пот образуется за счет внеклеточной, внутрисосудистой жидкости, а также в небольшой степени за счет воды эритроцитов. Л. Гец (1963) при потере массы тела 1 - 2 % в составе пота обнаружил 66 % воды внеклеточного и внутрисосудистого пространства, 18 % воды плазмы, 6 % воды эритроцитов и 10 % воды других клеток организма. Восполнение потерь внутрисосудистой жидкости частично происходит в результате перераспределения влаги в организме. Содержание воды во внеклеточных пространствах возрастает за счет уменьшения ее внутри клеток [Хвойницкая М.А., Чаговец Р.В., Черевко Ф.Н., 1951]. По данным А.Ю. Тилиса (1963), при перегревании организма животных вследствие нарушения проницаемости гематоэнцефалического барьера в кровь поступает спинномозговая жидкость.

Выделение воды потоотделением сопровождается выведением из организма органических и неорганических веществ. По данным В.А.Яковенко (1949), пот содержит 0,26—0,78 % плотных веществ, из которых  $\frac{2}{3}$  — неорганические соли и  $\frac{1}{3}$  — органические соединения. Среди первых преобладает хлорид натрия, а среди вторых примерно половину составляет мочевины. Главной частью пота является вода — примерно 99,5 %. Хлорид натрия составляет 64—74 % всех плотных веществ пота.

Чем обильнее потоотделение, тем меньше процентное содержание хлорида натрия, тем больше воды входит в состав пота [Яс Куно, 1961, и др.].

Потери хлорида натрия при длительном и интенсивном потоотделении могут быть значительными. По данным Л.К. Хощанова (1951), при работе у печей рабочие нередко теряют до 30 - 40 г. хлорида натрия за смену, т.е. в 2 раза больше, чем его выводится из организма в течение суток в условиях теплового комфорта.

И.А. Кассирский (1935) считает, что в жарком климате выведение хлоридов с потом может привести к их отрицательному балансу (2 - 5 г.).



**Рис. 13.** Зависимость между потерей массы тела и изменением частоты пульса ( $r = 0,87$ ;  $R = 0,22$ ) в условиях относительного покоя при высокой температуре окружающей среды [Ажа-

В исследованиях, проведенных в тепловых камерах, М.Е. Маршак (1931) наблюдал снижение концентрации хлорида натрия в крови до половины нормы (0,25-0,3 %). Однако Л. Гец (1963) и другие показали, что при дефиците массы тела до 1-2 % его концентрация в плазме не меняется.

При воздействии высокой температуры окружающей среды значительное количество хлоридов выделяется не только с потом, но и с мочой, несмотря на то, что общее количество выделяемой мочи в этих условиях уменьшается.

Наиболее ранним проявлением обезвоживания организма водой является чувство жажды, которое сопровождается сухостью в глотке, во рту и на губах. Известно, что жажда возникает при потере воды, составляющей 1-2 % массы тела [Еронин Ф.Т., 1961]. Сдвиги физико-химических свойств крови, наступающие вследствие обезвоживания организма водой, оказывают влияние на питьевой центр и поддерживают его возбуждение [Юнусов А.Ю., 1960].

Ф.Ф. Султанов (1964) полагает, что функциональное состояние «питьевого» центра не всегда отражает истинное положение водного баланса организма в условиях воздействия высоких температур окружающей среды. В опытах на животных автор показал, что питьевой рефлекс после первоначального повышения с развитием гипертермии снижается. По мнению Ф.Ф. Султанова, это объясняется парабактериальным торможением «питьевого» центра.

По данным О.А. Михалевой (1948), при значительном обед-

нении организма водой акт мнимого питья предотвращает наступление теплового удара. Влияние мнимого питья на организм складывается из физического компонента - охлаждения благодаря смачиванию слизистой оболочки полости рта, а также физиологического изменения возбудимости центральных и периферических аппаратов нервной системы вследствие рефлекторного влияния.

Существует стимулирующее влияние с центра терморегуляции на питьевой центр [Лушникова Г.А., 1963], которое проявляется лишь на фоне некоторого обезвоживания организма. По данным Г.А. Лушниковой, наряду с повышением водного «аппетита» наблюдается и торможение солевого «аппетита» к натрию.

Реакция питьевого центра на обезвоживание организма зависит от интенсивности физического напряжения. В исследованиях Ф.Т. Ерониной (1961) и др. показано, что при физической работе у человека меньше водопотребление, чем это необходимо для восполнения водопотерь. М.П. Шек (1963) установил, что животные, имеющие возможность неограниченно пить, в условиях покоя потребляют воды больше, чем они теряют в массе. Мышечная работа, по его данным, подавляет питьевую возбудимость, вследствие чего животные пьют меньше, чем это требуется для восполнения потерь воды, возникающих при высокой окружающей температуре. Механизм тормозящего действия мышечной работы на питьевую возбудимость или жажду животных связан, по мнению автора, с индукционными отношениями между двигательным анализатором и питьевым центром коры больших полушарий головного мозга.

В период акклиматизации к высокой температуре окружающей среды изменяется водно-солевой обмен, уменьшаются водопотери и водопотребление. В крови увеличивается концентрация солей, несколько возрастает количество мочи, но содержание натрия в ней уменьшается [Юнусов А.Ю., Турсунов З.Т., 1963; Алиджанова В.А., 1964].

В процессе сохранения водно-солевого баланса принимают участие различные органы и системы организма. З.Т. Турсунов, А.Ю. Юнусов, Э.С. Белова, Д.А. Тагирова и др. указывали на значение центральной нервной системы в регуляции водно-солевого обмена при перегревании организма животных, которым были удалены полушария головного мозга, перерезан спинной мозг.

У оперированных животных водно-солевой обмен нарушается больше при высокой температуре окружающей среды, чем при комфортной температуре.

Водно-солевое постоянство внутренней среды организма является результатом согласованной деятельности двух регулирующих систем - антидиуретической и антинатрийуретической.

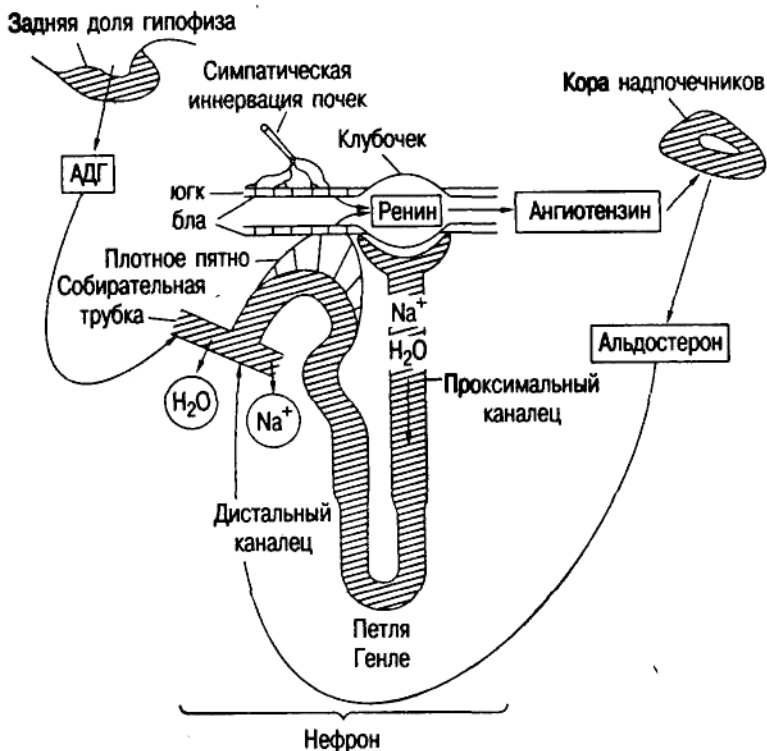
кой. Первая из них сохраняет воду, а вторая удерживает натрий. В зависимости от содержания натрия в организме задерживается больше или меньше воды. Существует 2 вида осморцепторов, из которых одни связаны с центрами антидиуретической и антинатрийуретической систем (осморцепторы печени), а другие - только с антидиуретической системой (осморцепторы поджелудочной железы). Импульсы от панкреатических зон поступают в центр антидиуретической системы по нервным путям, проходящим в спинном мозге [Инчина В.И., Николаенко Е.А., 1961]. Первая группа осморцепторов, увеличивая натрийурез и тормозя диурез, согласует работу обеих систем, нивелируя ее по величине осмотического показателя внутренней среды организма. Вторая группа, используя в качестве раздражителя тот же осмотический показатель, координирует выведение воды из организма в соответствии с содержанием натрия в его жидкости.

Существует функциональная связь в деятельности почек и слюнных желез, которая обеспечивает водно-солевое равновесие в организме. Водная и солевая нагрузка в условиях высоких температур окружающей среды усиливает секреторную деятельность слюнных желез и диуретическую функцию почек [Тагирова Д.А., 1965].

При длительном воздействии высокой температуры окружающей среды изменяется минералокортикоидная функция коры надпочечников. По данным Н.Г. Карнауха (1965) и др., у рабочих горячих цехов в моче содержание натрия значительно снижается, а калия повышается.

Важнейшую роль в реабсорбции воды в канальцах почки играет фермент гиалуронидаза, выделяемый элементами нефрона. Количество этого фермента в моче при высоком диурезе значительно уменьшается, а при низком - увеличивается [Закс М.Г., Титова Л.К., 1959]. В результате повышения функциональной деятельности надпочечников при высокой температуре среды возрастает количество антидиуретического гормона и альдостерона в плазме крови. Поэтому воздействие высокой температуры окружающей среды тормозит диурез, снижает содержание натрия и увеличивает содержание калия в моче.

Под влиянием высокой температуры окружающей среды изменяется нейросекреторная деятельность гипоталамических ядер. Многие исследователи отмечают, что высокая температура среды усиливает отток нейросекрета из области преоптических ядер гипоталамуса и нейрогипофиза [Юнусов А.Ю., 1969]. В этих условиях форсированно освобождается антидиуретический гормон, содержание которого в крови заметно повышается. Действие эндокринной системы на почку представлено на рис. 14. Если артериальное давление и объем циркулирующей крови в почке при высокой температуре снижаются,



**Рис. 14.** Действие эндокринной системы на почку [Ролс Б.Д., Ролс Э.Т., 1984].

югк — юкстагломерулярные клетки; бпа — барорецепторы приносящей артериолы.

то усиленно высвобождается ренин из юкстагломерулярного аппарата. Ренин, воздействуя на субстрат плазмы, образует ангиотензин. Ангиотензин оказывает влияние на кору надпочечников и способствует высвобождению альдостерона, который вызывает задержку натрия в почках. Уменьшение как внутриклеточной, так и внеклеточной жидкости стимулирует высвобождение антидиуретического гормона (АДГ), который усиливает реабсорбцию воды в почках. Под влиянием АДГ уменьшается диурез, возрастает концентрация мочи и происходит задержка воды.

Большое значение в регуляции водно-электролитного обмена имеет щитовидная железа. У тиреоидэктомированных животных при их перегревании значительно нарушается водно-солевой баланс [Непесов А.А., Серебряков Е.П., 1966].



Известно, что содержание воды в тканях мозга и сердца при воздействии высоких температур окружающей среды почти не меняется [Шарипова Д.Д., 1965]. Этому во многом способствуют кишечник, кожа, мышцы, которые отдают воду в условиях перегревания организма, депонируют воду и соли и тем самым способствуют их сохранению в организме для нужд терморегуляции. Селезенка также принимает участие в водном обмене. При значительном водном дефиците в организме она несколько уменьшается в объеме и выбрасывает определенное количество крови в общий кровоток [Бахтиозина Б.Х., 1958].

При длительном пребывании в условиях высокой температуры возрастает выделение воды и солей в полость кишечника [Юнусов А.Ю., 1960; Юнусов А.Ю., Белова Э.С., 1962]. В результате этого, как показано в опытах Д.Д.Шариповой (1965), у животных снижаются масса кишечника, концентрация натрия и калия в его стенке и содержанием. Этому способствует также уменьшение интенсивности всасывания воды и хлоридов в кишечнике, происходящее при высокой температуре окружающей среды [Шек М.П., 1960; Коротина Н.А., 1965]. В большей степени оно выражено в начальном и нижнем отделах тонкого кишечника.

Постоянство водно-солевого обмена у человека и животных обеспечивается наряду с регуляцией центральной нервной системы стимуляцией интерорецепторов с пищеварительного тракта. Данные А.Ю. Юнусова (1969) свидетельствуют о роли механорецепторов в регуляции минерального обмена. При солнечно-тепловом перегревании и раздражении механорецепторов желудочно-кишечного тракта наблюдаются значительные сдвиги в водно-солевом обмене. Поэтому многие исследователи советуют принимать пищу в районах с жарким климатом в основном утром или вечером [Семенов Н.В. и др., 1956].

Мышцы, как и кишечник, являются депо воды. По данным М.Г. Мирзакаримовой (1962), они могут терять до 2,4 % первоначальной массы. Эта величина весьма значительна, если учесть, что кожа и мышцы составляют примерно 7 % от массы тела. Изменение содержания влаги в мышцах обуславливает в значительной степени снижение работоспособности скелетных мышц при перегревании организма [Юнусов А.Ю., 1954].

Наиболее лабильное депо воды находится в коже. Общее потоотделение регулируется центральной нервной системой, в частности гипоталамусом, получающим информацию о температуре тела через кровь, поступающую в мозг, а также кожей по афферентным путям. Гипоталамус и спинальные центры посылают нервные импульсы к потовым железам по симпатическим сосудодвигательным нервам, которые образуют ганглионарные

ные соединения в непосредственной близости от железистых клеток.

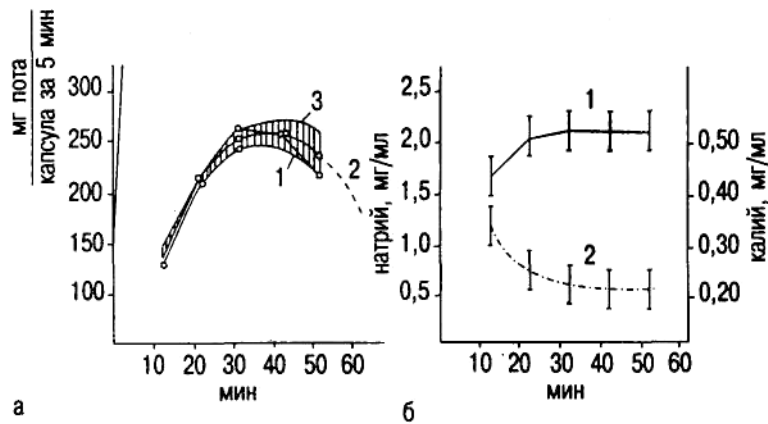
Влага проникает через кожу в результате потоотделения, сухой и влажной диффузии. Под сухой, или неощутимой, перспирацией понимают испарение влаги для человека, находящегося в покое в условиях комфорта, ведущее к потере 16-20 г воды в 1 ч. на 1 м<sup>2</sup> поверхности тела [Бюттнер К.И.К., 1960; Яс Куно, 1961]. С повышением температуры кожи увеличивается неощутимая перспирация. Диффузионный барьер находится в непосредственной близости от *stratum granulosum* кожи. Потоотделение, вызванное воздействием высокой температуры окружающей среды, зависит в основном от температуры кожи и интенсивности физической работы. Когда наступает влажная диффузия, влага начинает перемещаться в обоих направлениях.

Концентрация соли на поверхности кожи оказывает влияние на количество влаги и направление ее перемещения. По данным К.И.К.Бюттнера (1960), если кожа покрыта чистой водой, то она воспринимает влагу в количестве 50 г. на 1 м<sup>2</sup> поверхности тела в 1 ч, если же кожа покрыта 20 % раствором поваренной соли, то она выделяет воду в количестве 200 г на 1 м<sup>2</sup> поверхности тела в 1 ч. Выделившийся пот может обратно проникать в организм, если концентрация его солей меньше 5 %.

При высокой температуре окружающей среды реакция потовых желез может служить критерием степени напряжения терморегуляции организма. При потере воды температурный порог потоотделения повышается, и его изменения могут наступать прежде, чем значительная потеря воды скажется на сердечно-сосудистой системе.

В наших исследованиях при температуре окружающей среды 70 °С через 10-15 мин скорость секреции пота обнаженно-го человека не достигала своего максимального уровня и в течение некоторого времени не менялась. В дальнейшем, в процессе перегревания с повышением ректальной температуры на 1,5 °С, пота выделялось меньше (рис. 15).

При воздействии температурой среды 70 °С концентрация натрия в секрете потовых желез увеличивалась, а калия - уменьшалась. Однако при повышении ректальной температуры на 0,6 °С концентрация натрия, достигнув максимального уровня, в дальнейшем практически оставалась на том же уровне, хотя скорость секреции пота в этот период продолжала еще возрастать. Можно предположить, что замедление скорости секреции пота в определенной степени обусловлено стабилизацией концентрации натрия в секрете потовых желез, так как повышение его содержания в секрете потовых желез усиливало их деятельность [Яс Куно, 1961]. Замедление скорости секреции пота не было связано



**Рис. 15.** Изменения скорости секреции пота, концентрации калия и натрия в области лба при воздействии температуры окружающей среды 70 °С [Ажаев А.Н., Варовец О.А., 1973].

а: 1 — экспериментальная кривая; 2 — расчетная кривая; 3 — средне-квадратичная ошибка функции; б: 1 — натрий; 2 — калий.

с дегидратацией организма, которая в данных исследованиях составляла всего лишь  $0,95 \pm 0,05$  %.

К сожалению, исследований по замедлению скорости потоотделения в условиях высокой температуры окружающей среды проведено еще недостаточно для суждения о том, является ли нарушение терморегуляции при тепловом ударе прямым следствием недостаточности потоотделения или, наоборот, нарушение функции ЦНС служит первичной причиной торможения потоотделения.

Однако снижение скорости секреции пота при одном и том же уровне перегревания организма дает возможность предположить, что основную роль в торможении деятельности потовых желез играют определенные нарушения ЦНС. Вместе с тем очевидно, что уменьшение секреции пота понижает теплоотдачу испарением с поверхности тела, что приводит к последующему ускорению перегревания организма.

По изменению функции потоотделения при перегревании организма можно выделить 3 периода воздействия высокой температурой окружающей среды. В I периоде постепенно возрастают скорость секреции пота и концентрация натрия. Во II периоде после максимальных сдвигов наблюдается относительная стабилизация потоотделения и концентрации натрия в поте. В III периоде уменьшается скорость секреции пота. В это время перегревание организма было значительным: оральная температура повышалась до  $39,0 \pm 0,1$  °С, ректальная - до  $38,7 \pm 0,1$  °С,

а частота сердечных сокращений - до  $117,0 \pm 3,2$  уд/мин. По данным W.V.Blockley и соавт. (1954), P.W.Webb (1961) и др., предел переносимости высокой температуры окружающей среды наступает при температуре в прямой кишке около  $39^{\circ}\text{C}$  и частоте пульса 120-140 уд/мин.

Вышеприведенные изменения потоотделения могут служить дополнительным критерием для оценки переносимости высоких температур окружающей среды. Секреция пота при значительном перегревании организма резко снижается, и, по-видимому, это предшествует возникновению коллаптоидных явлений, характерных для теплового удара.

## ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНЫЙ ТРАКТ

**Слюнные железы.** При высокой температуре окружающей среды организм теряет определенное количество воды в результате слюноотделения.

Большинство исследователей указывали на усиление слюноотделения под влиянием высокой температуры, уменьшение содержания солей и органических веществ в слюне [Алиев А.А., 1960; Юнусов А.Ю., 1961, и др.].

По данным Т.С. Липецкой (1986), при воздействии радиационного тепла саливация собак усиливается в зависимости от температуры тела. Однако есть наблюдения, свидетельствующие об угнетении слюноотделения при перегревании организма животных и человека [Нови В.А., 1947; Медведева Е.Ф., 1961].

По данным В.А. Нови (1947), уменьшение количества слюны при действии на человека высокой температуры происходит одновременно с появлением потоотделения. Автор объясняет это рефлекторным угнетением центра слюноотделения при высокой температуре. К аналогичному выводу пришла Е.Ф.Медведева (1961), проводя эксперименты при температуре воздуха  $40-44^{\circ}\text{C}$  и выполнении физической работы. В момент, когда у испытуемых наступала сильная жажда, слюноотделение у них резко уменьшалось. В этом случае действие тепла превалировало над влиянием физической работы, так как физическая нагрузка служила стимулятором саливации.

Торможение секреции слюны некоторые авторы объясняют дегидратацией организма [Адольф Э., 1952] и сужением просвета сосудов, питающих слюнные железы [Дородницына А.А., 1937].

По данным Э. Адольфа (1952), когда водный дефицит организма достигает 8 % от массы тела человека, слюноотделение почти прекращается.

Анализ данных литературы дает возможность предположить, что реакция слюнных желез на высокую температуру окружающей среды зависит от степени перегревания и от индивиду-

альных особенностей реагирования организма в ответ на действие тепловой нагрузки. Так, в исследованиях А.А. Дородницыной (1937) установлены уменьшение и увеличение секреции слюнных желез человека. В этом случае органический и зольный остаток изменялись параллельно скорости секреции. Е.Б. Бабский (1934) при температуре воздуха 40 °С не обнаружил изменений секреции околоушной железы у собак, при температуре 50 °С слюны выделялось больше, а за 5-30 мин до появления симптомов теплового удара слюноотделение отчетливо уменьшалось.

По данным Т.А.Синица (1965), при воздействии температуры воздуха 40 °С и относительной влажности 30-35 % пищевое слюноотделение вначале возрастает, а затем уменьшается в среднем на 40 %. При температуре воздуха 50 °С оно уменьшается в самом начале воздействия и через 20-40 мин совершенно прекращается. М.Д. Шейнерман (1931) установил, что слюнные железы собаки в процессе перегревания истощаются. Это ведет к уменьшению плотного остатка последних порций слюны по сравнению с первыми. Пищевая слюна, получаемая при употреблении сухарей, после перегревания содержит меньше плотного вещества по сравнению со слюной, взятой до перегревания.

По наблюдениям М.Д. Шейнермана, существует 2 типа реакции слюноотделения у животных при перегревании: I тип, стойкий к температуре, дающий много слюны, II - малостойкий к температуре, секреция слюны начинается лишь после некоторого латентного периода, причем слюноотделение небольшое. По данным Т.А. Светлановой (1954), Т.А.Синица (1965), угнетение пищевого слюноотделения у собак в тепловой камере происходит параллельно с увеличением теплового слюноотделения.

Изучая механизм действия высоких температур окружающей среды на слюнные железы, З.Т. Турсунов (1961), Д.А. Тагирова (1965) показали, что у собак без коры одного полушария при действии высоких температур нарушается взаимосвязь функции почек и слюнных желез, о чем свидетельствует повышение диуреза в период усиления секреции пищеварительных желез. Под воздействием высоких температур и инсоляции у животных наступают терморегуляторное слюноотделение и угнетение диуреза с соответствующим снижением концентраций солей в слюне и повышением их в моче.

По данным Л.Х. Таланиной (1964), подчелюстная железа более чувствительна к действию высокой температуры, чем околоушная. В изменении секреции слюнных желез под влиянием высокой температуры окружающей среды автор видит результат возбуждения парасимпатических нервов, иннервирующих слюнные железы, о чем свидетельствовало увеличение

в крови парасимпатических веществ, возбуждающих деятельность желез.

**Функция желудка.** В 30-е годы клиническая характеристика заболеваний органов пищеварения у рабочих горячих цехов позволяла говорить о «термическом гастрите». И.Г. Гельман (1933) у рабочих горячих цехов наблюдал различные формы гастрита: гиперсекреторный, анацидный или гипацидный. Наряду с кислотно-секреторной недостаточностью у рабочих горячих цехов также изменялась эвакуаторная функция желудка.

По мнению В.А. Суханова (1962), в механизме нарушений желудочной секреции у рабочих горячих цехов основную роль играют сдвиги нервной регуляции желудочного сока, связанные с расстройством функции вегетативной нервной системы. По данным Р.О. Файтельберга, И.А. Арнольди, М.П. Шимеса (1946), при высокой температуре окружающей среды у здоровых лиц снижается моторная деятельность желудка и в половине случаев - кислотность сока. При плавании моряков в тропиках в условиях температуры воздуха 30-31 °С и относительной влажности 66-70 % кислотность желудочного сока в большинстве случаев была пониженной и выведение хлоридов с желудочным соком уменьшалось [Матузов Н.И., Ушаков Б.Н., 1964, и др.].

В ответ на действие тепла отмечается различная реакция секреции желудка у здоровых и больных. И.И. Марков (1954) летом у здоровых лиц указывал на снижение кислотности желудочной секреции, а у больных (гастриты, язвенная болезнь) - на повышение. В Средней Азии летом у больных гастритом развивается вначале гиперсекреция, а затем пониженная кислотность вплоть до ахилии [Кассирский И.А., 1935]. Еще в 1889 г. В.С. Груздев в условиях высокой температуры наблюдал, что кислотность желудочного сока уменьшается больше у больных хроническим гастритом, чем у здоровых. Чем сильнее потоотделение, тем больше снижаются кислотность сока, содержание в нем соляной кислоты и переваривающая сила сока. По данным автора, выделение пепсина не изменяется. В связи с этим он не рекомендует больным гастритом посещать баню после приема пищи.

Экспериментальные исследования, проведенные в термокамере или на солнечных площадках, также свидетельствуют об угнетении секреции желудочного сока при воздействии высоких температур [Юнусов А.Ю., 1969]: снижались кислотность сока, переваривающая сила пепсина и увеличивалась концентрация общего белка [Садыков А.С., Азимов И.Г., 1965]. Наибольшему угнетению подвергается протеолитическая группа ферментов - пепсин, трипсин, энтерокиназа. Одновременно с этим ряд авторов в экспериментах на собаках указывали на замедление скорости кровотока в артериях, питающих желудок [Садыков К.С., Азимов И.Г., 1965].

Изменения секреции желудочного сока при перегревании организма обуславливают уменьшение гидролиза белка в желудке. Усвоение углеводов, жиров и минеральных солей, по мнению других авторов, не нарушается [Щербаков Ю.А., 1963, и др.].

При снижении кислотности желудочного сока в условиях высоких температур окружающей среды наблюдается недостаточность его бактерицидной функции [Коротько Г.Ф., Смирнова О.И., 1958].

Степень и характер изменений функции желудка зависят от интенсивности и продолжительности воздействия высокой температуры окружающей среды. Так, М.Л.Эйдинова (1934) в опытах на собаках при температуре воздуха 30 °С отмечала возбуждение секреторной работы желудочных желез, выражающееся в увеличении общего количества сока. Кислотность и переваривающая сила сока не изменялись. При 40 °С несколько уменьшалось количество сока, кислотность, но немного повышалось содержание хлоридов. При 50 °С автор установила уменьшение или полное исчезновение первой рефлекторной фазы сокоотделения (на хлеб или мясо), снижение общего количества сока и его кислотности, сокращение периода желудочного сокоотделения.

По данным И.М.Павлова (1957), значительное ослабление секреторной деятельности желудка (уменьшение содержания свободной соляной кислоты, ослабление переваривающей силы сока) зависит от степени подъема температуры тела и связано с функциональными нарушениями вегетативной нервной системы, гемодинамики и дегидратацией организма.

В связи с изменением секреции желудка высокая температура оказывает влияние на скорость эвакуации пищи из желудка. Г.Ф.Коротько в экспериментах на собаках выявил значительное замедление эвакуации из желудка хлорида натрия, соды и других веществ. При этом фото- и зоолитическая активность желудочного сока понижается в различной степени: первая меньше, чем вторая, т.е. белки растительного происхождения более эффективно перевариваются, чем животного [Ислямова М.Э., 1961].

Известно, что первопричиной угнетения желудочной секреции при высокой температуре является торможение пищевого центра как результат одновременной индукции с возбужденного центра терморегуляции [Коротько Г.Ф., 1961]. Это приводит к ослаблению рефлекторной стимуляции железистого аппарата желудка через посредство секреторных волокон блуждающего нерва.

По данным М.Э.Ислямовой (1961), симпатическая нервная система влияет на количество и качество желудочного секрета. В условиях перегревания собак торможение сек-

реции более заметно на большой кривизне желудка, чем на малой. Симпатическая иннервация наиболее интенсивно развита на большой кривизне желудка. Парасимпатическая иннервация тех же секреторных полей более выражена на малой кривизне желудка.

Симпатические нервы (непосредственно и через гуморальное звено) принимают участие в торможении желудочной секреции в условиях высоких температур окружающей среды. Симпатическая нервная система совместно с парасимпатическим отделом, уменьшая объем желудочной секреции, осуществляет компенсаторный процесс, повышая концентрацию пепсина в желудочном соке [Шарай Л.А., 1961]. Длительное воздействие высокой температуры изменяет соотношение функциональной активности вегетативных центров, в результате чего возникают перевозбуждение симпатической и торможение парасимпатической систем, угнетается функция желудочно-кишечного тракта [Алиев А.А., 1960].

Высокая температура окружающей среды, воздействуя одновременно на секреторную функцию желудка, влияет и на ее моторную деятельность [Садыков К.С., 1964]. Г.Ф.Коротько (1958) при перегревании собак наблюдал понижение тонуса желудочной мускулатуры и угнетение желудочной перистальтики.

Сдвиги моторной функции желудка зависят от степени перегревания организма. Е.Б. Бабский (1934) в опытах на собаках при температуре воздуха 40 °С отмечал небольшие изменения периодической моторной деятельности пустого желудка, при температуре воздуха 50 °С - длительное исчезновение периодов сокращений, резкое удлинение периодов покоя. Д.Л. Шпиндлер (1964) у собак при температуре воздуха 30 °С указывал на усиление эвакуаторной функции желудка, а при 40 °С - на угнетение.

Хроническое многократное нагревание при температуре окружающей среды 50 °С вызывает значительные сдвиги в моторной деятельности желудка. О.Ф.Завалишина (1934) обнаружила 2 типа изменений моторной функции желудка: первый - удлинение периодов работы при небольшом увеличении периодов покоя; второй - некоторая укороченность периодов работы в первое время и их удвоенность и растянутость в последующее время.

Установлено, что нарушения моторики желудка являются следствием сдвигов функционального состояния ЦНС и прежде всего пищевого центра. Г.Ф. Коротько (1958) отмечал значительное замедление эвакуации соляной кислоты, т.е. усиление дуоденопилорического запирательного рефлекса. Замедление эвакуации соляной кислоты из желудка при высокой температуре зависит и от того, что кислота в двенадцатиперстной кишке медленнее нейтрализуется кишечными и пан-



креатическими соками из-за пониженной их щелочности при гипертермии.

По мнению Г.Ф. Коротько, эти сдвиги происходят из-за процесса торможения, возникающего прежде всего в корковой части пищевого центра.

В связи с вышеизложенным авторы рекомендуют применять различные средства, стимулирующие выделение сока, гастромукопротеина и мукопротеазы: отвары из сухофруктов (урюк, вишня, алыча, лох), перец, напитки (хлебный квас, томатный сок, клюквенный морс, фруктовые отвары, овощные соки).

Многие авторы указывают на благотворное влияние на желудочную секрецию охлажденной воды и напитков. По наблюдениям К.Т. Абрамова, А.И. Никитина (1959), раздражение рецепторных полей холодной водой, холодной пищей повышает кислотность и сокоотделение желудка. По данным Р. Ахмедова (1962), прием умеренно холодной воды сопровождается раздражением интерорецепторов пищеварительного тракта, что значительно изменяет деятельность аппарата терморегуляции, направленную на сохранение постоянства теплового баланса.

**Кишечное пищеварение** связано с тепловым обменом организма. Установлено, что при переходах животных от обычного теплового режима окружающей среды к условиям высоких температур усвоение пищевых веществ в тонком кишечнике может иметь двух- или трехфазный характер. И.С.Самойленко (1962) в опытах на собаках показал, что усвоение пищевых веществ при температуре окружающей среды 30-35 °С снижается, при 45-50 °С повышается, а при значительном перегревании организма опять снижается. Эти нарушения в кишечном пищеварении автор объясняет в основном перераспределением кровообращения в кишечнике.

Изменения пищеварения в тонком кишечнике в условиях высоких температур окружающей среды прежде всего обусловлены сдвигами в ферментативной активности кишечного сока. Проведенные исследования свидетельствуют о том, что содержание кишечных ферментов (энтерокиназы и щелочной фосфатазы) в условиях жаркого климата ниже, чем в других климатических районах [Шамсутдинова Р.К., Бахадуров К.Б., 1964]. При высокой температуре окружающей среды угнетается выделение ферментов протеолитической группы, участвующих в кишечном пищеварении. Снижается выделение энтерокиназы, фосфатазы, амилазы, липазы, трипсина, пептидазы. Объем кишечной секреции при высокой температуре уменьшается в основном за счет жидкой части [Щербаков Ю.А., 1962]. Однако в условиях высоких температур ферментовыделительная функция тонкого кишечника изменяется для различных ферментов неодинаково. Активность одних ферментов резко сни-

жается при сравнительном постоянстве других и резком возрастании третьих. В результате этого на поверхности клеточных мембран происходит существенный сдвиг спектра ферментативной активности слизистой оболочки тонкой кишки, что нарушает функцию пищеварительно-транспортных механизмов в целом и отражается на темпах переваривания различных компонентов пищи [Рахимов К., Демидова А.И., 1976; Демидова А.И., 1976]. В результате исследований на животных А.И. Демидова (1976) приходит к выводу, что при тепловом воздействии меняются не только каталитические, но и регуляторные свойства энтеральных ферментов. Это влияет на количественное соотношение между ферментами, участвующими в гидролизе отдельных компонентов пищи, - углеводов, белков, жиров, что в конечном итоге сказывается на общем ходе пищеварительно-транспортных процессов и может способствовать возникновению разных неинфекционных заболеваний желудочно-кишечного тракта в условиях летней жары [Рахимов К., Демидова А.И., 1976].

Секреторный аппарат тонкого кишечника на изменение окружающей температуры реагирует с помощью периферической и центральной нервной системы. Кортикальные влияния могут как угнетать, так и усиливать кишечную секрецию. Воздействия ЦНС могут корректировать секреторную деятельность кишечника соответственно требованиям условий окружающей среды.

Известно, что преимущественно белковое питание понижает возбудимость нервной системы, в результате кишечная секреция ослабевает, возрастает концентрация ионов и ферментов сока. Углеводное же питание повышает возбудимость железистого аппарата кишечника. Отделение кишечного сока при таком питании резко усиливается, а концентрация водородных ионов и ферментов падает [Самойленко И.С., 1962].

Наряду с изменением ферментовыделительной функции тонкого кишечника высокая температура окружающей среды приводит к нарушению его всасывательной деятельности. В опытах на собаках А.Ю. Юнусов, Н.А. Коротина (1965) отмечали снижение всасывательной деятельности тонкого кишечника летом и ее восстановление в осенне-зимнее время. Исследованиями М.П. Шека (1960), Н.А. Коротиной (1965) установлено угнетающее действие высокой температуры на резорбтивную функцию кишечника.

При небольшой степени гипертермии интенсивность всасывания воды и солей не только не угнетается, но и несколько активизируется. В присутствии глюкозы значительно усиливается резорбция воды и солей [Умарова М.А., 1970]. По данным М.Г. Мирзакаримовой (1975), ослабление резорбтивной функции кишечника совпадает со снижением активности АТФ

и щелочной фосфатазы, что свидетельствует о ведущем значении нервно-эндокринных систем в резорбтивной функции кишечника при высокой температуре окружающей среды. По данным Р.О. Файтельберга, Л.А. Семенова, З.М. Воля (1962), всасывательная деятельность кишечника изменяется под влиянием температурных воздействий на головной мозг по нервным проводникам с участков кожи и непосредственно через кровь, протекающую по сонным артериям.

По мнению М.П. Шека (1960), Н.А. Короткиной (1965), непосредственной причиной нарушения всасывательной деятельности кишечного эпителия является снижение кровообращения кишечника вследствие повышения тонуса симпатической нервной системы и усиления функции надпочечников.

Высокая температура влияет на рефлекторную деятельность кишечника. После перегревания и обезвоживания затормаживаются интероцептивные рефлексы с тонкого кишечника, двенадцатиперстной кишки на сердечно-сосудистую систему и дыхание [Садыков А.С., Кариева Р.М., 1962]. Т.А. Вашенко, Д.А. Мукас (1975) установили, что по мере возрастания интенсивности воздействия высокой температурой эфферентная импульсация в ободочном нерве снижается, несмотря на высокий уровень афферентных реакций. Причины нарушений эфферентной импульсации в ободочном нерве авторы видят в изменении амплитуды ритмических сокращений, их частоты при сужении сосудов кишечника в условиях тепла, а также во влиянии симпатико-адреналовой системы и подкорковых субстанций.

Существует точка зрения о неспецифических сдвигах в тонком кишечнике, которые могут происходить при действии тепла, холода, введении АКТГ и других стрессорных факторов [Иногамова Д.В., 1973; Каримова Г.Ф., 1975; Рахимов К., 1976]. Сопоставление характера сдвигов ферментного спектра на поверхности слизистой оболочки кишечника, проведенного К. Рахимовым (1976), при экспозиции животных в тепле, холоде, при введении АКТГ и гидрокортизона показало, что реакция тонкой кишки на воздействие тепла неспецифическая и осуществляется по принципу общего адаптационного синдрома Селье. К. Рахимов полагает, что нарушение кишечной функции в условиях теплового стресса зависит не столько от угнетения моторно-эвакуаторной, секреторной и всасывательной функции желудочно-кишечного тракта, сколько от спектра ферментативной активности на поверхности клеточных мембран благодаря разнонаправленным сдвигам разных ферментов. По данным Г.Ф. Каримовой (1975), под влиянием экстремальных воздействий происходят определенные нарушения в биосинтезе энтеральных ферментов и их транслокации на внешнюю поверхность клеточных мембран. Автор полагает, что влияние теплового фактора на ферментообразовательную функцию тон-

кой кишки реализуется через гормоны надпочечников. Как показали опыты З.А. Исхакова (1975), реакция амилолитической активности тонкой кишки при воздействии тепла имеет некоторое сходство с характером изменения ее после инъекции гипофизарных гормонов, особенно АДГ. Эти данные согласуются с вышеприведенными исследованиями К.Рахимова (1976), свидетельствующими о широком спектре действия антидиуретических гормонов на функцию органов пищеварения.

Дыхательная, фосфорилирующая активность митохондрий слизистой оболочки тонкой кишки под влиянием высокой температуры подвергается изменению. По данным М.Н. Махсумова и соавт. (1987), потребление кислорода митохондриями в присутствии сукцината заметно возрастает. По мнению авторов, отмеченные сдвиги в содержании медиаторов холинергических и адренергических систем при тепловом воздействии на организм можно объяснить взаимосвязанными и взаимообусловленными нарушениями тканевого дыхания на субклеточном уровне.

**Поджелудочная железа.** При высокой температуре окружающей среды сокращается выделение панкреатического сока и основных пищеварительных ферментов с одновременным уменьшением протеолитических и липолитических ферментов [Рахимов К., 1965, 1975]. При этом наблюдается меньшее количество амилазы, липазы, трипсина в тканях поджелудочной железы животных, что свидетельствует о торможении ее секреции [Садыков А.С., Еникеев М.Е., 1964]. У собак удлиняется латентный период поджелудочной секреции, укорачивается общая продолжительность сокоотделения [Турсунов З.Т., Рузиев А.Я., 1965].

Секреция поджелудочной железы снижается при увеличении концентрации хлоридов, сухого остатка и уменьшении содержания натрия и общего белка в составе сока [Рахимов К., 1965].

В опытах, проведенных З.Т.Турсуновым и соавт. (1976), установлено повышение амилолитической активности ткани поджелудочной железы при одновременном снижении содержания фермента в полости тонкой кишки. В этом случае липолитическая активность ткани поджелудочной железы, как правило, уменьшалась. Усиление на этом фоне гидролиза крахмала в тонком кишечнике позволило А.Ю. Юнусову, К. Рахимову, С.Н. Сафаровой (1965) предположить, что при недостаточном поступлении в полость пищеварительного тракта поджелудочного сока усиливаются сорбционные свойства кишечника по отношению к амилазе. Значительная часть амилазы крови попадает в кишечник и участвует в пищеварении [Рахимов К., Ахмедов Р., 1970].

Причины изменения панкреатической секреции при высо-

ких температурах З.Т. Турсунов, А.Я. Рузиев (1965) видят в распределении воды и крови в организме, в результате которого снижается приток крови к органам брюшной полости, в том числе и к поджелудочной железе, что отражается на ее секреторной и ферментовыделительной функциях. По мнению К.Рахимова (1970), дегидратация при высокой температуре влияет на функциональное состояние нейроэндокринных систем и на соотношение отдельных гормонов внутренней секреции, что нарушает обменные процессы в поджелудочной секреции. По данным Н.Б. Козлова (1965), в первый период перегревания организма деятельность поджелудочной железы усиливается, а во втором периоде она снижается. З.Т. Турсунов, Ш.К. Курбатов, А.Г. Сушко (1976) считают, что влияние высокой температуры на ферментообразовательную и ферментовыделительную функцию реализуется по принципу общего неспецифического адаптационного синдрома Селье с участием гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы.

**Функция печени.** Большинство исследователей считают, что высокая температура окружающей среды угнетающе влияет на выделение желчи печенью [Алявия О.Т., 1972]. Следует отметить определенную зависимость между желчевыделительной функцией печени и моторной, эвакуаторной деятельностью желудка в условиях высоких температур [Исхаков З.А., 1970]. Известно, что выход желчи в кишечник связан с переходом пищи из желудка в кишечник. По мере увеличения эвакуации пищи из желудка резко укорачивается время перехода желчи в кишечник, что подтверждается определенной согласованностью в работе этих органов. Высокая температура оказывает угнетающее действие на желчевыделительную деятельность печени не сразу, а через определенное время.

По данным М.В. Константинова (1957), у собак при 38 °С в течение 4 ч происходит уменьшение выделяемой желчи. Концентрация желчи повышается при одновременном уменьшении в ней абсолютного содержания желчных кислот и плотных веществ.

Влияние высокой температуры на желчевыделительную функцию печени зависит от уровня гипертермии. По мнению А.Ш. Шукурова (1964), высокая температура сначала усиливает поступление в кишечник желчи, а затем тормозит по типу парабактериального торможения. По данным автора, летом в Средней Азии внешнесекреторная функция печени повышается, печеночные клетки выделяют не только много воды и соли, но и билирубина. Общее количество желчи в летнее время года больше при белковом рационе, но меньше при молочном и углеводном.

При перегревании организма нарушается мочевинообразовательная функция печени. Как показала И.В. Дробинцева (1957), при перегревании кроликов возрастают остаточный азот

и мочевины в крови печеночной и воротной вен, а также в тканях печени, что свидетельствует об изменении азотистого обмена в печени. По данным автора, при гипертермии наблюдается ослабление усвоения и обезвреживания продуктов азотистого распада, на что указывает значительное количество остаточного азота в крови печеночной вены по сравнению с воротной.

Большинство исследователей отмечают торможение гликогенобразовательной функции печени [Розанова Е.С., 1966, и др.]. После перегревания кровь печеночной вены обогащается сахаром больше, чем при умеренной температуре, что говорит об усилении печеночного гликолиза, ведущего к снижению гликогена в печени [Ахмеров Р.И., 1978].

Поданным А.Я. Цейтиной (1965), при перегревании животных снижается способность ткани печени восстанавливать ДАК и АК, уменьшается содержание восстановленного глутатиона в печени. Активность дегидрогеназ печени практически не меняется.

По данным Э.С. Овезмурадовой (1964), цитохромоксидазная активность в тканях печени при перегревании животных повышается.

В.П.Осинцевой и соавт. (1967) установлено уменьшение гранул аскорбиновой кислоты в цитоплазме клеток печени с преимущественным скоплением их по периферии клетки в синапсоидах, что указывает на усиление расхода аскорбиновой кислоты и повышение интенсивности окислительных процессов.

Наряду со снижением содержания аскорбиновой кислоты в печени животных, имевших высокую температуру тела, обнаружено уменьшение тиамин и рибофлавина [Кузнецов М.И., Удалов Ю.Ф., 1956].

---

## РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

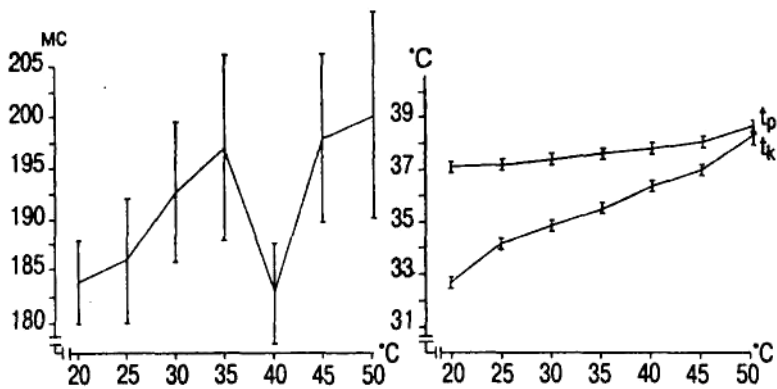
При проведении натурных исследований на кораблях в Индийском океане В.Ф. Коневым, В.Е. Кулаковым (1970) отмечено, что при переходе в низкие широты физическая выносливость и работоспособность матросов снижаются. При этом выносливость к статическому мышечному усилию у матросов, работающих в машинном отделении, падает на 46,5 % (за время плавания), а у остальных - всего лишь на 7,5 % [Жер-дев Г.М., 1971].

По данным Е.Б. Науменко (1995), умственная работоспособность при деятельности в тропической зоне ухудшается на 35 %, физическая работоспособность - на 30 %. При переброске воинских подразделений из Лондона в Сингапур у солдат скорость марша в первые дни снизилась на 10 % [Nehane R., 1967]. Э. Адольф (1952) установил, что в пустыне человек проходит втрое меньшее расстояние в жаркое дневное время, чем в прохладное.

По данным А.Н. Кольцова, А.В. Чунтула (1982), летчику при управлении самолетом на посадке после перелета в район с жарким климатом приходится делать значительно больше движений, чем в условиях умеренного климата.

По мнению авторов, увеличение количества движений при работе органами управления отражает процесс адаптации к факторам жаркого климата. Через 6-7 дней после перелета качество посадки не отличалось от таковой в условиях умеренного климата.

Следует отметить, что до сих пор отсутствует единое мнение о характере влияния высоких температур на направленность изменений психофизиологических функций и работоспособность оператора. Г.В. Гладощук и соавт. (1959), Е.М. Крутова (1966) отмечали при высокой температуре снижение чувствительности зрительного и слухового анализаторов, скорости сенсомоторной реакции на звук и свет, значительный рост ошибок при решении умственных задач. По данным же Н.П. Савенко (1955), при воздействии высоких температур окружающей среды возрастает чувствительность зрительного и слухового анализаторов, ускоряется зрительно-моторная и акустико-моторная реакция, улучшается умственная работоспособность человека. В исследованиях И.Б. Крамаренко (1967) высо-



**Рис. 16.** Влияние высоких температур окружающей среды на тест «время реакций на звук», на ректальную температуру ( $t_r$ ) и средневзвешенную температуру кожи ( $t_k$ ) [Ажаев А.Н. и др., 1988].

кая температура окружающей среды (40 °С) способствовала повышению физической работоспособности. В аналогичных условиях Г.А. Гончарук (1958), С.М.Городинский и соавт. (1973) отмечали снижение мышечной выносливости и силы, а также ускорение физического утомления.

Результаты исследований А.Н. Ажаева, В.И. Зорилэ, А.Н. Кольцова (1988) показали, что скорость простой сенсомоторной реакции на звук достоверно понижается только при температуре окружающей среды 45 и 50 °С (рис. 16). В этих условиях ректальная температура достигает  $38,1 \pm 0,08$  и  $38,8 \pm 0,11$  °С, а средневзвешенная температура кожи -  $37,11 \pm 0,26$  и  $38,27 \pm 0,16$  °С соответственно. Потеря массы тела составляла примерно 1,5 кг за 5 ч пребывания испытуемых в термокамере. При температуре окружающей среды 40 °С время простой сенсомоторной реакции было таким же, как и в условиях теплового комфорта (20 °С). В этом случае ректальная температура не превышала  $37,8 \pm 0,07$  °С, а средневзвешенная температура кожи -  $36,4 \pm 0,2$  °С. Однако при температуре окружающей среды 35 °С была выявлена тенденция к замедлению скорости простой сенсомоторной реакции, что позволило А.Н.Ажаеву и соавт. (1988) предположить наличие фазных изменений некоторых психофизиологических функций при действии высоких температур, характеризующихся первичным замедлением сенсомоторной реакции и последующим ускорением, а затем -опять замедлением, причем более значительным, чем в начале воздействия высокой температуры.

Е.С. Paulton, D. McKerslake (1965), установили, что деятельность летчиков при кратковременном (20 мин.) пребывании в кабине с температурой 45 °С более эффективна, чем при 25 °С.



Авторы интерпретируют свои данные с позиций активационной теории. По их мнению, первоначальное возрастание температуры кожи и снижение ректальной температуры создают условия для оптимальной деятельности. После адаптации кожных рецепторов и начального повышения температуры тела этот уровень снижается, что сопровождается ухудшением психомоторных реакций. С дальнейшим повышением температуры тела и наступлением теплового дискомфорта уровень оптимальной активности вновь возрастает. И, наконец, в заключительной стадии перегревания с резким увеличением температуры тела и внешней тепловой нагрузки работоспособность летчика прогрессивно ухудшается.

По данным А.Н. Ажаева и соавт. (1988), максимальное мышечное усилие после статической мышечной нагрузки становится достоверно меньше на 11 - 18 % при температуре окружающей среды 45 и 50 °С, начиная со 2-го и 1-го часа воздействия.

При температуре окружающей среды 45 и 50 °С максимальное мышечное усилие снижается, когда средневзвешенная температура кожи достигает  $36,9 \pm 0,14$  и  $37,1 \pm 0,11$  °С, ректальная температура -  $37,75 \pm 0,06$  и  $37,35 \pm 0,13$  °С, а дефицит массы тела - 0,8 и 0,5 % соответственно. При температуре окружающей среды 40 °С, когда температура тела  $37,8 \pm 0,07$  °С, достоверного снижения мышечной силы не наблюдается. Температура кожи около 37 °С и выше была только в исследованиях при температуре окружающей среды 45 и 50 °С. Эти данные А.Н. Ажаева и соавт. (1988) позволяют предполагать, что изменение мышечной силы обусловлено влиянием внешней тепловой нагрузки на тепловое состояние «оболочки» с последующей импульсацией с терморецепторов кожи на центры терморегуляции.

Отечественными и зарубежными авторами неоднократно предпринимались попытки оценить работоспособность рабочих горячих цехов при высокой температуре окружающей среды. Н.Г. Карнаух (1977) отмечал, что при температуре воздуха 28 °С и выполнении работ средней тяжести удлиняется время реакции на световые и звуковые сигналы, а при 30 и 32 °С снижаются скорость восприятия и переработки информации, а также объем и распределение внимания. С повышением температуры воздуха на рабочих местах ткацкого производства, по данным Т.В. Тетеревникова и соавт. (1978), производительность труда работающих снижается при 31 °С на 7 %, а при 35 °С - на 16 %. У горнорабочих, выполняющих легкую работу в условиях высокой влажности воздуха, производительность труда снижалась при температуре свыше 28 °С, а при тяжелой работе - при 26 °С [Шахбазян Г.Х., 1968].

Установлено, что при повышенной температуре окружающей среды происходит ускорение устного счета и решения

**Рис. 17.** Влияние эффективной температуры окружающей среды на производительность труда специалистов оператора профиля [Mackworth N.H., 1950].

1 — тест на слежение; 2 — телеграфный тест; 3 — множительный умственный тест.

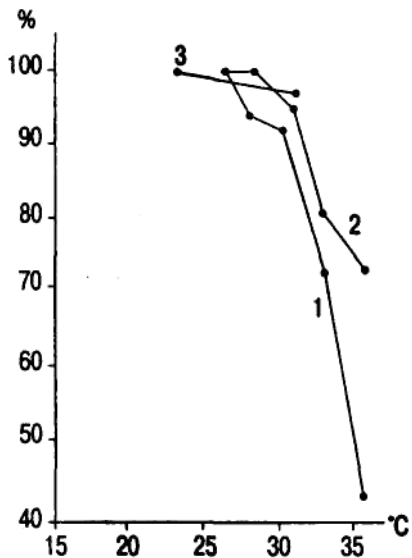
арифметических задач. Однако при этом допускается много ошибок [Еремин А.В. и др., 1966; Grether W.F., 1973].

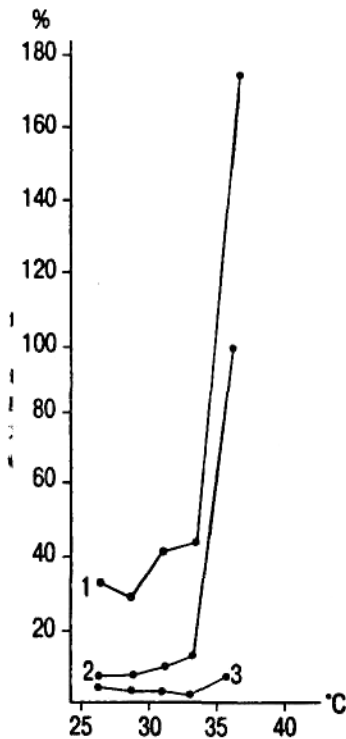
По данным R.T. Wilkinson и соавт. (1964), эффективность выполнения теста с цифровыми таблицами снижалась с ростом температуры тела, тогда как количество ошибок при опознавании звуковых сигналов и время реакции на них, наоборот, сокращалось. Наиболее отчетливо проявлялась эта разница при температуре тела 38,5 °С. Следует отметить, что у обследуемых при температуре тела 37,5 °С время реакции на звуковые сигналы возрастало, а скорость выполнения операций с цифровыми таблицами увеличивалась.

При температуре тела выше 38 °С ухудшаются показатели сложной реакции с выбором качества управления в режиме слежения [Curley M.D., Hawkins R.N., 1983]. Эти показатели работоспособности не меняются при эффективной температуре окружающей среды до 27,5 °С (рис. 17). Ухудшается качество работы при эффективной температуре выше 29,5 °С [Hancock P.A., Pierce J.O., 1984].

М.Н.Маскворт (1950) отмечает, что при эффективной температуре окружающей среды 27-30 °С в условиях сухого воздуха работоспособность человека стабильна. При 35 °С обследуемые уже не могут качественно выполнять психологические тесты.

При высокой влажности воздуха работоспособность существенно снижается при 29 °С. В связи с этим М.Н.Маскворт считает, что критическим диапазоном температуры для неакклиматизированных лиц можно считать эффективную температуру 27-30 °С, за пределами которой ухудшается деятельность оператора. Под влиянием высокой температуры окружающей среды в наибольшей степени изменяется качество слежения за объектами и в наименьшей - показатели умственной работоспособности. Ухудшение умственной работоспособ-





**Рис. 18.** Влияние эффективной температуры окружающей среды на качество работы радиотелеграфистов различной квалификации [Maskworth N.H., 1950].

1 — средняя; 2 — хорошая; 3 — высокая квалификация.

ности наблюдается лишь при значительном перегревании организма оператора.

Выполнение телеграфного теста занимает промежуточное положение между вышеназванными методиками. Б. Метц (1973) при изучении качества приема сигналов Морзе в условиях высоких температур окружающей среды установил, что при температуре воздуха 35 °С (относительная влажность 60 %, эффективная температура 31 °С) количество ошибок достигает 30 %, а при 41 °С (относительная влажность 52 %, эффективная температура 36 °С) - 80 %.

Неблагоприятно действие высокой температуры на деятельность специалистов, характеризующуюся влиянием на внимание, точность

координации движений, скорость реакции и принятие решений, и тем сильнее, чем в большей мере сами производственные операции требуют отвлечения внимания, быстрого темпа работы или значительного физического напряжения. Качество выполняемой работы при высокой температуре окружающей среды зависит от квалификации специалистов (рис. 18).

Высококвалифицированные специалисты, как правило, совершают мало ошибок, и работа у них сопровождается меньшим напряжением физиологических функций.

Воздействие высокой температуры окружающей среды на работоспособность проявляется в меньшей степени, если обследуемые сознательно прилагают максимальные усилия для того, чтобы выполнить работу с хорошим качеством. Работоспособность при высокой мотивации обследуемых оказывается более высокой, чем при низкой [Maskworth N.H., 1950]. Усталость и снижение интереса к «надоевшей» задаче усиливают отрицательное влияние высокой температуры на деятельность оператора.

На работоспособность оператора могут влиять такие субъективные факторы, как ощущение теплового дискомфорта, сон-

ливость, отвлечение внимания из-за профузного потоотделения с головы и лица [Grether W.F., 1973].

Исследования, проведенные M.V.Blockley и соавт. (1954) на летном тренажере, показали, что качество пилотирования по приборам изменяется при повышении ректальной температуры на 0,8-1 °С. Особенно оно снижается при выдерживании заданной высоты и скорости полета [Larsson E. et al., 1973], а также при заходе на посадку и выполнении сложных заданий с отвлечением внимания [Jampietro P.E. et al., 1972].

А.Н. Ажаев, В.И. Зорилэ, А.Н. Кольцов (1988) наблюдали ухудшение качества одномерного слежения, начиная с температуры окружающей среды 35 °С (относительная влажность 20 %) на 5-м часу пребывания испытуемых в термокамере. При этом ректальная температура достигала  $37,6 \pm 0,05$  °С, а средне-взвешенная температура кожи -  $35,5 \pm 0,08$  °С. Снижение качества слежения наиболее отчетливо наблюдалось при температуре окружающей среды 45 и 50 °С, когда ректальная температура повышалась до  $38,1 \pm 0,08$  и  $38,5 \pm 0,09$  °С на 4-5-м часу эксперимента соответственно.

Следовательно, вышеприведенные данные свидетельствуют о различной чувствительности психофизиологических функций и работоспособности оператора к действию температурного фактора. По мнению E.C. Paulton, D.McKerslake (1965), различные по сложности психологические задачи имеют свой уровень оптимального состояния процессов возбуждения нервной системы, при котором они будут выполнены наиболее эффективно. Высокая температура окружающей среды может вызвать в корковой части температурного анализатора состояние возбуждения, иррадиирующее в области, ответственные за зрительную, моторную и слуховую функцию. В этом случае, очевидно, повышается зрительная и слуховая чувствительность и ускоряется зрительно- и акустико-моторная реакция. При более интенсивных воздействиях высокими температурами (45-50 °С) в очаге возбуждения могут возникать тормозные процессы, понижающие чувствительность анализаторов и увеличивающие время сенсомоторных реакций. Смена состояния возбуждения торможением в центральной части анализатора, очевидно, служит показателем снижения возможности организма к поддержанию постоянства своей внутренней температуры (термостабильное состояние «сердцевины»). Это предположение подтверждается тем фактом, что уменьшение времени акустико-моторной реакции проявлялось при относительно небольшой силе воздействия (40 °С) и почти никогда не наблюдалось при сильных тепловых воздействиях (50 °С).

Качество слежения ухудшается, начиная с температуры окружающей среды 35 °С при выполнении дополнительной работы. По мнению W.F. Grether (1973), P. Marcus (1975), воздействие высокими температурами может ускорять простые

реакции и замедлять сложные. По данным N.H. Mackworth (1950), высокая температура понижает способность к переключению внимания, точность движений при ускорении темпа работы. В исследованиях А.Н. Ажаева и соавт. (1988, 1992) при одновременном слежении и переключении внимания на дополнительную работу показатели работоспособности менялись, даже если не было сдвигов психофизиологических функций (время сенсомоторной реакции, мышечное усилие, статическая мышечная выносливость).

Снижение качества слежения и ряда психофизиологических функций при сравнительно небольшом повышении ректальной температуры (37,35-37,8 °С) свидетельствует о том, что в изменении ряда показателей психофизиологических функций основную роль играет влияние внешней тепловой нагрузки на температуру «оболочки». Снижение мышечной силы и, следовательно, физической работоспособности, очевидно, происходит при больших влагопотерях.

# ПРЕДЕЛ ПЕРЕНОСИМОСТИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

Толерантность человека к высокой температуре - это его способность выдерживать воздействие высоких уровней конвекционного, кондукционного и радиационного тепла в течение определенного времени.

Между величинами температуры воздуха (30-200 °С) и возможным временем их переносимости (часы, минуты, секунды) существует корреляционная связь: чем выше температура окружающей среды, тем меньше переносимое время пребывания в этих условиях, и наоборот.

На степень переносимости высокой температуры воздуха оказывают влияние интенсивность физической нагрузки, уровень влажности воздуха, характер одежды и др.

Прежде всего целесообразно рассмотреть переносимость высоких температур и лимитирующие пределы при температуре воздуха в натуральных условиях (в пустыне, джунглях) - от комфортных температур до 58 °С в тени (Ливия, Иран). Более высокий диапазон температуры (50-100 °С) характерен исключительно для искусственных производственных условий при работе таких специалистов, как пожарники, летчики, спасатели, специалисты горячих производств.

Лимитирующими показателями для разных уровней температур являются дискомфортное теплоощущение, ограничение возможности выполнения физической нагрузки, опасность теплового удара, необходимость использования защитной одежды и, наконец, возникновение болевого ощущения вследствие воздействия высокой температуры.

Характеристиками теплового состояния служат такие показатели, как теплонакопление в организме, средняя температура тела, ректальная, ауральная, оральная температура, средневзвешенная температура кожных покровов и др.

Предел переносимости высоких температур оценивается предельной величиной накопленного в организме тепла, превышение которого ведет к резкому нарушению субъективного состояния, физиологических констант и появлению опасности возникновения теплового коллапса и теплового удара.

При тепловом ударе прежде всего появляются функциональные расстройства органов кровообращения и ЦНС. Наиболее

характерными признаками его являются общая слабость, чувство тяжести в голове, головокружение, стук в висках, головная боль, поташнивание, шум в ушах, последующая потеря сознания со значительным повышением температуры тела и признаками нарушения сердечной деятельности и дыхания, появлением цианоза, расширением зрачков и наступлением коматозного состояния.

В настоящее время метод определения накопления тепла в организме человека требует определенных расчетов. Поэтому о предельном теплонакоплении судят по реакциям организма, свидетельствующим о развитии преколлаптоидного состояния, и критериям теплового состояния организма (ректальная и оральная температура, средняя температура тела).

Показатели теплового состояния человека используются для установления предела переносимости высокой температуры человеком. Критериями переносимости высокой температуры служат определенные количественные характеристики теплонакопления в организме, температуры тела, частоты сердечных сокращений, работоспособности и качественные оценки поведенческих реакций человека, его внешнего вида (выражение лица, цвет кожи).

По данным А.А. Дородницыной, Е.Я. Шепелева (1960), А.Н. Ажаева (1979), W.V. Blockley и соавт. (1954), переносимые величины теплонакопления в организме человека варьируют в пределах 377-1055 кДж или 209-586 кДж/м<sup>2</sup> тела человека. В среднем эта величина составляет, по данным W.V. Blockley и соавт., в покое - 230 кДж/м<sup>2</sup>, при легкой работе - 320 кДж/м<sup>2</sup>; по данным А.А. Дородницыной и Е.Я. Шепелева, в покое - 252±43 кДж/м<sup>2</sup>. Исследования различных авторов указывают на значительные различия в величинах накопленного тепла в организме (табл. 8).

Как видно из табл. 8, величина теплонакопления, рассчитанная по средней температуре тела с учетом массы тела и теплоемкости тканей организма [Бартон А., Эдхолм О., 1957], особенно с учетом изменений температуры скелетных мышц [Wortz E.C. et al., 1967], весьма значительна и составляет в среднем 421 кДж/м<sup>2</sup> по сравнению с 304 кДж/м<sup>2</sup>, полученной при расчете другими методами.

Особо следует подчеркнуть, что при работе человека для расчета теплонакопления требуется учитывать степень физического напряжения, в результате которого температура мышц по сравнению с другими тканями повышается с опережающим темпом.

В зависимости от интенсивности физической работы изменяется и температура мышц. По данным E. Aikas и соавт. (1962), E.C. Wortz и соавт. (1967) и др., при легкой работе температура скелетных мышц повышается на 3 °С, при работе средней тяжести — на 4 °С и при тяжелой - на 6 °С. Учитывая, что

**Предельно переносимые величины накопления тепла в организме человека**

Температура тела, °С	Накопление тепла в организме		Источник
	общее, кДж	удельное, кДж/м <sup>2</sup>	
<i>Рассчитано по формуле А.Бартона и О.Эдхолма</i>			
38,4—38,7	544—745	372—414	W.C.Kaufmann, 1963
39,0—39,2	—	335—419	P.W.Webb, 1964
38,6—38,9	578—799	352—473	С.М.Городинский и др., 1968
38,3—39,3	720—820	—	Р.Ф.Афанасьева и др., 1970
—	732—1055	586	E.C.Wortz et al., 1967
<i>Рассчитано по другим методикам</i>			
38,4—38,9	—	259	H.W.Garren, F.N.Graig, 1953
—	—	272—356	J.F.Hall, J.M.Potte, 1960
39—39,5	377—460	209—293	А.А.Дородничина, Е.Я.Шепелев, 1960
39—40	469—787 (617)	285—414 (342)	А.Н.Ажаев, 1972

скелетные мышцы составляют 42-50 % всей массы тела человека, при расчетах суммарное теплонакопление будет значительно больше, чем в покое при одной и той же температуре тела.

Очевидно, что при физической работе температура мышц никогда не приближается к температуре крови, которая, как известно, играет основную роль в сдвигах физиологических функций при нагревании организма и определяет предел переносимости высокой температуры, воздействуя на рецепторный аппарат и центры терморегуляции.

Другая причина несовпадения данных, касающихся величин предельно накопленного тепла в организме, заключается в том, что исследователи рассчитывали среднюю температуру тела на основании постоянных коэффициентов смешивания.

Условно считается, что при оптимальной температуре окружающей среды в поверхностных тканях аккумулируется примерно 20 % образующегося тепла (кожа, подкожная клетчатка), остальная часть - в различных органах, тканевой жидко-



сти, крови. Поэтому для расчетов теплосодержания важно знать не только тепло, накопленное в «сердцевине», но и тепло на поверхности тела. Для этих расчетов используют среднюю температуру тела. Если теплосодержание поверхности тела находится в пределах указанных выше величин, то среднюю температуру тела рассчитывают в основном по коэффициентам смешивания, предложенным А. Бартоном и О. Эдхолмом (0,3 для температуры кожи и 0,7 для ректальной температуры) или J.D. Hardy, E.F. Du Bois (0,2 для температуры кожи и 0,8 для ректальной температуры). По мнению некоторых исследователей, значительное накопление тепла в организме, видимо, можно объяснить применением названных выше коэффициентов смешивания в условиях высокой температуры среды для расчетов средней температуры тела (особенно если температура кожи превышает температуру тела).

Многие исследователи считают, что при изменении температуры окружающей среды количество тепла на поверхности тела непостоянно. Так, по данным J.D. Hardy, E.F. Du Bois (1938), J. Colin и соавт. (1966), при 35 и 50 °С коэффициенты для температуры кожи составляют соответственно 0,2 и 0,1. В условиях же низких температур окружающей среды они возрастают. По данным S.D. Livingstone (1968), при температуре окружающей среды 20 °С для расчета накопленного тепла обнаженного человека необходимо брать коэффициенты смешивания для температуры кожи 0,4, а по данным П.В. Рамзаева (1960), Р.Ф. Афанасьевой, С.Г. Окуневой (1971), при температуре ниже 20 °С - коэффициенты 0,5-0,6 (табл. 9).

Как видно из табл. 9, некоторые исследователи при снижении температуры окружающей среды предлагают увеличивать коэффициент смешивания для температуры «оболочки», а при ее повышении - его снижать. Аналогичные данные были получены и в наших исследованиях (рис. 19). При высокой температуре окружающей среды со снижением теплоизоляции поверхностных тканей до 0,1-0,05 кло (1 кло = 0,155 м<sup>2</sup>К/Вт) коэффициенты смешивания для температуры кожи уменьшались до 0,1 и ниже. При низких же температурах при повышении теплоизоляции поверхностных тканей до 0,4—0,5 кло они возрастали (до 0,4). В условиях теплового комфорта, когда теплоизоляция поверхностных тканей находилась в пределах 0,3-0,35 кло, коэффициенты смешивания для температуры «оболочки» составляли 0,20-0,25.

Величины коэффициентов смешивания зависят не только от микроклимата, но и от физического напряжения и многих других факторов. В литературе нет четких критериев, позволяющих определять указанные коэффициенты при изменении деятельности человека. Поэтому была предпринята попытка рассчитать эти коэффициенты по данным, характеризующим тепловой обмен.

**Коэффициенты смешивания для температуры тела («сердцевины») и температуры поверхности тела («оболочки»), по данным разных исследователей**

Температура среды, °С	Коэффициент для температуры		Источник
	«сердцевины»	«оболочки»	
В широком диапазоне 23—35	0,64	0,36	А.С.Буртон, 1935
Свыше 30	0,8	0,2	J.D.Hardy, E.F.Du Bois, 1938
Свыше 30	1,0	—	Э.Адольф, 1952
В широком диапазоне	0,7	0,3	А.Бартон, О.Эдхолм, 1957
Свыше 30	1,0	—	А.А.Дородничина, Е.Я.Шепелев, 1960
18—22	0,66	0,34	J.Colin, Y.Houdas, 1964
40—50	0,9	0,1	J.Colin et al., 1966
Ниже 23	0,5	0,5	П.В.Рамзаев, 1957
20	0,6	0,4	S.D.Livingstone, 1968
10—10	0,71	0,29	Р.Ф.Афанасьева, С.Г.Окунева, 1971

В результате исследований, проведенных в различных условиях микроклимата (в диапазоне температур окружающей среды от - 40 до +70 °С), выявлена высокая степень корреляции коэффициентов смешивания для кожной и ректальной температуры с теплоизоляцией тканей поверхности тела и внутренним градиентом температуры. На основании полученной корреляционной зависимости изменений коэффициентов смешивания от теплоизоляции поверхностных тканей и внутреннего градиента был составлен график (рис. 20).

В наших исследованиях установлено, что величина накопленного тепла, рассчитанная по коррелятивной зависимости между коэффициентами смешивания для температуры кожи и теплоизоляцией тканей, значительно ниже (в среднем на 26 %), чем определяемая по формуле А. Бартон и О. Эдхолма.

Причина несовпадения данных о предельном накоплении тепла в организме заключается еще и в том, что температуру тела измеряли в областях, не отражающих полностью теплового состояния «сердцевины». Известно, что под термином «температура тела» понимают температуру внутренней среды

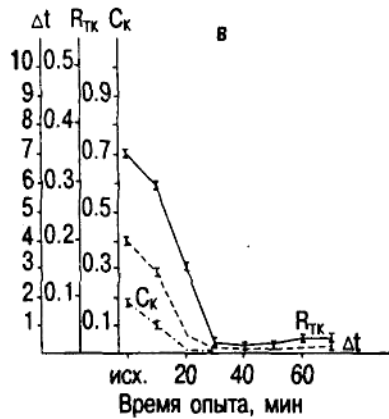
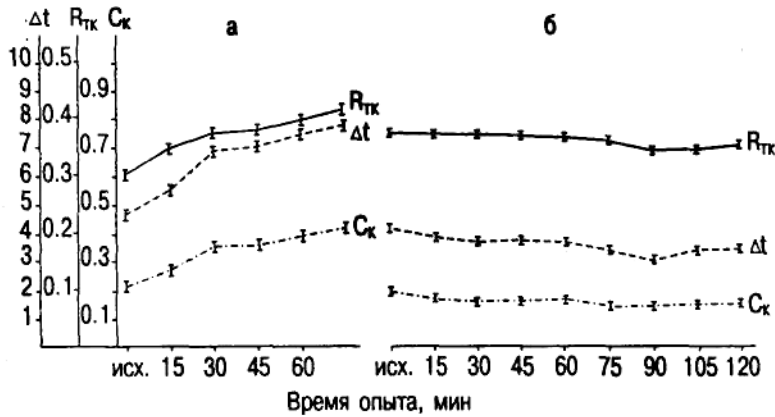


Рис. 19. Коэффициенты смешивания для температуры кожи ( $C_k$ ), внутренний градиент температур ( $\Delta t$ ) и теплоизоляция поверхностных тканей ( $R_{тк}$ ) в условиях охлаждения (а) (-40 °С), теплового комфорта (б) и перегревания (в) (+40 °С) организма человека [Ажаев А.Н., 1979].

организма и тканей различных органов, которая далеко не везде одинакова. По-видимому, для определения температуры «сердцевины» необходимо знать температуру во многих точках, как и при определении средневзвешенной температуры поверхности тела. Однако у живого организма без хирургического вмешательства подобное измерение провести невозможно и приходится измерять температуру тела только в доступных точках, а именно: в подмышечной впадине, под языком, в прямой кишке, ушном канале и полости желудка.

Известно, что температура слизистой оболочки желудка зависит от фазы пищеварения. Поэтому показания температуры в полости желудка значительно различаются по времени суток. По данным В.И. Кричагина (1966) и др., при высокой температуре окружающей среды температура тела, измеренная в подмышечной впадине, не отражает теплового состояния «сердцевины». В настоящее время исследователи в условиях

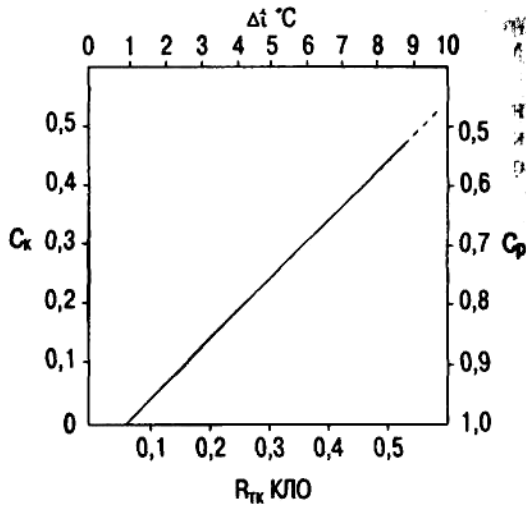


Рис. 20. Зависимость коэффициентов смешивания для ректальной температуры ( $C_p$ ) и температуры кожи ( $C_k$ ) от их градиента ( $\Delta t$ ) и теплоизоляции ( $R_{тк}$ ) поверхностных тканей тела [Логунов А.Д., Ажаев А.Н., Кошелева О.С., 1973].

высоких температур измеряют ее чаще всего под языком или в прямой кишке.

Известно, что предложенный Бартоном метод расчета средней температуры тела основан на измерении средневзвешенной температуры кожи и температуры в прямой кишке. Поэтому большинство исследователей измеряют ректальную температуру [Городинский С.М. и др., 1976; Афанасьева Р.Ф., 1977].

Установленные в наших исследованиях пределы накопления тепла в организме примерно совпадают с данными, приведенными А.А. Дородничиной и Е.Я. Шепелевым (1960), J.F.Hall, J. W.Polte (1960) и др.

Это, видимо, объясняется тем, что оральная температура для расчета теплосодержания организма была близка к уровню средней температуры тела.

Пределы накопления тепла в наших исследованиях устанавливали у обследуемых в состоянии относительного покоя и в условиях небольшой влажности воздуха. Известно, что физическая нагрузка и высокая влажность окружающего воздуха сказываются на переносимости высокой температуры. При физической работе в процесс теплоотдачи в большой степени вовлекаются дыхательные пути и быстрее включается физическая терморегуляция. С.М. Городинский, Г.В. Бавро и соавт. (1968) показали, что предел повышения температуры тела может быть выше при физической работе, чем в условиях покоя. Кроме того, они полагают, что чем интенсивнее физическая работа, тем выше степень переносимости накопленного тепла в организме. Высокая влажность воздуха снижает пере-

носимость перегревания организма [Смирнов А.А., Аксенов М.Д., 1960].

А.Г. Антоновым и соавт. (1998) проводилось прогнозирование длительности физической работы при воздействии высокой температуры путем создания математической модели в отягощающих условиях.

В наших исследованиях в отдельных экспериментах, когда обследуемые находились в условиях высокой температуры в паронепроницаемом костюме, предел переносимости наступал при накоплении тепла в организме  $230 \pm 7$  кДж/м<sup>2</sup> поверхности тела. В обычной одежде у тех же обследуемых он наблюдался при накоплении тепла  $327 \pm 11$  кДж/м<sup>2</sup> поверхности тела.

Предел переносимости высокой температуры окружающей среды, выраженный в величинах теплонакопления в организме, является основополагающим, однако он рассчитан теоретически, с учетом средней температуры тела, его массы и теплоемкости тканей.

Многие исследователи о предельном теплонакоплении в организме судят ориентировочно по температуре тела, артериальному давлению и частоте сердечных сокращений [Моисеев Н.Я., Разинкин СМ., 1997, и др.]. Большинство авторов приводят в качестве критерия предела переносимости температуру тела  $39-39,5$  °С и частоту сердечных сокращений 120-140 уд/мин в покое [Blockley W.V. et al., 1954; Webb P.W., 1961; Jampietro P.F., 1971], а при физической работе -  $40-40,5$  °С и 120-160 уд/мин соответственно [Jampietro P.F. et al., 1966; Liethaed C.S., 1961; Tiedt N., Gottschalk K., 1967; Wyndham C.H. et al., 1970; Walters J.D., Bell C.R., 1974]. При работе в помещениях с высокой температурой воздуха допустимы повышение температуры тела до  $38,5$  °С и потеря массы тела до 1 кг/ч [Givoni B., 1963]. Комитет экспертов ВОЗ рекомендует считать предельно допустимыми частоту сердечных сокращений 160 уд/мин и температуру тела  $38$  °С [Шахбазян Г.Х., 1968].

Кроме температуры тела и частоты сердечных сокращений, критериями переносимости служат самочувствие, а также внешний вид человека, отражающий глубокие объективные сдвиги в организме.

Были обследованы военнослужащие английского ВМФ с целью выявления симптомов надвигающегося теплового коллапса и теплового удара, т.е. в условиях, соответствующих предельному теплонакоплению. Исследования проводились в термокамере при  $83$  °С по сухому и при  $41$  °С по влажному термометру. Тепловые экспозиции в зависимости от поведенческих реакций, самочувствия, а также температуры под языком или в слуховом канале (выше  $39$  °С) и частоты сердечных сокращений (200 уд/мин и выше) варьировали от 2 до 80 мин).

**Субъективные признаки, предшествующие наступлению  
теплового коллапса [Walters J.D., Bell C.R., 1974],  
представлены ниже.**

<i>Жалобы</i>	<i>Частота наблюдений</i>
Усталость, слабость, изнурение	146
Головокружение	115
Отсутствие мотивации («не могу продолжать работу», «хватит»)	40
Тяжесть, боль в ногах	36
Болезненные ощущения в глазах, саднение в носу, во рту, в горле	29
Ощущение «шероховатости»	25
Головная боль	23
Боль и спазмы в желудке	13
Покалывание на коже конечностей	13
Неясное или sdвоенное видение, пятна перед глазами	5
Другие жалобы	7

Наряду с поведенческими реакциями предшественниками наступающего теплового коллапса, показателями предела переносимости жары являются характерные жалобы на плохое самочувствие.

По данным S.Sakurada, J.R.S.Hales (1998), эндотоксины гастроэнтерального происхождения при тепловом стрессе препятствуют развитию устойчивости к высокой температуре.

При тепловом ударе процент Т-хелперов, Т-инактивированных лимфоцитов существенно снижается. В то же время уровень Т-супрессоров, естественных киллеров значительно увеличивается [Hammami M.M., Buchania A., Shail E. et al., 1998].

Накопление тепла в организме и неблагоприятные субъективные ощущения ограничивают время пребывания человека в условиях высоких температур окружающей среды. При низкой влажности воздуха люди могут переносить достаточно высокую температуру окружающей среды, достигающую 70-120 °С и более (табл. 10).

Повышение влажности воздуха значительно снижает время переносимости высоких температур окружающей среды (табл. 11).

Когда высокая температура окружающей среды сочетается с высокой влажностью воздуха, то пот испаряется с трудом. Состояние человека может довольно быстро достигнуть кри-

**Предельное время переносимости высоких температур при низкой влажности воздуха, мин**

Условия	Температура воздуха, °С										
	50	60	70	75	80	90	100	110	115	120	200
В покое, при скорости движения воздуха 0,4—0,5 м/с [Дородничина А.А. и др., 1960]	250	128	66	45	—	—	—	—	—	—	—
В покое или при легкой работе при отсутствии движения воздуха [Evrad E., 1958]	—	—	70	—	55	40	—	—	20	—	5
На высоте 8000 м при дыхании кислородом, в покое [Дородничина А.А. и др., 1960]	—	—	131	—	91	65	54	47	—	42	—
В покое, при скорости движения воздуха [Ажаев А.И., 1982] 0,1—0,3 м/с	300— 350	120— 180	70— 100	—	40— 60	—	—	—	—	—	—

тического предела перегревания, особенно при 100 % относительной влажности. В жарком сухом воздухе человек может довольно длительно выполнять легкую физическую работу при температуре окружающей среды 35-40 °С, но если относительная влажность близка к 100 %, не выдерживает более 1-2 ч.

Напряженная физическая работа, связанная с большим теплообразованием в организме, при высокой температуре окружающей среды, сочетающейся со значительной влажностью и неподвижностью воздуха, ставит организм и его механизмы терморегуляции в трудные условия. При этом продолжительность работы значительно сокращается.

Таким образом, приспособление к высокой температуре человека, одетого в легкую одежду, при умственной работе или легкой физической работе возможно при температуре окружающей среды примерно 35 °С, относительной влажности 10-50 % и при 30 °С и относительной влажности 70-100 %. При выполнении физической работы или работы, связанной со значительным нервно-эмоциональным напряжением, температура воздуха должна быть ниже на 3-5 °С.

**Время пребывания человека в условиях высоких температур окружающей среды при скорости движения воздуха 0,1—0,2 м/с и влажности 15—20 и 70—75 % [Смирнов А.А., 1961], мин**

Относительная влажность воздуха, %	Степень воздействия	Температура воздуха, °С			
		40	50	60	70
15—20	Безопасное	240 и выше	30	20	10
	Допустимое	То же	60	40	20
	Максимально допустимое	» »	90	60	35
70—75	Безопасное	120	15	10	5
	Допустимое	180	30	15	10
	Максимально допустимое	240	60	30	20

Лимитирующими показателями для разных уровней температур являются дискомфортное теплоощущение, ограничение возможности выполнения физической и умственной работы, опасность развития теплового удара, болевые ощущения, необходимость применения защитной одежды в условиях высоких температур.

Основным показателем предела переносимости служит теплонакопление в организме, которое рассчитывают по-разному. Это объясняется неодинаковым подходом авторов к определению средней температуры тела.

Имеется целый комплекс субъективных признаков, предшествующих наступлению теплового коллапса, из которых главными являются усталость, изнурение, головокружение, отсутствие мотивации к операторской деятельности.



---

## ЗАБОЛЕВАНИЯ, ВЫЗЫВАЕМЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

При плавании в низких широтах в условиях постоянно высоких температур наружного воздуха и неблагоприятного микроклимата во внутренних помещениях судов и кораблей закономерно повышается заболеваемость моряков [Алфимов И.Н. и др., 1973].

Установлено, что минимум общей заболеваемости на английских надводных кораблях, не оборудованных системами кондиционирования воздуха, приходится на периоды, когда полуденная температура составляет 6-13 °С (3 % личного состава). При 27 °С она возрастает до 4,5 %, а при 40 °С - до 8,7 % [Ellis F.R., 1960].

В период второй мировой войны на английских кораблях, действовавших в низких широтах, общая заболеваемость была вдвое больше, чем в умеренных широтах. Она составляла на миноносцах 30 больших, а на крейсерах 40 больших на 100 человек экипажа в месяц (соответственно 3500 и 4800 % в год). При этом в течение месяца госпитализировали 3-6 человек на 100 человек экипажа, или 360-720 % в год [Ellis F.P., 1947; Collins C.P., 1955].

При проведении профилактических мероприятий, направленных на снижение общей заболеваемости на кораблях в тропиках, важно знать не только количественную, но и качественную характеристику заболеваемости в этих климатических условиях. Структура общей заболеваемости в низких широтах, с одной стороны, определяется появлением специфической группы болезней - тепловых поражений, а с другой - увеличением числа случаев заболеваний, распространенных во всех климатических зонах (болезни кожи различной этиологии, психические расстройства, травмы и др.).

**Тепловые поражения.** К группе тепловых поражений, согласно «Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем» (МКБ X, 1995), относятся тепловой и солнечный удар (№ Т67.0), тепловой обморок (№ Т67.1), тепловая судорога (№ Т67.2), тепловое истощение, обезвоживание (Т67.3), тепловое истощение вследствие уменьшения содержания солей в организме (№ Т67.4), тепловое утомление переходящее (№ Т67.6) и тепловой отек (№ Т67.7).

Число случаев тепловых поражений на кораблях и в частях ВМФ при переходе в тропики неизменно возрастает. Так, в период второй мировой войны первичная обращаемость среди личного состава английских кораблей по поводу заболеваний, связанных с жарой, составила 0,42 на 100 человек в месяц (50 % в год). Причем регистрировались далеко не все тепло-вые поражения. Большинство тепловых заболеваний наблюда-лось у лиц, работавших в машинно-котельных отделениях ко-раблей [Ellis F.P., 1948].

Одним из наиболее трагических эпизодов второй мировой войны, связанных с массовыми тепловыми поражениями, является высадка английского десанта в Персидском заливе в 1941 г. С мая по сентябрь в этом районе погибли от тепловых поражений 2364 военнослужащих, причем 65 % умерли на ко-рабле или вскоре после высадки на берег [Дру I., 1954].

Тепловые поражения в мирное время в 1959-1962 гг. на военно-морском флоте США составляли 140-160 % в год, т.е. были примерно втрое выше, чем в военное время на англий-ском флоте. Причем на надводных кораблях количество тепло-вых поражений варьировало от 155 до 226 % в год, а в мор-ской пехоте их было значительно больше: 296-577 ‰ в год. В отдельные годы, например в 1960 г., тепловых поражений среди личного состава морской пехоты было вчетверо больше, чем на кораблях.

Возникновение тепловых поражений у личного состава флота связывали с недостаточной акклиматизацией людей. В английских сухопутных войсках в Индии и Бирме в 1942-1944 гг. было госпитализировано 30 тыс. человек с тепловыми поражениями, что, безусловно, сказывалось на ведении бое-вых операций [Singer R.C., 1963].

В мирное время в индийских войсках среди акклиматизи-рованных к жаре людей за 2 года наблюдался 131 случай теп-ловых поражений (тепловые удары, судороги, истощение I и II типов), из которых 8 закончились летально [Malhotra M.C., Venkatasvamg Y., 1974].

Все это требует как в мирное, так и в военное время по-вседневной профилактики, своевременного обнаружения и лечения тепловых поражений. Распространенность отдельных форм тепловых поражений целесообразно рассмотреть в соот-ветствии с «Международной статистической классификацией болезней и проблем, связанных со здоровьем».

**Тепловой и солнечный удар (№ Т67.0)** возникает вследствие острой недостаточности терморегуляции [Delahaye R.P., 1964]. Эта форма теплового поражения опасна большим количеством летальных исходов. Чаще всего тепловые удары развиваются у здоровых молодых людей при напряженной мышечной работе в условиях интенсивной тепловой радиации.

В период военных действий против Японии на английских

кораблях было зарегистрировано 575 тепловых ударов. Большинство пострадавших - матросы, несшие вахту в машинно-котельном отделении.

В сухопутных войсках эта форма теплового поражения встречается довольно часто. Так, в английских войсках на бирманско-индийском фронте в 1942-1943 гг. потери от тепловых ударов составили 1-20 на 100 человек в год, или 10-200 % в год [Singer R.S., 1963]. Примерно 20 смертных случаев от тепловых ударов наблюдалось в учебных центрах США в период второй мировой войны [Minard D., 1967].

В мирное время в связи с более благоприятными условиями размещения, труда и быта личного состава число тепловых ударов среди военного контингента заметно снизилось [Cook E., 1955; Ellis F.P., 1958]. В течение 1954 г. в 9 военных лагерях США было зарегистрировано всего 20 случаев тепловых поражений [Cook E., 1955]. Однако, по более поздним данным, в мирное время тепловые удары среди личного состава вооруженных сил составили 5,7 - 24 % [Beller G.A., Boyd A.E., 1975; Malhotra M.C., Venkataswamy Y., 1974]. Во время тепловых «волн» их количество достигает 274 % в год из общего количества тепловых поражений 4791 % в год [Beller G.A., Boyd A.E., 1975].

Из предрасполагающих к тепловому удару факторов следует отметить недостаточную акклиматизацию, острые и хронические заболевания, в частности, связанные с недостаточностью потоотделения, поражением кожных покровов, лихорадочные состояния, реакции иммунизации, употребление алкоголя, бессонница, дегидратация. Летальность от тепловых ударов составляет 17-70 % [O'Donnel T.F., Clowes G.H.A., 1972].

**Тепловое истощение.** В соответствии с «Международной классификацией» различают 2 типа теплового истощения: вследствие уменьшения содержания солей в организме - тип I по Ladell (№ T64.4) и вследствие обезвоживания - тип II по Ladell (№ T64.3). Истощения I типа возникают в самые жаркие периоды тропического лета. Они обусловлены значительными потерями солей при обильном потении. Особенностью этой формы является снижение, а иногда полное исчезновение натрия и хлоридов в моче, повышение мочевины крови [Muldowney F.P., Duffy G.T., 1963].

E.F.Hirsch и соавт. (1970) наблюдали 13 случаев теплового истощения, сопровождающихся изотонической дегидратацией организма среди личного состава морской пехоты США на передовых позициях во Вьетнаме в течение летних месяцев 1969 г.

В английских войсках в Индии за лето 1942 г. было зарегистрировано 1660 случаев теплового истощения в связи с повышенной потерей людьми жидкостей и солей. Из общего числа поражений 40 окончились летально [Ellis F.P., 1948]. Патогенетическая сущность теплового истощения II типа, или термогенного ангидроза, заключается в перенапряжении механиз-

ма терморегуляции и срыве функции потоотделения, вследствие чего развивается перегревание организма. Для данного заболевания характерны выраженные нарушения гемодинамики, астенический синдром, в связи с чем эту болезнь называют еще и «тропической ангидрозной астенией» [Delahaye R.P., 1964; Leithaed C.S., 1964].

G.O. Home, R.H. Mole (1950) описали случаи ангидротического теплового истощения. На кораблях английского военно-морского флота во время второй мировой войны не наблюдалось случаев теплового истощения. F.P.Ellis (1958) объясняет это недостатком наблюдательности у врачей.

**Тепловой отек (№ Т64.7).** C.S.Laithaed (1964) относит это заболевание к тепловым поражениям, связанным с умеренно выраженным, но длительным нарушением водно-солевого обмена. По данным R.W. B.Scutt (1957), во время плавания на крейсере «Шефилд» в Средиземном море было выявлено много случаев теплового отека голеней и стоп в первые 7-10 дней плавания в тропиках.

F.P. Ellis (1958) считает, что среди личного состава кораблей, плававших в тропической зоне океана, ноги отекают в результате воздействия высокой температуры.

У личного состава английской морской пехоты в Адене опухание лодыжек было одной из самых частых реакций на перемену климата [Hurries J.T., 1964].

На кораблях, не оборудованных системами кондиционирования воздуха, в низких широтах тепловые отеки голеней и стоп отмечались у 10-25 % личного состава [Солодков А.С. и др., 1977].

**Тепловой обморок - коллапс, синкопа (№ Т64.1).** Одни авторы считают тепловой коллапс самостоятельной нозологической единицей [Ellis F.P., 1958; Leithaed C.S., 1964], другие называют его ранним симптомом теплового истощения [Se-wart J.H., 1960].

Тепловой коллапс чаще всего наблюдается у молодых людей, довольно хорошо адаптированных к жаркому климату. Его возникновение связывают с нарушением координации функции сердечно-сосудистой системы вегетативными отделами нервной системы вследствие интенсивного мышечного напряжения при высокой температуре окружающей среды. Из 122 случаев тепловых поражений, наблюдавшихся R.P. Delahaye (1964) в северной Сахаре, 40 приходилось на тепловую синкопу, что свидетельствует о довольно большой распространенности этого поражения в низких широтах.

**Тепловые судороги (№ Т64.2)** чаще всего наблюдаются при тяжелой мышечной работе, усиленном потоотделении, сопровождающемся питьем неподсоленной воды [Delahaye R.P., 1964; Leithaed C.S., 1964].

С патогенетической точки зрения, это поражение представ-

ляет собой внеклеточную дегидратацию с внутриклеточной гипергидратацией (водная интоксикация). По данным P.F. Jampietro (1963), тепловые судороги в жаркой атмосфере вызываются быстрым сдвигом в кислотно-щелочном равновесии в сторону алкалоза, приводящего к мышечным спазмам.

**Тепловое утомление проходящее (№ Т64.6).** Если тепловое истощение в основном связано с нарушением терморегуляции, водно-солевого обмена и функции сердечно-сосудистой системы, то в основе астенической реакции лежит нервно-психическое истощение в условиях жаркого климата.

У матросов, несколько месяцев живущих в помещениях корабля с неблагоприятным микроклиматом, «невротическая реакция на жару» проявлялась в медлительности при работе, раздражительности при общении с товарищами, быстрой утомляемости, понижении внимательности, бдительности, памяти [Ellis F.P., 1958].

**Тепловая прострация (№ Т64.4)** - это одно из наиболее распространенных тепловых заболеваний, поражавших личный состав ВМФ и морской пехоты США и Англии на континентальных и островных военно-морских базах [Hurries J.T., 1964; Minard D., 1967].

**Нервно-психические заболевания.** Анализируя поступление в госпитали больных с английских кораблей, базировавшихся в Индии, С.Р. Collins (1955) нашел, что 7 % поступивших име ли нервно-психические заболевания. Причем в 40 % случаев жара явилась провоцирующим фактором. Эти заболевания были зарегистрированы среди личного состава английского флота, дислоцирующегося в Адене и Сингапуре [Hurries J.T., 1964; Marjot D.H., Warnants L.J.F., 1967]. Среди личного состава английской морской пехоты в Адене психические заболевания встречались несколько реже, чем на кораблях, составляя 2 % от общей заболеваемости [Hurries J.T., 1964].

На польских судах, плавающих в различных климатических зонах, хронические болезни нервной системы были выявлены у 9,7 % общего числа обследованных (300 человек), а психические - у 1,33 % [Ejsmont W., Went A., 1966]. Вероятно, более высокая нервно-психическая заболеваемость у этого контингента связана с возрастным фактором.

Показатель нервно-психической заболеваемости на кораблях в тропиках составил 6,4 % в год [Ellis F.P., 1968].

Возрастание астенических реакций и нервно-психических заболеваний в тропиках объясняется не только воздействием теплового фактора, но и увеличением стрессовых ситуаций и психического дискомфорта в непривычных условиях несения службы [Collins С.Р., 1955]. Некоторые авторы указывают на одиночество в этих условиях как на одну из причин развития этих состояний [Leithaed С.S., 1964].

**Кожная заболеваемость.** Общая заболеваемость на кораблях,

плавающих в низких широтах, возрастает в значительной степени за счет кожных болезней [Шипунов В.В., 1970]. По данным R.W.B. Scutt (1957), кожная заболеваемость в жаркий период года в 8-месячном плавании в Средиземном море составляла от 30 до 60 % от всех болезней.

На боевых кораблях Англии в тропиках в 1944-1945 гг. первичная обращаемость по поводу заболеваний кожи составила 9,02-9,68 на 100 человек экипажа в месяц, в мирное время она значительно снизилась и в 1953-1963 гг. была равна 1,35-2,25 на 100 человек экипажа [Ellis F.P., 1968].

Выявлена зависимость распространенности кожных заболеваний от температуры наружного воздуха. Так, при средней полуденной температуре 4,4-21,1 °С было зарегистрировано 0,5-1,2 % больных с кожными заболеваниями от всего экипажа, при 27 °С их число возрастало, а при 37 °С на верхней палубе оно достигало примерно 4 % [Ellis F.P., 1960]. Рассматривая отдельные формы кожных заболеваний, в первую очередь следует назвать специфические тепловые поражения кожи и потовых желез: тепловой (тропический) лишай и солнечный дерматит, потница [Burbridge D.H., 1959].

К другим кожным поражениям, характерным для жаркого климата, следует отнести потовую сыпь (sweat rashes), тропические акне, тропический пемфигус, экзематозные поражения, воспаление кожи кистей и стоп (cheiropompholyx), эпидермофитию, наружные отиты и чесотку [Scutt R.W.B., 1957; Hurries L.T., 1964].

Наиболее распространена в тропиках потница [Смирнов В.С., 1994; Sewart J.H., 1960; Singer R.C., 1963], которая на надводных кораблях английского флота поражала от 2 до 90 % личного состава: на крейсерах 2 %, на малых кораблях до 90 %. Меньшее количество больных с потницей на крейсерах объясняется лучшим снабжением больших кораблей пресной водой на санитарно-бытовые нужды и более благоприятным микроклиматом [Ellis F.P., 1958].

По данным J.C. English, Fano-Schultz (1994), в условиях тропического климата у военнослужащих уровень кожной заболеваемости не увеличивается, а изменяется только ее структура. Наиболее часто встречаются дерматомикозы (22,3 %), укусы насекомых и членистоногих (16,8 %), потертости (10,6 %), аллергические дерматиты (9,6 %).

Количество пиодермитов на английских кораблях в тропиках варьирует в пределах 7,8-30 первичных обращений в месяц на 1000 человек экипажа, или 93,6-360 ‰ в год [Ellis F.P., 1968].

Заболеваемость наружными и средними отитами на надводных кораблях в низких широтах значительно возрастает. В 1944-1945 гг. на английских кораблях в тропиках наружные отиты составляли 1,93-2,05 на 100 человек в месяц [Ellis F.P., 1958].

Среди личного состава морской пехоты в тропиках на долю наружных отитов приходилось 13 % общей заболеваемости, или 59 % ЛОР-болезней [Hurries J.T., 1964], а на долю средних отитов - 5 % от общего числа ЛОР-болезней. Причем большинство отитов были повторными, и их обострение, как правило, было обусловлено морскими купаниями [Burbridge D.H., 1959].

**Травмы.** Повышение температуры наружного воздуха приводит к росту травматизма на 23 % вследствие появления усталости и невнимательности у людей [Provins K.A., 1958]. На английских надводных кораблях выявлена тенденция к возрастанию травм по мере повышения полуденной температуры на верхней палубе. Мелкие травмы среди экипажей 77 кораблей в тропиках составляли 3,57-4,20 на 100 человек в месяц (428,4-504 % в год) против 2,09-2,11 (250,8-253,2 % в год) на за-падных базах флота [Ellis F.P., 1960]. Аналогичные данные о двукратном увеличении травм среди личного состава ВМФ в Индии по сравнению с Англией приводит С.Р.Соллис (1955): в первом случае на 1000 человек приходилось 300 травм, во втором - 145.

Таким образом, рост травматизма в низких широтах является одной из причин возрастания общей заболеваемости.

**Прочие заболевания, связанные с термическим воздействием.** Из других болезней, имевших тенденцию к увеличению в низких широтах, следует назвать почечнокаменную (№ 592.0). Оказалось, что на английском флоте количество случаев значительно выше на военноморских базах, расположенных в низких широтах, чем в умеренных. Так, на базах в районе Средиземного моря почечнокаменная болезнь зарегистрирована в 2 раза чаще, а на базах Среднего и Дальнего Востока - в 3 раза чаще, чем в Англии. Причем чаще всего болели люди, работающие при высокой температуре: эти заболевания встречались в 1,5 раза чаще у машинистов, чем у лиц других профессий [Blacklock N.J., 1965].

D.Bainton и соавт. (1977) выявили прямую зависимость смертности от ишемической болезни сердца (ИБС) при повышении температуры воздуха у лиц старше 45 лет.

Вопреки ожиданию, число случаев острых респираторных заболеваний, как правило, выше в условиях жаркого климата, чем умеренного. Так, в автономном плавании английских и французских кораблей острые респираторные заболевания составляли 11,7-56,2 % в месяц или 1404-7744 ‰ в год [Ellis F.P., 1968].

Многие исследователи считают, что рабочие горячих цехов металлургической промышленности часто подвержены заболеваниям простудного характера: катар верхних дыхательных путей, грипп, ангина, невралгия, бронхит, синусит, воспалительные легких [Карнаух Н.Г., 1980]. По данным Н.Г.Карнауха и

соавт. (1975), уровень общей заболеваемости на 20,6 % выше у рабочих горячих цехов, чем холодных. В структуре заболеваемости рабочих угольной и металлургической промышленности первое место занимают грипп, катар верхних дыхательных путей (50 %), радикулит (10 %) [Толмач Д.В. и др., 1975], которые возникают вследствие воздействия на рабочего перепада температуры.

В литературе описана связь общей заболеваемости и тепловых поражений в низких широтах с высокой температурой окружающей среды. Исследователи указывают на зависимость частоты тепловых ударов, обмороков и судорог от интенсивности мышечной работы, частоты потницы - от водоснабжения, а нервно-психических заболеваний - от возраста. Для уточнения зависимости заболеваемости от климатических условий мы в течение 7 лет на организованных контингентах численностью от 120 до 300 человек, перемещавшихся из высоких широт в низкие, изучали уровень среднемесячных температур воздуха (от -12 до +32 °С) и первичную обращаемость людей. В результате было установлено, что минимальная заболеваемость приходится на +13 °С, при отрицательных температурах она возрастает в 1,6 раза, а при положительных - в 3,3 раза. При исследовании связи между общей заболеваемостью и среднемесячной температурой воздуха было выявлено наличие тесной корреляционной связи (коэффициент корреляции 0,84;  $p < 0,001$ ).

Заболеваемость среди рабочих после переезда в низкие широты при размещении в помещениях, не оборудованных установками для кондиционирования воздуха, возрастает в 1,7-3,8 раза, а оборудованных кондиционерами - в 1,4 раза.

Учитывая возможное влияние воды на санитарно-бытовые нужды на заболеваемость людей (заболевания кожи и подкожной клетчатки, почечнокаменная болезнь) проведено корреляционное исследование зависимости первичной обращаемости от суточного расхода воды (от 21 до 117 л/чел-сут). Между ними выявлена значительная обратная связь (коэффициент корреляции 0,84;  $p < 0,001$ ), т.е. чем меньше расход воды на санитарно-бытовые нужды, тем выше общая заболеваемость. Рост общей заболеваемости, особенно за счет кожных болезней, начинается при снижении расхода воды до 50-60 л/чел-сут.

В связи с неравномерным снабжением обследуемых контингентов свежими овощами, картофелем и фруктами, являющихся источниками витамина С, изучена зависимость заболеваемости от среднесуточной величины их потребления. Выявлена также обратная зависимость (коэффициент корреляции 0,80;  $p < 0,001$ ), т.е. при уменьшении потребления свежих овощей заболеваемость возрастала.

На основании регрессионного анализа получена модель зависимости общей заболеваемости ( $p$  - кратность увеличения



заболеваемости) от уровня среднемесячной температуры воздуха ( $t$ ), среднесуточного потребления воды на санитарно-бытовые нужды ( $W$ , л/чел-сут), а также среднесуточного потребления овощей, картофеля и фруктов ( $V$ , г/чел-сут):

$$p = 0,0012t^2 - 0,0033W - 0,0032V + 2,2344.$$

Таким образом, общая заболеваемость в низких широтах растет по мере повышения суточной температуры, уменьшения расхода воды на санитарно-бытовые нужды и снижения количества овощей, картофеля и фруктов, употребляемых в пищу.

## **ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ПЕРЕМЕЩЕНИЮ СПЕЦИАЛИСТОВ В РАЙОНЫ С ЖАРКИМ КЛИМАТОМ**

На протяжении 5 летних месяцев (май-сентябрь) терморегуляторный аппарат человека в районах с жарким климатом испытывает постоянное напряжение. При этом температурный гомеостаз поддерживается в основном за счет усиления деятельности водно-солевого обмена, особенно потовых желез, обеспечивающих выделение и испарение пота. В терморегуляции участвуют сердечно-сосудистая, дыхательная система и железы внутренней секреции. Высокая температура окружающей среды вызывает изменения в деятельности желудочно-кишечного тракта, печени, поджелудочной железы и других органов. Естественно, что функциональные и патологические отклонения в деятельности этих систем и органов способны повлиять на состояние организма в целом при гипертермии, затруднить процесс акклиматизации к жаркому климату.

Даже у лиц без каких-либо нарушений в состоянии здоровья после перемещения в район с жарким климатом в весенне-летний сезон года нередко возникают функциональные расстройства желудочно-кишечного тракта и острые простудные заболевания. Функциональные нарушения желудочно-кишечного тракта, очевидно, обусловлены угнетением секреторной и моторной функции желудка и кишечника в условиях высоких температур, а также употреблением большого количества воды, содержащей повышенную концентрацию солей магния [Кассирский И.А., 1935]. Простудные заболевания, очевидно, связаны с употреблением охлажденной воды и напитков, принятием холодного душа, а также снижением иммунобиологической реактивности организма при перепадах температуры [Лихачева Н.П., 1981, и др.].

В то же время высокая температура способна усугубить заболевания при переезде в район с жарким климатом. Например, установлено, что люди с ожирением, нейроциркуляторной дистонией и тиреотоксикозом менее устойчивы к действию

высокой температуры и дольше акклиматизируются к жаркому климату.

Известно, что при высокой температуре окружающей среды тяжелее протекают язвенная болезнь, гастрит, чаще обостряются холецистит и холангиогепатит, заболевания поджелудочной железы [Толмач Д.В. и др., 1975].

Данные А.Ш. Аманакоевой (1986) свидетельствуют о том, что летом в условиях жаркого климата водно-солевой обмен изменяется больше у больных сахарным диабетом, чем у здоровых.

Летом в Туркмении при диэнцефальной патологии в гидро-электролитном обмене возникают полиурия, полидипсия, в крови снижается натрий и меняется калий-кальциевый коэффициент. У таких больных нарушается реакция на водную нагрузку в сторону повышения и понижения минутного диуреза. Ю.В. Чернявская и соавт. (1975) объясняют это повышенной выработкой или задержкой антидиуретического гормона.

Установлено, что выраженность изменений процессов фильтрации, реабсорбции, содержания креатинина в плазме крови в жаркий период года находится в обратной зависимости от степени функциональной сохранности почек [Кувшинова Э.И. и др., 1981].

Э.С. Белова, В.А. Ходжиматов (1981) в опытах на крысах изучали распределение воды и минеральных веществ в ткани печени, кишечника, почек, мозга и скелетных, мышц с изолированной минералокортикоидной недостаточностью в условиях высоких температур. Авторы обнаружили пониженное содержание натрия и значительный прирост калия в тканях, снижение соотношения натрий/калий, что объясняли недостаточностью альдостерона, вызывающей нарушение баланса электролитов.

Особенно много внимания уделено функциональному состоянию сердечно-сосудистой системы специалистов в районах с жарким климатом.

По данным Н.П. Баринова (1976), течение гипертонической болезни значительно утяжеляется во влажном тропическом климате. Автор указал на развитие острых цереброваскулярных расстройств у европейцев в районах с влажным климатом Африки. По мнению Н.П. Баринова, гипертоническая болезнь служит противопоказанием для отъезда специалистов в тропические страны.

Многие исследователи отмечают, что лица, у которых имеется гипер- или гиподисфункция щитовидной железы, плохо переносят жаркий климат [Латыш В.Н., 1959, и др.]. Очевидно, в связи с этим необходимо более тщательно обследовать состояние функции щитовидной железы у специалистов, убывающих для работы в районы с жарким климатом. Диффузный токсический зоб, или тиреотоксикоз, сопровождается усиле-

нием потоотделительной функции организма. После операции у всех больных нормализуется потоотделение [Бабажданова Э.Г., 1966]. Диффузность и симметричность потоотделения у всех больных тиреотоксикозом, а также другие вегетативно-эндокринные нарушения позволяют предположить, что нарушения потоотделительной функции при тиреотоксикозе обусловлены изменением ее гипоталамических механизмов.

Таким образом, к медицинским противопоказаниям для перемещения специалистов в районы с жарким климатом относятся заболевания сердечно-сосудистой системы (гипертоническая болезнь, ИБС), желудочно-кишечного тракта (гастриты, колиты, язвенная болезнь), болезни печени (хронические гепатиты), гипертиреоз, недостаточная функция надпочечников, хронические заболевания кожи и подкожной клетчатки, нарушающие эффективное потоотделение; хронические средние отиты, хронические конъюнктивиты, почечнокаменная болезнь.

### **ОТБОР СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ РАБОТЫ В РАЙОНАХ С ЖАРКИМ КЛИМАТОМ И ПРОГНОЗ УСТОЙЧИВОСТИ К ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

В связи с возможностью функциональных и патологических нарушений в деятельности различных систем и органов у лиц, работающих в условиях высоких температур, возникает необходимость усиленного медицинского контроля и отбора специалистов, готовящихся к переезду в районы с жарким климатом. Вопросы медицинского отбора лиц, устойчивых к воздействию высоких температур, освещены применительно к горноспасателям [Решетюк Л.А. и др., 1971], космонавтам [Ажаев А.Н. и др., 1968], летчикам [Ажаев А.Н. и др., 1985] и т.д.

Во всех этих случаях врач имел дело с практически здоровым человеком, чаще молодого возраста. В связи с этим для отбора могли применяться тесты, связанные с воздействием высокой температуры и интенсивной физической нагрузки. Так, Л.А.Решетюк и соавт. (1971) испытания проводили при температуре воздуха  $35 \pm 1$  °С, влажности  $95 \pm 5$  %, скорости движения воздуха 1,5 м/с в условиях физической работы (подъем груза весом 10 кг на высоту 0,4 м в ритме 20 раз в 1 мин). А.Н.Ажаев и соавт. (1968) тепловую устойчивость оценивали при температуре воздуха и стен 60 °С, влажности 20 %, скорости движения воздуха 0,2-0,3 м/с в состоянии относительного покоя до повышения ректальной температуры на 1,5 °С. Для оценки переносимости высокой температуры авторы использовали показатели гемодинамики (минутный и систолический объем крови, мощность сокращения левого желудочка), ЭКГ,

векторкардиографию, некоторые биохимические показатели крови и мочи (хлориды, фосфаты, титрационная кислотность мочи). В.А. Максимович и соавт. (1977) тепловую устойчивость горнорабочих определяли при воздействии температуры 40 °С и влажности 85 % при выполнении степ-теста на вертикальном эргометре. По данным О.С. Горецкого (1980), для оценки тепловой устойчивости человека информативными показателями являются терморезистентность эритроцитов, вегетативный индекс Кердо, отношение фактического периферического сопротивления кровообращения к должному, содержание креатинина в моче, отношение фактической жизненной емкости легких к должной, а также сердечный индекс. В.С. Кошечев, Е.И. Кузнец (1986) исследования проводили при температуре воздуха и стен 50 °С, влажности 25 % в покое или при выполнении физической работы интенсивностью 224-278,5 Вт. Авторы оценивали сдвиги физиологических показателей при повышении ректальной температуры на 1 °С от исходного уровня, что делало эту пробу сравнительно безопасной (табл. 12).

Таблица 12

**Сдвиги физиологических показателей при повышении ректальной температуры на 1 °С [Кузнец Е.И., Зиночкин В.А., 1980]**

Физиологический показатель	Степень тепловой устойчивости		
	высокая	средняя	низкая
ЧСС, уд/мин	+52,2 (48,4–56,0)	+70,3(66,0–74,6)	+87,7(83,5–91,9)
АД <sub>кон</sub> , мм рт.ст.	+4,0(0,2–7,8)	+20,4(15,2–25,6)	+16,6(13,5–19,5)
АД <sup>*</sup> <sub>мин</sub> , мм рт.ст.	-12,2(8,0–16,4)	-16,6(14,3–18,9)	-20,8(17,7–23,9)
АД <sub>пуль</sub> , мм рт.ст.	+15,6(11,5–19,7)	+26,7(24,0–29,4)	+23,9(21,7–26,1)
I <sup>**</sup> <sub>дикр</sub> РЭГ, отн %	-48,4(43,9–52,9)	-65,2(62,9–67,5)	-86,5(83,3–89,7)
I <sup>***</sup> <sub>дикр</sub> РЭТ, отн%	-37,7(31,4–44,0)	-69,5(64,2–74,8)	-104,6(101,7–107,5)
«Прирост» СВТ, °С	+5,6(5,4–5,8)	+6,8(6,6–7,0)	+7,0(6,8–7,2)

\* АД минимальное, \*\* Дикротический индекс РЭГ, \*\*\* Дикротический индекс РЭТ.

По переносимости высокой температуры Е.И. Кузнец и соавт. (1977) выделили 3 группы лиц: лица I группы хорошо переносят тепло, могут находиться длительное время при высокой температуре. При этом высокая теплоустойчивость дос-

тигалась не только за счет сдерживания теплопродукции, но и высокой эффективности физической терморегуляции. У лиц II группы основную роль в борьбе с перегреванием выполняет система физической терморегуляции. У лиц III группы наблюдались рост теплопродукции и недостаточная эффективность потоотделения.

С практической точки зрения, для отъезжающих в район с жарким климатом вышеприведенные методы оценки термоустойчивости могут применяться только для ограниченного контингента лиц, работающих в условиях высоких температур. Для широкого круга специалистов они менее пригодны из-за необходимости использования термокамеры и специальной регистрирующей аппаратуры.

По нашему мнению, для прогнозирования устойчивости специалистов к высокой температуре в районах с жарким климатом нужна углубленная оценка физиологических систем с помощью функциональных нагрузочных проб. При этом следует обращать особое внимание на функциональное состояние желудочно-кишечного тракта, эндокринных желез и почек.

## АККЛИМАТИЗАЦИЯ К УСЛОВИЯМ ЖАРКОГО КЛИМАТА

Акклиматизация, т.е. приспособление человека к жизни в новых непривычных климатических условиях, является одной из форм адаптации. Широкое использование обоих терминов требует их внимательного рассмотрения.

Понятие «адаптация» широко дискутировалось в связи с недостаточной теоретической разработанностью основных проблем биологии и медицины, а также с объективной сложностью самого явления адаптации [Георгиевский А.В., Петленко В.П. и др., 1975].

Адаптация - это особая система обмена веществом, энергией, информацией, движением, отношениями и связями данной формы живого, зависящая от ее местоположения в системе конкретного биогеоценоза, от его состояния и характера [Анохин П.К., 1975].

В медицинской практике под адаптацией обычно подразумевают ту форму приспособления, которая создается в необычных условиях существования организма. Адаптацию определяют процессы и реакции, обеспечивающие гомеостаз, которые могут быть направлены на поддержание известных уровней стационарного состояния, координацию комплексных процессов для устранения или ограничения действия вредных факторов, на выработку или сохранение оптимальных форм взаимодействия организма и среды в изменившихся условиях его существования [Горизонтов П.Д., 1981].

По мнению И. Машека (1966), Э.С. Маркаряна (1971), А.П. Авцина (1976), адаптацию необходимо понимать в широком и узком смысле. С одной стороны, ее надо рассматривать как биологическую приспособляемость, а с другой — приспособляемость к стрессу и травмирующим факторам. Понятие «адаптация» в широком смысле слова основывается на историческом (эволюционном) принципе, учитывающем сам генезис явления адаптации, а в узком смысле оно отражает лишь онтогенетический аспект [Георгиевский А.В., Петленко В.П. и др., 1975]. Естественно, применение одного и того же термина к двум качественно различным явлениям затрудняет одинаковое понимание многих аспектов рассматриваемой проблемы.

Адаптация как процесс жизнедеятельности биологической системы может рассматриваться с общепhilosophических, методоло-

гических позиций, может обсуждаться с точки зрения конкретной области науки (гигиены, физиологии и др.). В последнем случае большее внимание уделяется не на «методологию вообще», а на «методологию моего дела» [Анохин П.К., 1975].

В.П. Казначеев дает ряд определений адаптации, используя термодинамические, кибернетические, биологические и физиологические критерии. В физиологических критериях адаптации (приспособление) - это процесс поддержания функционального состояния гомеостатических систем организма в целом, обеспечивающий его сохранение, развитие, работоспособность, максимальную продолжительность жизни в адекватных и неадекватных условиях среды [Казначеев В.П., 1973].

Приспособление к жизни в новых природно-климатических условиях, являясь частным случаем адаптации, определяется как акклиматизация [Воронин Н.М., 1970].

В 50-60-е годы для определения приспособления к климату применяли исключительно термин «акклиматизация» [Данишевский Г.М., 1956; Соломко П.А., 1959; Арнольди И.А., 1962, и др.]. Более того, он служил для характеристики приспособления к искусственным условиям, скажем, к изменению состава газовой среды, а в качестве критерия акклиматизации использовали даже сохранение функции размножения или возможность сохранения жизни [Барбашова З.И., 1960].

Советские ученые часто пользовались термином «адаптация» по отношению к приспособлению ко всем факторам среды, в том числе и климату [Казначеев В.П., 1973; Султанов Ф.Ф. и др., 1976; Майстрах Е.В., 1981; Солодков А.С., 1981; Медведев В.И., 1988], а иностранные, как и прежде, термином «акклиматизация» [Lind A.R., 1963; Harrison M.N., 1976; Ellis F.P., 1977].

По мнению А.П. Авцина (1974), понятие «адаптация к широкому кругу факторов» и отказ от выделения специфического и традиционного понятия «акклиматизация» необоснованно: «Выделение акклиматизации среди адаптационных реакций организма действительно рационально...».

Термин «акклиматизация» целесообразно использовать применительно к процессу естественного приспособления ко всему комплексу климатогеографических факторов, процессу, понимаемому во всем разнообразии, многоплановости, длительности и многофазности. Или, другими словами, акклиматизация — это длительное совершенное приспособление человека к необычным и суровым климатическим условиям окружающей среды [Минх А.А., Тихомиров И.И., 1976].

В соответствии с представлениями И.Машека (1966), Э.С. Маркаряна (1971), А.П. Авцина (1974) начальной стадией акклиматизации служит тепловая адаптация человека, т.е. приспособление к тепловому стрессу в естественных и искусствен-

ных условиях. Именно воздействие резкой перемены климатических условий является тем видом стресса, с которым человеку приходится сталкиваться чаще всего [Naval Research Reviews, 1962; Henane R., 1967].

Тепловая адаптация не исчерпывает всей сущности акклиматизации ни по срокам, ни по количеству факторов, к которым приспосабливается человек, ни по степени закрепленности возникших адаптационных сдвигов. В процессе тепловой адаптации человек приспосабливается к погоде, к новому режиму труда и отдыха, а в процессе акклиматизации - к климату в целом с его сезонными ритмами, к ландшафту, к образу жизни, обусловленному новыми для человека природными и социальными условиями. Это более стойкий и глубокий процесс, чем тепловая адаптация [Кощеев В.С., Кузнец Е.И., 1986]. Акклиматизация - это серия физиологических приспособлений к последовательно воздействующим тепловым, стрессам и другим факторам [ВОЗ, Серия техн. докл. №412, 1970].

В этом же смысле следует понимать акклиматизацию как длительную адаптацию к изменившимся климатическим условиям [Галанин Н.Ф., 1961; Арнольди И.А., 1962].

Большинство отечественных исследователей указывают на значение социальных факторов в процессе акклиматизации [Арнольди И.А., 1962, и др.]. Акклиматизация человека - сложный социально-биологический процесс, зависящий от природно-климатических, социально-экономических, гигиенических и психологических факторов [Воронин Н.М. и др., 1970]. Социально-организованная обстановка труда и быта, приспособленная к местным климатическим условиям, в значительной степени определяет акклиматизационные реакции человека [Данишевский Г.М., 1955].

Акклиматизация, являясь по своим механизмам физиологическим процессом, может быть в определенной степени ускорена и облегчена либо затруднена и удлинена по срокам в зависимости от социально-гигиенических факторов: режима труда и отдыха, конструктивных и других качеств одежды, микроклимата жилищ, характера и режима питания [Se-wart J.H., 1960].

В качестве показателей акклиматизации разные ученые рассматривают такие, как улучшение субъективной оценки теплового состояния [Данишевский Г.М., 1955; Metz B., Lambert G., 1957], снижение физиологического напряжения [Allan J.R., 1965], восстановление работоспособности [Соломко П.А., 1959], возможность выполнять полезную работу без чрезмерного напряжения и возникновения «тепловых поражений» [Непале R., 1967; Turk J., Thomas I.R., 1975], сохранение здоровья [Соломко П.А., 1959]. Менее конкретными, с практической точки зрения, критериями приспособления к новым



климатическим условиям являются «увеличение функциональной способности» [Metz B., Lambert G., 1957], повышение толерантности [Henane R., 1967], «способность выдерживать и переносить влияние непривычного климата» [Дейвис Т., Джой Р., 1965], «способность психологически и физически вести нормальный образ жизни в новых условиях» [Куно Я., 1961].

По нашему мнению, наиболее ценными показателями акклиматизации человека являются субъективная оценка теплового и функционального состояния организма, работоспособность и состояние здоровья людей, поскольку они могут быть обследованы с помощью объективных методик.

Знание сроков акклиматизации и ее периодов позволяет вмешиваться в этот процесс с целью его облегчения. Известно, что в развитии адаптации участвуют регуляторные и тканевые механизмы в различно выраженной временной последовательности и интенсивности, что обуславливает преобладание той или иной ее стороны [Машек И., 1966; Майстрах Е.В., 1981].

В зависимости от степени напряжения регуляторных и тканевых процессов большинство авторов делят процесс акклиматизации на 3 фазы.

Первую фазу акклиматизации различные ученые называют по-разному, например, по Г.М.Данишевскому (1955) - это «начальная фаза акклиматизации», по С.М.Бедаловой (1966) -это «переходная фаза», по М.М.Миррахимову (1969) - это «фаза неустойчивой акклиматизации». Начальной фазе акклиматизации соответствуют фаза высокой реактивности или экзальтации - по схеме Н.М.Воронина (1968), и фаза повышенной реактивности и снижения общей физиологической устойчивости организма по периодизации, предложенной В.Ф. Овчаровой и Ф.В.Спиридоновой (1969).

Эта первая фаза характеризуется острой «встряской» физиологических механизмов, изменяющей динамический стереотип, образующий новые временные связи. В этот период преобладают процессы возбуждения и некоторая центральная расторможенность, повышена деятельность симпатического отдела нервной системы, усилена функция дыхания, кровообращения, пищеварения. Основной обмен повышается на 20-40 % [Данишевский Г.М., 1955; Воронин Н.М., 1970].

Под влиянием импульсов, идущих от терморцепторов в центральные отделы нервной системы, защитные силы организма мобилизуются для того, чтобы сохранить гомеостаз. Это проявляется в усиленной деятельности всего терморегуляционного аппарата, вегетативных функций желез и обмена веществ [Койранский Б.Б., 1967].

Вторая фаза акклиматизации является фазой перестройки механизмов уравнивания организма с изменившимися погодными и климатическими условиями [Данишевский Г.М., 1955], стадией ослабления реактивности [Койранский Б.Б.,

1967], фазой неполного приспособления [Бедалова СМ., 1966] или относительно стабильной акклиматизации [Миррахимов М.М., 1969]. Для этой фазы характерно все более точное и более тонкое уравнивание организма с окружающей средой под влиянием коры головного мозга [Данишевский Г.М., 1955]. Происходит ослабление реактивности, обусловленное развитием торможения. В этой фазе осуществляется полная перестройка терморегуляции с переходом на новый уровень, при котором лучше удается сохранить гомеостаз организма при действии температурного раздражителя. Возникающее торможение, не допуская безудержного охвата возбуждением все новых и новых центров, избавляет организм от ненужных эффектов [Койранский Б.Б., 1967].

Третья фаза - фаза относительно устойчивой акклиматизации [Бедалова СМ., 1969], стабильной или полной акклиматизации [Миррахимов М.М., 1969]. В результате перестройки основные физиологические функции протекают с наименьшей затратой энергии, благодаря чему создаются предпосылки для повышения общей физиологической устойчивости к различным патологическим воздействиям [Овчарова В.Ф., Спиридонова Ф.В., 1969]. В этой фазе вновь возрастает активность всех органов и систем, но в отличие от I фазы интенсивность реакций нарастает умеренно [Койранский Б.Б., 1967]. Организм перестраивается на новый физиологический уровень, что проявляется в более экономных координированных реакциях на температурный раздражитель. А.Д.Слоним (1969) и СМ. Бедалова (1969) подчеркивали, что в этой фазе происходит стабилизация почти всех функций организма, сопровождающаяся значительными сдвигами тканевых процессов.

В качестве рабочего определения акклиматизации нами принята формулировка, которой придерживался Г.М. Данишевский. Он исходил из того, что акклиматизация - это физиологический процесс, поддающийся коррекции социальными мерами и заключающийся в выработке приспособительных реакций, повышающих работоспособность и улучшающих самочувствие людей.

## **ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ АККЛИМАТИЗАЦИИ**

Следует отметить, что акклиматизация к жаркому климату - это динамичный процесс приспособления человека, включающий цепь в разной последовательности развивающихся физиологических (препатологических) и поведенческих реакций организма, отражающих формирование доминирующей функциональной системы, обеспечивающей приспособление организма к экстремальным климатическим условиям.

По данным S.S. Cheung, T.M. McLellan (1998), акклиматизация к теплу увеличивает скорость потоотделения, снижает температуру кожи и тела при высоком потреблении кислорода и дегидратации тела.

Критериями эффективности акклиматизации являются изменения не только системы терморегуляции - понижение температуры тела и повышение эффективности потоотделения, но и сердечно-сосудистой системы - урежение частоты сердечных сокращений.

За этими, казалось бы, простыми реакциями стоит весьма сложная и не однонаправленная динамика ферментативного, энергетического, водно-солевого обмена, кислотно-щелочного баланса организма, состояния дыхательной, сердечно-сосудистой, потовыделительной систем, а также функционирование таких органов, как печень, почки, мышцы.

Немедленная, кратковременная, тепловая адаптация регулируется главным образом нервной системой, а долговременная (акклиматизация) - эндокринной.

## **РОЛЬ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ В АККЛИМАТИЗАЦИИ**

**В** основе приспособительных реакций организма при многократном действии высокой температуры окружающей среды лежат определенные изменения функционального состояния нервной системы, которые осуществляются под контролем высших отделов головного мозга.

Медикаментозное выключение коры головного мозга, например, наркозом затрудняет процесс приспособления к высокой температуре у животных [Турсунов З.Т., 1961]. Некоторыми исследователями отмечено, что люди с патологией высшей нервной системы хуже приспособляются. По данным Н.К. Витте, Е.П. Топчиевой (1962), при воздействии температурой 40 °С функциональные сдвиги более выражены у больных шизофренией, чем у здоровых. Н.А.Левшунова (1952) придает большое значение типам нервной деятельности. Известно, что в условиях высоких температур только при участии высших отделов нервной системы развиваются процессы регуляции водно-солевого и теплового обмена, других систем организма [Юнусов А.Ю., 1961, и др.]. Приспособляемость организма определяет сложные и простые условные рефлексy, возникающие на базе безусловных. И.П. Павлов показал, что благодаря образованию новых условных рефлексов организм получает возможность осуществлять самое совершенное, самое тонкое и гибкое приспособление. Он доказал, что кора головного мозга играет главную роль в приспособлении здорового организма к окружающей среде.

Ведущее значение в акклиматизации человека и животных

к высокой температуре принадлежит центрам терморегуляции. Так, в опытах на крысах М.Д. Худайбердиев (1984) установил, что акклиматизация к высокой температуре сопровождается повышением порога включения реакции теплоотдачи по абсолютной температуре медиальной преоптической области гипоталамуса. Это связано со смещением зоны термической нейтральности в зону высоких температур. При этом относительная тепловая чувствительность переднего гипоталамуса, по данным М.Д. Худайбердиева, практически не меняется.

В изменении сопротивляемости организма к внешним тепловым воздействиям при акклиматизации существенная роль принадлежит симпатической нервной системе, ее адаптационно-трофической функции. В процессе акклиматизации тонус парасимпатической нервной системы повышается, а тонус симпатической нервной системы понижается. По мнению А.Б. Лекаха (1939), физиологическая сущность явления акклиматизации заключается в своеобразном изменении тонуса и функционального состояния различных отделов вегетативной нервной системы. Основываясь на этом положении, мы исследовали динамику тонуса симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы в период акклиматизации к жаркому климату (среднесуточная температура воздуха 28-31 °С, относительная влажность 75-98 %) моряков при плавании на судне в низких и умеренных широтах [Новожилов Г.Н., 1969].

Известно, что вегетативный индекс (ВИ) Кердо дает представление о преобладании симпатического или парасимпатического тонуса вегетативной нервной системы [Новожилов Г.Н., 1969]. Он определяется в процентах по формуле:

$$\text{ВИ} = \left(1 - \frac{\text{АД}_2}{\text{ЧСС}}\right) \cdot 100,$$

где АД<sub>2</sub> — артериальное диастолическое давление, мм рт.ст.; ЧСС — частота сердечных сокращений, уд/мин.

Положительные величины **ВИ** говорят о преобладании тонуса симпатического отдела, а отрицательные - парасимпатического.

Наши исследования динамики **ВИ** показали, что при акклиматизации к жаркому климату (среднемесячная температура 28-31 °С) в первые недели - месяцы резко преобладает тонус симпатического отдела, ответственного за мобилизацию резервов организма при воздействии экстремальных факторов, а в последующие месяцы он снижается, но находится на более высоком уровне, чем в умеренных широтах перед походом (рис. 21).

Исследования, проведенные на том же судне при плавании в умеренных широтах, выявили только весьма кратковре-

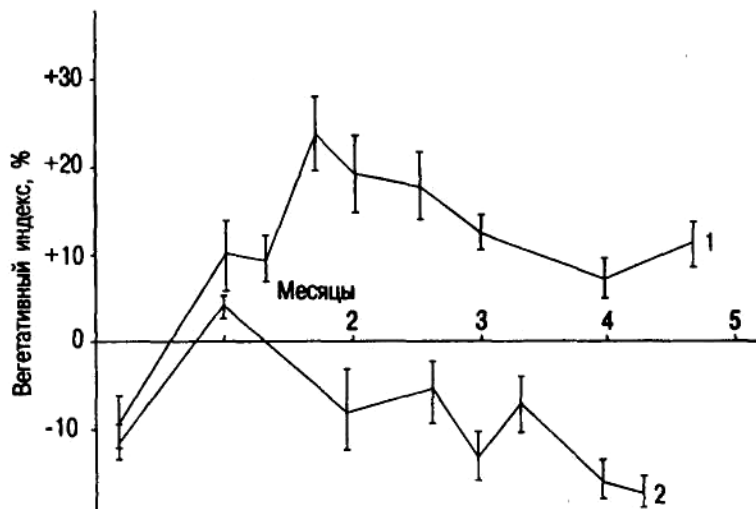


Рис. 21. Динамика вегетативного индекса Кердо при переходе из умеренных широт в низкие (1) и при плавании в умеренных широтах (2) [Новожилов Г.Н., 1969].

менное (1,5-2 нед) и незначительное повышение **ВИ** (до 4 % по сравнению с 25 % в жарком климате).

Резкое повышение симпатического тонуса вегетативной нервной системы в жарком климате и медленное его снижение свидетельствуют о высоком напряжении организма, которое понижается весьма постепенно.

Таким образом, в процессе приспособления организма к высокой температуре происходит перестройка функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой системы, а также других систем и органов.

### РОЛЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА В АККЛИМАТИЗАЦИИ

Энергетический обмен в организме, определяемый газометрическим методом, служит интегральным показателем уровня окислительно-восстановительных реакций в клетках, тканях, органах, а также функционирования организма в целом.

Высказывается два мнения относительно тенденции изменения энергетического обмена в жарком климате. Одна группа исследователей выявила понижение энергетического обмена при переезде в низкие широты из умеренных на 3-15 % [Lemaire R., 1957; Латыш В.Н., 1959, и др.]; другая - его

повышение на 7-30 % в жарких климатических условиях [Shapiro R., Cousolazio C.F., 1969; Edholm O.G., Goldsmith R., 1966, и др.].

Отдельными исследователями предприняты попытки объяснить различные результаты. Так, Г. Леман (1967) отмечает, что энергетический обмен повышается в жарком влажном тропическом климате, где ночью температура воздуха почти не снижается, но в континентальном климате в связи с достаточно комфортными микроклиматическими условиями во время ночного сна он не возрастает.

Более высокая энергоёмкость пищи в тропиках наблюдается при создании оптимального микроклимата в столовых и улучшении ассортимента продуктов питания [Cousolazio C.F., 1960].

По данным К.М. Карлыева (1986), у человека и животного теплопродукция при высоких температурах воздуха может уменьшаться только благодаря включению поведенческих приспособительных реакций - снижению двигательной активности, уменьшению количества потребляемой пищи.

Как известно, энергетический обмен включает в себя основной обмен, составляющий 62,5 ккал/ч (Человек. Медико-биологические данные, 1977), и специфически динамическое действие пищи, обуславливающее приращение к основному обмену 10 % энерготрат.

Наиболее стабильным из компонентов энергетического обмена является основной обмен. Его изменение указывает на воздействие внешних экстремальных факторов или на развитие заболевания.

С целью уточнения влияния жаркого климата на основной обмен нами проведено сравнительное обследование моряков, отдыхающих ночью в комфортных и дискомфортных условиях при плавании на кораблях в низких широтах в течение длительного времени. При этом ставилась задача: выяснить, является ли изменение основного обмена следствием воздействия высокой тепловой нагрузки в течение всех суток или же результатом влияния ночного отдыха в дискомфортных микроклиматических условиях [Новожилов Г.Н., 1980].

В соответствии с целью исследования температура воздуха в помещениях была реальной: в умеренных широтах 20-22 °С, а в низких - 28-32 °С. Десять человек ночью отдыхали в дискомфортных условиях (28-32 °С), а 33 - в комфортных (24-26 °С).

Исследования, выполненные в низких широтах, показали, что у моряков (33 человека), работавших днем на жаре, но проводивших ночной отдых в комфортных условиях, основной обмен в течение 3 мес (табл. 13) существенно не менялся ( $p < 0,05$ ).

**Основной обмен у моряков в умеренных и низких широтах при комфортных и дискомфортных условиях**

Показатель	Умеренные широты	Низкие широты
		Комфортные условия
Число наблюдений	33	132
Основной обмен:		
ккал/ч	63,8±1,9	64,1±1,5
кДж/ч	267±8	268±6
% к стандарту Гарриса—Бенедикта	88±1,2	88,4±0,3
		Дискомфортные условия
Число наблюдений	20	70
Основной обмен:		
ккал/ч	65,2±1,1	79,7±0,9
кДж/ч	273±5	334±4
% к стандарту Гарриса—Бенедикта	89,6±1,3	109,1±1,0
Изменения	Нет	+22,2 %

В умеренных широтах основной обмен соответствовал 63,8±1,9 ккал/ч (267±8 кДж/ч), а в низких широтах - 64,1±1,5 ккал/ч (268±6 кДж/ч). Эти средние величины составляли 88-88,4 % основного обмена по сравнению со стандартом Гарриса-Бенедикта с учетом массы тела (68,5±1,1 кг), роста (175±1 см) и возраста обследованной группы (22±0,4 года). Указанные показатели существенно не отличались от величины основного обмена для стандартного человека - 62,5 ккал/ч, или 262 кДж/ч (Человек. Медико-биологические данные, 1977) и естественно не выходили за физиологические пределы колебаний основного обмена.

Следовательно, дневная работа на жаре, как правило, не сопровождалась последующим повышением основного обмена, если ночью человек отдыхал в комфортных условиях. Однако следует отметить существенный разброс величин основного обмена у этой группы испытуемых в первые дни плавания в низких широтах, о чем свидетельствовал рост коэффициента вариации с 17,1 до 23,2 % ( $p < 0,05$ ). При последующих исследованиях основного обмена наблюдалась стабилизация коэффициента вариации на новом, более низком уровне (15,3-19 % в различные сроки плавания в низких широтах).

У 10 человек, работавших днем и отдыхающих ночью в дискомфортных условиях, исследование основного обмена было выполнено в 90 наблюдениях. Перед походом в умеренных широтах средняя величина основного обмена была равна  $65,289,6 \pm 1,3$   $109,1 \pm 1,01,1$  ккал/ч ( $27389,6 \pm 1,3$   $109,1 \pm 1,05$  кДж/ч). В низких широтах наблюдалось его существенное повышение во время всего плавания в тропиках:  $79,789,6 \pm 1,3$   $109,1 \pm 1,00,9$  ккал/ч ( $33489,6 \pm 1,3$   $109,1 \pm 1,04$  кДж/ч). Если до похода основной обмен составлял 89,6 % к стандарту Гарриса-Бенедикта с учетом массы тела ( $72,689,6 \pm 1,3$   $109,1 \pm 1,01,2$  кг), роста ( $17189,6 \pm 1,3$   $109,1 \pm 1,00,6$  см) и возраста ( $22,289,6 \pm 1,3$   $109,1 \pm 1,00,2$  года), то в низких широтах он значительно его превышал (109,1 %).

Основной обмен у одних и тех же лиц, отдохавших в ночное время в дискомфортных условиях, возрос на 22,2 % в тропиках ( $79,7$  ккал/ч или  $334 \pm 4$  кДж/ч) по сравнению с умеренными широтами, что превышало физиологический предел колебаний уровня основного обмена.

Влияние высокой наружной температуры воздуха на основной энергетический обмен было опосредовано через микроклимат помещений, который менялся с некоторым запаздыванием по сравнению с наружными метеоусловиями. Поэтому факторный анализ показал, что увеличение основного обмена в тропиках на 48 % было обусловлено повышением температуры воздуха в спальнях помещений и только на 7 % - температурой наружного воздуха.

Следовательно, у лиц, отдохавших в дискомфортных микроклиматических условиях, в отличие от матросов, проводивших ночной отдых в кубриках с комфортным микроклиматом, наблюдался более высокий основной обмен, связанный с необходимостью дополнительных затрат энергии на поддержание деятельности функциональных систем (потовыделительная и сердечно-сосудистая), обеспечивающих термостабильность организма во время ночного сна [Новожилов Г.Н. и др., 1983].

Одной из причин дифференцированной направленности изменения основного обмена (сохранение стабильного уровня или его повышение) при плавании в низких широтах являются микроклиматические условия при ночном отдыхе: при комфортном микроклимате он стабилен, а при дискомфортном - значительно повышен, что сказывается на суммарных суточных энергозатратах и свидетельствует о напряженности функциональных систем.

Нам было важно выяснить, каково же влияние уровня основного обмена у моряков на энергозатраты при последующей дневной работе. Исследования показали, что после ночного отдыха в комфортных условиях основной обмен составил  $64,1$  ккал/ч, а при последующей операторской работе -  $104$  ккал/ч, т.е. увеличился в 1,6 раза (табл. 14). В дискомфортных условиях ночного отдыха основной обмен был выше  $80,4$  ккал/ч, а во



**Энергетический обмен у операторов в низких широтах при комфортных и дискомфортных микроклиматических условиях (ккал/ч или кДж/ч)**

Показатель	Условия	
	комфортные (n=32)	дискомфортные (n=33)
Основной обмен (ОО)	64,1±1,5 (268±6)*	80,4±4,4 (337±18)
Энерготраты при работе операторского профиля, Э <sub>р</sub>	104±7 (433±28)	117±5 (490±21)
Отношение Э <sub>р</sub> : ОО	1,6	1,5
Энерготраты при максимальной физической нагрузке, Э <sub>макс</sub>	302±25 (1256±104)	561±38 (2348±158)
Отношение Э <sub>макс</sub> : ОО	4,7	7,0

\* В скобках в кДж/ч.

время работы возрос до 117 ккал/ч. Однако относительное повышение было таким же, как и в комфортных условиях (в 1,5 раза). В целом же наблюдалась тенденция к повышению в среднем на 12,5 % энергетической стоимости операторской работы в дискомфортных условиях (117 ккал/ч) по сравнению с комфортными (104 ккал/ч).

Наиболее существенные различия между «комфортной» и «дискомфортной» группами были выявлены при исследовании энерготрат при предъявлении физической работы, выполняемой до биологического отказа.

Если максимальные энергозатраты (302 ккал/ч) повысились в 4,7 раза по сравнению с основным обменом в комфортных условиях (см. табл. 14), то в дискомфортных (561 ккал/ч) - уже в 7 раз. Это свидетельствует о более высоком энергетическом напряжении организма при выполнении одной и той же работы после отдыха в дискомфортных условиях.

На повышенную энергетическую стоимость максимальной работы указывает и прямое сравнение энерготрат при комфортном (302 ккал/ч) и дискомфортном микроклимате (561 ккал/ч). В последнем случае они выше на 85,7 % ( $p < 0,001$ ). Следовательно, в дискомфортных микроклиматических условиях основной обмен повышается на 22,2 %, что в свою очередь ведет к увеличению не только энергетической стоимости одной и той же операторской работы на 12,5 %, но и энерготрат при максимальной физической работе на 85,7 % по сравнению с комфортным микроклиматом.

Взаимоотношения энергетического обмена и энергоёмкости питания людей в низких широтах освещены весьма недостаточно. Как правило, исследователи не различают энергоёмкость регламентированных пайков потребляемой пищи и расход энергии людьми [Бондырев Г.И. и др., 1972].

Энергоёмкость потребляемой пищи с энерготратами людей в низких широтах практически не сопоставлялась. При этом, вероятно, подразумевалось, что масса тела у людей в этих условиях не меняется, а следовательно, энергоёмкость рациона равна энерготратам.

Отдельные авторы не отождествляют энергию потребленной пищи и расход энергии человеком в условиях пребывания в низких широтах [Shapiro R., Consolazio C.F., 1959; Consolazio C.F. et al., 1960].

Больше всего исследований энергоёмкости рационов и потребления пищи в жарких климатических районах выполнено на организованных контингентах (моряки, строители, солдаты).

R.Shapiro, C.F. Consolazio установили, что энергоёмкость пищи у военнослужащих составляла при температуре воздуха 22 °С 3341 ккал/сут, при 30 °С - 3109, при 38 °С - 3833 ккал/сут, при солнечном облучении - 3788 ккал/сут. Кроме того, авторы рассчитали, что средняя энергетическая потребность воинского персонала, живущего и работающего в условиях высоких температур, равна 4416 ккал/сут, а руководящего состава - 4061 ккал/сут.

На морских судах энергоёмкость потребляемой моряками пищи в тропиках соответствовала 3300 ккал/сут при регламентированной энергоёмкости рациона 3616 ккал/сут [Просецкий П.А., 1960].

В.П. Солуха (1963) приводит расчетную энергоёмкость рациона для матросов экспедиционного океанографического судна «Седов», равную 4160 ккал/сут (белки 114 г, жиры 102 г, углеводы 670 г) и состав остатков пищи (белки 16 г, углеводы 100-102 г). Как показал расчет, энергоёмкость потребленной пищи составила 3550 ккал/сут, или 85,3 % от регламентированной энергоёмкости рациона, а фактическое питание - 33-79 %.

С.Ф. Consolazio и соавт. (1960) приводят более высокие величины энергоёмкости пищевых веществ, обеспечивающих сохранение баланса массы тела. Для военнослужащих штабных учреждений, акклиматизированных к условиям пустыни, потребление было 4061 ккал/сут, для военнослужащих из военной полиции - 4532 ккал/сут. Высокую калорийность потребляемой пищи авторы объясняют хорошими условиями приема пищи (кондиционирование воздуха в столовой), а также разнообразным ассортиментом продуктов питания (дыни, арбузы, соки, молоко и пр.). У этого контингента отмечалась высокая активность при выполнении служебных обязанностей.

В последнее время проведены многочисленные исследования биохимических сдвигов на клеточном уровне для уточнения изменений метаболизма при приспособлении к жаркому климату. Так, установлено, что в процессе акклиматизации к высокой температуре постепенно разворачивается сложный комплекс эндокринно-метаболических взаимоотношений, обеспечивающих переключение энергетического обмена с «углеводного типа» на преимущественно липидный [Кудрин И.Д., Карпищенко А.М., Столярова Н.А., 1987]. Одновременно прослеживается и другой путь формирования механизмов акклиматизации, направленный на ослабление химической терморегуляции вследствие угнетения функции щитовидной железы и прогрессирующего снижения уровня тироксина в крови [Кудрин И.Д., Карпищенко А.И., Столярова Н.А., 1987].

В процессе адаптации к теплу деятельность энергообразующей системы переключается с окислительного на гликолитический путь метаболизма [Ахмедов Р.Н., 1986]. Наблюдается активация гликогенолиза и гликолиза [Талипов М.С. и др., 1986].

По-видимому, в основе химической терморегуляции при акклиматизации к высокой температуре окружающей среды лежат процессы окислительного фосфорилирования, протекающие в митохондриях. По мнению E. Shvartz, E. Saar и соавт. (1973), под влиянием высокой температуры макроэргические фосфорные соединения (АТФ) накапливаются, что снижает окислительные процессы.

Снижение окислительной способности митохондрий проявляется по-разному и зависит от этапа акклиматизации. В начале акклиматизации исследователи наблюдают процессы несогласования между функционированием натриевого насоса и работой дыхательной цепи митохондрий почек, а также снижение содержания неорганических катионов, митохондриального белка во всех тканях [Сеферова Р.И., 1981]. К концу акклиматизации снижаются энергообразующие функции митохондрий и скорость гликолиза. Однако в миокарде пониженный уровень функционирования энергетических систем компенсируется активацией биогенеза митохондрий и более высокой скоростью фосфорилирования в дыхательной цепи. По данным Р.И. Сеферовой (1981), нормализация функций митохондрий свидетельствует о более высоких показателях сопряжения дыхания и фосфорилирования, содержания ионов калия, калиевой проводимости и  $Ca^{+2}$ -емкости, а также уменьшения нагрузки на АТФазную систему, отмеченных в митохондриях адаптированных животных по сравнению с неадаптированными.

Таким образом, вышеназванные сдвиги метаболизма при длительном воздействии жаркого климата говорят о перераспределении функциональной активности органов при акклиматизации к высокой температуре, об оптимизации процессов в

митохондриях, повышающих стабильность образования АТФ в клетке, что направлено на установление согласования между энергетическим запросом и уровнем энергопродукции. По мнению Ф.З. Меерсона (1973), факторы окружающей среды могут создавать в клетке состояние, при котором окислительный ресинтез АТФ отстает от ее расхода. В результате запас АТФ в клетке начинает уменьшаться, а концентрация АДФ и АМФ, а также продукты их дальнейшей дегидратации растут. Соответственно увеличивается и потенциал фосфорилирования: усиливаются процессы, направленные на синтез АТФ (гликолиз, пентозофосфатный путь), происходит активация генетического аппарата митохондрий, что ведет к интенсификации биогенеза этих органелл. Эта координация процессов нарушается, если интенсивность действующего фактора значительная и приближается к повреждающей.

Предполагается, что дефицит АТФ в клетке обусловлен возможными изменениями в липидном составе клеточных мембран, возникающих при действии высокой температуры [Minamikawa T., Akazawa J., 1961].

По данным Р.И. Сеферовой и соавт. (1987), в повышении окислительного потенциала митохондрий, адаптированных к теплу животных, определенную роль играют структурные перестройки мембран, повышающие степень насыщенности жирно-кислотного состава фосфолипидов. Авторы считают, что эти структурно-функциональные изменения митохондрий лежат в основе повышения клеточной терморезистентности, способствуя оптимизации функции физиологических систем в процессе развития адаптации к теплу целостного организма.

По мнению Б.Н. Тарусова (1970), при выработке энергии в мембранах происходит окисление их липидов. В норме оно сведено к минимуму благодаря наличию антиоксидантов [Таирбеков М.Г., 1976]. Очевидно, при воздействии высокими температурами и повреждении мембранных компонентов скорость реакции окисления липидов может увеличиваться, а содержание антиоксидантов уменьшаться.

В соответствии с денатурационной теорией теплового повреждения В.Я. Александрова (1965) для приспособления к высокой температуре порой недостаточно надмолекулярных гомеостатических механизмов, поэтому иногда необходимо изменить макромолекулы белка за счет перестройки ее первичной структуры.

Таким образом, неблагоприятные факторы, воздействующие на клетку, приводят к определенному сдвигу в структуре и характере взаимодействия липидно-белкового комплекса. Если мембрана достаточно гибкая и эластичная, что зависит от определенного набора и количества ненасыщенных кислот и наличия в мембране белков, обладающих высокой степенью АТФазной активности, то клеточные структуры довольно дол-

гое время могут сохранять нативные свойства, создавая тем самым условия для пространственного фермент-субстратного взаимодействия, необходимого для осуществления метаболических и в первую очередь энергетических процессов. По мнению М.Г.Таирбекова (1976), изменение других метаболических процессов - синтез белка, нуклеиновых кислот, накопление углеводов - вторично.

Таким образом, при выполнении одной и той же работы в низких широтах энергетический обмен может либо повышаться, либо понижаться.

Факторами, способствующими возрастанию энергообмена, являются:

1) повышение основного обмена при неблагоприятных микроклиматических условиях ночного отдыха человека (примерно на 20 %);

2) увеличение энерготрат за счет специфически динамического действия пищи (прирост к повышенному основному обмену 10-15 %, прием пищи в жарком помещении);

3) вынужденный интенсивный режим функционирования человека в процессе труда на современных производствах;

4) повышение энерготрат при выполнении одной и той же работы вследствие увеличения ее энергетической стоимости (отсутствии полноценного отдыха).

Однако целый ряд факторов способствует снижению энергообмена в жарких климатических условиях:

1) снижение энерготрат за счет уменьшения массы одежды и обуви примерно на 10 % по отношению к массе тела;

2) иногда уменьшение потребления пищи как источника дополнительного тепла примерно на 15 % вследствие снижения аппетита и ограничения потребления воды;

3) понижение тепловой нагрузки за счет уменьшения мышечной нагрузки и возможности пребывания в тени (поведенческая адаптация);

4) снижение обменных процессов в печени, почках, скелетных мышцах и других органах.

Динамическое сложение указанных факторов в процессе акклиматизации приводит к неоднозначному результату - повышению энергообмена и понижению его при традиционном, национальном типе функционирования человека в жарком климате.

## **РОЛЬ ТЕПЛООВОГО ОБМЕНА В АККЛИМАТИЗАЦИИ**

Как показано выше, уровень метаболизма организма, определяемый его жизненными потребностями, — результат сложения разнонаправленно изменяющихся квот энергетического обмена, затрачиваемых на работу органов и тканей организма

в условиях основного обмена, физическую работу, а также другие потребности.

Эти рассуждения правомерно отнести и к тепловому обмену, поскольку последний для целого организма составляет 60-75 % от общего энергообмена. Кроме того, дополнительным источником тепла является конвекционный и радиационный путь теплообмена.

Структура теплового баланса в комфортных микроклиматических условиях в покое выглядит следующим образом.

При постельном режиме потребление энергии человеком среднего роста и возраста близко к основному обмену и составляет 75 ккал/ч: из них 37,5 ккал расходуется на синтез АТФ, 9 ккал - на транспорт ионов и поддержание мембранного потенциала, 11,3 ккал - на работу сердца и дыхательных мышц, остальные 17 ккал - на обновление белка, липидов, полисахаридов, построение надмолекулярных структур и на другие неучтенные энергетические нужды. При этом весьма важно, что только от 15 до 50 % идет непосредственно на непрерывное обновление структурных элементов организма, синтез АТФ и других органических соединений, сокращение мышцы сердца и дыхательных мышц. Остальная часть энергии рассеивается в организме в виде тепла. Для всего организма это составляет 60-70 % потребляемой энергии, или 45-53 ккал/ч от приведенного выше потребления энергии в условиях покоя (75 ккал/ч).

Если бы полностью прекратилась отдача тепла в окружающую среду, то в условиях основного обмена опасные патологические сдвиги в организме человека наступили бы через 3-4 ч [Иванов К.П., 1972].

При выполнении физической работы энергетическое потребление в сутки возрастает в 2-3 раза, а при кратковременных интенсивных физических нагрузках продуцирование тепла только в мышцах человека повышается в 15-18 раз [Stolwijk A.J., Safarelli R., 1977].

По данным экспертов ВОЗ, при малоподвижной и легкой нагрузке потребление энергии равно 180 ккал/ч, при средней рабочей нагрузке - 300 ккал/ч и при тяжелой физической работе - 420 ккал/ч (ВОЗ. Серия техн. докл., № 412, 1970). С учетом коэффициента полезного действия физической работы и затрат на работу органов, прямо не связанных с энергозатратами мышечной системы в организме, будет рассеиваться примерно 70 % энергии. Сравнение этих величин с интенсивностью рассеивания энергии в виде тепла в условиях покоя (53 ккал/ч) показывает, что при легкой нагрузке оно в 2,4 раза больше, при нагрузке средней тяжести в 4 раза и при тяжелой нагрузке в 1,5 раза больше, чем в условиях покоя в комфортных климатических условиях.

Удаление из организма столь значительных количеств ме-

таблического тепла, накапливаемого в организме, - весьма важная задача терморегуляции даже в комфортном микроклимате в покое и при работе.

По данным Н.К. Витте (1956), отдача этого тепла при умеренной температуре воздуха осуществляется в результате конвекции, радиации и испарения. Причем соотношение теплоотдачи указанным способом соответственно равно 33, 44 и 23 %.

Система терморегуляции человека обеспечивает поддержание теплового равновесия организма в относительно больших пределах температуры окружающей среды (ВОЗ. Серия техн. докл., № 412, 1970).

Поддержание температуры тела в равновесии возможно только в том случае, если количество тепла, вырабатываемого организмом и получаемого извне, равно количеству тепла, отдаваемому организмом в окружающую среду.

В условиях высокой тепловой нагрузки уменьшается или вовсе прекращается отдача тепла конвекцией и радиацией, а при интенсивном тепловом стрессе (температура воздуха 32-35 °С) тепловой поток от окружающего воздуха и предметов направлен в сторону человека. Поддержание теплового баланса организма в этих условиях обеспечивается практически единственным механизмом - интенсивным потоотделением и испарением пота.

В том случае, если количество теряемого тепла при испарении пота равно вырабатываемому и накапливаемому теплу, то организм справляется с термической нагрузкой, и температура тела поддерживается в нормальных пределах. Чрезмерная общая тепловая нагрузка и недостаточность потоотделения нарушают тепловой баланс и повышают температуру тела.

По данным Н.С. Belding, T.F. Hatch (1955), средняя температура воздуха после 35 °С на каждое повышение на 1 °С образует тепловую нагрузку на человека за счет конвекционного тепла 6,98 Вт и за счет радиационного тепла 12,7 Вт.

При достижении температуры воздуха 32-35 °С совершенствование терморегуляционных реакций при акклиматизации к жаркому климату прямо или косвенно связано с повышением эффективности теплоотдачи при потоотделении.

Определяющим эффектом тепловой адаптации как основного элемента акклиматизации является способность человека поддерживать тепловое равновесие в условиях жаркого климата при той или иной заданной физической нагрузке.

Для поддержания теплового равновесия обитатель района с жарким климатом в ряде случаев должен отдавать в окружающую среду 400 ккал/ч (465 Вт), т.е. в 4 раза больше, чем вырабатывается в организме в результате химических процессов в состоянии покоя. Если бы не теплоотдача с потом, то температура тела повысилась бы на 5°С в 1 ч [Weiner J.S., 1963].

В результате повторных тепловых воздействий увеличивает-

ся интенсивность потоотделения [Юнусов А.Ю., 1960]. При транзиторной адаптации к теплу испытуемый всегда потеет быстрее и более профузно. В результате приспособления организма возрастает количество пота и теплоотдача организма, что приводит к восстановлению ряда физиологических функций.

По данным G.H. Cloves и T.F.O'Dennel (1974), максимальное потоотделение у неакклиматизированных людей составляет 1,5 л/ч, а у акклиматизированных к жаре - 3 л/ч.

По данным L.W. Eichna и соавт. (1950), F.N. Craig (1972), скорость потоотделения после акклиматизации зависит от условий теплового воздействия и типа терморегуляции у человека.

Как показали результаты исследований потоотделения в повседневной жизни в тропиках, в процессе акклиматизации у людей возникает способность не выделять много пота, т.е. испарять влаги не больше, чем необходимо для поддержания термостабильности организма [Куно Яс, 1961].

Для поддержания термостабильности организма важно не только выделение достаточного количества пота, но и эффективное испарение выделенного пота. Между тем скорость продукции пота превышает возможность его испарения в первые дни акклиматизации [Fox R.H. et al., 1964; Collins K.J. et al., 1966].

Пот, который не испаряется, а скатывается с кожных покровов в виде жидкости, существенно не влияет на охлаждение тела. Только достаточно полное испарение выделенного организмом пота (каждый грамм при испарении отдает 0,58 ккал тепла) обеспечивает эффективное поддержание термостабильности организма. Доля испаряющегося пота возрастает в результате наступления тепловой адаптации [Адольф Э., 1952].

Таким образом, одним из наиболее характерных феноменов тепловой адаптации является снижение общего теплового напряжения при неизменных климатических условиях за счет увеличения интенсивности потоотделения. В результате этого несколько снижается температура тела, что благоприятно сказывается на функциональном состоянии других систем.

Основными эффектами тепловой адаптации как первой фазы акклиматизации являются следующие:

- 1) усиление интенсивности потоотделения, которое обуславливает отдачу тепла при испарении пота и представляет единственный путь отдачи тепла и поддержания теплового баланса при повышении температуры воздуха до 35 °C и выше. При этом изменяется структура теплоотдачи: если при умеренной температуре отдача конвекцией составляет примерно 33 %, радиацией - 44 %, а испарением пота только 23 %, то в жарких условиях на отдачу тепла потоотделением приходится 100 %;

- 2) резкое повышение доли испаряемого пота (от 20-40 до 100 %), с каждым граммом которого отдается в окружающую



среду 0,58 ккал тепла, приводит к возрастанию эффективности потоотделения;

3) понижение температуры тела на 0,2-0,8 °С создает резерв термостабильности организма;

4) возрастание градиента температуры между «ядром» и «оболочкой» тела обеспечивает лучшие условия отдачи тепла от внутренних органов к кожным покровам и в окружающую среду;

5) снижение «пусковой» температуры тела, при которой начинается потоотделение, определяет более раннее включение реакций, обеспечивающих термостабильность;

6) повышение линии комфорта с 18-20 до 26-28 °С и резкое сужение зоны комфорта (предел температур, в которых 50 % людей чувствуют себя комфортно) с 5-7 до 1,5-2 °С.

## **РОЛЬ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ В АККЛИМАТИЗАЦИИ**

Теплоотдача испарением обеспечивается взаимосвязанной деятельностью потовых желез и органов кровообращения. Кожный кровоток наряду с транспортом тепла определяет функциональную нагрузку потовых желез, и его поддержание в первые дни акклиматизации происходит в результате увеличения минутного объема крови в основном за счет повышения частоты сердечных сокращений и объема циркулирующей крови, снижения кровотока во внутренних органах, а также мобилизации водных ресурсов. По мере развития акклиматизации частота сердечных сокращений уменьшается. Так, по данным Eichna и соавт. (1950), если в 1-й день акклиматизации к температуре воздуха 50 °С пульс достигал 168 уд/мин, то к 10-му дню он снижался до 118 уд/мин. При этом кожный кровоток, составляющий в 1-й день 2,2 л/м<sup>2</sup>-мин, к 10-му дню стал равен 1,38 л/м<sup>2</sup>-мин. Исследователи считают, что это связано с повышением эффективности теплоотдачи испарением. В связи с этим появляется возможность одно и то же количество тепла отдавать меньшим количеством крови.

После переезда людей в район с жарким климатом у них понижается артериальное давление. При постоянном продолжительном действии высокой температуры в условиях жаркого климата максимальное и минимальное артериальное давление после первоначального снижения затем несколько повышается [Тилис А.Ю., 1962, и др.]. При сравнении артериального давления местного населения Средней Азии и европейцев артериальное давление у первых было ниже, чем у вторых [Латыш В.Н., 1959]. Н.М.Михайлов (1968) при плавании в низких широтах, где температура воздуха была 35 °С, а относительная влажность 70-80 %, указывал на снижение артериального давления на 10-15 мм рт.ст.

По-видимому, снижение артериального давления при акклиматизации к условиям жаркого климата свидетельствует об адаптационных сдвигах всей сердечно-сосудистой системы, происходящих вследствие перераспределения крови в организме, расширения периферических сосудов и снижения их тонуса.

В процессе тепловой адаптации при больших потерях жидкости с потом снижается давление крови в сосудах и сердце, в результате чего могут развиваться тахикардия и коллапс. Это неблагоприятное явление компенсируется за счет сокращения мышц и вытеснения венозной крови к коже.

Мобилизация жидкости из мышц улучшает терморегуляцию, но одновременно с этим возникает анаэробизм и снижается мышечная работоспособность.

По мере акклиматизации к высокой температуре повышается стойкость капиллярной стенки сосудов. Так, например, Ф.Ф. Султанов (1964) наблюдал меньшее расплавление аргирофильных волокон сосудов легких крыс при многократном воздействии высокой температуры, чем при однократном. Автор сделал вывод, что в основе адаптации к высокой температуре лежат не только функциональные сдвиги в организме, но и морфологические изменения мембран капилляров.

В результате акклиматизации к высокой температуре совершенствуется деятельность сердечной мышцы. К.М. Карлыев (1986) в опытах на изолированных папиллярных мышцах установил, что миокард акклиматизированных животных характеризуется большой амплитудой сокращения при внезапном повышении частоты, чем миокард неадаптированных животных.

Известно, что различные нарушения деятельности сердечно-сосудистой системы вызывают затруднения в акклиматизации к высокой температуре. Так, у собак, перенесших операцию перевязки венечных артерий, адаптация к высокой температуре развивалась очень медленно [Сойбель Б.И., 1960].

Наблюдавшееся в условиях жаркого климата увеличение систолического объема крови свидетельствует о приспособительных изменениях в организме человека [Умидова З.И., 1954; Латыш В.Н., 1959; Тилис А.Ю., 1962]. А.Д. Слоним считает, что отсутствие сдвигов в минутном объеме крови при воздействии высокой температуры среды говорит о неблагоприятной реакции организма на условия жаркого климата. У лиц, прибывших из средней полосы РФ в Ташкент в летнее время, автор наблюдал 3 типа реакции сердечно-сосудистой системы. Для I типа характерно увеличение систолического объема крови без учащения пульса или с незначительным его учащением; для II типа - сохранение летом зимнего минутного объема без значительного учащения пульса (в этом случае терморегуляция осуществляется, очевидно, в результате перераспределения

крови) и для III типа - увеличение минутного объема крови только за счет учащения пульса. Первый тип реакции, по мнению А.Д. Слонима, является наиболее выгодным энергетическим путем, второй - наименее выгодным.

## РОЛЬ ВОДНО-СОЛЕВОГО ОБМЕНА В АККЛИМАТИЗАЦИИ

По мнению A.R.Lind и соавт. (1970) и др., акклиматизация к теплу выражается в усилении потоотделения. По данным K. Bruck (1983), максимальное потоотделение у неадаптированных к жаре людей составляет 1,5 л/ч, а у адаптированных - 3 л/ч.

Яс Куно (1961) установил, что кадровые рабочие горячих цехов за 5-часовую смену обычно выделяют 4,5-8,5 л. пота, а новички - примерно 2,5 л. Через месяц у новичков количество выделяемого пота удваивается. Если же кадровые рабочие в течение нескольких дней отдыхали, то количество выделяемого за смену пота снижалось до величин, характерных для людей, впервые подвергающихся воздействию высокой температуры. Hofler и соавт. (1966) выявили, что к концу периода акклиматизации количество выделяемого пота возросло с 390 до 710 мл/ч. При выполнении физической нагрузки в условиях высокой температуры у адаптированных людей оно достигало 3 кг/ч [Robinson S., 1974]. По данным Eichna и соавт. (1950), испытуемые выделяют на 10 % больше пота на 10-й день акклиматизации к высокой температуре, чем в первый. Благодаря этому улучшается охлаждение кожи и температурный градиент между «сердцевинной» и «оболочкой» возрастает с 0,8 до 1,3 °С.

По мере акклиматизации к высокой температуре приобретает способность потовых желез выделять более жидкий пот, содержащий меньше минеральных и органических веществ. Вследствие этого уменьшается выведение из организма натрия и калия [Webb P., 1961]. П.А. Соломко (1969) указал на постепенное снижение концентрации хлоридов в поте в первые дни с 0,68 до 0,21 % через месяц пребывания в условиях пустыни.

При увеличении потерь жидкости организмом, достигающих 6 л/сут, потеря жидкости с мочой резко снижается и достигает 0,4 кг/сут [Адольф Э., 1952].

Однако известно, что, несмотря на большие потери жидкости организмом в наиболее жаркий период дня, люди потребляют только 30-60 % теряемой жидкости, а остальную часть - только после отдыха в комфортных условиях и принятия пищи [Адольф Э., 1952].

При акклиматизации к высокой температуре у человека в поте снижается концентрация В<sub>11</sub> витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, С, молочной кислоты, аминокислот, кальция, магния, хлорида

натрия, калия и азотистых веществ [Сильченко К.К., 1981], происходит перераспределение цинка между кровью и тканями кожи, мышц, кишечника [Клемешева Л.С., 1965]. По данным Л.М. Сидорова (1935), по мере акклиматизации к высокой температуре ускоряется потоотделение в жару, понижается температура кожи, возрастает общее количество пота, кожного сала и жировых веществ в поте. Считается, что человек акклиматизируется к высокой температуре за счет повышения не только суточной влагопотери с последующей ее компенсацией, но и общего увеличения жидкости организма [Юнусов А.Ю., 1960]. А.Ю. Юнусов, Л.С. Клемешева (1966) в опытах на животных установили, что в первые дни солнечного облучения дегидратация организма сопровождалась снижением содержания натрия в коже, мышцах и печени. В дальнейшем при акклиматизации количество натрия в этих органах увеличивалось, потеря массы тела уменьшалась, что говорило о возрастающей способности натрия удерживать воду. Концентрация натрия в почках животных заметно повышалась, что важно для регуляции объема плазмы и задержки воды в организме.

Видимо, названные механизмы регуляции воды в организме, направленные на его задержку, указывают на снижение потери массы тела по мере акклиматизации. Так, Н.М. Михайлов (1968) во время плавания в низких широтах при температуре воздуха 35 °С и относительной влажности 70-80 % наблюдал снижение массы тела с 2,5 кг при первом плавании, до 1,8 кг - при втором, до 1,4 кг - при третьем и до 1,3 кг - при четвертом.

В результате акклиматизации меняется метаболизм в потовых железах. Пот человека всегда гипотоничен по отношению к межклеточной жидкости, из которой он образуется. На работу для задержки натрия, выполняемой против осмотического градиента, тратится энергия, образующаяся в результате анаэробного гликолиза [Gibinski K., 1969]. Collins и соавт. (1966) в 1-й день акклиматизации отмечали снижение гликогена в клетках потовых желез, на 4-й день оно было менее выражено, а на 10-й день его содержание не отличалось от содержания до начала тепловой адаптации. В то же время считается [Sargent C. et al., 1965], что число активных потовых желез в процессе акклиматизации к высокой температуре не возрастает и высокая скорость потоотделения является следствием усиления деятельности каждой железы.

Наряду с этим при акклиматизации изменяется функциональная активность почек, очевидно, вследствие регуляторного перераспределения кровотоков. Так, Ф.Ф. Султанов и соавт. (1971) обнаружили, что интенсивность белка и РНК в почках крыс, значительно сниженная в начальный период тепловых воздействий, сменяется восстановлением до контрольного уровня через 1 мес акклиматизации к теплу.

Одним из главных вопросов тепловой адаптации является регулирование водных объемов организма. В основе механизмов регулирования лежит необходимость поддержания осмотического давления, которое осуществляется поддержанием относительно постоянных концентраций не только минеральных веществ в крови, клетках, но и органических соединений, главным образом белков.

Как показали опыты Э.С. Махмудова, В.А. Ходжиматова (1968), в первые дни перегревания животных уровень жидкости внутриклеточного пространства повышается, а внеклеточной воды снижается. Такое изменение жидкости между внутриклеточным и внеклеточным пространствами авторы объясняют постоянным поступлением нейросекреторного материала в общий кровоток. Перегревание организма, влияя на функциональное состояние ЦНС и гипоталамо-гипофизарный нейросекреторной системы активизирует деятельность эндокринных желез, вследствие чего и происходит вышеназванное перераспределение жидкости.

По мере акклиматизации к высокой температуре окружающей среды меняется содержание внеклеточной и внутриклеточной воды. Е.П. Серебряковым и соавт. (1986) выявлено, что при акклиматизации к высокой температуре в поддержании объема крови определенная роль принадлежит общему белку плазмы крови, концентрация которого повышается. Авторы установили, что количество белка в плазме крови увеличивается не только за счет повышения содержания альбуминов и  $\gamma$ -глобулинов, но и появления новых фракций. Однако, несмотря на акклиматизацию к высокой температуре, она продолжает активизировать нейроэндокринные механизмы, регулирующие водно-солевой обмен. В результате этого остается повышенной антидиуретическая активность крови и поддерживается высокий уровень внутриклеточной жидкости при сниженном содержании жидкости внутриклеточного пространства.

Е.П. Серебряков и соавт. (1986) показали, что при акклиматизации к высокой температуре увеличение содержания общего белка в плазме опосредуется кортикостероном, который регулирует физико-химические механизмы поддержания объема крови при дегидратации за счет осмотического давления.

Под воздействием кратковременных тепловых экспозиций при 33-48 °С у людей наблюдается дегидратация, соответствующая потере 2-6 % массы тела. При этом потеря жидкости плазмой всегда бывает больше, чем всем организмом, и составляет 10-18 % от исходного объема плазмы при уменьшении объема крови на 5-8 % [Hortsman D.H., Horwath S.M., 1973; Costill D.L., Fink W.J., 1974; Costill D.L., 1976]. D.L. Costill (1976) считает, что потеря плазмы равна 2,4 % на 1 % потери массы тела, а, по данным L.C. Senay и соавт. (1975), потеря жидкости плазмой в 2-5 раз больше, чем всего тела. Согласно

гипотезе L.C. Senay, R. Kok (1976), уменьшение объема плазмы ухудшает условия переноса тепла от центральных частей тела к периферии и приводит к снижению толерантности человека к жаре. В ряде случаев было найдено, что водопотери происходят почти исключительно за счет внутрисосудистой жидкости - плазмы [Hortsmann D.H., Horvath S.M., 1973], или внутриклеточной воды [Costill D.L., Fink W.J., 1974], или внеклеточной и внутриклеточной жидкости примерно в равных объемах [Costill D.L., 1976].

По данным D.L. Costill, W.J. Fink (1974), L.C. Senay (1975), L.C. Senay и соавт. (1976), важными факторами, определяющими поддержание оптимального объема плазмы, являются обмен белка через капиллярную стенку и удержание его в сосудистом русле.

Приток белка из интерстициальных пространств кожи через лимфатические сосуды и задержка его в сосудистом русле связаны только с тепловым воздействием: концентрация белка в плазме увеличивается на 11,6-15,7 % [Senay L.C., Christensen M.L., 1965]. Причем скорость выхода белка из сосудов значительно меньше, чем притока, особенно у неакклиматизированных [Senay L.C., 1976; Senay L.C., Kok R., 1976].

Имеются данные о том, что концентрация белка в сыворотке достоверно отражает изменение объема плазмы после теплового обезвоживания [Costill D.L., Fink W.J., 1974]. Отмечено, что в начале тепловой экспозиции жидкости перемещаются в сосудистый объем за счет гидростатического давления, а в последующем — за счет расширения сосудов.

По мнению L.C. Senay (1976), первичной причиной снижения ректальной температуры, урежения пульса служит возрастание не потоотделения, а стабильности сердечно-сосудистой системы, обусловленное увеличением объема плазмы.

Рассмотренные явления дегидратации организма и соответствующего снижения объема плазмы наблюдаются при ограничении водопотребления. При поддержании водного баланса во время тепловой экспозиции, наоборот, кровь разбавляется, что дает возможность обеспечить достаточную теплоотдачу организмом [Senay L.C., 1975]. Увеличение содержания белка в плазме (на 11,6 %) дает основание говорить о том, что концентрирование плазмы происходит за счет его накопления. После акклиматизации под воздействием жары наблюдается более быстрый приток белка в сосудистое русло либо за счет выхода из кожных капилляров, либо изменения доступности некоторых видов белка, находящегося внутри кожных интерстициальных пространств [Senay L.C., 1975].

Однако при определении первичной толерантности людей к высокой температуре было установлено, что больше теряли белка из сосудистого объема во внесосудистое пространство толерантные люди (27 г), чем нетолерантные (14 г). Видимо,

проницаемость капилляров к белку у нетолерантных хуже [Se-pay L.C., Kok R., 1976].

Таким образом, одним из наиболее характерных признаков акклиматизации к жаркому климату является снижение общего теплового напряжения за счет увеличения интенсивности потоотделения, уменьшения теплообразования и более эффективной работы потовых желез. В результате этого температура тела и кожи несколько снижается, что благоприятно сказывается на функциональном состоянии физиологических систем организма. Увеличение интенсивности потовыделения каждой железой сопровождается снижением концентрации натрия и других веществ в выделяемом поте, на что затрачивается определенная часть энергии. Это обусловлено гиперфункцией потовых желез. Снижению теплопродукции организма, помимо перераспределения крови (уменьшение кровоснабжения внутренних органов и повышение кровоснабжения поверхностных тканей), способствует уменьшение не только потребляемой пищи из-за плохого аппетита в условиях высоких температур, но и двигательной активности человека (поведенческие реакции).

Следовательно, в основе тепловой акклиматизации лежат процессы оптимизации регуляторных механизмов с перестройкой всех центральных взаимоотношений, а также перераспределение функциональной активности различных систем, снижающих нагрузку на кровообращение и приводящих тканевый обмен различных органов в соответствие с новыми условиями существования организма [Султанов Ф.Ф., 1978].

## **РОЛЬ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ В АККЛИМАТИЗАЦИИ**

Ф.Ф. Султанов (1978), К.К. Collins, J.S. Weiner (1968) считают, что активация биохимических реакций с высоким уровнем теплообразования возникает при тепловом стрессе в результате увеличения секреции катехоламинов и стероидов.

В частности, установлен дифференцированный эффект повышения концентрации адреналина под воздействием теплового стресса, а также адреналина и норадреналина за счет интенсивной физической работы.

Выброс катехоламинов и глюкокортикоидов вызывает мобилизацию энергетических ресурсов, при которой по сути защитная реакция (мобилизация энергии) становится одной из причин перегревания организма. Образуется своего рода порочный круг: высокая температура и интенсивная физическая нагрузка ведут к напряжению доминирующей функциональной системы и возрастанию теплопроводности.

Выброс катехоламинов в совокупности с тепловой ткане-

вой гипоксией активизирует биохимические реакции с низким КПД энергообмена: гликолиз, разобщение окислительного фосфорилирования, перекисное окисление липидов, обуславливающие повышенное теплообразование.

Катехоламины, как известно, имеют важнейшее значение в осуществлении адаптационно-трофической реакции симпатико-адреналовой системы. О состоянии ее функции можно судить по содержанию катехоламинов в моче. Концентрация адреналина в моче указывает в основном на гормональную деятельность мозгового слоя надпочечников, а содержание норадrenalина - на состояние медиаторного звена передачи нервных импульсов.

Согласно адаптационно-трофической теории Л.А. Орбели и А.Г. Гинецинского, физиологическая роль симпатико-адреналовых влияний заключается в постоянном приспособлении интенсивности обменных процессов и физико-химических соотношений в тканях к функциональным потребностям данного момента, что способствует наиболее совершенному приспособлению организма к изменяющимся условиям окружающей среды.

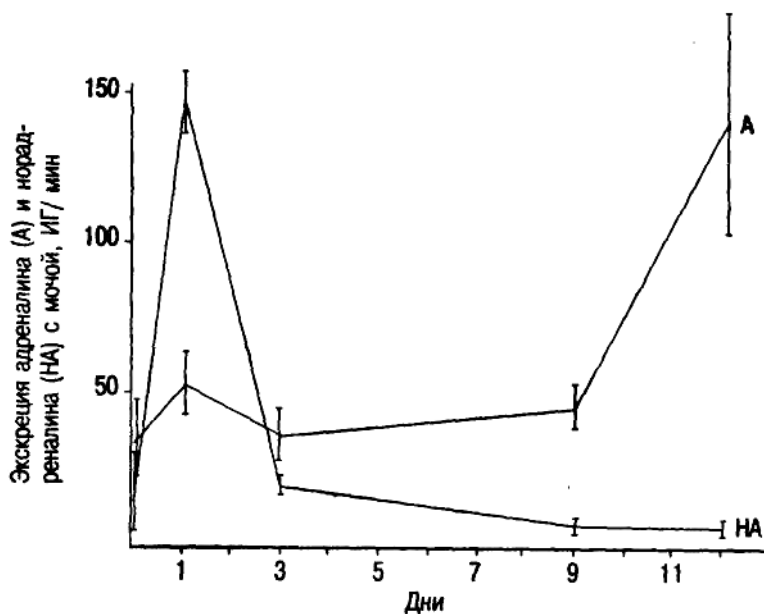
Для выяснения роли симпатико-адреналовой системы в развитии тепловой адаптации мы обследовали две группы здоровых мужчин при  $38,1 \pm 0,2$  °С, относительной влажности  $53 \pm 2$  % и подвижности воздуха  $0,4 \pm 0,03$  м/с. Экспозиция составляла 4 ч в день в течение 12 сут. Испытуемые I группы (группа А) в тепловой камере выполняли легкую физическую

Таблица 15

**Экскреция катехоламинов (нг/мин) с мочой в процессе тепловой адаптации в группах (n=8), выполнявших физическую нагрузку (А) и находившихся в покое (Б) [Новожилов Г.Н., Ломов О.П.,**

Группа обследуемых лиц	Катехоламины	День наблюдения							
		1-й		3-й		9-й		12-й	
		до	после	до	после	до	после	до	после
А	Адреналин	35,2± 14,1	49,7± 9,7	—	36,4± 8,6	—	44,8± 7,9	63±14	126,2± 76
	Норадреналин	14,8± 12	148± 36	—	16,9± 3,8	—	0	0	0
	Сумма А и Н	50± 2,5	197,7± 43	—	53,3± 10	—	44,8± 7,9	63± 14	126,2± 76
Б	Адреналин	24,6± 7,2	10,1± 8,5	—	16,5± 8,5	—	12,7± 8,9	249± 4,4	79,6± 2,6
	Норадреналин	0	22,4± 2,5	—	0	—	0	0	0
	Сумма А и Н	24,6± 7,2	32,5± 10	—	16,5± 8,5	—	12,7± 8,9	249± 4,4	79,6± 2,6





**Рис. 22.** Изменение выделения катехоламинов с мочой в зависимости от времени теплового воздействия, ИГ/мин [Новожилов Г.Н., Ломов О.П., 1987].

работу ( $450 \pm 2$  кДж/ч), а испытуемые II (группа Б) находились в тех же микроклиматических условиях в состоянии физиологического покоя.

Динамика экскреции катехоламинов под воздействием теплового воздействия имела весьма своеобразный характер.

До начала испытания наблюдалась несколько повышенная экскреция катехоламинов, преимущественно адреналина: в среднем 24,6 и 35,2 нг/мин соответственно в группах испытуемых, выполняющих легкую работу (табл.15).

Эти показатели не превышают величины экскреции, характерной для эмоционального стресса.

В 1-й день повышения температуры экскреция катехоламинов у лиц, находящихся в покое, возрастала в 1,3 раза, а при легкой работе - в 4 раза. Второй подъем выделения катехоламинов в 1,5-3 раза происходит в конце 2-й недели.

Сопоставление экскреции катехоламинов (адреналина и норадреналина) показывает, что при выполнении физической работы выделение в 1-й день увеличивается за счет норадреналина, а в конце 2-й недели - за счет адреналина (рис.22).

На наш взгляд, тенденция к некоторому росту экскреции

адреналина в обеих группах перед началом испытания объясняется эмоциональным «предстартовым» напряжением.

Тепловое воздействие у лиц, находившихся в состоянии покоя, способствовало умеренному нарастанию экскреции катехоламинов (сумма норадреналина и адреналина). В то же время его сочетание с легкой физической нагрузкой вызывало резкое повышение экскреции катехоламинов, особенно норадреналина.

Характер обнаруженных взаимоотношений между адреномедуллярным и центральным норадренергическим компонентом и функциями симпатико-адреналовой системы указывает, что здесь наблюдалась гормонально-медиаторная диссоциация - одна из форм изменения активности этой системы. При воздействии на организм различных факторов повышается тонус симпатико-адреналовой системы вначале за счет тканевых ресурсов, что сопровождается увеличенной экскрецией норадреналина. При истощении тканевых катехоламинов в первую очередь в структурах головного мозга, в частности гипоталамической области, происходит активация мозгового вещества надпочечников, которая сопровождается увеличением экскреции адреналина. Наряду с этим уменьшение экскреции норадреналина может быть проявлением специфической реакции организма на высокую температуру воздуха, так как норадреналин является мощным калоригеном. Выделение количества адреналина у испытуемых группы А на 12-й день воздействия говорит о том, что при адаптации к теплу при выполнении мышечной работы функциональные возможности организма к концу адаптационного периода находятся на более высоком уровне, чем у лиц, у которых процесс адаптации осуществляется в условиях физиологического покоя. Это, например, наблюдается при акклиматизации спортсменов к условиям высокогорья.

Таким образом, в результате исследований установлено, что в первые дни тепловой экспозиции значительно повышается активность симпатико-адреналовой системы, особенно у лиц, выполнявших физическую нагрузку. В процессе тепловой адаптации наблюдается гормонально-медиаторная диссоциация, выражающаяся в уменьшении экскреции норадреналина и увеличении выделения адреналина.

Для выяснения роли симпатико-адреналовой системы при долгосрочной адаптации здоровых людей к жарким климатическим условиям Средней Азии (температура воздуха в период испытания 30-35 °С) определяли содержание катехоламинов в суточной моче в период до прибытия, а также на 5-е и 50-е сутки (табл.16).

Тепловой стресс вызывает значительное выделение катехоламинов (сумма адреналина и норадреналина): с  $17,0 \pm 1,4$  до  $36,9 \pm 6,1$  нг/мин, что свидетельствует о существенном повы-

**Экскреция катехоламинов (нг/мин) у людей (n=8) в условиях  
воздействия температуры воздуха 30 -35 °С  
[Новожилов Г.Н., Ломов О.П., 1987]**

Катехоламины	Фон	Время пребывания в условиях жаркого климата, сут	
		5-е	50-е
Адреналин	6,5±1,3	36,9±6,1	12,5±2,5
Норадреналин	10,5±1,2	0	24,3±5,1

шении тонуса симпатико-адреналовой системы у испытуемых. Обращает на себя внимание и различное соотношение в экскреции адреналина и норадреналина в процессе тепловой адаптации на 5-е и 50-е сутки наблюдения. Если на 5-е сутки выделялся исключительно адреналин, что может свидетельствовать о развитии психосоматического стресса, то на 50-е сутки преобладала экскреция норадреналина, благоприятно влияющего на развитие гомеостатических реакций, подтверждающая возможное наступление тепловой адаптации.

Полученные данные говорят о том, что эндокринная система играет большую роль в формировании физиологической адаптации к повышенной температуре воздуха, но ее роль на разных стадиях адаптации различна. Интенсивное и непродолжительное воздействие высокой температуры воздуха приводит к активизации функций мозгового и коркового слоев надпочечников. В дальнейшем функциональное напряжение организма в связи с развитием тепловой адаптации снижается и функции надпочечников нормализуются. Это в равной мере касается гипофизарно-адреналовой и симпатико-адреналовой систем организма.

Неблагоприятный микроклимат, как и другие чрезвычайные факторы окружающей среды, активизируют функции системы гипофиз - кора надпочечников, при этом в основном возрастает выделение глюко- и минералокортикоидов. В настоящее время известно, что увеличение экскреции кортикостероидных гормонов наблюдается лишь в начальной стадии адаптации к жаре, после чего выделение глюкокортикоидов, как правило, соответствует исходным фоновым данным. Н. Precht и соавт. (1971) считают, что глюкокортикоиды не играют специфическую роль при адаптации организма человека к жаре.

Ф.Ф. Султанов (1973) обнаружил у лабораторных животных в условиях воздействия высокой температуры воздуха повышенное количество 17-ОКС в плазме крови, при возрастании массы надпочечников и уменьшении содержания в них аскорбиновой кислоты. F. Sulman и соавт. (1962) выявили, что в усло-

виях сильной жары экскреция с мочой калия и 17-ОКС увеличивается, а натрия и 17-КС уменьшается. Исследованиями этих же авторов установлено, что величина экскреции кортикостероидных гормонов у вновь приехавших в жаркий климат возрастает по сравнению с людьми, постоянно живущими в этих условиях. К. Collins, J. Weiner (1968) считают, что непродолжительный, но интенсивный тепловой стресс у лабораторных животных значительно уменьшает содержание глюкокортикоидов в плазме крови и способствует их выведению с мочой.

Исследовано действие альдостерона на тепловую адаптацию. Так, в ходе развития термостабильности организма содержание альдостерона в плазме крови повышается, что стимулирует реабсорбцию хлорида натрия. По данным Н.Г. Карнауха (1965), у рабочих горячих цехов количество натрия в моче значительно уменьшается, а калия, наоборот, увеличивается. Вследствие повышения минералокортикоидной функции коры надпочечников под воздействием высокой температуры воздуха возрастает в крови содержание антидиуретического гормона и альдостерона, что тормозит диурез, уменьшает количество натрия, но увеличивает содержание калия в моче.

Нами в тепловой камере проведены испытания продолжительностью 30 сут. В камере поддерживались температура воздуха в пределах 37,7-38,4 °С, относительная влажность - 35-50 % и подвижность воздуха 0,2-0,4 м/с. Функциональное состояние коры надпочечников оценивали у 6 здоровых мужчин в возрасте 20-22 лет, находящихся в камере ежедневно по 4 ч и выполнявших в этих условиях умственную работу - чтение книг научного характера. О функциональном состоянии коры надпочечников судили по количеству экскретируемых 17-ОКС, 17-КС, аскорбиновой кислоты в суточной моче и по натрий-калиевому обмену в организме испытуемых.

Как показало исследование, если экскреция с мочой 17-ОКС перед началом тепловых воздействий составила  $8,03 \pm 0,1$  мкмоль/сут, то на 8-й день теплового воздействия она уменьшилась до  $6,81 \pm 0,1$  мкмоль/сут (табл.17), затем наблюдались недостоверные изменения. На 30-й день испытания концентрация 17-ОКС в моче повысилась до  $8,14 \pm 0,1$  мкмоль/сут ( $p < 0,05$ ). Отмечена отчетливая зависимость ( $r = 0,83 \pm 0,21$ ) между количеством 17-ОКС в моче и концентрацией сахара в сыроворотке крови (табл.18): с увеличением выделения 17-ОКС с мочой во второй половине теплового воздействия концентрация сахара в крови у испытуемых уменьшилась. Этот эффект последующего «притормаживания» усиленного потребления углеводов в стрессовых ситуациях под воздействием кортикостероидов является весьма характерной реакцией в процессе тепловой адаптации. Как видно из табл.18, на 4-й день воздействия высокой температуры воздуха активность диастазы воз-

Таблица 17

Содержание стероидных гормонов и аскорбиновой кислоты в суточной моче у испытуемых (n=8) [Новожилов Г.Н., Ломов О.П., 1987]

Показатель	До начала воздействия	День наблюдения						
		4-й	8-й	12-й	14-й	20-й	25-й	30-й
17-ОКС, мкмоль/сут	8,0±0,1	7,8±0,2	6,8±0,1	8,0±0,2	8,2±0,9	8,2±0,1	7,9±0,2	8,1±0,1
17-КС, мкмоль/сут	36,1±3,7	23,9±3,4	35,4±2,4	35,1±2,7	33,6±2,9	35,6±1,2	35,2±4,3	34,4±0,9
АК, мкмоль/ч	15,9±1,7	9,7±1,13	13,5±2,3	11,9±1,7	19,3±5,6	11,3±1,7	7,9±1,7	10,2±1,7

Таблица 18

Показатели углеводного обмена у испытуемых в тепловой камере (n=8) [Новожилов Г.Н., Ломов О.П., 1987]

Показатель	Фон	День наблюдения						
		4-й	8-й	12-й	20-й	25-й	30-й	
Концентрация сахара в сыворотке крови, ммоль/л	4,85±0,2	5,10±0,1	5,05±0,06	5,09±0,05	4,73±0,08	4,69±0,09	4,45±0,03	
Активность диастазы в моче, ЕД Вольгемута	40±8	65±5	25±8	14±10	12±2	12±2	18±4	

росла до  $65 \pm 5$  ЕД, что может свидетельствовать об усилении распада углеводов, а следовательно, и о росте энергозатрат у испытуемых. Вероятно, при начальном воздействии высокой температуры воздуха организм мобилизует в первую очередь углеводные резервы, являющиеся очень подвижным и доступным источником энергии.

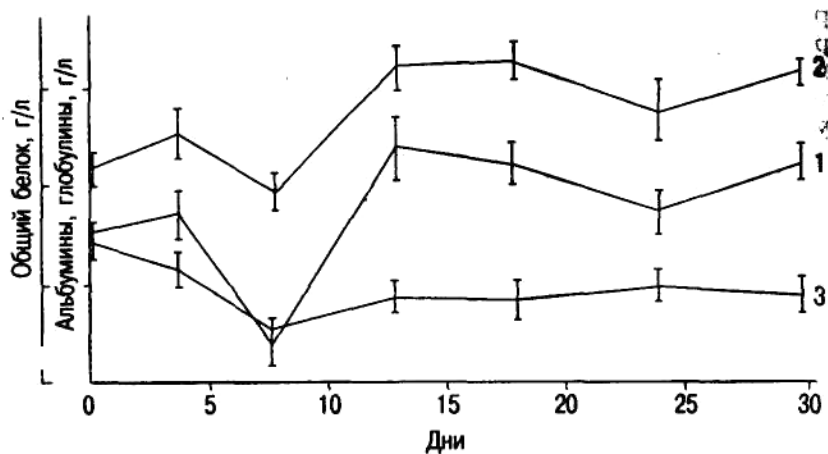
На 8-й день отмечены снижение активности диастазы в моче (до  $25 \pm 8$  ЕД) и дальнейшая ее стабилизация на низком уровне до окончания испытаний. Можно предположить, что распад углеводов на первом этапе теплового воздействия сменился повышенной утилизацией их в клетках организма. Это подтверждается и исследованием концентрации сахара в крови. Если периоду повышения активности диастазы в моче соответствовала тенденция к возрастанию концентрации сахара в сыворотке крови по сравнению с исходной с  $4,85 \pm 0,2$  до  $5,10 \pm 0,1$  ммоль/л, то на 4-й день теплового воздействия концентрация 17-КС в моче снизилась с  $36,1 \pm 0,7$  до  $23,9 \pm 0,4$  мкмоль/сут ( $P < 0,005$ ). Аналогичные изменения 17-КС под воздействием высокой температуры окружающей среды отмечали также Н.Д.Беклемишев (1963), W.Macfeiane (1964). В последующие дни у испытуемых достоверно изменялась концентрация кетостероидных гормонов в моче.

Уменьшение количества 17-ОКС и 17-КС в моче у людей в первые дни теплового воздействия, вероятно, свидетельствует о некотором снижении функции коры надпочечников в этот период. Тенденция к возрастанию концентрации 17-ОКС в суточной моче, как и колебания 17-КС в ходе теплового воздействия, указывает на нестойкое нарушение функции коры надпочечников.

Важно отметить, что изменения концентрации 17-КС в моче имеют противоположную направленность по сравнению со сдвигами концентрации общего белка и фракции альбуминов в крови (рис.23). Коэффициенты корреляции составляли соответственно  $0,42 \pm 0,05$  и  $0,54 \pm 0,1$ . Наиболее ранней реакцией организма на повторное воздействие высокой температуры воздуха явилось уменьшение содержания общего белка с  $75,2 \pm 2,4$  до  $63,6 \pm 3,1$  г/л на 8-й день, что, вероятно, связано в первую очередь с компенсаторной мобилизацией жидкости и «разжижением» крови.

Концентрация общего белка крови в нашем исследовании снизилась за счет уменьшения концентрации как альбуминов (с 41,8 до 37,8 г/л;  $p < 0,05$ ), так и глобулинов (с 33,4 до 25,8 г/л;  $p < 0,001$ ). Однако к 12-му дню испытаний содержание общего белка в крови повысилось до  $82,8 \pm 1,7$  г/л ( $p < 0,001$ ). Произошло также соответствующее увеличение фракции альбуминов, в то время как концентрация глобулинов в крови существенно не изменилась.

По данным Ю.А.Тилис (1964), нарастание альбуминовых



**Рис. 23.** Изменение содержания общего белка (1), альбуминов (2), глобулинов (3) в крови у испытуемых в зависимости от времени теплового воздействия [Новожилов Г.Н., Ломов О.П., 1987].

фракций в крови под воздействием перегревания - весьма типичная реакция белкового обмена. Увеличение концентрации альбуминов в крови, начиная с 12-го дня теплового воздействия, вероятно, обусловлено мобилизацией белкового обмена для последующего обеспечения адаптационных потребностей организма (взамен уменьшения доли углеводного компонента обмена веществ). Так, в целом  $\gamma$ -глобулины уменьшаются при увеличении содержания  $\alpha_1$ -фракции (табл.19). На первый период теплового воздействия (4—8-й день) наблюдалось снижение концентрации  $\gamma$ -глобулинов, в последующие дни — восстановление до исходного уровня. Первичное уменьшение содержания в крови  $\gamma$ -глобулинов можно объяснить общей защитной реакцией организма на воздействие высокой температуры воздуха [Добровольский Л.А., 1961]. Снижение концентрации белков в плазме крови (см. рис.21) во время усиленного выделения с мочой 17-КС (см. табл.17) подтверждает известный факт ускорения распада белков в организме под воздействием гормонов коры надпочечников.

Очевидно, что усиление катаболизма белков связано с повышенной инаktivацией стероидов и соответствующим выделением конечных продуктов с мочой. При понижении экскреции 17-КС концентрация общего белка в плазме крови возрастала, вероятно, за счет снижения катаболических процессов.

Наличие обратной зависимости между концентрацией общего белка в плазме крови и 17-КС в моче свидетельствует не

Изменение глобулиновых фракций крови (г/л) в процессе тепловой адаптации (n=8) [Новожилов Г.Н., Ломов О.П., 1987]

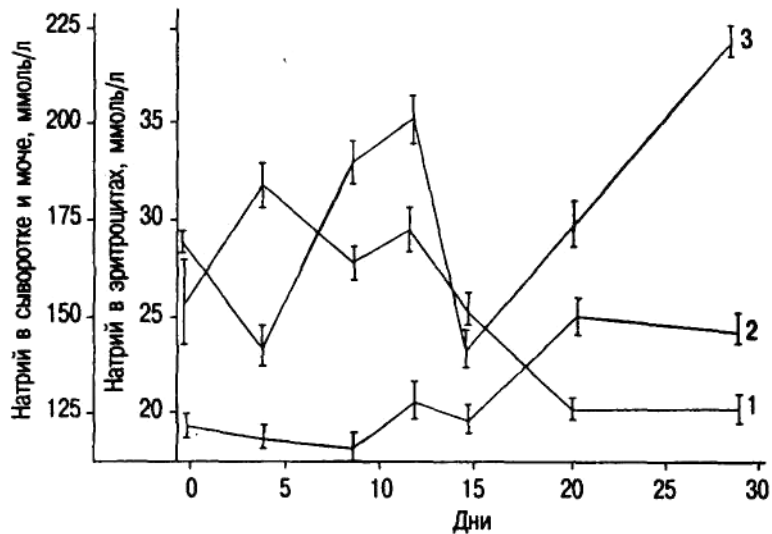
Глобулины	День обследования							Нормальные величины
	1-й	4-й	8-й	12-й	17-й	25-й	30-й	
$\alpha_1$	6,7	8,4	6,2	6,2	5,3	5,5	5,7	2,3
$\alpha_2$	5,9	7,6	7,5	5,3	7,9	5,2	7,9	9,0
$\beta$	8,2	8,0	5,9	5,9	6,1	10,3	7,6	9,8
$\gamma$	12,2	7,7	7,7	12,5	11,1	11,2	11,1	15,0

только о влиянии стероидов на метаболизм белков, но и о зависимости выделения стероидов от концентрации белков в плазме. Известно, что в крови 92,5 % кортикостероидов связано с альбуминами и  $\alpha$ -глокопротеином — транскортином [Митюшев М.И., 1969]. Чем больше концентрация этих белковых фракций в крови, тем больше вероятность связывания ими кортикостероидов, а, следовательно, и снижения экскреции с мочой. Уменьшение экскреции 17-КС с мочой при увеличении концентрации альбуминов в плазме у испытуемых подтверждает возможность формирования предполагаемого физиологического механизма.

Как известно, в синтезе стероидных гормонов участвует АК, а ее депо - кора надпочечников [Султанов Ф.Ф., 1973]. При исследовании экскреции АК с мочой было выявлено, что перед началом теплового воздействия ее выделялось  $15,9 \pm 1,7$  мкмоль/ч (см. табл.17). На 4-е сутки воздействия на испытуемых высокой температуры воздуха экскреция АК с мочой уменьшилась до  $9,7 \pm 1,1$  мкмоль/ч ( $p < 0,05$ ), что, по-видимому, можно объяснить увеличением потребности организма в ней, а также с ее возможной потерей с потом. В дальнейшем экскреция АК существенно не менялась. Выраженной зависимости между уринарной экскрецией 17-ОКС, 17-КС и АК в данном исследовании не обнаружено.

Весьма важными показателями минералокортикоидной функции коры надпочечников служит количество ионов калия и натрия в эритроцитах, сыворотке крови и в моче. В начальном периоде теплового воздействия установлено увеличение концентрации натрия в эритроцитах (рис.24). Если перед началом теплового воздействия его концентрация была равна  $25,3 \pm 3$  ммоль/л, то на 4-й день -  $32,5 \pm 1,5$  ммоль/л ( $p < 0,05$ ). В последующие 3 нед теплового воздействия содержание натрия в эритроцитах постепенно снижалось и на 21-30-е сутки составило  $19,8 \pm 0,3$  ммоль/л ( $p < 0,05$ ). Это уменьшение соответствовало увеличению натрия в сыворотке крови во второй





**Рис. 24.** Изменение содержания натрия в эритроцитах (1), сыворотке (2) крови и в моче (3) у испытуемых в зависимости от времени теплового воздействия [Новожилов Г.Н., Ломов О.П., 1987].

половине теплового воздействия: с  $116,8 \pm 2,4$  ммоль/л на 8-й день до  $149,2 \pm 2,6$  ммоль/л на 20-й день ( $p < 0,001$ ). Можно предположить, что во II периоде теплового воздействия отмечаются выход натрия из клеточных элементов и накопление его в сыворотке крови, что, вероятно, связано с альдостероновым эффектом, направленным на экономию воды в организме в ходе тепловой адаптации. Перед началом теплового воздействия содержание натрия в моче у испытуемых составляло  $170,3 \pm 4,8$  ммоль/сут, на 4-й день оно уменьшилось до  $138,7 \pm 4,1$  ммоль/сут. К 30-му дню выделение натрия с мочой возросло до  $221,5 \pm 5$  ммоль/сут, что объясняется, по-видимому, повышенным выделением натрия из организма.

Обмен калия в течение первых 15 дней теплового воздействия характеризовался выраженной гипокалиемией (рис. 25). Так, концентрация калия в сыворотке крови у испытуемых к 14-му дню теплового воздействия снизилась до  $3,85 \pm 0,1$  ммоль/л ( $4,76 \pm 0,07$  ммоль/л до начала воздействия). Начиная с 21-го дня гипокалиемия у испытуемых сменилась гиперкалиемией ( $7,05 \pm 0,2$  ммоль/л). Содержание калия в эритроцитах достигло к 14-му дню  $68,4 \pm 1,3$  ммоль/л ( $88,2 \pm 2$  ммоль/л при фоновых исследованиях). Увеличение концентрации калия в сыворотке крови можно объяснить распадом белков [Тилис А.Ю., 1964] и оно не сопровождалось его накоплением в клеточных элементах, несмотря на меньшее его выделение с мочой в конце

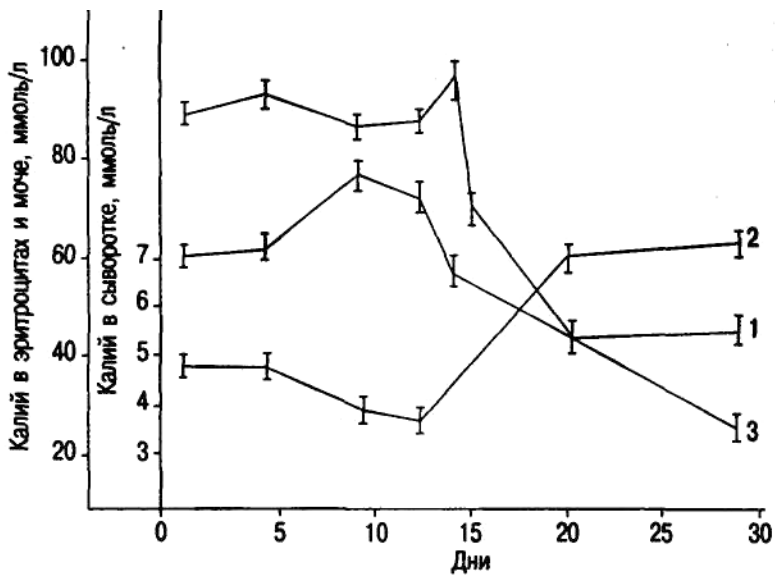


Рис. 25. Изменение концентрации калия в эритроцитах (1), сыворотке (2) крови и в моче (3) в зависимости от времени теплового воздействия [Новожилов Г.Н., Ломов О.П., 1987].

теплового воздействия (с  $79,7 \pm 3,9$  ммоль/сут на 8-й день до  $30,2 \pm 0,9$  ммоль/сут на 30-й день). Такое низкое содержание калия в эритроцитах, возможно, свидетельствует о значительном выходе его ионов из клеток организма, что обусловлено высокой интенсивностью обмена за счет мобилизации углеводного и белкового звеньев.

Следовательно, в обмене калия наблюдались 2 характерных периода. В течение первых 2 нед. теплового воздействия содержание калия в эритроцитах и сыворотке крови уменьшилось, в то же время увеличивалось его выделение с мочой, т.е. выявлена повышенная потеря калия организмом. На 4-й неделе теплового воздействия была зарегистрирована сниженная концентрация калия в эритроцитах и повышенная в сыворотке крови при малом выделении с мочой. Очевидно, при сохранившемся высоком уровне энерготрат организма калий, участвовавший в клеточном обмене углеводов и белков, диффундировал из клеточного пространства во внеклеточное. Этот важный для организма электролит, по-видимому, задерживался в сыворотке крови в результате связывания его белками, содержание которых в крови в этот период существенно возросло (см. рис. 25).

Выявленная гипокалиемия в первые 2 нед теплового воздействия свидетельствует о напряжении электролитного обмена, обусловленного изменением минералокортикоидной функции коры надпочечников и соответствующей интенсификацией углеводного и белкового обмена в процессе тепловой адаптации. Последующее увеличение содержания ионов натрия в сыворотке крови и снижение их концентрации в эритроцитах указывают на развитие альдостеронового эффекта, с помощью которого в организме задерживается необходимое количество натрия и воды во внеклеточном пространстве.

При высокой температуре окружающей среды поддержание термостабильности организма становится возможным в результате значительного потоотделения с целью отдачи избыточного тепла. Эта компенсаторная реакция в ряде случаев приобретает патологическую направленность.

Следует подчеркнуть, что механизмы регуляции водного обмена в организме тесно связаны с обменом электролитов. Наиболее важное значение в поддержании водно-солевого равновесия имеют натрий и калий, меньшее - другие электролиты (например, магний) [Кандрор И.С. и др., 1963]. Известно, что натрий является основным катионом внеклеточной жидкости, где его концентрация в 6-10 раз выше, чем внутри клеток. Концентрация его в плазме крови варьирует в пределах 110-155 ммоль/л [Покровский А.А., 1969, и др.]. Изменение содержания натрия играет решающую роль в поддержании электролитного постоянства и осмотического давления внутри клетки и во внеклеточной жидкости.

При высокой температуре окружающей среды в результате обильного потоотделения в первый момент снижается объем циркулирующей крови. Вследствие раздражения механорецепторов и поступления импульсов в промежуточный мозг, а затем в корковое вещество надпочечников возрастает секреция альдостерона, что влечет за собой повышение реабсорбции натрия в почках и сохранение его в организме [Ратнер Н.А. и др., 1968].

Очевидно, задержку натрия в организме при тепловом стрессе можно объяснить необходимостью сохранения водных ресурсов организма, а также компенсацией больших потерь натрия с потом (до 45-57 ммоль/л), что проявляется, в частности, в значительном уменьшении содержания натрия в моче.

Стимулируемая альдостероном реабсорбция натрия повышает концентрацию натрия в сыворотке крови. Повышенная осмотическая концентрация вызывает жажду и стимулирует прием воды. В результате увеличения объема жидкости во внутрисосудистом и интерстициальном пространстве рефлекторно приостанавливается секреция альдостерона, а следовательно, прекращается задержка натрия в почках. Одновременно с появлением ощущения жажды у человека развивается олигурия,

которая направлена на задержку воды в организме, особенно тогда, когда жажда не удовлетворена. Повышенное осмотическое давление воздействует также на осморецепторы супраоптико-гипофизарной системы и приводит к выделению антидиуретического гормона, под влиянием которого вода в организме задерживается [Кандрор И.С. и др., 1963]. Реабсорбируемая таким путем вода понижает осмотическую концентрацию антидиуретического гормона и задерживает его дальнейшее образование. Наступающее при этом увеличение массы циркулирующей крови через раздражение объемных рецепторов подавляет секрецию альдостерона [Ратнер НА. и др., 1968]. Следовательно, «разжижение» плазмы крови является одной из ранних приспособительных реакций на тепловой стресс, а увеличение количества воды в плазме крови обеспечивает последующее потоотделение.

Не только тепловой стресс, но и все ситуации, связанные с ростом энергозатрат организма (мышечная работа, эмоциональное напряжение), угнетают выделение натрия. Повторные тепловые воздействия, вызывающие адаптацию, приводят к тому, что возрастает потоотделение, обеспечивающее эффективную отдачу тепла. При этом концентрация натрия, калия, хлоридов в поте значительно снижается [Bruck K., 1983]. Концентрация натрия в поте необязательно зависит от его содержания в плазме крови: при умеренном солевом истощении количество натрия в поте уменьшается независимо от его устойчивой концентрации в плазме [Collins K., Weiner J., 1968]. По мнению А.Д. Слонима (1980), альдостерон сокращает выведение натрия с мочой по сравнению с калием в тех случаях, когда наблюдается усиленное выделение натрия с потом. Известна точка зрения, что альдостерон непосредственно влияет на потовые железы, изменяя состав пота [Collins C.P., 1955]. Однако в отдельных исследованиях такого уменьшения концентрации электролитов в поте не выявлено.

Физиологическое значение натрия в организме человека не ограничивается поддержанием осмотического давления. Натрий вместе с калием обеспечивает поддержание кислотно-щелочного состояния во внутри- и внеклеточных пространствах, оказывает регулирующее влияние на состояние клеток мышечной, сердечно-сосудистой и нервной системы [Покровский А.А., 1969].

Таким образом, под воздействием высокой температуры воздуха развивается целый ряд компенсаторных реакций, поддерживающих постоянство внутренней среды организма и связанных с изменениями в водно-солевом обмене. В результате увеличения интенсивности потоотделения, направленного на повышение теплоотдачи, возрастает потеря натрия с потом. Вследствие этого натрий задерживается организмом, что способствует восстановлению и увеличению объема плазмы крови и тонуса сосудистой стенки. В дальнейшем концентрация

натрия в поте уменьшается, что также ведет к снижению его потерь организмом.

Не менее важную роль, чем обмен натрия, для нормального функционирования организма человека, особенно в условиях теплового воздействия, играет метаболизм калия. Под влиянием высокой температуры воздуха в организме человека может значительно измениться обмен калия [Gordon R.S., Andrews H., 1966]. Большинство исследователей считают, что тепловой стресс сопровождается усилением экскреции калия с мочой и отчасти с потом [Mager M., 1976, и др.], в связи с чем могут нарушиться функциональное состояние клеток организма и развиться тепловые поражения.

Механизм увеличения экскреции калия с мочой связан с возрастанием секреции альдостерона: вместо реабсорбируемого натрия в просвет мочевых канальцев в большом количестве поступает калий [Кандрор И.С. и др., 1963]. Увеличение его содержания в моче обусловлено усиленным расщеплением белков клеток. Одновременное повышение выделения белка и калия с мочой объясняется тем, что в организме человека азотистый и калиевый обмен изменяются одновременно. При этом распад 1 г азота сопровождается выделением 3 ммоль калия.

Общий дефицит калия в организме за двухнедельное воздействие высокой температуры может достигать 7,8 г [Nenane R., 1967]. Это значительная величина, если учесть, что суточная потребность организма при умеренной температуре воздуха составляет от 2 до 5 г калия.

Потеря организмом калия ведет к его замене в клетках натрием и водородом. Замена эквивалентного количества калия натрием не является физиологической, если она превышает определенный предел. В этом случае натрий становится токсичным, что на первых этапах может снизить функцию клетки, а затем вызвать ее гибель. Причиной дефицита калия в организме при воздействии высокой температуры воздуха может быть не только значительное выделение калия при расщеплении белков, но и недостаточное потребление калия из-за потери аппетита в первые дни теплового воздействия [Coburn J.W., Reba R.C., 1966].

Потеря калия организмом при потоотделении под воздействием высокой температуры окружающей среды имеет все же меньшее физиологическое значение, чем потеря натрия этим же путем. Однако, по данным R. Gordon, H. Andrews (1966), даже при умеренном тепловом стрессе потеря калия с потом может серьезно повлиять на общий обмен калия в организме, особенно если его недостаточно поступает с пищей. По данным В.П. Дудоладова, К.К. Сильченко (1971), экскреция калия с потом в условиях теплового стресса может составлять до 21 % от общей величины его выделения.

Значительные потери калия из организма с мочой и потом в ряде случаев сопровождаются уменьшением его содержания в сыворотке крови. Так, малое содержание калия в сыворотке крови выявлено более чем у 50 % людей, обращающихся за врачебной помощью по поводу тепловых заболеваний [Gordon R., Andrews H., 1966]. J. Goburn, R. Reba (1966), анализируя данные литературы и собственные, приходят к выводу, что в большинстве случаев тепловых поражений имеет место гипокалиемия: содержание калия в сыворотке крови может уменьшиться до 3,6 ммоль/л [Chapman L., Bean W., 1956], 3 ммоль/л [Mendeloff A., Smith D., 1955], 2,8 ммоль/л [Shibolet S. et al., 1976] и даже до 2,3 ммоль/л [Knochel J. et al., 1961]. На основании этих данных авторы приходят к выводу, что в патогенезе тепловых заболеваний изменения в калиевом обмене играют особую роль [Mager M., 1976].

Следует также отметить, что для гипокалиемии характерна следующая клиническая картина: мышечная слабость, уменьшение перистальтики желудочно-кишечного тракта, падение давления и общая астения. Указанные проявления разной клинической выраженности встречаются у людей при кратковременном их нахождении в условиях жаркого климата, что, вероятно, можно объяснить возникновением у них дефицита калия.

Следовательно, под воздействием высокой температуры воздуха у человека могут появиться калиевый дефицит и гипокалиемия, обусловленные главным образом повышенным расходом и выделением калия с мочой и потом, а также уменьшенным его поступлением в организм в результате пониженного аппетита. Сдвиги в калиевом обмене в этих условиях следует расценивать как проявление функционального напряжения организма. Они сопровождаются ухудшением самочувствия и развитием предпатологических изменений со стороны отдельных систем организма.

Тесно связано с минеральным обменом и кислотно-щелочное состояние организма. Наши исследования показали, что на 21-е сутки теплового воздействия водородный показатель плазмы крови у испытуемых возрос с  $7,49 \pm 0,02$  до  $7,56 \pm 0,01$  ( $p < 0,05$ ). Очевидно, это имело метаболическую направленность и обусловлено переходом водородных ионов из плазмы крови в клетки взамен калия, диффундировавшего в плазму в большом количестве. По-видимому, и увеличение содержания белков в плазме можно было объяснить компенсацией метаболического алкалоза плазмы, поскольку при щелочной реакции белки как одна из буферных систем организма диссоциируют по типу кислот с выделением водорода и связыванием, в частности, калия, вышедшего из клеток.

## СРОКИ АККЛИМАТИЗАЦИИ

Профилактические мероприятия в жарком климате в процессе труда и отдыха людей должны проводиться с учетом сроков приспособления.

О сроках акклиматизации к условиям жаркого климата исследователи обычно судят по данным динамики физиологических, гематологических, биохимических, иммунологических и психофизиологических показателей. По мнению А.Ю. Юнусова (1960), о развитии акклиматизации, которую он наблюдал на 5-й день пребывания человека в районе с жарким климатом, свидетельствовало увеличение влагопотерь, гемоглобина, выделенной мочи и содержащихся в ней хлоридов, уменьшение в крови содержания хлоридов, кальция и сухого остатка. В эти же сроки у собак выявлено возрастание ранее сниженной саливации и желудочного сока.

Б.Б. Койранский и соавт. (1959) при физической работе средней тяжести в условиях температуры окружающей среды 30 и 40 °С в первой фазе акклиматизации отмечали повышение основного обмена, артериального давления, объема легочной вентиляции, учащение пульса, превалирование процессов возбуждения в ЦНС, увеличение потоотделения. Во второй фазе акклиматизации авторы указывали на постепенное уравнивание процессов возбуждения.

По данным А.С. Солодкова (1977), при физической работе средней тяжести, выполняемой при температуре воздуха 25-35 °С и относительной влажности 70-85 %, функциональные сдвиги, говорящие о начальной стадии акклиматизации, наименее изменялись пульс, минутный объем крови, частота дыхания, температура тела, лейкоцитарная формула крови.

По мнению М.П. Шека (1963), основная роль в акклиматизации к высокой температуре принадлежит системе кровообращения и потоотделения, а механизм адаптации к физической работе, выполняемой при высокой температуре окружающей среды, заключается в увеличении активности гипофиза в ответ на усиление выделения адренокортикотропного гормона. По данным автора, акклиматизация к работе в тепле наступает через 7-10 дней.

Для акклиматизации в пустыне осенью, по данным П.А. Соломко (1959), потребовалось 30 дней, ранней весной - 40 дней и поздней весной - 45-50 дней. По данным А.Б. Лекаха (1939), при ежедневном воздействии температуры воздуха от 20 до 50 °С на испытуемых в термокамере уже через 4-8 дней отмечают адаптационные сдвиги сенсомоторных реакций, в то же время пульс и температура тела, свидетельствующие об акклиматизации к высокой температуре, менялись через 2-3 мес.

Кадровые горнорабочие акклиматизируются при 30 °С влаж-

ного воздуха примерно в течение месяца, а реадаптация после отпуска проходит у них вдвое быстрее [Решетюк А.Л. и др., 1973].

При ежедневных воздействиях температуры 40 °С и влажности 85 % с выполнением физической работы через 10 дней количество гемоглобина, лейкоцитов, сахара, хлоридов, креатинина мочи уменьшалось, к исходным величинам возвращались эозинофилы, повышенные первоначально [Максимович В.А. и др., 1973]. Е.А. Шевелько (1957) при ежедневном воздействии высокой температуры в течение 2 мес указывал на постепенное уменьшение температуры тела и увеличение потоотделения. По данным Б.Б. Койранского, Л.Я. Уквольберга, М.Д. Дмитриева (1960), акклиматизация к внешней температуре 30 и 40 °С при ежедневном пребывании испытуемых в термокамере по 2 ч, выполняющих работу средней тяжести, наступает через 2,5 мес. В этом случае основным критерием служит количество воды, выделенной организмом с потом.

Скорость и степень акклиматизации к теплу зависят от величины и характера температурного фактора, времени его воздействия и объема физической нагрузки. Так, Г.Н. Новожилов (1967) установил, что после перехода из умеренных широт в низкие на 2-й неделе пребывания в тропиках температура тела, жизненная емкость легких, частота пульса, минутный объем сердца, артериальное давление устанавливаются на новом уровне, а на 3-й неделе наступает относительная стабилизация названных показателей. Примерно такие же сроки акклиматизации к условиям тропического климата называют Е.П.Сергеев (1959) - 10-14 дней, а также П.П. Рыбкин, О.В. Варнаков (1968) - 15-16 дней.

И.А. Кузнецов, И.И. Варжеленко (1986) в акклиматизации к условиям аридной зоны различают 3 этапа: I (2-3 нед.) - «острая» акклиматизация; II (1,5-2 мес.) - перестройка динамического стереотипа; III (2 мес. и более) - выработка новых приспособительных реакций.

Биохимические сдвиги в организме, свидетельствующие об адаптационных изменениях, особенно на тканевом и клеточном уровне, проявляются несколько позже, чем физиологические. По данным Н.А. Коротинной и соавт. (1973), амилолитическая активность тонкой кишки, сниженная в начале акклиматизации, из-за высокой температуры возвращается к исходному уровню на 30-й день ее многократного воздействия. Э.С. Махмудов, Р.Н.Ахмеров (1981) при содержании крыс в условиях температуры 34 °С через 2 мес отмечали полную нормализацию бурого жира. По мнению Л.А. Добровольского (1961), пониженная концентрация  $\gamma$ -глобулинов в крови кроликов, подвергающихся многократному воздействию в течение 3 мес температуры 40 °С, является защитной реакцией организма и имеет в своей основе активацию системы гипофиз - кора надпочечников.



По данным И.Д. Кудрина и соавт. (1987), признаки частичной адаптации обнаруживались на 15-22-й день и окончательная перестройка эндокринно-метаболических реакций наступала лишь через 2,5 мес. Когда выявлялись устойчивый уровень функционирования гипофизарно-надпочечниковой системы и благоприятное соотношение отдельных липидных фракций, содержание общего холестерина возрастало до исходных величин.

В то же время имеются данные, свидетельствующие о длительной перестройке организма в условиях жаркого климата, протекающей месяцы и даже годы. Так, Ю.М. Захаров и соавт. (1986) при переезде в Гвинею у значительной части лиц указывали на устойчивую акклиматизацию через 3 года их пребывания в этой стране. По мнению авторов, об акклиматизации свидетельствовали следующие показатели: качество физической работоспособности при выполнении PWC-170, статическая мышечная выносливость, фагоцитарная активность лейкоцитов, лизоцим слюны, бактерицидная функция кожи.

При переезде северян в район с жарким климатом число эритроцитов и гемоглобина у них меньше, чем у южан. Эти различия нивелируются только через 2-4 года пребывания в условиях жаркого климата [Авазбакиев М.Ф., 1970]. По данным А.Б. Лекаха (1939), продолжительность акклиматизации в термокамере происходит в течение 1 года, когда тонус парасимпатической нервной системы повышается, продолжительность латентного периода кожно-вегетативных рефлексов сокращается или парасимпатический эффект при симпатической иннервации увеличивается. По мнению Б.Б. Койранского и соавт. (1970), акклиматизация к высокой температуре, достигаемая за 3-4 мес, не является окончанием процесса формирования стойкого динамического стереотипа, а требует длительного времени, исчисляемого годами.

В то же время описаны случаи неблагоприятного длительного воздействия повышенных температур на процессы терморегуляции, а также возможность срыва приспособительно-компенсаторных реакций организма. Так, Т.В. Кудинова (1976) у горнорабочих, проработавших 5 лет в глубоких шахтах, наблюдала признаки нарушения эритроцитарной, лейкоцитарной, гипофизарно-адреналовой системы и функции печени.

Несмотря на выраженную акклиматизацию рабочих горячих цехов со стажем 15-20 лет к неблагоприятным микроклиматическим условиям и тяжелой физической работе, состояние их сердечно-сосудистой системы постепенно ухудшается: ее функциональная возможность ослабляется [Коробков А.В., 1976, и др.].

Факт неблагоприятного длительного воздействия высокой температуры на организм был подтвержден в экспериментах на животных. Л.А. Добровольский (1961) после 3 мес акклима-

тизации кроликов к 40 °С отмечал повышение концентрации у-глобулинов, что наряду с уменьшением стабильности белкового комплекса сыворотки крови автор связывал с элементами стойкой дизадаптации к высокой температуре.

Таким образом, у большинства людей тепловая адаптация как первый этап акклиматизации происходит в течение 7-10 дней. Однако у моряков вследствие относительно постепенного передвижения корабля в низкие широты, а следовательно, и повышения температуры воздуха тепловая адаптация завершается только через 2-3 нед.

Что касается полной акклиматизации, то она в зависимости от условий наступает в весьма дифференцированные сроки: от 2 мес. до 4 лет. В аридной зоне сроки тепловой адаптации меньше, чем в условиях морского климата или в джунглях, хотя опасность развития теплового поражения больше. Это можно объяснить воздействием на человека более высокой «адаптирующей» температуры воздуха днем во время работы и в то же время относительно благоприятной для отдыха температуры воздуха ночью. Морской климат и климат джунглей из-за незначительного снижения температуры воздуха ночью и высокой влажности создают неблагоприятные условия для отдыха и приводят к перенапряжению терморегуляторной системы организма. В связи с этим срок тепловой адаптации может удлиняться.

Сроки акклиматизации, как указано выше, в значительной степени зависят от социально-бытовых условий: размещение в жилище, микроклимат помещений, одежда, характер питания и водопотребление людей.

Особое значение тепловой адаптации в морской и авиационной медицине определяется прежде всего тем, что члены экипажей кораблей и самолетов, а также технический персонал аэродромов должны приспосабливаться к экстремальным жарким условиям в относительно короткое время.

Скорость адаптации, а также ее полнота и устойчивость влияют на состояние здоровья и работоспособность моряков, летчиков, техников в жарком климате. Часто высокая температура воздуха, несоответствующие скорости изменения метеорологических условий и быстроты адаптационных сдвигов у человека могут приводить к дизадаптационным расстройствам, которые, хотя и нарушают гомеостаз организма и самочувствие человека, но позволяют ему вследствие высокой мотивации выполнять свою основную работу. В этом случае речь идет о компенсации, которую следует рассматривать как проявление адаптационных процессов на препатологическом уровне в результате истощения физиологических приспособительных резервов. Следовательно, компенсация при действии на организм неблагоприятных факторов жаркого климата - процесс, отражающий способность организма нивелировать имеющиеся пре-

патологические изменения с целью поддержания номинальной жизнедеятельности, в частности профессиональной работоспособности.

Наш опыт медицинского обеспечения летчиков и моряков указывает на развитие тепловой адаптации в течение 1-3 нед. Однако в отдельных случаях, например в приморских районах Эфиопии при температуре воздуха днем 38 °С, а ночью 32 °С (в помещении 36 °С) тепловая адаптация не развивалась в течение 2 мес, о чем свидетельствовали постоянно высокая частота сердечных сокращений, большое содержание натрия в поте, низкая эффективность потоотделения (стекание пота по кожным покровам), вегетативные расстройства, а также дегидратация и потеря солей.

Однако следует подчеркнуть, что состояние компенсации не может быть долговременным. Оно переходит либо в состояние адаптации, либо болезни (в одну из нозологических форм тепловых поражений).

### **СТАДИИ АККЛИМАТИЗАЦИИ**

Фазность процесса акклиматизации является выражением жизнедеятельности организма как целой системы. В связи с этим многие исследователи объясняли приспособительно-компенсаторные сдвиги в организме фазным характером их изменений в процессе акклиматизации к высокой температуре. Так, В. Тен (1967) в опытах на крысах в I фазе акклиматизации отмечал напряжение физиологических функций, во II - некоторое снижение, а в III - стабилизацию показателей химической терморегуляции. При инфракрасном облучении Т.В. Каляда (1959) выявила 3 фазы приспособления: I фазу акклиматизации - начальное приспособление, характеризующееся напряжением терморегуляции; II - продолжающееся напряжение и III фазу - становление акклиматизации, уменьшение интенсивности изменений физиологических функций.

По-видимому, при оценке степени акклиматизации к условиям жаркого климата необходимо исходить из теории Селле о трехфазности адаптационного процесса: сигнальной реакции (или «тревоги»), резистентности и «истощения». Особенностью сигнальной реакции является отсутствие ее специфичности. Во время I фазы силы организма, мобилизованные на встречу определенной опасности, повышают его сопротивляемость и в отношении других вредных факторов. Во II фазе (резистентность) реакция не только оказывается специфичной, но и сопровождается понижением сопротивляемости по отношению к другим воздействиям. Например, повышение устойчивости в результате воздействия тепла обуславливает снижение переносимости перегрузок и ускорений Кариолиса. В III

(последней) фазе наблюдается повышенная чувствительность к фактору, к которому проводилась адаптация (в данном случае к высокой температуре), вследствие срыва компенсаторно-приспособительных механизмов терморегуляции. В развитии большинства адаптационных реакций прослеживаются 3 основных этапа, а именно: начальный, этап срочной, но несовершенной адаптации, затем совершенной адаптации и долгосрочной. Однако после долгосрочной адаптации большинство исследователей прослеживают фазу срыва адаптации. Так, А.С. Солодков (1982) во время длительного плавания у моряков наблюдал периоды развития физиологического напряжения в организме, относительной адаптации и дизадаптации. По данным автора, во время напряжения организма изменения эндокринного фона характеризуются увеличением продукции катехоламинов и глюкокортикоидов, которым принадлежит ведущая роль в адаптивных сдвигах углеводного обмена. Одновременно эти гормоны повышают активность гормончувствительной липазы жировой ткани. Далее развивается фаза усиления липидного обмена, что соответствует преимущественно периоду относительной адаптации. Следовательно, в процессе адаптации моряков к условиям плавания в тропиках гормоны играют ведущую роль в механизме переключения энергетического обмена с «углеводного» типа на «жировой». По мнению А.С. Солодкова, катехоламины подготавливают такое переключение, а глюкокортикоиды его реализуют. При длительном воздействии неблагоприятных факторов или высокой их интенсивности нарушается нейроэндокринная регуляция, снижается содержание не только катехоламинов и глюкокортикоидов, но и уровень энергетического обмена, в результате чего в организме моряков могут развиваться дизадаптационные расстройства.

Таким образом, в начале пребывания человека в районе с жарким климатом происходит перераспределение крови - вазодилатация кожных сосудов с увеличением кожного кровотока и вазоконстрикция сосудов спланхнической области со снижением кровотока во внутренних органах. В результате этой реакции улучшается теплоотдача и одновременно уменьшается доставка кислорода к органам с высоким уровнем обменных процессов. При этом действие катехоламинов при стресс-реакции и относительный недостаток кислорода во внутренних органах повышают долю анаэробного образования энергии, приводят к разобщению окислительного фосфорилирования, активируют перекисное окисление липидов, в результате чего развивается гипертермия, увеличивается образование тепла, тканевый газообмен и теплопродукция [Карлыев К.М., 1986].

Механизм действия высокой температуры на организм в районах аридной зоны описан Ф.Ф. Султановым (1978) и

К.М. Карлыевым (1986). По данным авторов, функциональная система, направленная на поддержание температурного гомеостаза организма, состоит из афферентного и эфферентного звена, а также центра терморегуляции. Афферентное звено включает в себя тепловые рецепторы кожи, сосудов и органов, а также центростремительные нервные пути. Центр терморегуляции в основном находится в ядрах переднего гипоталамуса. На сигналы с периферических терморецепторов реагируют и нейроны соматосенсорной коры головного мозга, что определяет формирование поведенческих терморегуляторных реакций. Эфферентное звено составляют органы кровообращения и органы, участвующие в испарении воды с поверхности тела.

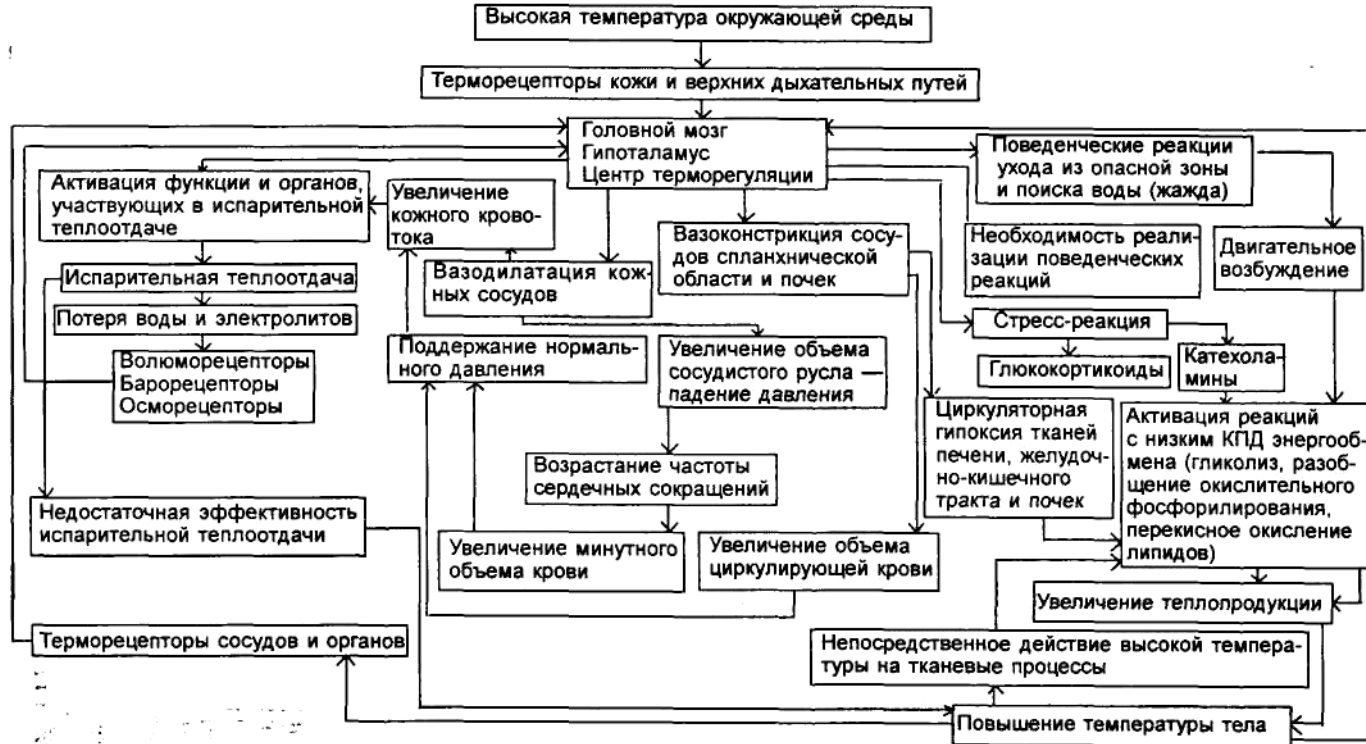
Рост кожного кровотока достигается расширением кожных сосудов, что приводит к значительному увеличению сосудистого русла. Для поддержания кровяного давления повышается частота сердечных сокращений и минутный объем сердца, уменьшается кровоток во внутренних органах, возрастает веномоторный тонус и объем циркулирующей крови.

Потеря воды в целях теплоотдачи происходит за счет водных ресурсов организма. Одновременно с ней выделяются электролиты. В связи с этим при тепловом воздействии включаются как эндогенные механизмы задержки воды и солей (выделение АДГ, альдостерона, чему способствует и уменьшение кровотока в почках), так и поведенческие реакции - питьевое поведение, возбуждаемое жаждой. Неспецифическая реакция организма на острое тепловое воздействие сопровождается выбросом катехоламинов, которые вместе с тканевой гипоксией активируют биохимические реакции с низким КПД энергообмена (гликолиз, разобщение окислительного фосфорилирования, перекисное окисление липидов) и тем самым повышают образование метаболического тепла. Реакция неадаптированного организма на действие высокой температуры окружающей среды представлена на схеме 1.

Снижение теплопродукции обеспечивается благодаря изменению тактики поведенческих реакций - уменьшение двигательной активности, уменьшение количества и состава потребляемой пищи.

К.М. Карлыев (1986) приходит к выводу, что метаболические сдвиги в процессе адаптации к теплу обусловлены увеличением функциональной нагрузки на органы, ответственные за теплоотдачу. Они сопровождаются активацией синтеза нуклеиновых кислот и белков, развитием гипертрофии органа, повышающей их мощность. Наряду с сокращением латентного периода реакции на выделение и испарение воды возрастает количество выделяемого пота. При этом изменяется топография потоотделения - больше всего пота выделяется в тех частях тела, которые имеют анатомические особенности, благо-

## РЕАКЦИЯ НЕАДАПТИРОВАННОГО ОРГАНИЗМА НА ДЕЙСТВИЕ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ [СУЛТАНОВ Ф.Ф., 1978, 1982]



ПРИСПОСОБИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА НА ДЛИТЕЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ  
 ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ [КАРЛЫЕВ К.М., 1986]



приятные для теплоотдачи. Названные изменения повышают эффективность испарения пота. В связи с этим отпадает необходимость столь высокого кожного кровотока, наблюдаемого в начальный период адаптации к теплу. Поэтому нормализуется объем не только сосудистого русла, но и циркулирующей крови и снижается частота сердечных сокращений.

На схеме 2 представлены приспособительные реакции на длительное воздействие высокой температуры. В афферентном и центральном звене повышается порог чувствительности тепловых рецепторов кожи и укорачивается латентный период реакции потоотделения. В афферентном звене увеличение функциональной нагрузки на органы, обеспечивающие испарительную теплоотдачу, сопровождается активацией синтеза РНК и белка в клетках этих органов с развитием гипертрофии, приводящей к возрастанию их мощности. В результате больше выделяется воды с низким содержанием натрия и повышается эффективность потоотделения, а следовательно, теплоотдачи испарением. В то же время поведенческие реакции в результате уменьшения количества потребляемой пищи и двигательной активности способствуют снижению уровня функциональной нагрузки на органы пищеварения и опорно-двигательный аппарат, что приводит к меньшему теплообразованию. Этот процесс сопровождается уменьшением массы некоторых органов через угнетение синтеза белка в клетках этих органов [Карлыев К.М., 1986].

В связи с таким подходом к действию высоких температур К.М. Карлыев (1986) предлагает свою классификацию стадий адаптации, которая основана на современной теории Ф.З. Мерсона об активации синтеза нуклеиновых кислот и белков и развитии системного структурного следа в клетках органов, повышающего мощность данной системы. Это уже наглядно демонстрировалось на примере усиления интенсивности деятельности потовых желез и других систем в процессе акклиматизации к высокой температуре окружающей среды. К.М. Карлыев (1986) различает 4 стадии акклиматизации.

Первая (I) аварийная стадия неустойчивой адаптации характеризуется выраженной стресс-реакцией, приводящей к повышению теплопродукции, недостаточной эффективностью испарительной теплоотдачи, которая компенсируется резкой вазодилатацией кожных сосудов со значительным увеличением кожного кровотока. Для поддержания увеличенного кожного кровотока и нормального давления возрастают частота сердечных сокращений и минутный объем сердца, веномоторный тонус и объем циркулирующей крови, уменьшается кровоток во внутренних органах.

Вторая (II) переходная стадия адаптации характеризуется тем, что интенсивность стресс-реакции снижается. В связи с этим несколько уменьшается тепловая нагрузка на организм. В



результате активации синтеза нуклеиновых кислот и белков начинает формироваться системный структурный след. При невозможности покинуть зону высокой температуры меняется тактика поведенческих реакций - двигательное возбуждение сменяется снижением двигательной активности и ограничением количества потребляемой пищи. Меньшее количество потребляемой пищи снижает функциональную нагрузку на органы пищеварения и через угнетение биосинтеза нуклеиновых кислот и белков приводит к уменьшению массы этих органов, тем самым ликвидируется возможность развития относительной тканевой гипоксии. В связи с этим несколько снижаются теплопродукция, кожный кровоток, объем сосудистого русла и циркулирующей крови, частота сердечных сокращений - органы кровообращения постепенно разгружаются по сравнению с I стадией адаптации.

Третья (III) стадия устойчивой долговременной адаптации характеризуется хорошо сформированным системным структурным следом: повышением порога чувствительности тепловых терморцепторов, укорочением латентного периода включения испарительной теплоотдачи и рабочей гипертрофией эффекторного органа испарительной теплоотдачи. Во внутренних органах происходят структурные изменения, благодаря которым периодическое резкое перераспределение кровотока (увеличение кожного и снижение кровообращения внутренних органов) не сопровождается возрастанием теплопродукции.

Четвертая (IV) стадия истощения и патологического доминирования функциональной системы, деятельность которой направлена на поддержание температурного гомеостаза, чаще всего развивается при непрерывном длительном и чрезмерно интенсивном действии высокой температуры. В связи с тратой водных ресурсов организма состояниеотягчается развивающейся дегидратацией и потерей солей, витаминов, ферментов и т.д. Восполнение этих потерь затрудняется в связи с доминированием поведенческого звена функциональной системы, а именно угнетением аппетита и значительным уменьшением количества потребляемой пищи, что может привести к развитию белкового голодания и авитаминоза.

### **КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ АККЛИМАТИЗАЦИИ**

При оценке степени акклиматизации человека к условиям жаркого климата изучают субъективные ощущения, физиологические и психофизиологические, гематологические, биохимические, иммунологические критерии, работоспособность и заболеваемость людей.

По мнению Яс Куно (1961), уменьшение содержания хлора в поте - более надежный показатель степени акклиматиза-

ции человека к теплу, чем увеличение интенсивности потоотделения. Изменение концентрации водородных ионов и аммиака в поте отражает колебания кислотно-щелочного равновесия. Снижение концентрации молочной кислоты при сохранении прежней интенсивности потоотделения следует рассматривать как повышение эффективности работы потовых желез.

Исследования К.К. Сильченко (1981) выявили корреляционную зависимость между отношением Na/K в поте и уровнем температуры тела. Считается, что нарастание содержания связанной воды в тканях служит надежным критерием акклиматизированное™ организма к высокой температуре, а ее снижение - критерием нарушения клеточных приспособительных механизмов [Махмудов Э.С., Герасименко Э.М., 1981]. Е.П. Серебряков и соавт. (1981) установили, что при акклиматизации к высокой температуре повышается содержание общего белка в плазме крови, что необходимо для поступления межклеточной жидкости в русло крови. По данным этих авторов, у людей, прибывших из зон с умеренным климатом, в первые дни акклиматизации возрастает концентрация натрия в плазме крови и снижается его концентрация в моче, что указывает на его задержку в организме. По мере акклиматизации к высокой температуре эти сдвиги имеют тенденцию к нормализации.

В процессе акклиматизации к высокой температуре меняются качественные и количественные показатели белой и красной крови. При переезде людей в Ташкентскую область из северных районов страны снижалось число эритроцитов, гемоглобина и гематокритного показателя. Лейкоцитов у них было меньше, чем у местных жителей, в лейкоцитарной формуле преобладали лимфо- и моноцитоз, эозинопения. СГП пероксидазы и цитохромоксидазы возрастал [Базаров Л.И., 1972].

При акклиматизации в тропиках отмечено уменьшение нейтрофилов, лимфоцитов, эозинофилов, но увеличение СОЭ и моноцитов [Никитинский Ю.Б., Зеленин Н.М., 1969]. По данным А.С. Солодкова, В.В. Бердышева (1972), при плавании в тропиках выявлено снижение осмотической резистентности эритроцитов и поглотительных свойств ткани. После переезда в район с жарким климатом становятся ниже показатели специфического и неспецифического иммунитета, что обусловлено действием высоких температур окружающей среды. Б.Р. Рахметов, М.С. Мурадова (1987) указывали на снижение числа Т- и В-лимфоцитов, IgA и IgM на 7-е сутки пребывания людей в районе с жарким климатом. IgG были снижены на протяжении всего времени адаптации (1 мес), что говорит о значительной заинтересованности гуморального иммунитета в процессе акклиматизации к высокой температуре окружающей среды.

Исследования Ю.М. Захарова и соавт. (1986), проведенные

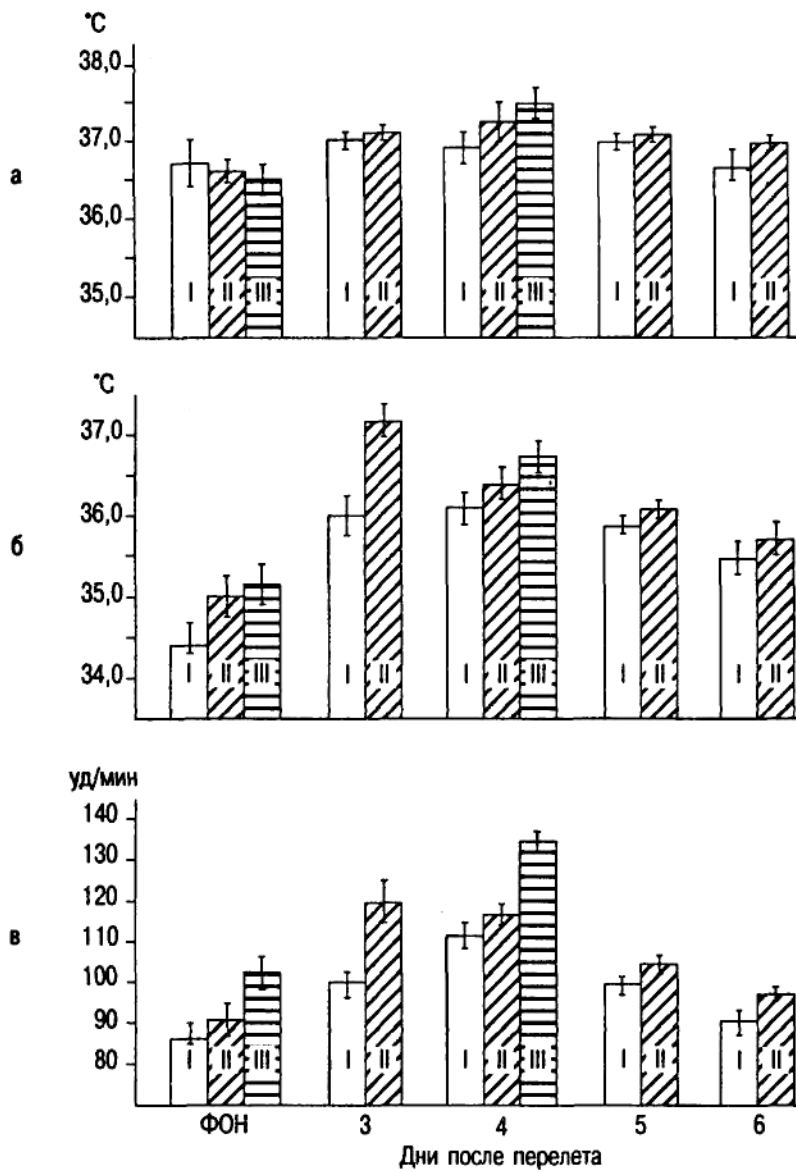
у жителей Западной Африки, показали, что у них акклиматизация к теплу направлена на воспроизводство костным мозгом эритроцитов, устойчивых к гемолитической ситуации в организме при воздействии высоких температур. По сравнению с европейцами у них были больше объем и диаметр эритроцитов. По данным В.С. Соловьева (1986), перегревание сопровождается активацией функциональных свойств нейтрофилов, включая фагоцитарные и нефагоцитарные механизмы бактерицидной системы.

В качестве критериев для оценки акклиматизации работающих в жарком климатическом районе М.Т.Алимов и соавт. (1974) предлагают учитывать степень снижения потребления кислорода, максимального и минимального артериального давления, величину легочной вентиляции, дыхательный коэффициент, частоту пульса, пульсовое артериальное давление, среднее давление, периферическое сопротивление сосудов, величину систолического показателя, ширину интервалов желудочковых комплексов, соотношение уровня температуры кожи на различных участках тела, градиент температур грудь-стопа, увеличение потоотделения, содержание натрия и калия в крови и моче.

Результаты наших обследований летчиков и моряков в районах с жарким сухим и влажным (тропическим) климатом показали, что о сроках акклиматизации и устойчивости к высокой температуре можно судить по общепринятым физиологическим показателям, большая часть которых может быть использована врачом [Моисеев Н.Я., Разинкин СМ., 1997].

После перелета из района с умеренным климатом (температура 15-20 °С) в жаркий (температура 35 °С) в первые дни пребывания в этих условиях у летчиков измеряли оральную температуру, средневзвешенную температуру кожи и частоту пульса (рис. 26). Наиболее выраженные сдвиги в тепловом состоянии летчика были в первые 3-4 дня акклиматизации к высокой температуре. С увеличением срока пребывания в районе с жарким климатом выраженность функциональных сдвигов после работы постепенно уменьшалась: снижалась температура тела и кожи, частота пульса. Изменялась реакция артериального давления, особенно диастолического, на полет. На 7-й день после перелета оно было на 20 мм рт.ст. меньше по сравнению с данными, полученными в зоне умеренного климата. Такая реакция артериального давления свидетельствует о тенденции сердечно-сосудистой системы приспосабливаться к высокой температуре [Сапов И.А., Поляков В.П., 1971].

После перелета в район с жарким климатом большинство психофизиологических показателей ухудшалось [Ажаев А.Н., Кольцов А.Н. и др., 1985]. Так, различительная способность зрительного анализатора снижалась в среднем на 1,3 Гц ( $p < 0,05$ ), мышечная выносливость - на 20-25 %, адаптивная



**Рис. 26.** Оральная температура (а), средневзвешенная температура кожи (б) и частота пульса (в) у летчиков после перелетов в район с жарким климатом.

I, II и III — 1-й, 2-й, 3-й полеты. Фон — в районе с умеренным климатом [Ажаев А.Н. и др., 1985].

способность сердечно-сосудистой системы к физической нагрузке - на 15 %, порог электровозбудимости глаза повышался на 14,3 %. Статистически значимые изменения этих показателей наблюдались еще на 5-й день после перелета. Многие летчики отмечали снижение физической работоспособности и аппетита, указывали на бессонницу, вялость, раздражительность. Если в условиях умеренного климата обследуемые оценивали свое субъективное состояние в среднем на 6,2 балла (по 7-балльной шкале), то на 2-й день после перелета в район с жарким климатом - только на 5 баллов.

У летчиков менялись реоэнцефалограмма, что выражалось в падении общего уровня кровенаполнения сосудов (реографический индекс на 1-й и 4-й день после перелета уменьшался соответственно на 8,3 и 7,4 %;  $p < 0,05$ ), повышении тонуса крупных сосудов до 34,2 %, а также в сдвигах объемно-скоростных характеристик мозгового кровотока (приток крови сокращался на 15,5 %, а отток - на 20 %). Статистически достоверные изменения реоэнцефалограммы наблюдались еще на 6-й день. В дальнейшем они существенно не отличались от фоновых данных, полученных в умеренном климате.

Аналогичные результаты получены при проведении исследований в длительном плавании в низких широтах [Новожилов Г.Н., 1967].

При переходе в низкие широты быстро повышалась среднесуточная температура наружного воздуха (от 9,5 до 24,9 °С), а затем к концу первой недели пребывания в низких широтах она достигала 28,2 °С. При этом ухудшалось тепловое ощущение при быстром повышении среднесуточной температуры (средний балл теплоощущения по 5-балльной системе повышался с 3,0 до 4,7) на 7-й день пребывания в жарком климате, что указывало на напряжение терморегуляции. Однако к концу 2-й недели, несмотря на некоторый рост среднесуточной температуры (до 28,8 °С), теплоощущение у обследованных лиц улучшилось: средний балл снизился до 3,9 и на этом уровне оставался до окончания пребывания моряков в тропиках.

Положительный сдвиг в субъективном состоянии - один из критериев адаптации людей к жаре.

Состояние теплового обмена находит свое выражение и в динамике температуры тела обследуемых: на 2-й и 7-й день пребывания в низких широтах при снятии пальто и кителя температура тела повысилась в среднем с  $36,7 \pm 0,05$  до  $37,0 \pm 0,08$  °С и у отдельных лиц в покое составила 37,3 °С. Однако к концу 2-й недели она находилась на уровне  $36,8 \pm 0,02$  °С из-за увеличения теплоотдачи потоотделением.

Вследствие увеличения влагопотерь и понижения аппетита масса тела в среднем снизилась на  $1,5 \pm 0,2$  кг. К концу 3-й недели она достигла  $68,9 \pm 1,2$  кг. Артериальное давление, пер-

вично снизившееся со 117/77 до 107/70 мм рт.ст. ( $p < 0,05$ ), затем (на 2-3-й неделе) стабилизировалось на этом новом функциональном уровне.

Таким образом, для оценки степени акклиматизации летчика, техника, моряка и других специалистов могут служить показатели, характеризующие специфические и неспецифические реакции организма в ответ на действие высокой температуры. К ним относится целый комплекс физиологических, психофизиологических, гематологических и биохимических показателей, который представлен ниже.

<i>Система</i>	<i>Показатель</i>
Терморегуляция	Температура тела Средневзвешенная температура кожи Градиент температуры грудь—стопа Градиент температуры тела и средневзвешенной температуры кожи Средняя температура тела Теплосодержание Влагопотери Энерготраты
Сердечно-сосудистая	Частота пульса Показатели ЭКГ (во II отведении): высота зубцов и интервалы Артериальное давление: систолическое, диастолическое, пульсовое, среднединамическое Ударный объем кровотока Минутный « » Периферическое сопротивление Показатели реоэнцефалографии Реографический индекс Дикротический индекс Диастолический индекс
Дыхание	Объем легочной вентиляции Поглощение кислорода Кислородный пульс
Психофизиологическая	Общая физическая работоспособность: РWC-170 Изменение статической мышечной выносливости Точная координация движений Простая сенсомоторная реакция Критическая частота слияния световых мельканий Устойчивость к ортостатическим нагрузкам

Гематологическая	Количество лейкоцитов, моноцитов, эозинофилов, гемоглобина, эритроцитов СОЭ
Биохимическая	Na, K, витамины (В <sub>1</sub> , В <sub>2</sub> , В <sub>12</sub> , С) в крови и моче
Иммунологическая	Аутофлора кожи поверхностная Фагоцитоз Фагоцитарный индекс Индекс переваривания Бляшкообразующие клетки по Эрне Титр лизоцима слюны Функциональное состояние Т-лимфоцитов Дефицит IgA

### СРЕДСТВА И СПОСОБЫ, ПОВЫШАЮЩИЕ УСТОЙЧИВОСТЬ ЧЕЛОВЕКА К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ УСЛОВИЯМ ЖАРКОГО КЛИМАТА

Процесс приспособления к высокой температуре окружающей среды в районах с жарким климатом начинается с формирования определенного комплекса взаимосвязанных сдвигов, затрагивающих деятельность клеточного, органного и системного иерархических уровней, и составляет первичную реакцию на нагревание организма. Ф.Ф. Султанов (1981) выделяет 3 пути повышения тепловой устойчивости: неспецифический, квазиспецифический и специфический. Неспецифический путь повышает устойчивость ко многим факторам, в том числе и к высокой температуре; квазиспецифический — мощность тех или иных элементов эффекторных механизмов, мобилизуемых для борьбы с перегреванием; специфический путь более адекватен и приводит к образованию комплекса взаимосвязанных систем (динамической функциональной системы), характеризующихся меньшей ценой и максимальной оптимальностью реакций в условиях высокой температуры. К неспецифическим способам Ф.Ф. Султанов относит закаливание, витаминизацию, биологически активные вещества, к квазиспецифическим - гипоксию, физические тренировки, управляемую гипертермию, а к специфическим - естественную и искусственную акклиматизацию высокой температурой.

### ВЫСОКАЯ ТЕМПЕРАТУРА

Наиболее распространенным способом повышения устойчивости к высокой температуре окружающей среды являются тренировки человека в естественных условиях, его пребывание летом в районе с жарким климатом, или искусственная аккли-

лиматизация к теплу в термокамере или сауне. Специфическую акклиматизацию методами термокамерных воздействий можно использовать еще до переезда в район с жарким климатом. Кроме того, эти тепловые воздействия дают возможность проводить первичный отбор и «отбраковку» лиц, которые не могут акклиматизироваться к жаре. Однако самое эффективное приспособление достигается при естественной акклиматизации, которая может достигаться естественной климатической нагрузкой при ее включении в производственную деятельность. При переезде неакклиматизированных лиц в район с жарким климатом, по данным Ф.Ф. Султанова (1985), элементы дозирования реализуются порой несознательно в виде нерегламентированных перерывов, снижения темпа работы и двигательной активности.

Устойчивость человека к теплу путем систематических воздействий в термокамере вырабатывалась благодаря ее внедрению в систему подготовки горноспасателей и космонавтов. По данным С.А. Иосельсон (1960) и И.Н.Благовещенской (1960), акклиматизация к температуре воздуха 55-60 °С в термокамере появляется после 20-25 воздействий высокой температуры. И.Н. Благовещенская (1954) использовала 4 режима тренировки, проводимой в состоянии покоя: I режим - воздействие высокой температуры 1 раз в неделю; II - 2 раза в неделю; III - 3 раза в неделю и IV - ежедневные воздействия. В результате исследований было установлено, что наиболее эффективен IV режим тренировок. При этом режиме устойчивость к высокой температуре сохраняется в течение 1 мес. после окончания тренировок. Для поддержания тренированности необходимо каждые 2 нед осуществлять 2-3 воздействия теплом. По мнению С.А. Иосельсон (1954), тепловую тренировку горноспасателей целесообразно проводить в условиях постоянно высокой температуры, при низкой влажности воздуха в состоянии покоя. С.А. Иосельсон считает, что приспособление возникает только к раздражителям умеренной силы, к каким, очевидно, автор относит воздействие температуры воздуха 50-60 °С.

По данным Fox и соавт. (1964), поддержание температуры тела около 38,5 °С в течение 1 ч. на протяжении 12 дней приводит к выраженным акклиматизационным сдвигам физиологических функций. И.И. Шварц (1967) установил, что если промежуток между воздействиями тепловых нагрузок свыше 2-3 сут, то адаптационный эффект обычно не проявлялся. Полная потеря акклиматизации происходила через 3-4 нед. после прекращения тренировок. O.G. Edholm и соавт. (1966) отмечали, что более устойчивы к высокой температуре войска, адаптированные к теплу в естественных условиях, чем в тепловых камерах.

Однако для ряда профессий наиболее приемлема термокамерная тренировка. Так, Г.В.Калибердин, А.Н.Ажаев (1981) при



отборе космонавтов и в послеполетном периоде для снятия явлений утомления и повышения работоспособности рекомендуют применять высокую температуру с низкой влажностью воздуха, С.Г. Анапольский, И.И. Шварц (1960) для восстановления работоспособности спортсменов считают возможным использовать камеру сухого жара с температурой до 100 °С.

Акклиматизацию человека к высокой температуре Г.В. Калибердин, А.Н. Ажаев (1981) проводили при температуре 50, 60, 70 и 80 °С ежедневно или через день в течение 25-30 дней при нахождении испытуемых в состоянии покоя. Устойчивость к перегреванию после термотренировки проверяли при температуре окружающей среды 80 °С.

В результате исследований было установлено, что многократные воздействия на организм человека температурой окружающего воздуха 50 и 60 °С в течение 1 ч. и 70 и 80 °С до максимального переносимого времени заметно не влияют на физиологические показатели, свидетельствующие о возникновении адаптации организма к высокой температуре. При многократном ежедневном 2-часовом воздействии температурой окружающего воздуха 50 и 60 °С в функциональном состоянии организма возникает тенденция к образованию определенных приспособительных реакций организма, проявляющихся в постепенном снижении температуры тела и кожи (по мере увеличения кратности воздействий), теплопродукции, влагопотерь, частоты пульса и теплосодержания организма. После 25-30-дневного воздействия температур 50 и 60 °С время переносимости температуры 80 °С увеличивалось на 10-20 %.

По данным И.В. Ещенко (1975), после тренировки испытуемых в термокамере при температуре воздуха 38-39 °С, относительной влажности 50-60 % по 4 ч ежедневно с легкой физической нагрузкой переносимость высокой температуры уже через 2 нед улучшается. При этом ректальная температура снижается с 38,7 °С в начале тренировки до 37,9-38 °С в конце.

Таким образом, повышение устойчивости организма к перегреванию под влиянием систематических воздействий высокой температуры в термокамере зависит от продолжительности каждого воздействия и кратности их повторений. По данным И.Н. Благовещенской (1954), И.С.Иосельсон (1960), время переносимости высокой температуры возрастало в 2,5 раза, а по данным Г.Н.Калибердина, А.Н.Ажаева (1981), - лишь на 10-20 %. Отсутствие эффекта при часовых воздействиях температуры 50 и 60 °С Г.Н. Калибердин, А.Н. Ажаев объясняют недостаточной степенью перегревания организма для возникновения приспособительных реакций. Слишком сильные воздействия (70 и 80 °С) значительно нарушали терморегуляцию, что не способствовало развитию приспособительных механизмов терморегуляции.

Большинство исследователей стоят на позициях использо-

вания при тепловых тренировках различных физических нагрузок [Мансуров Т.А., Талипов М.С., 1983]. М.Е. Маршаком (1957) установлено, что если высокая температура действует на человека, находящегося в состоянии покоя, то развивающаяся повышенная устойчивость организма к этим воздействиям проявляется преимущественно в условиях покоя. Для повышения устойчивости организма к выполнению мышечной работы при высокой температуре необходима повторная мышечная работа в тех метеорологических условиях, к которым желательнее приспособить организм. А.С. Смирнов (1960) отмечал, что приспособление организма к высокой температуре окружающей среды происходит быстрее в тех случаях, когда человек находится не в состоянии покоя, а совершает мышечную работу, но только не тяжелую.

В районах с жарким климатом акклиматизируются быстрее те люди, которые выполняют физическую нагрузку. В.Н. Латыш (1959), П.А. Соломко (1959) отмечают, что солдаты, попавшие в условия жаркого климата, акклиматизируются через 3-4 нед. Если они занимаются физическим трудом, то акклиматизация наступает раньше - через 10-14 дней. Г.А. Трофимов (1984) при плавании в тропиках выявил положительное влияние на акклиматизацию систематических занятий в спортивных секциях. О.П. Ломов, Н.Н. Плахов (1985) указывали на эффективность ежедневных 2-часовых занятий с использованием физических упражнений по 1 ч. на верхней палубе и в помещениях при температуре 35-38 °С и относительной влажности 30-50 %.

В результате такой акклиматизации у моряков периферическая кровь нормализуется раньше, чем в контрольной группе.

Однако не все физические нагрузки с одинаковым успехом могут применяться для ускорения акклиматизации к высокой температуре. По данным В.В. Бердышева (1979), при плавании в тропиках нецелесообразны физические упражнения с поднятием тяжести. Автор рекомендовал прежде всего динамические упражнения продолжительностью 30-40 мин в виде быстрой ходьбы или легкого бега, упражнения на развитие гибкости в суставах, а также общеразвивающие и расслабляющие физические упражнения при глубоком ритмичном дыхании и пульсе, достигающем частоты не больше 120 уд/мин. По наблюдению В.В. Бердышева, уже через 2-3 нед. плавания такие упражнения дают хороший эффект. По мнению Г.Н. Смолякова (1965), необходимо проводить предварительные тренировки при высокой температуре спортсменом, уезжающих на соревнования в районы с жарким климатом, особенно для бегунов.

Однако следует иметь в виду, что искусственная акклиматизация к высокой температуре может вызвать срыв компенсаторно-приспособительных механизмов терморегуляции, если тренировка слишком длительная, а сила воздействия слишком

интенсивная [Добровольский Л.А., 1962]. Многие исследователи отмечают, что тренировка спортсменов летом в условиях жаркого климата приводит к перенапряжению компенсаторно-приспособительных механизмов терморегуляции [Ахундов К.М., 1981, и др.]. Однако это, видимо, зависит от интенсивности тренировки и величины термической нагрузки. Большинство исследователей считают, что мышечная работа является важным моментом в акклиматизации, ускоряя ее, так как между теплопродукцией и теплоотдачей устанавливаются более подвижные динамические процессы [Слоним А.Д., 1958; Соломко П.А., 1969]. Интерорецептивная термическая сигнализация, которой сопровождается мышечная работа, оказывает влияние на формирование стереотипа теплопродукция - теплоотдача. Кроме того, проведение мышечной тренировки в тепле снижает потребление кислорода.

По данным Б.К. Замаренова и В.П. Мурза (1971), в результате выполнения комплекса физических упражнений в неблагоприятных условиях микроклимата значительно возрастает скорость движений, сокращается время выполнения профессиональных операций (поиск и обнаружение объектов на экране индикаторов), что свидетельствует о повышении силы и подвижности нервных процессов, опорно-двигательного аппарата.

В последнее время широкое распространение для некоторых видов профессиональной работы получили рекомендации по методу ускоренной адаптации, который позволяет за сравнительно небольшое время (3-7 дней) повысить устойчивость к высокой температуре окружающей среды. В основу метода легла идея Lemblane (1967) о разрушении прежнего режима гомеостазирования и переходе организма на новый уровень функционирования. Предпочтение отдается прерывистому воздействию высокой температуры в импульсном режиме [Марьянович А.Т., 1981]. В этом случае скорость адаптации превышает ту, которая наблюдается при стационарном или «постепенном» режиме тренировки. Метод ускоренной акклиматизации для лиц, переезжающих в районы с жарким сухим и влажным климатом, был предложен Г.Н. Новожиловым и соавт. (1983). Суть его заключается в сочетанном воздействии тепловой и дозированной физической нагрузки. Такой комбинированной нагрузке люди подвергались в течение 5 дней по 2,5 ч ежедневно дробными порциями — по 20 мин с 10-минутным интервалом между ними. В качестве физической нагрузки использовали степ-тест (подъем на ступеньку высотой 20 см при частоте 30 раз в 1 мин), позволяющий довольно точно задавать уровень интенсивности и объем работы. В качестве тепловой нагрузки принимали суммарное тепловое воздействие окружающей среды при температуре воздуха 40 °С. Во время 10-минутных перерывов испытуемые отдыхали в условиях, близ-

ких к комфортным. Общее время сочетанного дробного воздействия тепловой и физической нагрузок составляло 100 мин, отдыха - 50 мин ежедневно.

Практическое испытание этого метода, проведенное И.С. Кобышевым, С.С.Маркеевым (1986) на лицах, переезжающих в Среднюю Азию в июне-августе, показало его эффективность: снизились заболеваемость и напряжение физиологических функций при высокой температуре окружающей среды.

М.И. Бочаров (1986) при ежедневном воздействии температуры 40 °С, относительной влажности 95 % и выполнении физической работы 1,5 Вт/кг (3 раза по 20 мин) в течение 8 дней наблюдал сдвиги физиологических функций, которые сохранялись до 12 дней.

С.Г. Терещенко, Н.Б. Галкин (1986) после ускоренной предварительной акклиматизации (температура 42 °С, влажность 47-50 %) в течение 5-7 сут. при выполнении физической работы отмечали повышение объема физической работоспособности на 46,6-80,4 %.

### **ФИЗИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА**

Повышение уровня физической подготовки в определенной степени связано с совершенствованием терморегуляции вследствие образования эндогенного тепла, а также с тренировкой кардиореспираторной системы, которая, как показано выше, играет ведущую роль в акклиматизации человека к высокой температуре окружающей среды.

При высокой температуре окружающей среды величина нарушений терморегуляции во время мышечной деятельности зависит от степени предварительной тренированности к физической работе. При выполнении легкой дозированной мышечной работы температура тела у физически хорошо тренированных людей увеличивается в меньшей степени, чем у малотренированных [Матюшкина Н.А., 1962].

Устойчивость к высокой температуре дает больше всего тренировка бегом [Эрголинский Я.А., Богорад М.М., 1960]. В.А. Романенко (1975) считает, что для повышения тепловой устойчивости наиболее эффективна тренировка на развитие выносливости (стайеры), менее эффективна тренировка на развитие скорости (спринтеры). Автор установил, что тренировка на развитие силы (штангисты) не оказывает существенного влияния на состояние тепловой устойчивости.

Исследования многих авторов свидетельствуют о благоприятном влиянии физических упражнений на переносимость высоких температур на производстве [Булич Э.Г. и др., 1971]. Выполнение физических упражнений по определенной программе особенно благоприятно для лиц, работающих в неблагоприятных условиях.

гоприятном микроклимате и имеющих функциональные нарушения в состоянии здоровья [Хижниченко В.А., 1971].

В настоящее время все больше внимания уделяется мышечной нагрузке. Так, А.С. Павлов, В.С. Молоштан (1987) указали на повышение работоспособности у курсантов после выполнения физических нагрузок, приводивших к возрастанию ректальной температуры до 38,7-39,2 °С. На основании этого авторы сделали вывод, что перегрев организма в условиях мышечной работы, выполняемой в комфортных микроклиматических условиях, полезен для нервной деятельности человека.

В последнее время предлагается циклический режим адаптации, для которого характерно повышение устойчивости не только к теплу, но и к широкому кругу экстремальных воздействий. К числу таких методов ускоренной адаптации могут быть отнесены контрастные температурные воздействия, сауна, физические упражнения и т.д. Видимо, поэтому, по наблюдениям многих авторов, лучше акклиматизируются к условиям жаркого климата спортсмены циклических видов спорта, чем ациклических [Иоффе Л.А. и др., 1986].

## ГИПОКСИЧЕСКАЯ ГИПОКСИЯ

Установлено, что при повторных воздействиях на организм какого-нибудь неблагоприятного фактора возникают приспособительные реакции неспецифического характера по отношению к высокой температуре. Это выражается в том, что устойчивость организма возрастает не за счет гипертермии, а за счет общих неспецифических реакций по Г. Селье. В результате воздействия неспецифического фактора развивается устойчивость не только к теплу, но и к другим факторам. Н.А. Агаджанян, А.В. Сергиенко (1968), В.Б. Малкин, Е.Б. Гиппенрейтер (1977) в опытах на животных при длительной акклиматизации их в горах (высота 3200 м) указывали на повышение устойчивости к высокой температуре, гипоксии и ускорениям. Тренировка людей в условиях высокогорья способствует лучшей переносимости летней высокой температуры в районах с жарким климатом [Багиров Б.Г. и др., 1977, и др.]. По данным Б.Г. Багирова и соавт. (1977), положительный эффект после предварительной адаптации в условиях высокогорья (продолжительность 45 сут) прослеживается в течение 8-10 дней, а затем он постепенно утрачивается.

А.В. Ереминым и соавт. (1971) была предпринята попытка повысить устойчивость человека к высокой температуре и другим экстремальным факторам сочетанным воздействием гипоксической гипоксии, физической нагрузки и высокой температуры. Были проведены 3 схемы тренировок, из которых каждая включала ежедневные 60-минутные воздействия различных

факторов в течение 20 дней. Схемы тренировок включали: I схема - сочетание постоянной «высоты» (4000 м), мышечной нагрузки (300 кгм/мин); II - сочетание постоянной «высоты» (4000 м), мышечной нагрузки (300 кгм/мин) и высокой температуры (50 °С); III схема - сочетание «высоты», меняющейся по дням от 2000 до 5000 м, и мышечной нагрузки, составляющей в различные дни от 315 до 450 кгм/мин.

Для выяснения эффективности тренировки перед началом и после окончания каждого ее цикла проверяли устойчивость испытуемых к перегрузкам, гипоксии (высота 7000 м), высокой температуре (60 °С) и ускорениям Кориолиса. Кроме того, исследовали реакции на функциональные нагрузки (проба с приседаниями, степ-тест, ортостатическая проба). Для сравнимости результатов указанные исследования проводили после окончания цикла тренировки в постоянные сроки.

Как показали результаты исследований, одновременное воздействие меняющихся уровней гипоксической гипоксии и мышечной нагрузки (III серия тренировки) повышает переносимость не только к гипоксии, но и к высокой температуре и в какой-то мере к ускорениям Кориолиса и перегрузкам. Монотонное воздействие (I серия) часто не дает эффекта. Включение в данную схему систематического воздействия высокой температуры, видимо, снижает устойчивость к некоторым воздействиям (перегрузка, ускорения Кориолиса) за счет уменьшения тонуса сосудов.

Таким образом, в результате повторного воздействия гипоксической гипоксии и физической нагрузки различного уровня, очевидно, формировался механизм регуляции, адекватный не только этим раздражителям, но и другим факторам.

Из изложенного следует, что современные физические методы достаточно надежно обеспечивают тепловую подготовку людей к работе в жаркой среде. Однако они требуют много времени для развертывания и использования громоздкой техники при проведении тепловой адаптации.

## **ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА**

Тепловую устойчивость можно повысить также с помощью фармакологических средств.

Изыскание фармакологических препаратов, вызывающих быстрое развитие тепловой устойчивости, представляет большой теоретический и практический интерес. Однако возможности повышения устойчивости организма человека к общему перегреванию фармакологическими средствами пока ограничены.

Медикаменты, применяемые с этой целью и находящиеся в процессе изучения, можно объединить в несколько групп.

Лекарственные вещества депримирующего действия, угнетающие естественные приспособительные реакции, в частности снижающие температуру тела, используются в настоящее время только в условиях эксперимента. Это наркотические и снотворные средства, наркотические и ненаркотические анальгетики, местные анестетики, нейролептики и вегетативные яды. Эти препараты (в частности, оксibuтират натрия, новокаиn, производные фенотиазина) вызывают гипотермию посредством блокады химической терморегуляции, свободного (нефосфорилирующего) окисления [Виноградов В.М., 1978, и др.].

Для целенаправленного регулирования обмена веществ с помощью препаратов, расширяющих «узкие места» метаболических циклов [Виноградов В.М., 1978], были предложены средства, нормализующие обменные процессы при гипертермии: антигипоксанты, актопротекторы, некоторые витамины, стероидные, пуриновые и пиримидиновые анаболизаторы, протекторы стероидных гормонов, адаптогены и др. Эти препараты обладают неодинаковой эффективностью и продолжительностью повышения тепловой устойчивости.

В настоящее время непосредственными причинами смерти при перегревании считают поражение жизненно важных центров, самоотравление организма продуктами интермедиарного обмена и кислородное голодание. С учетом гипоксического действия жаркой окружающей среды снижение чувствительности организма к дефициту кислорода приводит к повышению тепловой устойчивости [Агарков Ф.Т., 1960; Агарков Ф.Т., Намятный А.Н., 1962; Тилис А.Ю., 1964]. Одним из возможных путей возрастания устойчивости организма к гипоксии является вмешательство с помощью фармакологических средств (антигипоксанты) в обменные процессы, в частности в клеточное дыхание тканей. Так, гутимин и его соли с органическими кислотами (амтизол, бемитил) при профилактическом введении животным повышают резистентность животных к острой гипоксии [Пастушенков Л.В. и др., 1972; Виноградов В.М., 1978].

Первичное торможение окислительного обмена под их воздействием ведет к снижению потребления кислорода на 30-35 %, температуры тела и пропорциональному повышению резистентности организма к гипоксии. В результате исследования было установлено значительное увеличение - на 60 % - времени работы до отказа при приеме гутимина спортсменами при умеренной температуре воздуха и на 30 % при температуре воздуха 30-40 °С. Это объясняется нормализацией окислительно-восстановительных процессов с более полным использованием субстратов и кофакторов, в частности эффективностью обмена в цикле Кребса [Антушкевич А.С., Иванов Ю.А., 1978; Виноградов В.М., 1978].

Наиболее перспективны в отношении повышения физической и умственной работоспособности в жарком климате актопротекторы (в частности, бемитил) - препараты различной химической природы, усиливающие ресинтез энергетических ресурсов, снижающие интенсивность катаболизма и напряженные адаптационных систем [Кудрин И.Д. и др., 1984; Глод Г.Д., Васильев П.В., 1986].

С целью снижения гипоксического действия высокой температуры окружающей среды могут быть использованы вещества, обычно участвующие в этих процессах, а также соединения, близкие к ним по структуре. Имеются данные о благоприятном влиянии на организм в условиях жары и гипоксии ряда витаминов: В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>12</sub>, Р, РР, С, парааминобензойной кислоты, глутаминовой и оротовой кислот [Максимович В.А., 1962; Брехман И.И., 1968].

Коррекция минерального обмена имеет важное значение, так как тепловой стресс может существенно нарушать его нормальное течение [Ажаев А.Н., Вировец О.А., 1973]. Надо иметь в виду, что увеличение концентрации натрия в поте облегчает образование пота [Куно Яс, 1961]. Физическое напряжение сопряжено с развитием дефицита калия в миокарде. Мышечная деятельность человека приводит к большим потерям калия организмом.

Дыхательная функция эритроцитов также тесно связана с обменом калия. Повышенное потоотделение при тепловом стрессе приводит к большим потерям калия. Для коррекции его обмена применяют препарат панангин, содержащий аспарагинат калия и магния, а также различные напитки, корректирующие минеральный обмен.

Весьма благоприятный эффект дают стероидные, пуриновые и пиримидиновые анаболизаторы - низкомолекулярные вещества, стимулирующие процессы синтеза белка, в частности 4-метилурацил (4-МУ), оротат калия, рибоксин, пангамовая кислота, препараты АТФ, опосредованно действующие на процесс фосфорилирования. Они способствуют сохранению и восстановлению макроэргов (аденозинтрифосфорная кислота, креатининфосфат, гликоген) за счет активации всей цепи окислительного фосфорилирования.

При тепловом стрессе, сопряженном с большими физическими нагрузками (главным образом в аэробных условиях), в процесс энергообеспечения включается жировой обмен. В организме образуется значительное количество конечных продуктов сгорания жирных кислот, в частности примесей, токсично действующих на организм. Для уменьшения их вредного влияния используют антиоксиданты, снижая их концентрацию. В эту группу входят препараты с витамином Е (токоферол): аевит, токоферол-никотинат, а также ионал, дибунол и др.



Перспективны как средство повышения тепловой устойчивости протекторы стероидных гормонов, в частности глицеретовая кислота, которая предотвращает инактивацию гормонов надпочечников, являющихся регуляторами приспособительных механизмов. Глицеретовая кислота обеспечивает пролонгированное действие стероидных гормонов, выделяющихся в большом количестве в организме при гипертермии.

Определенное значение для поддержания термостабильности организма имеют адаптогены (женьшень, элеутерококк колючий, дибазол). Под их влиянием развивается состояние неспецифической повышенной сопротивляемости [Брехман И.И., 1968, 1976, и др.]. В частности, имеются данные о повышении термостабильности при приеме элеутерококка колючего [Линденбратен В.Д., 1962; Брандис С.А., Пиловицкая В.Н., 1966]. Из других фармакологических средств, обладающих гипотермическим действием, следует назвать мефедол, этирон, галоперидон, цистамин и др. [Кузнец Е.И., 1962; Виноградов В.М., 1978].

Проблема сохранения работоспособности авиационных и корабельных специалистов, находящихся в условиях высокой температуры, может быть решена на основе устранения возникающих при гипертермии противоречий между возросшим уровнем утилизации в организме биохимических субстратов, необходимых для поддержания нормальной жизнедеятельности, и недостаточным восполнением их ресурсов [Белый Ю.Н. и др., 1993]. Коррекция возникающих в организме нарушений при гипертермии заключается в пополнении ресурсов тех метаболитов, расход которых при гипертермии существенно возрастает. Кроме этого, по данным Ю.Н. Белого и соавт. (1993), возможна коррекция с помощью фармакологических препаратов, действующих на гормоны и медиаторы, уровень которых при гипертермии повышен. Использование блокаторов соответствующих рецепторов предотвращает активирующее влияние гормонов на метаболические процессы организма, что приводит к сохранению требуемого уровня субстратов биохимических реакций.

Фармакологические средства в настоящее время все еще не получили широкого распространения для повышения устойчивости организма к действию высокой температуры, так как они действуют кратковременно, в недостаточной степени проверены в натуральных и экспериментальных условиях и имеют в ряде случаев отрицательные свойства (некоторые из них понижают работоспособность, развиваются вегетативные расстройства).

Рекомендуя летчикам и морякам фармакологические препараты, необходимо исходить из медицинских показаний. Многочисленные факты свидетельствуют о возможности неблагоприятных последствий при приеме лекарственных средств

перед полетом и плаванием. L.C. Ryan и соавт. (1979) указывали на ухудшение психофизиологического состояния, вызванного приемом некоторых препаратов.

Однако в ряде случаев, особенно при передислокации летного состава в районы с жарким климатом, некоторые средства все-таки пригодны. Высокая температура вызывает у летчиков невротические состояния, снижает психофизиологичес-

Таблица 20

**Сравнительная эффективность некоторых фармакологических оптимизаторов работоспособности у операторов авиационного профиля [Ажаев А.Н. и др., 1980; Васильев П.В. и др., 1981, 1982]**

Показания	Препараты					
	сиднокарб	бемитил	ацефен	эсугерококк	эсугерококк+аскорбиновая кислота (1 г)	феназепам+пропранолол+сиднокарб
Длительная операторская деятельность в условиях повышенного нервно-эмоционального напряжения		+++	+++		++	++
То же, с преобладанием в структуре деятельности монотонии	+++	++	+		+	+
Необходимость экстренной мобилизации резервных возможностей организма на сравнительно короткий промежуток времени	+++	++	++		+	
Необходимость ускорения акклиматизации к новым условиям среды: в том числе при перелете в район с жарким климатом		+++ +		+++ +++		
Реабилитация после длительных полетов и после хронического воздействия психических и физических нагрузок		++	++	+	+	
Профилактика: начальных форм неврозов десинхроноза при трансмеридиальных полетах		+ ++	+ +++		+++ ++	

кие функции. Обобщенные данные о сравнительной эффективности некоторых фармакологических препаратов, оптимизирующих работоспособность, представлены в табл. 20 [Ажаев А.Н., Глод Г.Д., Васильев П.В., 1980, 1981, 1982, и др.].

Право принятия решения о фармакологических воздействиях в целях оптимизации психофизиологического состояния и выбора нужных для этого средств должно оставаться в руках авиационного и корабельного врача, которые располагают информацией от индивидуальных особенностей реактивности организма того или иного члена экипажа, о характере его профессиональной деятельности, состоянии здоровья и другими сведениями, необходимыми для обоснованного решения.

---

**ГИГИЕНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ,  
НАПРАВЛЕННЫЕ НА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ  
ТЕПЛОВЫХ ПОРАЖЕНИЙ И  
ПОДДЕРЖАНИЕ  
РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЧЕЛОВЕКА  
В РАЙОНАХ С ЖАРКИМ КЛИМАТОМ**

**ГИГИЕНА ПИТАНИЯ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ**

При действии высоких температур на организм человека секреторная функция пищеварительных желез угнетается: уменьшаются слюноотделение [Нови В.А., 1947], сокоотделение поджелудочной железы [Рахимов К., 1965], секреция желудка и кишечника [Юнусов А.Ю., Коротько Г.Ф., 1962, и др.].

Снижение кислотности желудочного сока вызывает более частое открытие пилорического жома, из-за чего выпитая жидкость вместе с жидкой частью пищи быстро покидает желудок и наполняет кишечник, что изменяет его функциональную деятельность [Садыков А.С., Азимов И.Г., 1955].

В результате усиленного потоотделения организм теряет повышенное количество органических и неорганических веществ. С потом выводятся азотсодержащие вещества (аминокислоты, мочевины, гистидин, тирозин, треонин, фенилаланин, креатинин), витамины (С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, инозит), электролиты (калий, кальций, натрий, хлориды), углеводы, гормоны, молочная кислота, кортикостероиды [Семенов Н.В., 1956].

Быстрая смена климатических условий оказывает неблагоприятное влияние на тепловое состояние и пищевой статус человека. Это можно видеть на примере перелета летчиков летом из района с умеренным климатом в район Средней Азии. Так, пищевой рацион летчиков при выполнении обычной повседневной деятельности в умеренной климатической зоне удовлетворяет основным физиолого-гигиеническим требованиям. Энергетическая ценность его равна 37701168 ккал/сут, водопотребление (вода питьевая и пища) составляет около 2 л/сут, что соответствует оптимальным величинам для данных условий [Бузник И.М., 1978]. Водопотеря во время летной деятельности достигает 170±11 г/ч.

Судя по динамике массы тела в течение рабочей недели,

водопотеря полностью покрывается приемом жидкости с рационом питания. Колебания массы тела не превышали 500 г/сут, что является нормой для людей, проживающих в районе с умеренным климатом [Бузник И.М., 1978]. Величины суточного мочеотделения и экскреции солей также соответствовали норме и свидетельствовали о том, что организм справляется с требованиями, предъявляемыми к нему при работе в умеренном климате.

При перелете в район с жарким климатом, по данным анкетного опроса, летчики отмечают ухудшение самочувствия, снижение работоспособности и аппетита, жажду. Субъективные данные, как правило, совпадают с направленностью изменений объективных показателей фактического питания (табл. 21). Масса принятой пищи уменьшилась на 33,7 % [Ажаев А.И., Поткин В.Е. и др., 1986]. Поскольку первые блюда летчики ранее съедали не полностью, количество воды, поступившей в организм с пищей, было меньше на 21,9 % ( $p < 0,05$ ). Фактическое потребление белков снизилось на 18,2 % ( $p < 0,05$ ), жиры - на 49,3 % ( $p < 0,01$ ), углеводов - на 25,4 % ( $p < 0,05$ ). Энергетическая ценность принятой пищи достигала уровня  $2538 \pm 259$  ккал/сут, что на 32,7 % меньше суточных энергозатрат летчиков в районе с умеренным климатом ( $p < 0,01$ ).

Таблица 21

Фактическое питание и масса тела летчиков до и после перелета в район с жарким климатом в сутки [Ажаев А.И., Поткин В.Е. и др., 1986]

Показатель фактического питания ( $M \pm m$ )	В районе с климатом		Изменения, %	Достоверность изменений, p
	умеренным	жарким (на 3-й день после перелета)		
Масса пищи, г	$994 \pm 91$	$659 \pm 180$	-33,7	<0,05
Жидкость пищи, г	$1003 \pm 68$	$784 \pm 120$	-21,9	<0,05
Вода питьевая, г	$847 \pm 97$	$1850 \pm 290$	+118,4	<0,01
Белки, г	$121 \pm 7$	$99 \pm 10$	-18,2	0,1
Жиры, г	$140 \pm 9$	$71 \pm 14$	-49,2	<0,01
Углеводы, г	$481 \pm 27$	$359 \pm 70$	-25,4	>0,1
Калорийность, ккал	$3770 \pm 168$	$2538 \pm 259$	-32,7	<0,01
Масса тела, кг	$81,49 \pm 1,28$	$78,11 \pm 1,25$	-4,2	<0,05

Потребление питьевой воды возросло на 118,4 %, т.е. стало в два с лишним раза больше водопотребления в районе с умеренным климатом ( $p < 0,01$ ). В то же время суточное мочеотделение (табл. 22) сократилось на 44,6 % ( $p < 0,01$ ). Хлора с мочой выделялось меньше на 34 % ( $p < 0,05$ ), натрия - на 29,5 %

( $p < 0,05$ ), калия - на 42,9 % ( $p < 0,01$ ), витамина С - на 38,8 % ( $p < 0,05$ ), витамина В<sub>6</sub> - на 66,8 % ( $p < 0,05$ ), что обуславливалось необходимостью экономии этих микроэлементов в связи с увеличением их выделения с потом [Юнусов А.Ю., 1960, и др.]. Водопотеря в результате летной деятельности составила  $350 \pm 25$  г/ч.

Таблица 22

Экскреция общего азота, минеральных веществ и витаминов с суточной мочой летчиков до и после перелета в район с жарким климатом [Ажеев А.Н., Поткин В.Е. и др., 1986]

Показатель ( $M \pm m$ )	В районе с климатом		Изменения, %	Достоверность изменений, р
	умеренным	жарким (на 3-й день после перелета)		
Мочеотделение, мл	$1663 \pm 120$	$700 \pm 36$	-44,6	<0,01
Общий азот мочи, г	$13,9 \pm 1,0$	$11,8 \pm 0,7$	-15,2	>0,05
Хлор, мэкв	$212 \pm 20$	$140 \pm 16$	-34	<0,05
Натрий, мэкв	$170 \pm 17$	$120 \pm 12$	-29,5	<0,05
Калий, мэкв	$77 \pm 8$	$44 \pm 2$	-42,9	<0,01
Фосфор, мэкв	$1445 \pm 121$	$1471 \pm 114$	+1,7	>0,05
Кальций, мэкв	$440 \pm 112$	$300 \pm 43$	-31,9	>0,05
Витамины, мг				
С	$19,8 \pm 1,9$	$12,1 \pm 3,1$	-38,8	<0,05
В <sub>1</sub>	$0,12 \pm 0,01$	$0,11 \pm 0,02$	-8,3	>0,05
В <sub>2</sub>	$0,57 \pm 0,13$	$0,69 \pm 0,14$	+21	>0,05
В <sub>6</sub>	$3,56 \pm 0,92$	$1,18 \pm 0,10$	-66,8	>0,05

Масса тела у летчиков после перелета в район с жарким климатом становилась меньше на 4,2 % ( $p < 0,05$ ). По данным литературы, это может неблагоприятно влиять на мышечную работоспособность человека [Садыков А.С, 1961]. Во время дальнейшего пребывания летчиков в районе с жарким климатом отмечалась тенденция к некоторому снижению массы тела. Одновременно с этим вследствие адаптации организма к высокой температуре сократилось водопотребление.

У моряков потеря массы тела с повышением среднесуточной температуры с 23 до 28,1 °С во время плавания в низких широтах возрастала с 2,15 до 3,85 кг за сутки (табл. 23).

У моряков постепенно нарастало потребление воды с 1,7 до 2,65 л. в сутки. Однако потребляемая вода составила всего 60,9 % от теряемой жидкости потоотделением и с мочой. Этот факт свидетельствует о том, что жажда не в полной мере отражает степень дегидратации организма. В целом потеря в мас-

**Суточный прием воды и пищи, потеря массы тела при плавании  
в низких широтах**

Показатель	День плавания				После возвращения в зону с умерен- ным кли- матом
	14-й	28-й	80-й	110-й	
Среднесуточная температура воздуха, °С	23	26,3	28,1	14	-0,6
Максимальная температура воздуха, °С	26,1	28,9	33	16,6	+1,6
Теплоощущение (средний балл)	3,2	4,7	3,6	2,1	2
Количество: выпитой воды, кг	1,7	2,25	2,65	1,2	0,85
принятой пищи, кг	1,4	1,4	1,75	1,9	2,25
Общее количество принятой воды и пищи, кг	3,1	3,65	4,4	3,1	3,1
Потеря воды, кг: потоотделением	2,15	3,05	3,85	1,3	1,1
с мочой	0,85	0,45	0,5	1,5	1,3
со стулом	0,15	0,1	0,1	0,3	0,6
Общая потеря массы тела, кг	3,15	3,6	4,5	3,1	3,1
Масса тела, кг (средняя за 6 ч обследования)	69,25	67,7	66	67,6	—

се тела (4,5 кг) превышала общую массу принятой за сутки воды и пищи (4,4 кг). При переходе корабля в умеренные широты у моряков снизилась водопотеря потоотделением и повысился диурез. Увеличилось количество потребляемой пищи, а следовательно, воды с пищей.

Средняя величина массы тела за плавание главным образом в первые 2-3 нед у специалистов, работающих на верхней палубе, в низких широтах уменьшилась на 1,5-1,75 кг. По данным Н.М. Михайлова (1968), эти специалисты теряли 1,3 кг массы тела, а при длительном плавании - даже до 2,2 кг. У радистов же масса тела уменьшалась на 1,5-2,6 кг, у мо-

тористов - на 1,7-2,7 кг. Наши наблюдения (1969) показали, что у моряков, работающих во внутренних помещениях судна, эта потеря достигала в среднем за сутки 1,69 кг (в умеренных широтах 0,65 кг), на верхней палубе - 1,45 кг (в умеренных широтах 0,65). Котельные машинисты за вахту теряли в низких широтах 1,42 кг, а в умеренных - всего лишь 0,73 кг (табл. 24).

Таблица 24

**Снижение массы тела у моряков при плавании в низких и умеренных широтах ( $M \pm m$ )**

Основное место несения вахты	Низкие широты			Умеренные широты		
	число наблюдений	изменение массы тела, кг	% к исходному	число наблюдений	изменение массы тела, кг	% к исходному
Перегреваемые помещения	12	-1,42± 0,21	2,03± 0,30	10	-0,73± 0,44	1,28± 0,67
Внутренние помещения	22	-1,69± 0,23	2,40± 0,38	8	-0,65± 0,39	0,92± 0,64
Верхняя палуба	17	-1,45± 0,22	1,13± 0,32	12	-0,65± 0,25	0,64± 0,38

Имитация климатических условий плавания моряков в низких широтах, проведенная в лабораторных условиях при температуре воздуха 30-31 °С и относительной влажности 85 % в течение 200 ч, позволила вскрыть ряд важных механизмов влияния высокой температуры на пищевой статус человека (табл. 25).

Результаты биохимических исследований показали, что при длительном действии на организм высокой температуры и влажности воздуха нарушается белковый, углеводный, витаминный и водно-солевой обмен. Отмечалось снижение экскреции с мочой витаминов В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub>, креатинина, мочевины, аммиака, хлорида натрия. В крови обнаружено меньше хлоридов, общего белка и альбуминов, но больше сахара и недоокисленных продуктов обмена, значительно снизился суточный диурез.

Изменения массы тела и фактической пищевой ценности рациона питания можно объяснить усиленным потоотделением и ухудшением аппетита. В условиях высоких температур организм получает основные питательные вещества в значительно меньшем количестве, не покрывая энерготраты. Соответственно снижению количества потребляемой пищи сокращается и



Таблица 25

Изменение хлоридов и азотистых веществ (л) в крови и моче после 200-часового пребывания людей при 30—31 °С и относительной влажности

Показатель	Единица измерения	Контрольное исследование при 20—22 °С				Основное исследование при 30—31 °С			
		Δ	увеличение	уменьшение	p	Δ	увеличение	уменьшение	p
<b>В крови</b>									
Хлориды	ммоль/л	-2,5	0,8	1,1	>0,05	-5,5	0,6	1,7	<0,05 <sup>1</sup>
Сахар	ммоль/л	-1,0	0,05	0,4	<0,05	+0,5	0,3	0,1	<0,05
<b>В моче</b>									
Креатинин	г/сут	0	4	2	>0,05	-0,4	0	8	<0,05
Мочевина	г/сут	-0,9	3	5	>0,05	-11,1	0	8	<0,05
Аммиак	г/сут	-0,2	1	7	>0,05	-0,6	0	8	<0,05
Хлориды	г/сут	-4,8	0	8	<0,05	-7,5	0	8	<0,05

<sup>1</sup> Достоверность по критерию знаков.

эксекреция общего азота, солей с мочой, а также суточное мочеотделение.

Уменьшение мочеотделения объясняется усиленным выделением воды с потом и влиянием на диурез антидиуретического гормона и альдостерона, количество которых в крови возрастает из-за повышенной функции надпочечников в условиях высоких температур окружающей среды [Карнаух Н.Г., 1965].

Снижение аппетита в этих же условиях в значительной мере обусловлено жаждой: возбуждение питьевого центра тормозит центр, регулирующий прием твердой пищи [Роле Б.Д., Роле Э.Т., 1984]. В связи с этим в районе с жарким климатом должно обеспечиваться водопотребление, достаточное для утоления жажды.

Однако взгляды на водно-солевой режим человека, переежающего летом в район с жарким климатом, различны. Одни исследователи считают, что при высокой температуре целесообразен неограниченный прием воды до полного утоления жажды [Матузов Н.И., Ушаков Б.Н., 1964]. По данным Н.Т.Цишнатти (1963), большой прием воды способствует вымыванию из организма токсичных веществ, образующихся при гипертермии. Другие исследователи полагают, что необходимо ограничивать прием воды, так как жажда превышает действительную потребность в воде [Алиджанова В.А., 1964, и др.]. По мнению авторов, вода в большом количестве бесполезно те-

ряется с профузным потом, перегружает сердечно-сосудистую систему и вымывает из организма минеральные соли, препятствуя связыванию воды в тканях, а следовательно, и дальнейшему усилению экстраренального ее выведения [Алиджанова В.А., 1964, и др.].

Некоторые исследователи пришли к выводу, что водопотребление в условиях высоких температур может быть ограничено в определенных пределах, но должно быть достаточным для восполнения водопотерь. Наиболее целесообразным для терморегуляции считается дробный прием воды по 100-150 г [Астанкулова А.Т., 1958; Яо Ань-Цзы, 1959; Дмитриев М.В., 1964]. Хорошее действие на терморегуляцию оказывает прием воды температурой ниже 19 °С из-за раздражения нервных окончаний в пищеварительной системе [Сафонов А.Ф., 1963].

По данным К.Р. Bunning (1990), температура питьевой воды при ее хранении в условиях пустынного климата повышается до 50 °С. Повышение температуры каждого литра воды на 1 °С относительно температуры тела человека соответствует увеличению тепловой нагрузки на 1 ккал. Охлаждение воды до 13-16 °С повышает работоспособность и приводит к уменьшению тепловых поражений у военнослужащих.

Е.М. Маршак, О.Т. Дукельская, Л.М. Клаус в 1926-1927 гг., исходя из положения, что основные нарушения в организме во время работы в горячих цехах возникают вследствие потерь хлорида натрия, предложили употреблять 1 % раствор поваренной соли в качестве напитка, корректирующего питьевой режим. В 30-х годах исследования многих авторов подтвердили необходимость введения хлорида натрия в питьевой режим рабочих горячих цехов.

Однако в 1950-1960 гг. многие ученые указывали на нецелесообразность его добавления в питьевые растворы при работах в горячих цехах [Юнусов А.Ю., 1954; Дмитриев М.В., 1959; Михайлов В.П., 1960; Яо Ань-Цзы, 1962].

М.В. Дмитриев (1964), J.P. Knochel, R.M. Vertel (1967) установили, что прием значительного количества хлорида натрия способствует выведению из организма калия с потом и мочой. По данным этих авторов, дополнительный прием хлорида натрия усиливает ионный сдвиг в сторону превалирования ионов натрия в клетках организма над ионами калия, что может повысить токсичный эффект ионов натрия, отражаясь неблагоприятно на деятельности сердечной мышцы.

Многие исследователи не рекомендуют добавлять хлорид натрия в питьевую воду при потоотделении менее 4 л в рабочую смену. Обеднение организма хлоридами при таких водопотерях не наступает [Дмитриев М.В., 1959; Яо Ань-Цзы, 1962]. Дополнительный прием соли рекомендуется только тогда, когда потеря массы тела составляет 4-4,5 кг за 8-часовую рабочую смену [Малышева А.Е., 1965]. Однако такие производства, где

возможна подобная водопотеря, в настоящее время встречаются очень редко.

Под влиянием высокой температуры окружающей среды нарушается азотистый обмен. По данным Е.Ф. Георгиевской и соавт., А.М. Блиновой, С.Е. Северина, З.П. Лобовой, в условиях высоких температур окружающей среды добавление глюкозы к воде нормализует азотистый обмен.

Население Средней Азии летом широко употребляет зеленый чай и отвары из фруктов, А.С. Садыков (1961) и другие исследователи доказали, что зеленый чай обладает способностью повышать желудочную секрецию. Кроме того, более медленно, чем черный чай, и особенно вода, выводит жидкость из организма и является хорошим жаждоутоляющим средством. Вода с поверхности тела испаряется значительно быстрее при питье горячего чая, чем холодного.

По данным Б.А. Кривоглаза (1951), М.А. Хвойницкой (1954), применение белково-витаминного напитка при сохранении термостабильности ведет к уменьшению потерь воды и повышению содержания водорастворимых витаминов, которые при значительном потоотделении усиленно выводятся из организма.

Для улучшения функции органов пищеварения в условиях высоких температур рекомендуются отвары из сухофруктов, овощей, вишни [Юсупов К.Ю., 1961; Юнусов А.Ю., Турсунов З.Т., Белова З.С., 1961].

Квас, клюквенный морс или добавление мясного бульона к питьевой воде, а также питье томатного сока с солью усиливают секрецию желудочного сока [Данилов Н.В., 1959; Дмитриев М.В., 1962]. Такие напитки медленнее всасываются и дольше задерживаются в организме.

Население Средней Азии нередко утоляет жажду обезжиренным кислым молоком с холодной водой. В Туркмении распространены в качестве напитка чал - продукт брожения верблюжьего молока, похожий на кумыс.

Для питья при высокой температуре окружающей среды многие исследователи рекомендуют напитки, в которых содержатся дубильные вещества, оказывающие вяжущее действие на слизистую оболочку рта и глотки. Для этой цели применяют клюквенный экстракт, настои из смеси алычи и урюка, а также шиповника.

При высокой температуре окружающей среды наилучшее состояние водно-солевого обмена достигается при питании в основном углеводной и смешанной пищей [Махмудов Э.С., 1960, и др.]. Подобная пища, по данным этих авторов, способствует меньшему потреблению воды и ее задержке в организме.

Таким образом, на современных производствах, имеющих высокую температуру окружающей среды, нет необходимости дополнительно с водой принимать хлорид натрия (дефицит

натрия восполняется при приеме пищи). Целесообразно при приеме воды добавлять глюкозу или другие вещества, нормализующие процессы терморегуляции. Перед приемом пищи, особенно в обед, следует выпить стакан охлажденного (до 17-20 °С) чая, кваса или отвара фруктов.

Возбуждают аппетит и повышают секрецию пищеварительных желез острые пряные закуски (салаты, винегреты), специи, приправы, овощи, молочные и молочнокислые продукты, отвары из сухих и свежих фруктов и овощей, морс, томатный сок, подкисленная лимонной кислотой вода, фруктовые соки. Углеводная и углеводно-белковая пища способствует меньшей потере воды с потом и легко переваривается. Причем потребление белков должно быть на уровне физиологических норм: 100 г при энерготратах порядка 3500 ккал в сутки [Юнусов А.Ю., 1960]. Содержание же жира в пище при высокой температуре необходимо снижать [Смолянский Б.Л., 1979]. Вследствие повышенной потери водо-растворимых витаминов С и группы В при усиленном пото-отделении рекомендуется увеличивать их количество в рационе питания.

В связи со снижением аппетита в жаркое время важное значение приобретает рациональный режим питания, т.е. такой, когда основные приемы пищи приходится на прохладный период суток. Необходимо также снизить калорийность обеда, увеличив калорийность ужина и завтрака. Температура воздуха в помещениях для приема пищи должна быть не выше 25 °С.

Итак, для обеспечения количественной и качественной адекватности и сбалансированности питания человека в условиях жаркого климата следует учитывать некоторые рекомендации:

1) для повышения аппетита употребляйте острые закуски (сельдь, кислая капуста, перец), холодные блюда (салат, винегрет, холодный борщ, овощной суп);

2) принимайте пищу (по энергоемкости) в утреннее (30 %) и вечернее (прохладное) время (40 %) и создавайте благоприятные микроклиматические условия в помещениях для ее приема;

3) принимая пищу, сочетайте ее с питьем воды, чая, напитков для компенсации дневных влагопотерь (жидкость может приниматься сразу после приема пищи);

4) помните о том, что дефицит массы тела, составляющий 1,5-2,5 кг, является физиологическим и не требует специальной коррекции;

5) компенсируйте недостаточность питания в жарких климатических условиях в первую очередь за счет увеличения белка (азотистые вещества теряются с потом), водорастворимых витаминов (витамины В, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, С, РР), минеральных веществ (калий, магний, натрий, кальций). Эти дополнительные пита-

тельные вещества могут быть получены с мясом, яйцами (белок), овощами, картофелем, молодой зеленью, синтетическими препаратами (водорастворимые витамины), сухофруктами, соками, молодой зеленью (минеральные вещества).

Если конкретизировать гигиенические мероприятия по водообеспечению в жарких климатических условиях, то следует указать на соблюдение следующих правил:

1) водопотребление в жарких условиях не должно ограничиваться, так как жажда покрывает только 30-60 % потребности воды при высокой температуре воздуха. Тем не менее минимальная суточная потребность в воде составляет при среднесуточной температуре 28 °С - 1,6 л, при 34 °С - 1,9 л; при 45 °С - 2,3 л/сут. В суровом климате пустыни и джунглей (39-40 °С) при форсированном марше потребность в воде достигает 11 - 13 л/сут.

Критериями достаточности воды в конкретных условиях являются субъективное ощущение (отсутствие жажды) и относительно стабильная масса тела.

Ограничение водопотребления с целью оптимизации функций человека в жарких условиях не имеет под собой физиологической основы;

2) дробное принятие жидкости целесообразно, так как предупреждает неприятные ощущения в подложечной области, рвоту и тошноту вследствие расширения желудка при принятии больших порций воды;

3) наиболее физиологично принимать воду после приема пищи и кратковременного отдыха;

4) питье должно компенсировать не только потери жидкости с потом, но и калия, кальция и водорастворимых витаминов (фруктовые и овощные соки, кофе, чай, молоко).

## ГИГИЕНА ОДЕЖДЫ

У человека, одетого в летний костюм, воздушный слой между телом и одеждой составляет примерно 20-30 л, который изменяется в зависимости от позы и положения тела человека в пространстве. Достаточно постоянный микроклимат глубокого слоя воздуха под одеждой с теплоизоляцией 1 -1.2 кло в условиях комфорта способствует поддержанию стабильной температуры кожи на уровне 32-34 °С в покое и на уровне 33-35 °С при выполнении легкой физической работы. В этом случае температура поверхности тела выше температуры воздуха под одеждой на 3-4 °С.

При повышении температуры наружного воздуха с 18 до 35°С температура под одеждой возрастает с 28-30 до 33-35 °С. Разница температуры кожи и воздуха под одеждой становится меньше 3 °С [Фрейдлин В.С., 1939]. При этом увеличивается и

влажность воздуха под одеждой за счет испарения пота. Так, при 18 °С и 30-40 % относительной влажности наружного воздуха влажность под одеждой составляет 45 %, а при температуре окружающего воздуха 34 °С и при той же относительной влажности среды она достигает 68 %. В.С.Фрейдлин (1939) установил, что хорошее теплоощущение и нормальные условия для терморегуляции у человека еще сохраняются при относительной влажности воздуха 50-60 % и тем-ощущение остается хорошим и в том случае, когда повышение относительной влажности воздуха под одеждой на 10 % сопровождалось снижением на 2 °С его температуры. В условиях Средней Азии при температуре наружного воздуха 25-30 °С абсолютная влажность воздуха под одеждой 13,5 мм рт.ст. еще соответствует хорошему теплоощущению человека [Левашов В.В., 1959].

Следовательно, чем выше температура и влажность окружающей среды, тем значительно больше насыщается воздух под одеждой водяными парами. При увеличении температуры воздуха под одеждой и окружающих человека предметов до температуры поверхности тела теплоотдача радиацией и конвекцией прекращается. В этих условиях теплоотдача происходит только испарением влаги с поверхности тела. Выполнение физической работы при высокой температуре окружающей среды приводит к более интенсивному повышению температуры и влажности воздуха под одеждой.

Поэтому основным требованием к одежде, предназначенной для районов с жарким климатом, является ее достаточная гигроскопичность, влагоемкость, испаряемость, воздухо- и паропроницаемость. При повышенной температуре окружающей среды теплопотери за счет конвекции сквозь пористую одежду менее значимы, чем охлаждение испарением пота с поверхности тела и прилегающих тканей одежды.

В связи с этим для одежды в жарком климате имеют большое значение ткани, легко впитывающие пот и быстро его испаряющие. Однако необходимо учитывать, что движение воздуха под одеждой также способствует удалению влаги. Ввиду этого покрой одежды должен быть свободным, обеспечивающим необходимую циркуляцию воздуха под одеждой. Даже при неподвижном наружном воздухе физическая работа человека способствует возникновению потоков под одеждой, которые «омывают» туловище и выходят у шеи и сквозь отверстия в одежде при дыхании. Для этой одежды пригодны хлопчатобумажные, льняные, сетчатые и ворсистые ткани, не прилегающие плотно к телу. Из них обычно изготавливают летнее белье и летнюю одежду.

Комплект летней одежды состоит из нижнего белья и верхней одежды. Нижнее белье имеет теплоизоляцию примерно

0,3 кло<sup>1</sup>, рубашка - 0,2 кло и брюки и пиджак - приблизительно 0,5 кло [Spencer, Smith J.L., 1971, и др.]. Суммарная теплоизоляция такого комплекта обуславливается в основном слоем воздуха между тканями одежды и поверхностью тела и составляет примерно 1 кло.

Теплоизоляция нижнего белья, летней одежды бытового назначения по R.G. Nevins (1975) представлена ниже.

<i>Одежда</i>	<i>Теплоизоляция, кло</i>
Нижнее белье (рубашка, кальсоны)	0,3
Легкие брюки, короткая рубашка без рукавов	0,5
Легкие брюки, рубашка с длинными рукавами, жилет	0,7
Легкие брюки, рубашка с длинными рукавами, жилет	0,9
Теплый костюм из трех слоев одежды	1,5

На большей части территории РФ уровень ультрафиолетового облучения, скорость ветра и влажность воздуха меняются незначительно. Поэтому теплоизоляция летней одежды в различных климатических районах определяется прежде всего температурой воздуха.

Одежда с теплоизоляцией 0,5-1,0 кло необходима в северных районах умеренных широт и в ряде центральных районов Якутии вплоть до полярного круга. По всей этой зоне обычно наблюдается теплое лето с температурой воздуха 20-25 °С и средней скоростью ветра 3-4 м/с (табл. 26).

На побережье Северного Ледовитого океана, в Сибири, где летом средняя температура воздуха около 5 °С, а скорость ветра достигает 4-5 м/с, нужна одежда с теплоизоляцией 2-2,5 кло (демисезонное пальто). В остальных районах высоких широт необходимая теплоизоляция соответствует летнему пальто или комплекту одежды, состоящему из костюма и плаща (до 1,5 кло).

В степных районах европейской территории РФ и Сибири, в Забайкалье и Приамурье носят одежду из очень тонких тканей с теплоизоляцией 0,1-0,5 кло, где средняя температура воздуха от 25 до 30 °С.

В очень жарких районах Нижнего Поволжья и на большей части среднеазиатских республик тепловой комфорт летом может быть обеспечен только специальной одеждой (с охлаждением).

<sup>1</sup> 1 кло = 0,155 м<sup>2</sup> К/Вт.

Необходимая теплоизоляция летней одежды в различных районах СССР  
[по Лиопо Т.Н., Циценко Г.В., 1971]

Климатическая характеристика лета	Климатические зоны	Районы СССР	Характеристика одежды	Необходимая теплоизоляция одежды, кло	Температура воздуха, °С
Холодное	1	Побережье Северного Ледовитого океана в Сибири, включая Север п-ва Таймыр и Чу-котки	Демисезонное пальто	2,0—2,5	5
			Летнее пальто	1,5—2,0	
Умеренно холодное	2	Крайний север Европейской территории РФ и Сибири, включая центральные районы Северо-восточной Сибири	Летнее пальто	1,5—2,0	5—15
			Юго-восточная часть Чукотки и Камчатки	Костюм и плащ	
	3 4	Север Кольского п-ва			
			Умеренно теплое	5 6	
7 8	Кольский п-в (кроме Северного побережья) и Карелия Восточная Сибирь, Центральная часть Якутии	Костюм и плащ			1,0—1,5
				9 10	
Теплое					Очень легкая одежда



Климатическая характеристика лета	Климатические зоны	Районы СССР	Характеристика одежды	Необходимая теплоизоляция одежды, кло	Температура воздуха, °С
Жаркое	11	Южная Сибирь, небольшая часть Забайкалья по Амуру	Очень легкая одежда	0,1—0,5	25—30
	12	Степные области европейской территории РФ, Западной Сибири			
	13	Южные районы европейской территории РФ	Зона неэффективной одежды	—	
Очень жаркое	14	Степи Северного Казахстана			
	15	Средняя часть Средней Азии			
	16	Южная часть Средней Азии	Зона неэффективной одежды	—	

Для летного и инженерно-технического состава летом выдают летнюю одежду (куртка и брюки), надеваемую обычно на белье, или высотно-компенсирующий костюм. Внутренний пояс брюк образует с верхним краем вентиляционные отверстия.

Теплоизоляция летней одежды летчика составляет 1 -1,4 кло, техника - 1,2 кло.

Теплоизоляция летней одежды бытового назначения, а также специальной одежды космонавта, летчика и техника представлена в табл. 27.

В одном и том же климатическом районе требуется меньшая теплоизоляция одежды для человека, занятого физической работой, чем находящегося в покое.

На всей территории РФ южнее примерно 55 °С северной широты летом климатические условия будут жаркими для человека, занятого работой в любой одежде.

По мнению многих исследователей, человек лучше переносит повышенную температуру воздуха, сняв одежду [Шевелюхин Д.А., 1934; Адольф Э., 1952; Бюттнер К., 1965]. Это объясняется хорошими условиями испарения пота у обнажен-

ного человека вследствие его удаления с поверхности тела движущимся воздухом. Однако при действии интенсивной солнечной радиации и движении воздуха, содержащего пыль и песок, одежда, несомненно, приобретает большое значение. Для тропического морского климата, по данным П.А. Просецкого (1960), Н.И. Матузова, Б.Н. Ушакова (1964), В.Г. Воловича, В.Н. Ускова (1967), наиболее рациональна легкая одежда, состоящая из коротких брюк и рубашки с короткими рукавами.

Важную роль для одежды в жарком климате играет ее цвет. Как известно, радиационное тепло поглощают меньше светлые ткани, чем темные. Однако из-за маркости белых тканей рекомендуется для спецодежды использовать светлые оттенки: светло-серые, зеленые, желтые. Правда, некоторые исследователи не придают большого значения разнице между белыми и черными тканями костюмов при защите человека от ультрафиолетового и инфракрасного облучения [Ренбурн Э., 1965]. Однако известно, что в США и Англии в районах с тропическим климатом применяют одежду цвета хаки.

Известно, что одна часть тепла, получаемого за счет солнечного облучения, поглощается одеждой, другая отражается в окружающую среду и, наконец, определенная часть инсоляции становится дополнительной тепловой нагрузкой на организм. Эффективность инсоляции равна отношению теплоизоляции всех слоев одежды (за исключением наружного, в котором и поглощаются солнечные лучи) к общей теплоизоляции человека.

В условиях, когда температура окружающего воздуха значительно превышает температуру поверхности тела человека, особенно в сочетании с инсоляцией, организм может перегреться. В этом случае остаются все вышеназванные требования к одежде с той лишь разницей, что с повышением теплоизоляции одежды нарастает продолжительность пребывания человека при высокой температуре окружающей среды. На юге Средней Азии ношение местным населением ватной одежды в жаркую погоду, очевидно, связано не только с народными традициями, но и с необходимостью защищать кожные покровы от солнечной радиации. К.Бюттнер (1960) указывал, что при увеличении толщины одежды вдвое, время, в течение которого она защищает, возрастает в 4 раза. По данным А.А. Дороницыной и соавт. (1960), внешняя тепловая нагрузка при температуре воздуха 70-120 °С на 25 % меньше при использовании летчиком демисезонного костюма, чем летнего.

По данным М. Джокл, Д. Роубал (1967), для рабочих горячих цехов больше подходит однослойная одежда, а при высоких температурах (56-58 °С) - двух- и многослойная. Это объясняется тем, что если результирующий поток идет по направлению от человека в окружающую среду, то многослойная одежда только повышает тепловую нагрузку вследствие

Теплоизоляция различных видов летней одежды, кло

Вид одежды	Очень легкая	Легкая	Костюм мужской шерстяной (бытовой)	Полетный костюм космонавтов с хлопкольняным бельем	Костюм летного состава с нижним бельем	Костюм летного состава с вискозным бельем и высотно-компенсирующим костюмом	Костюм инженерно-технического состава с хлопчатобумажным бельем
Теплоизоляция одежды, кло	0,1—0,5 [Лиопо Т.Н., Циценко Г.В., 1971]	0,5—1,0 [Sipple P.A., 1949]	1,0	1,0—1,2 [Финогенов А.М., Ажаев А.Н., Калибердин Г.В., 1975]	1,0 [Кричагин В.И., Хроленко В.М., Резников А.И., 1968]	1,4 [Кричагин В.И., Хроленко В.М., Резников А.И., 1968]	1,2 [Исаков П.К. и др., 1975]

затруднений теплоотдачи с поверхности тела. В условиях же, когда тепловой поток направлен на человека, создается обратное положение, т.е. с увеличением количества слоев одежды внешняя тепловая нагрузка уменьшается.

Как отмечалось, при температуре воздуха выше 50 °С при небольшой влажности воздуха теплоотдача испарением влаги с поверхности тела не компенсирует внешнюю тепловую нагрузку (III стадия перегревания). В этих условиях человек не может приспособиться к высокой температуре окружающей среды. Перегревание организма происходит за счет эндогенного и экзогенного тепла.

Время переносимости высоких температур удлиняется благодаря одежде даже со сравнительно небольшой теплоизоляцией. В наших исследованиях использование летнего костюма летчика, имеющего теплоизоляцию 1 кло, позволило заметно снизить внешнюю тепловую нагрузку на организм человека. Особенно значительный защитный эффект наблюдался при температуре окружающей среды 50 °С.

Как показали результаты исследований, проведенных с теплозащитной одеждой, имеющей различное тепловое сопротивление с достаточной большой паропроницаемостью, при температуре окружающего воздуха свыше 50 °С (выполнение легкой работы операторского профиля) теплоизоляция одежды должна превышать 3 кло.

Подобную теплоизоляцию от высоких температур не обеспечивает имеющаяся спецодежда. Поэтому для отвода эндогенного тепла и уменьшения притока внешнего необходимы специальные средства индивидуальной защиты.

В качестве таковых для работы в отраслях промышленности с высокой температурой воздуха были разработаны и испытаны вентилируемые костюмы [Йосельсон С.А., Благовещенская И.Н., 1954, 1958; Райхман С.П., 1959; Приходько П.Т., 1962;

Stackford G.W., Hellon R.F., 1964]. В этих костюмах охлажденный воздух подавался в пододежное пространство. Верх костюма обычно изготовляли из воздухопроницаемой ткани.

В авиации и космонавтике вентилируемые костюмы и скафандры стали разрабатываться с созданием реактивной авиации и космических кораблей. Были исследованы вентилируемые костюмы с трубчатой системой распределения воздуха [Reed G.M., 1972; Уэбб П., 1975] и двухслойные комбинезоны из воздухо непроницаемой ткани с отверстиями во внутренней оболочке, через которые воздух поступает к белью [Уманский СП., 1967; Evrard E., 1958].

Известно, что при применении средств защиты от высоких температур (например, вентилируемых скафандров) теплоотдача испарением влаги не должна превышать 60 % теплопродукции организма [Генин А.М., Головкин Л.Г., 1966]. Вентилирующий воздух в скафандрах позволяет удалять из него до 232 Вт тепла. Однако для охлаждения космонавтов, автономно работающих в скафандрах, этот способ отвода тепла был неприемлем из-за недостатка мощности, необходимой для обеспечения циркуляции большого объема кислорода [Уэбб П., 1975].

Практика полетов человека в космос подтверждает эффективность кондуктивного теплоотвода с поверхности тела, для чего используются комбинезоны с водяным охлаждением [Городинский СМ. и др., 1971; Lemaire R., 1967; Shvartz E., 1972]. Впервые кондуктивное охлаждение было предложено еще до второй мировой войны. М.С. Глекель (1938) охлаждал работающих в условиях высокой температуры среды холодной водой и жидким аммиаком, которые циркулировали по резиновому змеевику расположенному вокруг тела под одеждой

(1960) в одной из его работ по тепловым проблемам, связанным с пребыванием человека на Луне.

В космических полетах белье с водяным охлаждением, изготовленное в виде комбинезона, американские космонавты применяли в основном при высадке на поверхность Луны. Комбинезон надевали на нательное белье под скафандр. Он был изготовлен из сетчатой эластичной ткани, к которой прикреплялись поливиниловые трубки. Соединялся комбинезон со специальным насосом и теплообменником.

Важной особенностью конструкции водоохлаждаемого белья является обязательное прилегание и постоянный контакт охлаждающих трубок с поверхностью тела человека.

Большое значение имеет и рациональное размещение охлаждающих элементов на поверхности тела. По данным Р.В. Webb и соавт. (1972), охлаждающие трубки, учитывая мышечную теплопродукцию, необходимо размещать следующим образом: 50 % на ногах и ступнях ног, 23 % на руках и кистях рук, 19 % на туловище и 8 % на голове и шее. Расход охлаждающей жидкости в этих трубках должен составлять 40 % для ног и ступней ног, 26 % - для рук и кистей рук, 22 % - для головы и 12 % - для туловища. Авторы считают, что расход воды может быть 1-2 л/мин (в среднем 1,5 л/мин), а температура воды на входе в костюм в зависимости от энергозатрат и внешнего тепла - от 5 до 30 °С.

Система водяного охлаждения такого типа могла удалять из космического скафандра до 465-480 Вт тепла [Джонс У.Л., 1975]. Столь значительный теплосъем имеет особо важное значение в связи с большой теплопродукцией (около 400 Вт), наблюдающейся у космонавтов во время выхода в открытый космос и при передвижении по поверхности Луны.

С помощью одного из элементов такого костюма-шапочки Е. Shvartz и соавт. (1970), S.A. Nunnely и соавт. (1971), охлаждая область головы при высокой температуре воздуха (30 и 40 °С), получили теплосъем, составляющий 30 % метаболического тепла в состоянии покоя и 19 % во время работы. По данным Ф.Т. Агаркова, В.А. Максимовича, В.С. Дробченко (1973), применение одного только костюма с водяным охлаждением, без скафандра, позволяет человеку в течение 45 мин выполнять работу с энергозатратами 278 Вт при температуре воздуха 100° и инфракрасном излучении 1047-2443 Вт/м<sup>2</sup>.

В авиации более эффективное кондуктивное охлаждение (чем воздушное) исследовали в Англии и США. По сообщению А. Burton и А. Collie (1964), костюмы с водяным охлаждением, изготовленные в 1962 г. в Английском авиационном научно-исследовательском институте в Фарнборо, предназначались для создания условий температурного комфорта пилотам, ожидающим разрешения на взлет в закрытой кабине самолета, нагреваемой под действием лучей Солнца. Оказа-

лось, что при одинаковом охлаждающем эффекте для прокачки воды через костюм требуется гораздо меньшая мощность, чем для циркуляции достаточного количества холодного воздуха. Однако в этих костюмах из сферы действия системы охлаждения выпадали голова, кисти рук и ступни ног.

Вскоре после этих исследований в США появились водоохлаждаемые костюмы, которые были испытаны с привлечением летного состава во Вьетнаме [Joy R.J., 1967].

Многие исследователи разрабатывали способы повышения устойчивости к высокой температуре с помощью контактного охлаждения относительно небольших участков поверхности тела. В качестве охладителей, помимо воды, применяли глицерин, кусочки твердой углекислоты и другие вещества.

В ВВС США проходили испытания в условиях пустыни специальные жилеты, в карманчиках которых находились кусочки твердой углекислоты [Petit J.M., Hausman A., Pirnay F., Deroanne R. et al., 1967]. Однако A.J.Rensburg, D.Mitchell, W.H. Walt, N.B. Von der Strydom (1972) установили, что защитный эффект такого жилета ниже, чем жилета, состоящего из трубок с циркулирующей охлажденной водой (10 °С).

В исследованиях Н.К. Сподина, Р.Н. Касаткиной (1973), проведенных в лабораторных и производственных условиях при температуре воздуха 30—35 °С и влажности 90 %, обследуемые прикладывали на несколько минут охлаждающие элементы температурой 1-2 °С на область лица. Локальное охлаждение существенно не влияло на тепловой баланс, однако заметно улучшало некоторые вегетативные процессы. Г.В. Бавро и соавт. (1974) при интенсивном охлаждении участков, составляющих 7-15 % от общей поверхности тела, на фоне предельного теплового состояния наблюдали резкое ослабление функционального напряжения организма и восстановление работоспособности испытуемых. Для экстренного выведения человека из состояния перегревания С.М. Городинский и соавт. (1973) на поверхности тела использовали специальные небольшие панели с охлажденной жидкостью. Однако при длительной работе человека в условиях высокой температуры окружающей среды для сохранения теплового равновесия организма С.М.Городинский и соавт. (1976) рекомендуют применять системы охлаждения на всей поверхности тела человека.

Другая система охлаждения основана на испарении воды с поверхности одежды, надетой на человека. Так, некоторые исследователи предлагают надевать дополнительно на воздухо- и влагопроницаемую одежду хлопчатобумажные куртки и брюки, пропитанные водой [Городинский С.М. и др., 1973; Craig F.N., 1972]. Испарение воды с поверхности костюма приводит к охлаждению благодаря, во-первых, увеличению теплового потока с поверхности тела и, во-вторых, ослаблению притока радиационно-конвекционного тепла из окружающей

среды. При этом способе защиты со средствами индивидуальной изоляции пот, частично испаряясь с поверхности тела и удаляя тепло, отдает его, конденсируясь на внутренней поверхности изолирующей одежды.

Таким образом, пот, несмотря на то, что он не выводится из подкостюмного пространства, частично участвует в отведении тепла с поверхности тела и тем в большей степени, чем значительнее градиент температур «поверхность тела человека - внутренняя поверхность изолирующей одежды».

Для некоторых типов скафандров И.Н.Черняковым и соавт. (1967) разработана оригинальная система охлаждения, основанная на форсированном испарении влаги при пониженном атмосферном давлении (ВИП). При дополнительном смачивании одежды исследователи отмечали значительный эффект охлаждения поверхности тела при перегревании организма.

Система охлаждения, которую пытались применить ВМС США, основывалась на эффекте Пельтье [Villalon A., 1968]. Циркуляция постоянного тока через два соединенных и соответствующим образом расположенных полупроводника приводит в зависимости от направления тока к отдаче или забору тепла. Однако эта система имеет недостатки - большой вес электрической батареи (до 25 кг) и др.

Поскольку в условиях высокой температуры окружающей среды снижается тонус кожных сосудов, то очень важно предупредить ортостатический тепловой коллапс, возникающий вследствие притока крови в сосуды нижних конечностей и внутренние органы области живота. E.Shvartz (1970) для снятия обморока при ортостатической пробе, проводимой после перегревания организма, предлагал наложение пневматических манжет (давление 62 мм рт.ст.) на область нижних конечностей и живота. Роль таких пневматических устройств могут играть пневмосистемы компенсирующего костюма летчика.

Учитывая значимость дыхательных путей в терморегуляции организма, а также тепловой гипоксемии, исследователи для защиты от высоких температур подают охлажденный воздух для дыхания с повышенным содержанием кислорода [Плетенский Ю.Г., 1967].

Средства индивидуальной защиты особенно важно применять в условиях инфракрасного облучения.

Разработкой одежды, защищающей от инфракрасного облучения, занимались многие исследователи как в СССР, так и за рубежом [Хоцянов Л.К., 1951; Hardy J.D., 1949, и др.]. Выбор индивидуальных средств, в частности одежды, защищающей от инфракрасного облучения, представляет определенные трудности. Очевидно, защитная одежда должна обладать одновременно достаточными изолирующими свойствами, проницаемостью для водяных паров, значительной теплоизоляцией, способностью отражать тепловые лучи, а также небольшим

весом, прочностью и эластичностью. Создать одежду, которая обладала бы одновременно перечисленными выше качествами, практически невозможно. Так, плотные ткани, защищая от облучения, вызывают затруднение в теплоотдаче с поверхности тела и т.д.

Поэтому некоторые исследователи применяли двух- и трехслойные прокладки, которые, создавая воздушные прослойки, снижали лучепрозрачность ткани, но сохраняли ее воздухо- и паропроницаемость [Брумштейн В.И., 1948].

При конструировании защитной одежды большое внимание уделялось отражающей способности покровных тканей [Яшумова З.А., 1951; Галанин Н.Ф., 1969]. Для уменьшения потока радиационного тепла пригодны материалы с большой отражающей способностью или, как часто принято говорить, с малой радиационной константой [Жирнова Г.Е., Бакалинская Е.Д., 1957]. Наименьшей радиационной константой обладают полированные металлы, например серебро: поглощается только 2 % по сравнению с поглощением абсолютно черного тела, отражается 98 % падающей радиации. Другие металлы, такие как алюминий и белая жемчужная бумага, имеют более высокую радиационную константу, чем серебро, однако по абсолютному значению она также невелика - примерно 6 % от излучения абсолютно черного тела.

Некоторых исследователей привлекала возможность применения на поверхности одежды рабочих горячих цехов фольги, которая, имея небольшой вес, обладала высокой отражающей способностью [Брумштейн В.И., 1948; Grackford G.W., Hellon R.F., 1964, и др.]. Для отражения длинноволнового инфракрасного облучения А.Е.Мальшева (1963) использовала алюминиевую фольгу между тканями одежды.

З.А. Яшумова (1946), Н.Ф. Галанин, З.А. Яшумова (1950) исследовали в сравнительном плане защитный эффект алюминиевой фольги, металлического алюминия, белой жести, шоппированного алюминия сатины и других видов алюминированной ткани. В результате лабораторных исследований они пришли к выводу, что из тканей алюминированной сатины имеет лучшие защитные качества, хотя и уступает белой жести и металлическому алюминию. Алюминиевая фольга обладает хорошими защитными свойствами, но не прочна механически.

Однако коэффициент отражения алюминированной ткани весьма невысок (0,4-0,6) и уменьшается в процессе эксплуатации такой одежды.

Н.Ф. Галаниным и З.А. Яшумовой (1950) был сконструирован и испытан воздухопроницаемый костюм для рабочих горячих цехов, изготовленный из небольших алюминиевых пластинок. Учитывая значительный вес металлических пластинок, отражающих инфракрасные лучи, В.И. Брумштейн (1948) ре-



комендует применять их только с облучаемых сторон - в виде фартуков и нашивок на отдельные части костюма. По свидетельству автора, защитный эффект металлической одежды повышается при наличии воздушной прослойки между этой одеждой и подлежащей тканью.

По мнению J.D. Hardy (1949), металлы являются единственными материалами, которые обнаруживают высокую отражательную способность в инфракрасной области, что открывает возможность эффективно использовать их в одежде. Он считает, что металлическая поверхность служит барьером только в том случае, если она открыта и может свободно отражать лучистую энергию. Ткани же, находящиеся в контакте с металлической поверхностью, поглощают часть ее излучения. Исходя из этого положения, автор приходит к выводу: металлы не следует включать как прослойку между слоями ткани или вплетать в структуру самой ткани.

Однако при отсутствии контакта металлических поверхностей друг с другом и с тканями (наличие воздушной прослойки или пористого материала между ними) их применение в несколько слоев может быть эффективно из-за снятия вторичного излучения («экранно-вакуумная» изоляция). Этот принцип теплозащиты был учтен при конструировании космических скафандров.

Идея защиты космонавта от радиационного нагрева впервые была высказана Э.К. Циолковским (1911). При выходе космонавтов из корабля в космическое пространство человек попадает в условия воздействия лучистого тепла. Фактически термическая среда космоса является радиационной средой. Как получение тепла, так и потеря его любым телом осуществляются радиационным путем. Ясно, что защитные свойства снаряжения, в том числе и защита от радиационного облучения, приобретают особо важное значение.

J. Billingham (1960) установил, что для пребывания космонавта на Луне, имеющей температуру поверхности 120 °С, скафандр для отражения тепловых лучей должен иметь трехслойную алюминиевую фольгу с волокнистым наполнителем между ее внутренними слоями. G. Whisenhunt, P. Kuezek (1963) рассчитали, что, когда космонавт работает на Луне, температура изоляционного слоя, состоящего из стекловолокна, повышается максимально до 120 °С. Поэтому для наружного покрытия теплоизолирующей оболочки скафандра, предназначенного для выхода в космическое пространство и на Луну, они предлагали использовать белый парашютный нейлон, имеющий коэффициент отражения приблизительно 90 %.

J.W. McCutchan (1959) и P.W. Webb (1961) лучшими материалами для защиты от тепловой радиации считали слой нейлона с нанесением алюминия в вакууме.

A. Alexander (1965) указывал на большую перспективу ис-

пользования для отражения лучистой энергии в космическом пространстве алюминированных пленкообразующих полимеров. Нами в качестве подобных покрытий была применена синтетическая металлизированная пленка - металлизированный мелинекс (полиэтиленгликоль-терефталат), имеющий высокий коэффициент отражения - 0,95.

В исследованиях мелинекс наклеивали на хлопчатобумажный комбинезон только с облучаемой стороны (на боковую поверхность туловища и конечностей, на голову, подлопаточную и надключичную область).

В последнем случае также дополнительно обдували охлажденным воздухом (23-24 °С) область головы, верхней части спины и боковой поверхности туловища и конечностей испытуемого. Исследования проводили при интенсивности облучения 1487 Вт/м<sup>2</sup> при температуре воздуха 50 °С.

Как показали результаты проведенных исследований, одежда с покрытием металлизированным мелинексом способствует увеличению времени переносимости радиационного тепла в среднем на 50-70 %. Одновременный обдув воздухом повышает время переносимости до 150-170 % по сравнению с одетым в комбинезон, не защищенный мелинексом (табл. 28).

Таблица 28

**Тепловое состояние человека в условиях радиационного тепла при применении в качестве защиты металлизированного мелинекса и**

Показатель	Без защиты	С защитой	С защитой и обдувом
Накопление тепла на 1 м <sup>2</sup> поверхности тела за опыт, нДж	275,9±22,8	196±8,0	97,5±8,1
Длительность опыта, мин	52±5,4	56,7±3,64	56,7±3,64
Расчетное предельное время переносимости, мин	46,4±5,80	73,1±5,59	150,9±18,24
Интенсивность изменения теплосодержания организма, Вт	159,4±16,4	105,8±8,3	52,2±4,18
Теплоотдача испарением влаги, Вт	37,3±27,8	231,1±26,4	264,5±11,1
Теплопродукция, Вт	128,0±9,0	99,5±13,92	89,1±2,1
Тепловая нагрузка, Вт:			
внешняя	407,9±29,9	236,6±32,3	177,5±13,2
общая	533,8±33,4	336,6±22,3	26,7±13,2
Количество воды, г/мин:			
выделившейся	19,62±2,59	14,46±1,28	11,35±0,99

Показатель	Без защиты	С защитой	С защитой и обдувом
испарившейся неиспарившейся	9,21±0,68 10,41±2,21	5,59±0,73 8,87±0,76	5,28±0,28 6,08±0,82
Эффективное пото- отделение, %	48,40±3,33	37,83±3,18	47,30±2,72

Многие показатели теплового состояния испытуемых, находящихся в условиях радиационного нагрева, отчетливо характеризовали защитную роль выбранной отражающей поверхности (рис. 27). Так, например, если у одетых в хлопчатобумажный комбинезон температура тела повышалась в среднем до 39 °С, то у одетых в комбинезон с металлизированным мелинексом - до 38 °С.

Прогрев ткани одежды меньше, а следовательно, уменьшается и нагрев поверхности тела с облучаемой стороны. Например, температура ткани нательного белья в области плеча без защиты достигала к концу опыта 50,3 °С, с защитой - 38,7 °С, а с защитой и обдувом - 35,1 °С. Температура металлизированного мелинекса с облучаемых сторон в области плеча с обдувом была 54,5 °С, а без обдува - 60 °С.

Использование металлизированного мелинекса в качестве средств защиты от инфракрасного облучения значительно улучшало теплоощущение испытуемых. Если в исследованиях без защиты испытуемые жаловались на чувство жжения на облучаемой поверхности тела, то с применением металлизированного мелинекса у испытуемых исчезли какие-либо болевые ощущения.

Частота сердечных сокращений и легочной вентиляции у большинства испытуемых была меньше в опытах с одеждой, покрытой мелинексом (табл. 29).

Расположение мелинекса только на облучаемой стороне повышало теплоотдачу испарением влаги с поверхности тела.

Количество испарившейся влаги по отношению к выделившейся (эффективное потоотделение) составляло в среднем 38 %, обдувание увеличивало эффективное потоиспарение до 47 %.

Таким образом, металлизированный мелинекс может служить в качестве защиты от радиационного тепла с невентилируемой одеждой при наложении его на отдельные участки наиболее частого облучения (около 30 % поверхности тела). Ткани, отражающие лучистое тепло, могут быть нашиты на одежду или конструироваться съемными.

Таблица 29

Изменения некоторых функций организма в исследованиях с применением металлизированного мелинекса и обдува ( $M \pm m$ )

Показатель	Без защиты		С защитой		С защитой и обдувом	
	исходные величины	в конце опыта	исходные величины	в конце опыта	исходные величины	в конце опыта
Частота сердечных сокращений, уд/мин	67,20± 1,58	122,00± 2,07	67,80± 4,51	109,50± 4,01	75,00± 2,05	102,00± 2,57
Частота дыханий, число дыханий в 1 мин	14,40± 1,47	17,80± 2,46	13,00± 2,76	15,50± 2,62	14,17± 1,30	15,00± 1,90
Легочная вентиляция, л/мин	6,69± 1,37	9,02± 1,31	7,23± 1,90	7,88± 1,55	6,45± 1,29	6,96± 1,74
Время опыта, мин	52,00±4,9		56,00±4,0		56,67±3,33	

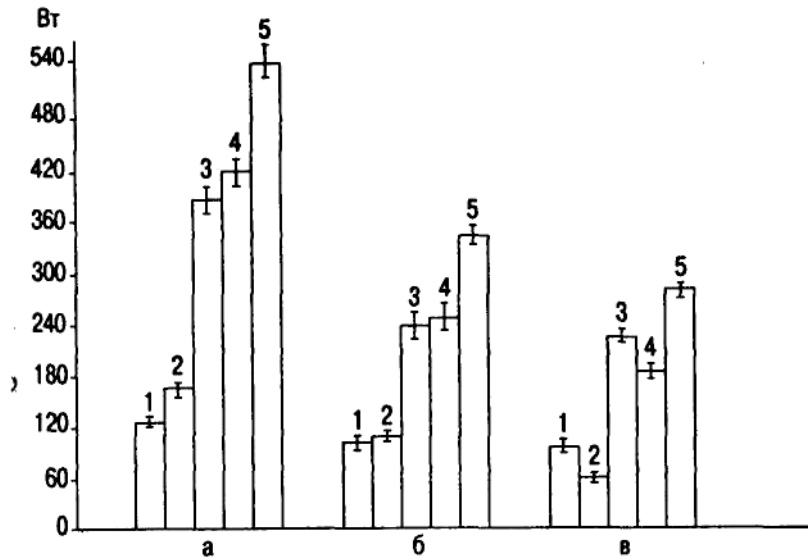
Использование одновременно металлизированного мелинекса и обдува воздухом, имеющим скорость 2,5-3 м/с и температуру 23-24 °С, позволяет значительно увеличить время переносимости комбинированного воздействия радиационного и конвекционного нагрева.

В условиях инфракрасного облучения окружающие человека предметы нагреваются. При соприкосновении человека с подобными предметами возможен локальный нагрев поверхности тела, что может неблагоприятно сказаться на его тепловом состоянии.

При повышении температуры панели с 35 до 55 °С теплоизоляция поверхности тела должна быть увеличена от 0,5 до 4,0 кло.

Принципы теплоизоляции и отражения лучистого тепла успешно воплотились при конструировании скафандров, предназначенных для выхода в космическое пространство и на поверхность Луны.

Космонавтов от радиационного нагрева, выходящих на поверхность Луны из корабля «Аполлон», защищал специальный комбинезон, надеваемый на скафандр. Комбинезон состоял из нескольких слоев ткани с блестящей алюминизированной поверхностью (до 14 слоев). Весь пакет был собран так, чтобы между тканями был зазор и теплопередача от слоя к слою осуществлялась только излучением. В условиях вакуума теплообмен между наружной средой и скафандром происходит ис-



**Рис. 27.** Тепловой обмен человека в условиях инфракрасного облучения [Ажаев А.Н., 1979].

а — без защиты, б — с защитой, в — с защитой и обдувом; 1 — теплопродукция организма; 2 — изменение теплосодержания организма; 3 — теплотдача испарением воды; 4 — внешняя тепловая нагрузка; 5 — общая тепловая нагрузка.

ключительно в результате лучеиспускания, поэтому тепловой режим скафандра в значительной степени зависел от оптических свойств его наружной поверхности. Наружная, обращенная к солнцу поверхность комбинезона была окрашена в белый цвет. Тепловое сопротивление комбинезона составляло 10-20 кло. Как известно, теплоизоляция зимнего костюма летчика для особо холодного климата не превышает 5 кло. Комбинезон с отражающими радиационное тепло поверхностями, а также системы вентиляции и охлаждения с циркулирующей жидкостью являлись мощным средством защиты от высоких температур и позволяли космонавтам работать на поверхности Луны.

Однако, несмотря на положительную оценку российскими и американскими космонавтами белого и алюминизированного нейлона, в РФ и США, как и в других странах, продолжается поиск новых, еще более совершенных средств защиты от теплового излучения. Совершенствуется технология нанесения алюминиевой краски, появляются новые материалы, отражающие инфракрасное облучение. Следовательно, на основании данных литературы и собственных исследований можно сделать

вывод - все индивидуальные средства защиты от высоких температур окружающей среды могут применяться в виде:

1) тепловой изоляции, которая исключает возможность проникновения внешнего тепла с верхней поверхности одежды во внутреннюю (например, различные пористые материалы);

2) средств, отражающих тепловую реакцию;

3) активного отведения тепла, достигаемого испарением влаги с поверхности одежды, применением костюмов, вентилируемых воздухом, а также костюмов жидкостного и локального охлаждения небольших участков тела.

Вышеназванные средства индивидуальной защиты от высоких температур окружающей среды нами условно названы «пассивными» и «активными». Средства индивидуальной защиты от высоких температур представлены ниже.

<i>Вид защиты</i>	<i>Средства индивидуальной защиты</i>
«Пассивные»	Одежда с покрытиями, отражающими тепловую радиацию Снаряжение, основанное на высотном испарении пота (ВИП) Повышенное тепловое сопротивление одежды
«Активные»	Скафандры, комбинезоны и жилеты с конвекционным и кондукционным охлаждением. В последнем случае в качестве теплоносителя используется жидкость, проходящая по трубкам Одежда с системой охлаждения, основанной на эффекте Пельтье Локальное охлаждение поверхности тела отдельными панелями

К первому виду средств защиты относятся снаряжение с высотным испарением пота, обычная и специальная одежда с различным по величине тепловым сопротивлением (теплоизоляционные устройства, поверхности, отражающие лучистую энергию); ко второму - вентилируемые костюмы и скафандры, охлаждающая одежда (одежда с кондукционным теплосъемом и с системой охлаждения, основанной на эффекте Пельтье). «Пассивные» средства теплозащиты не требуют применения каких-либо специальных приспособлений. Все они, кроме ВИП, направлены на защиту от внешних тепловых нагрузок. Использование «активных» средств защиты связано с разработкой и эксплуатацией теплообменников, кондиционеров, источников энергопитания. «Активные» средства защиты в основном отводят эндогенное и экзогенное тепло.

В средствах «активной» защиты (третий вид средств) для

осуществления наиболее эффективного теплоотвода с поверхности тела может применяться система автоматического терморегулирования. Так, например, для водоохлаждаемых костюмов П. Узбб (1975) рекомендует использовать 2 вида регуляторов, способных регулировать температуру поступающей воды. Конструкция первого автоматического регулятора основывалась на экспоненциальном характере изменения реакции, обусловленной потреблением кислорода, и на ее прямой связи с метаболическим теплом, выделяемым работающим человеком. Относительно быстрая реакция организма на потребление кислорода существенно опережала начало отвода тепла с поверхности тела, что позволяло создать регулятор, способный согласовывать *по* времени и величине потребность в теплоотводе.

Второй тип автоматического регулятора основан на том, что теплоотвод, количественную оценку которого можно дать по изменению температуры воды, проходящей через костюм, является по существу физиологическим сигналом. При повышении в костюме метаболического тепла требовалось снизить температуру воды и таким образом увеличить количество отводимого тепла. При слишком сильном охлаждении сужение кожных сосудов привело бы к снижению отдачи тепла, выделяющегося в костюме космонавта. При подаче на вход этого автоматического регулятора сигнала, извещающего о температуре кожи, плавно и эффективно регулировался теплоотвод.

Система автоматического терморегулирования предоставляет человеку возможность выполнять работу любой тяжести, не приводя к существенному теплоснабжению в организме.

Обобщение данных литературы и анализ собственных исследований позволяют нам предположить, что при разработке «активных» средств индивидуальной защиты необходимо руководствоваться принципами гарантийности, дифференцированности, автоматического терморегулирования, теплоизоляции и комплексности [Копанев В.Н. и др., 1978; Ажаев А.Н., 1986].

Принципы гарантийности, дифференцированности и комплексности служат для нормирования факторов обитаемости [Кошелев Н.Ф., 1976]. Средства «активной» защиты, предназначенные для работы человека в неблагоприятных условиях окружающей среды, должны создавать оптимальные или допустимые условия микроклимата под одеждой.

В экстремальных условиях окружающей среды принцип гарантийности реализуется в сохранении жизни, здоровья и работоспособности человека, надежности в эксплуатации спецодежды, удобстве выполнения в ней рабочих движений.

Принцип дифференцированности связан с особенностями терморегуляции отдельных областей тела, разнообразными условиями окружающей среды и т.д. Поэтому возникает необходимость терморегулирования различных областей тела человека, достигаемого применением неодинаковых по площади ох-

лаждающих элементов, систем теплозащиты и автоматических терморегуляторов. Практическое осуществление принципа автоматического терморегулирования по областям тела позволит сохранить в течение длительного времени комфортную (или близкую к ней) температуру на поверхности тела.

Подобные средства «активной» защиты должны удалять определенную часть эндогенного тепла и изолировать человека от влияния высоких температур окружающей среды, сохраняя при этом структуру теплового обмена в пределах, близких к условиям теплового комфорта. Для этого должно поддерживаться некоторое различие в уровне температур на поверхности тела и элементов систем защиты, но не столь значительное, чтобы вызвать охлаждение организма. В связи с этим подобные устройства правильнее называть теплорегулирующими системами.

Однако устройства с локальным контактным охлаждением отдельных небольших участков поверхности тела человека при продолжительной работе не дают желаемого эффекта и нередко приводят к срыву терморегуляции [Афанасьева Р.Ф., 1977].

Недостаточные теплозащитные свойства ряда исследованных средств «активной» защиты обусловлены несоблюдением принципа комплексности. Элементы теплорегулирующих систем должны защищать области головы, туловища, рук и ног (проксимальные и дистальные участки) и покрывать большую их поверхность. Их необходимо располагать с учетом особенностей теплового обмена на различных областях поверхности тела и с учетом интенсивности тепловыделения при работе скелетных мышц. Теплорегулирующие системы включают все виды «активной» защиты. Внедрение принципа автоматического терморегулирования трудно осуществимо только в системах, основанных на искусственном смачивании тканей одежды. В системе охлаждения, построенной на эффекте Пельтье, автоматическое терморегулирование заложено в самом принципе ее работы.

Таким образом, при конструировании индивидуальных средств «активной» защиты от высоких температур окружающей среды следует учитывать физиолого-гигиенические принципы построения защитной одежды. В качестве таковых мы принимаем принципы гарантийности, дифференцированности, автоматического терморегулирования, теплоизоляции и комплексности.

## **ГИГИЕНА МИКРОКЛИМАТА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ**

Для обеспечения оптимальных условий труда, а также благоприятного течения тепловой адаптации важную роль играет коррекция микроклимата жилых и производственных помеще-



ний в жарких климатических условиях с помощью систем кондиционирования воздуха и вентиляции помещений.

Гигиена микроклимата рабочего места и жилищ - актуальная проблема для строительства в районах с жарким климатом, имеющая социальное значение. Удобные и прохладные производственные и жилые помещения позволяют оптимизировать условия деятельности специалистов, живущих и работающих в район с жарким климатом.

## КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА

Кондиционирование воздуха - это создание и поддержание с помощью технических средств заранее заданных благоприятных для человека физических свойств и химического газового состава воздуха. Современные системы кондиционирования воздуха предназначены главным образом для коррекции микроклиматических условий в помещениях: температуры, влажности, подвижности воздуха.

Кондиционирование воздуха является идеальным разрешением проблемы защиты человека от высокой температуры окружающей среды, так как оно одновременно поддерживает автоматически в течение необходимого времени оптимальные условия температуры, влажности, движения и чистоты воздуха. Для этого используют центральные установки кондиционирования воздуха, предназначенные для обслуживания общественных зданий (больницы, школы и др.), железнодорожных вагонов, самолетов, судов. Для отдельных небольших по объему помещений в районах с жарким климатом применяют комнатные кондиционеры.

Наружный воздух, поступающий в кондиционеры, охлаждают до требуемой температуры, увлажняют или подсушивают, очищают от пыли и подают в помещение с определенной скоростью, обеспечивающей определенный воздухообмен. Кондиционеры могут работать с забором наружного воздуха, а также на частичной или полной рециркуляции, т.е. забирать и подавать в здание тот же комнатный воздух, подвергнутый соответствующей очистке. Необходимо, чтобы при работе кондиционеров были закрыты окна и двери, сообщающиеся с наружным воздухом.

С. Иминов (1975) рекомендует для герметичных помещений с кондиционированным воздухом для теплого периода года температуру 24-26 °С при влажности до 60 % и скорости движения воздуха 0,5 м/с. Диапазон температур 26-28 °С при той же влажности и скорости движения воздуха расценивается как переходный к нагревающему. Температура 30 °С и выше в герметичных зданиях с кондиционированным воздухом недопустима.

Кабины самолетов, пассажирские салоны, жилища на судах по существу должны удовлетворять тем же гигиеническим требованиям, что и наземные жилища. Но эти требования приходится видоизменять в соответствии с техническими особенностями самолетов и судов. Например, принятый за норму воздушный куб 18-25 м<sup>3</sup> на одного человека на самолетах и судах совершенно неприменим и его приходится уменьшать до того минимума, какой можно только допустить для сохранения работоспособности и здоровья экипажа.

В связи с этим возникает необходимость разработать новый подход к нормированию микроклимата на рабочих местах летчика и моряка.

Герметичные кабины самолетов охлаждаются в связи с тем, что надо поддерживать заданную температуру и влажность воздуха на рабочих местах экипажа и охлаждать авиационное оборудование. Наиболее благоприятной в кабине самолета считается температура воздуха 20-22 °С, которая должна устанавливаться за 10-20 мин. В зависимости от сезона года и теплоизоляции одежды температура воздуха может регулироваться в диапазоне от 10 до 25 °С. В зимней одежде на непродолжительное время (10-20 мин) допускается понижение температуры в кабине до 5 °С. Разница температуры воздуха в различных точках кабины по горизонтали (вдоль кабины) не должна превышать 5 °С, по вертикали в области головы и ног - 3 °С. Температура стен кабины не должна отличаться от температуры воздуха в ней более чем на 3 °С [Лавников А.А., 1975; Ажаев А.Н., 1993, и др.]. В герметичных кабинах наиболее благоприятной считается относительная влажность 45-65 %. Допустима относительная влажность не ниже 25 %. Скорость движения воздуха в кабине не должна превышать 1,5 м/с, а в зоне размещения пассажиров - 0,4 м/с [Быков Л.Т., Егоров М.С., Тарасов Л.В., 1958; Лавников А.А., 1975, и др.]. Производительность охлаждающей системы ( $Q_{xc}$ ), т.е. способность ее отводить из кабины определенное количество тепла при данной температуре, определяется уравнением теплового баланса кабины:

$$Q_{xc} = Q_{ст} + Q_c + Q_n + Q_a,$$

где  $Q_{ст}$  — количество тепла, проникающего в кабину через ее обшивку и остекление в результате теплообмена с пограничным слоем воздушного потока, кДж;  $Q_c$  — количество тепла, поступающего в кабину за счет солнечной радиации через остекление, кДж;  $Q_n$  — количество тепла, выделяемого расположенным в кабине оборудованием, кДж;  $Q_a$  — количество тепла, выделяемого экипажем, кДж.

В распределении потоков воздуха в кабине и их влиянии на терморегуляцию летчика существенную роль играет конст-

рукция распределения воздухопроводов, идущих от воздушно-холодильной установки. Система распределения воздушного потока должна быть спроектирована таким образом, чтобы создать максимум охлаждения на рабочем месте летчика. Это достигается соответствующим размещением выпускных отверстий для воздуха, поступающего в кабину, и использованием выпускных насадок, специально созданных для уменьшения подачи воздуха [Allan J.R., Marcus P. et al., 1978]. Распределительная система должна позволять летчику индивидуально регулировать обдув, особенно в области лица [Allan J.R., Marcus P. et al., 1978].

Вследствие того что кабина самолета и его поверхности значительно нагреваются на самолетных стоянках от солнечной радиации, многие исследователи предлагают применять солнцезащитные экраны и чехлы, особенно для закрытия остекления кабины [Marcus P., 1975; Allan J.R., Marcus P. et al., 1978]. В условиях пребывания летчика на земле в самолете при высоких температурах пригодны наземные кондиционеры [Marcus P., 1975], особенно необходимые при полетах в морских спасательных костюмах, высотных скафандрах.

Системы подачи воздуха в вентилируемый костюм в полете основаны на применении воздуха, отводимого от компрессоров двигателя, и тем самым они зависимы от двигателя и его работы [Allan J.R., Marcus P., 1978].

При передвижении летчика по аэродрому в снаряжении типа высотного морского спасательного костюма можно использовать малогабаритные переносные вентиляторы, создающие реверсионный воздушный поток в костюме. Они весят около 4 кг, имеют относительно небольшой размер и удобны в эксплуатации. Однако возникают проблемы зарядки и замены батарей. В США и других странах они пока не находят практического применения [Allan J.R. et al., 1978, и др.].

Кондиционирование судовых помещений в районах с тропическим климатом в настоящее время широко распространено. Системами кондиционирования воздуха оборудуются рулевые и штурманские рубки, радиорубки, посты управления, машинно-котельные отделения, каюты пассажиров, жилые помещения экипажа, кают-компания, столовые команды, лазареты и другие помещения.

Расчетные параметры наружного воздуха при кондиционировании судовых помещений включают температуру, относительную влажность наружного воздуха и интенсивность солнечной радиации. При выборе расчетных параметров воздуха судов учитывают также его подвижность, температуру ограждений и другие показатели. Существенное значение при расчетах систем кондиционирования воздуха на судах (прежде всего охлаждение компрессоров) имеет расчетная температура заборной воды. Расчетные параметры наружного воздуха устанавли-

ливают на основании метеорологических показателей данного района плавания и, кроме того, учитывают, что забортная вода при прохождении через машинно-котельное отделение нагревается. По данным Ю.М. Стенько (1966), для тропических районов плавания можно рекомендовать расчетную температуру 33-34 °С при относительной влажности 80 %.

В зависимости от расположения кондиционера по отношению к обслуживаемому помещению выделяют центральные (с общим регулированием температуры и влажности воздуха) и местные (с автономными кондиционерами, обеспечивающими регулирование температуры и влажности в каждом помещении) системы. Воздух в системе кондиционирования распределяется по одно- и двухканальным системам. По давлению, развиваемому вентилятором в воздуховоде, различают низконапорные (или низкоскоростные) и высоконапорные (высокоскоростные) системы.

По назначению системы кондиционирования делят на 3 вида: зимние (для холодного периода года), летние (для теплого), круглогодичные (обеспечивают создание требуемого микроклимата летом и зимой).

## **ВЕНТИЛЯЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ**

По современным концепциям вентиляция помещений в умеренных широтах главным образом предназначена для улучшения химического состава воздуха. Однако в производственных помещениях с высокими температурой и влажностью воздуха она применяется для удаления теплого воздуха и влаги. В жилых помещениях в жарком климате, если нет вентиляции, необходимо кондиционирование воздуха, поскольку высокий уровень подвижности воздуха вызывает неблагоприятное самочувствие у людей и неравномерность теплового воздействия, что может привести к развитию простудных заболеваний.

Микроклимат помещений зависит от характера материалов и толщины стен зданий. Желательно, чтобы ограждающие части зданий обладали достаточными теплозащитными свойствами. Резкие колебания наружной температуры не должны существенно сказываться на температуре внутренней поверхности ограждения, а также температуре и влажности воздуха внутри помещений.

Естественно, что важнейшим звеном в создании оптимального микроклимата помещений является правильный подбор строительных материалов. Для этого необходимо знать их теплопроводность, теплоемкость, объемный вес, пористость, излучение, влажность. Хорошая теплоемкость свойственна в большей мере дереву, кирпичу, а также некоторым специально изготавливаемым строительным материалам (например, пустоте-

лый бетон). Из других конструктивных особенностей большое значение имеет наружная и внутренняя окраска производственных и жилых помещений.

Считается, что для уменьшения нагревания помещений в районах с жарким климатом здания следует располагать продольной осью по географической широте, не допуская отклонений более чем на 30 °С [Кроткое Ф.Г., 1969], а также планировать возможность сквозного проветривания комнат. При каждой квартире желательно иметь открытое помещение. Сопротивление теплопередаче наружных стен должно быть более 0,4 м<sup>2</sup>-ч-град/ккал [Гербурт-Гейбович А.А., Горомосов М.С., Луцкевич В.К., 1972].

Большую роль в поддержании оптимального микроклимата производственных и жилых помещений играет их правильная вентиляция. Обычные механические и электрические вентиляторы приточного или вытяжного действия, вызывающие движение воздуха в замкнутом пространстве и прохладу в ограниченном месте, достигают известной цели, так как улучшают теплоощущение работающих или отдыхающих в производственных и жилых помещениях. Чаще всего в районах с жарким климатом используют местные вытяжные вентиляционные установки, которые монтируются в окнах или проемах стен, а приток чистого воздуха осуществляется через окна и форточки. Местная вентиляция главным образом действует кратковременно. Однако такая вентиляция имеет ограниченные возможности при высокой температуре наружного воздуха. Значительно больший эффект дает хорошо сконструированная центральная приточно-вытяжная вентиляция, которая, кроме охлаждения помещений, удаляет загрязненный воздух.

Центральная вентиляция рассчитана на обмен воздуха во всем здании или в основных его помещениях и функционирует постоянно или на протяжении значительного времени суток. Наружный чистый воздух забирается с помощью вентиляторов на некотором расстоянии от здания, направляется по каналу в приточную камеру, где очищается от пыли, проходя через фильтры, а при необходимости еще и увлажняется. Приточные каналы заканчиваются отверстиями в верхней части стен и прикрываются решетками. Для удаления теплого воздуха помещений прокладывают вытяжную сеть каналов, отверстия которых располагают в нижней части противоположной внутренней стены. Каналы выводят на чердак в общий коллектор. Приточно-вытяжная система вентиляции обеспечивает преобладание притока воздуха над вытяжкой. Наиболее благоприятные условия воздушной среды в жилых помещениях достигаются при 1,5-2-кратной смене воздуха в течение 1 ч в производственных помещениях (горячие цеха и др.), а при 3-5-кратной смене воздуха - в санитарно-кухонном узле. Приток свежего воздуха и вытяжку отработанного воздуха надо осуществ-

лять механическим путем. Регламентируемое количество вентиляционного воздуха обосновано физиолого-гигиеническими исследованиями и составляет  $60 \text{ м}^3/\text{ч}$  на человека. Это минимально необходимый объем, обеспечивающий комфортные условия воздушной среды жилища [Заривайская Х.А., 1964].

В разных странах руководствуются различными показателями для определения кратности воздухообмена жилища, в связи с чем рекомендуемые величины воздухообмена трудно сопоставимы. В одних случаях исходят из уровня запахов в помещениях (Швеция), в других - из концентрации пыли в воздухе (Польша).

По мнению специалистов РФ, системы вентиляции следует применять дифференцированно, с учетом местных климатических условий и показателей чистоты атмосферного воздуха. В южных районах страны в зимний период года оптимальные условия воздушной среды могут быть созданы естественной вентиляцией жилища. На севере страны при закрытых окнах и дверях обязательна механическая система вентиляции.

В Средней Азии «перегретые» дни составляют от 20 до 40 % времени года. В остальной период комфортные условия микро-климата и воздушной среды жилища обеспечиваются естественным путем. Основным планировочным типом квартиры в Средней Азии при искусственном охлаждении жилища, по мнению В.З. Мартынкжа и соавт. (1978), должна оставаться квартира со сквозным проветриванием. В климатических условиях крайнего юга, где «перегретых» дней в году 60 % и более, а ночное сквозное проветривание не создает требуемого круглосуточно-го охлаждения воздуха, предпочтительнее квартиры с односторонним проветриванием [Мерпорт И., 1971].

В табл. 30 приведены дифференцированные нормы кратности воздухообмена для различных помещений, рассчитанные в основном на действие центральной вентиляции с механическим побудителем. В дополнение к этому воздухообмен увеличивается за счет естественной вентиляции. Принцип устройства систем вентиляции жилых зданий различен в разных странах (табл. 31).

Из данных табл. 31 видно, что многоэтажные здания, как правило, оборудуются системами механической вытяжной или приточно-вытяжной вентиляции. Нормы объемов воздуха, удаляемого из санитарно-бытовых помещений, различны: вытяжка из кухни -  $60-150 \text{ м}^3/\text{ч}$ , из ванных -  $25-60 \text{ м}^3/\text{ч}$ , из туалетов -  $20-30 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Приток наружного воздуха в комнаты предусмотрен только нормами Франции ( $60 \text{ м}^3/\text{ч}$ ).

Приточно-вытяжная вентиляция успешно используется в жилых и бытовых помещениях на судах. Чистый наружный воздух подается в каюты, из кают поступает через дверные решетки в коридор и далее вытяжной вентиляцией удаляется непосредственно наружу или же через дверные решетки по-

Таблица 30

## Расчетная температура и кратность обмена воздуха [Минх А.А.,

Помещения	Температура, °С	Кратность воздухообмена в 1 ч или количество удаляемого воздуха из помещения	
		приток	вытяжка
Жилая комната, квартиры и общежития	18	—	3 м <sup>3</sup> /ч на 1 м <sup>2</sup>
Кухня квартиры и общежития	15	—	Не менее 60 м <sup>3</sup> /ч
Кухня в газифицированных зданиях	15	—	Не менее 6—90 м <sup>3</sup> /ч
Ванная индивидуальная	25	—	25 м <sup>3</sup> /ч
Ванная или душевые общие	25	—	5 м <sup>3</sup> /ч
Туалеты индивидуальные	16	—	25 м <sup>3</sup> /ч
Гардеробная, комната для чистки и глажения одежды, умывальня в общежитии	18	—	1,5-кратная
Комнаты отдыха, подготовки к занятиям, культурно-массовых мероприятий	18	—	6-кратная
Кабинет врача	18	—	1-кратная
Процедурная	20	1,5-кратный	2-кратная
Спортивный зал	15	По расчету, но не менее 80 м <sup>3</sup> /ч наружного воздуха на 1 занимающегося и 20 м <sup>3</sup> на 1 зрительное место	

Таблица 31

## Системы вентиляции и нормы вентиляционного воздуха в санитарно-бытовых помещениях [Мартынюк В.З. и др., 1978]

Системы вентиляции	Страна	Производительность вентиляции, м <sup>3</sup> /ч			
		в кухне	в ванной	в туалете	в комнате
Естественная вытяжка	РФ	60—90	25	25	3 м <sup>3</sup> /ч на 1 м <sup>2</sup>
Механическая »	Болгария	80	60	30	—
То же	ГДР	65—150	25	25	—
» »	Польша	60	40	25	—
Естественная вытяжка	Чехословакия	100	—	25	—
Механическая приточно-вытяжная	Франция	120	60	—	60
Механическая вытяжная, приточно-вытяжная, воздушное отопление	Швеция	80	60	30	—
Централизованная механическая вытяжная	Англия	—	40	20	—

стует в санузлы (за счет разрежения в них воздуха), откуда удаляется наружу. В каютах и других помещениях возможна индивидуальная вытяжная система вентиляции, воздух которой подается централизованно через приточные головки, а удаляется через вытяжные эжекционные головки постоянного действия. Иллюминаторы, световые люки и двери могут служить для дополнительной естественной вентиляции.

На пассажирских судах должна быть отдельная самостоятельная искусственная вентиляция пассажирских помещений. Обслуживание одной вентиляционной системой пассажирских и рабочих помещений не разрешается [Стенько Ю.М., 1966].

Самостоятельная приточно-вытяжная искусственная вентиляция должна проектироваться для медицинских, курительных, аккумуляторных, рефрижераторных и других помещений с выделением вредных газов. В санузлах, банях, прачечных, камбузах при устройстве вентиляции вытяжка обязательно должна преобладать над притоком.

В расчете вентиляции для судовых помещений имеются свои специфические особенности - следует учитывать удаление теплоизбытков и разбавление выделяющихся газов. При этом необходимо обеспечить подачу не менее  $33 \text{ м}^3$  чистого воздуха на 1 человека в 1 ч в надстройку,  $50 \text{ м}^3/\text{ч}$  - для помещений, находящихся под главной палубой, и  $60 \text{ м}^3/\text{ч}$  - для помещений, расположенных на 2-3-й платформе в прочном корпусе [Стенько Ю.М., 1966].

Вентиляция производственных помещений на судне должна предусматривать устройство отдельных систем для машинно-котельных отделений, камбуза и других производственных объектов.

Световой люк машинного отделения всегда работает на приток, чем исключается загрязнение воздуха на палубе. При открывании дверей в машинно-котельное отделение воздух также должен поступать в машинно-котельное отделение, не загрязняя воздух коридора и расположенных рядом помещений. Этот же принцип относится и к вентиляции камбуза. Приточный воздух в камбуз следует подавать при больших объемах воздуха через перфорированные воздуховоды или при малых объемах через шаровые пункалувры. Вентиляция обеденных помещений, имеющих более 10 посадочных мест, должна быть приточно-вытяжной с механическим побуждением.

Профилактика перегревания работающих в районах с жарким климатом может осуществляться внедрением в практику производства ряда санитарно-технических устройств - охлаждение стен, пола и потолка, установка охлаждающих экранов на рабочих местах, охлаждающих радиационных кабин для отдыхающих рабочих и т.д. При этом для создания комфортных условий воздух в помещениях должен всегда находиться в движении. Одним из средств борьбы с тепловыделениями яв-



ляются так называемые воздушные души, с помощью которых непосредственно на рабочее место направляется воздушный поток определенной температуры и скорости в зависимости от тяжести работы, сезона года и интенсивности инфракрасного излучения. Воздушный обдув можно сочетать с распылением воды. Тепловую нагрузку следует рационально снижать с помощью статической или динамической изоляции источников тепла. Для статической изоляции используют материалы с низкой теплопроводностью. Динамическая изоляция достигается сооружением вокруг источника двойной стенки. В просвете между источником и стенкой пропускают ток воздуха, который благодаря нагреванию при соприкосновении с источником может поддерживаться за счет простой конвекции, не требуя вентилятора.

### **ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К МИКРОКЛИМАТУ РАБОЧИХ МЕСТ ЛЕТЧИКА, ТЕХНИКА И МОРЯКА**

К микроклимату кабин летательных аппаратов относят температуру, влажность, скорость движения воздуха и инфракрасное излучение солнца и искусственных источников окружающей среды, оказывающих непосредственное воздействие на тепловой обмен организма с окружающей средой, а также атмосферное давление, снижение которого изменяет условия теплового обмена, особенно при высокой температуре окружающей среды.

При нормировании микроклимата должны приниматься во внимание степень адаптации человека к температурным условиям, теплоизоляция одежды и тяжесть выполняемой физической работы.

При нормировании микроклимата рабочих мест летчика, моряка в основном используют подходы и принципы, существующие в народном хозяйстве и промышленности. Результаты исследований советских гигиенистов А.А. Летавета, Г.Х. Шахбазяна и др. легли в основу разработки норм микроклимата кабин летательных аппаратов и помещений корабля. Учитывая то обстоятельство, что технический персонал в авиации и на флоте трудится в условиях, сходных с условиями промышленных предприятий, авторы настоящей книги сочли необходимым осветить основные подходы специалистов гигиены труда по вопросам нормирования микроклимата.

По данным Ю.П. Тихова (1962), тепловое состояние человека, находящегося в покое при температуре окружающей среды 20 и 28 °С, мало зависит от уровня относительной влажности воздуха. Н.А. Федотова (1971) установила, что для работающих температуру воздуха 26 °С и относительную влажность 60 % можно считать границей, при которой организм не воспринимает изменений влажности окружающей среды.

По данным Е.Ф. Медведевой, Н.А. Федотовой (1971), при выполнении физической работы средней тяжести предельно допустимыми являются температура воздуха 28 °С и относительная влажность 40-55 %. Температура воздуха 30 °С при относительной влажности 55 % допускается только для акклиматизированных к подобным условиям людей. Считается, что допустимая относительная влажность воздуха в холодный период года при температуре воздуха 13-25 °С и выполнении физической работы различной тяжести не должна превышать 75 %. В теплое время при всех видах работ она не должна превышать 55 % при температуре воздуха 28 °С, 60 % - при 27 °С; 65 % - при 26 °С; 70 % - при 25 °С и 75 % - при 24 °С [Репин Г.Н., Афанасьева Р.Ф., 1985].

По данным В. Givoni (1963), при 30 °С влажность воздуха оказывает действие начиная с абсолютной ее величины 10 мм рт.ст. при отсутствии движения воздуха. При 35 °С без движения воздуха влажность сильно влияет на тепловой обмен, особенно при давлении водяных паров 20 мм рт.ст. и выше. Движение воздуха даже небольшое (50 см/с) заметно сказывается на тепловом обмене человека уже при абсолютной влажности 25 мм рт.ст. При значительной влажности (35 мм рт.ст.) для обеспечения комфорта требуется повышение скорости движения воздуха до 250 см/с. При 40 °С влажность оказывает на тепловой обмен значительное влияние уже при ее абсолютной величине 20 мм рт.ст. даже в условиях интенсивного движения воздуха [Givoni В., 1963].

Движение воздуха, если его температура ниже температуры поверхности тела, увеличивает теплоотдачу конвекцией. Человек начинает ощущать воздушные потоки при скорости движения воздуха около 0,25 м/с [Давыдов В.Г., 1961]. При более высокой температуре движение воздуха облегчает испарение воды с поверхности тела. По данным А.А. Шаптала (1966), Ю.П. Тихова (1962), при температуре воздуха до 28 °С и его влажности 90-100 % для достижения теплового равновесия организма человека скорость воздуха должна возрастать до 1,5-2,5 м/с. Однако при скорости воздуха 3 м/с и выше при высокой температуре окружающей среды затрудняется теплоотдача с поверхности тела [Давыдов В.Г., 1961; Шапта-ла А.А., 1966]. В.В. Либерман, Т.В. Куксинская (1964) установили, что при 26-30 °С в условиях нормальной влажности воздуха увеличение его движения с 2 до 3 м/с не оказывает влияния на теплоощущение человека и его тепловое состояние.

Скорость движения воздуха, по мнению О.А. Сидорова (1962), должна меняться в зависимости от тяжести выполняемой физической работы, но не должна превышать 0,5 м/с (табл. 32).

**Рекомендуемые температура воздуха и скорость его движения в покое и при физической работе [Сидоров О.А., 1962]**

Степень физического напряжения	Энерготраты, ккал/ч	Скорость движения воздуха, м/с	
		0,1	0,5
В покое	100	+21°	+24°
Работа средней тяжести	250	+14°	+16°
Тяжелая работа	1000	-2°	-1°

Из таблицы видно, что при повышении скорости движения воздуха до 0,5 м/с один и тот же тепловой эффект достигается при изменении температуры всего лишь на 1-3 °С.

В условиях повышенной температуры значительный охлаждающий эффект наступает при скорости движения воздуха до 1 м/с. В этом случае, по данным С.А.Клюгина, А.Е.Малышевой (1952), допустима температура воздуха 30 °С.

Рекомендуемая скорость движения воздуха при различных температурах окружающей среды [Клюгин С.А., Малышева А.Е., 1952] представлена ниже.

*Температура воздуха Допустимая скорость  
в рабочей зоне, °С движения воздуха, м/с*

22-23	0,25-0,3
24-25	0,4-0,6
26-27	0,7-1,0
28-30	1,1-1,3

Обдувание работающих с помощью душирующих устройств и установок с подачей рециркуляционного воздуха открывает большую возможность улучшить условия микроклимата на рабочих местах специалистов в районах с жарким климатом. Считается, что воздух по возможности должен подаваться спереди в направлении груди работающего, а нормируемая скорость должна соответствовать осевой в душирующей струе [Тетеревников Т.В. и др., 1978]. При выполнении операторской деятельности при 32 °С Ф.М. Шлейфман и соавт. (1978) допускают обдув не выше 2,3 м/с. Н.К. Витте (1956) установил, что при движении воздуха со скоростью 1 м/с теплоотдача конвекцией возрастает в 2 раза, при 4 м/с - почти в 4 раза по сравнению с теплоотдачей конвекцией при практически неподвижном воздухе.

Дальнейшее увеличение скорости движения воздуха (до 9 м/с) приводит к повышению теплоотдачи конвекцией не в 2 раза, а всего лишь на 40 % (табл. 33).

Таблица 33

**Теплоотдача конвекцией в состоянии покоя и при выполнении физической работы (4,5 ккал/мин) при различных скоростях движения воздуха**

Скорость движения воздуха, м/с	Температура воздуха				Кратность увеличения	
	18 °С		28 °С		покой	работа
	покой	работа	покой	работа		
0	-0,62	-1,02	-0,28	-0,48	1,0	1,0
1,0	-1,32	-1,66	-0,60	-0,78	2,1	1,6
2,0	-1,77	-2,00	-0,80	-0,94	2,9	2,0
3,0	-2,08	-2,33	-0,91	-1,10	3,4	2,3
4,0	-2,38	-2,63	-1,08	-1,24	3,9	2,6
5,0	-2,63	-2,92	-1,18	-1,37	4,1	2,3
6,0	-2,86	-3,16	-1,29	-1,98	4,6	3,1
8,0	-3,31	-3,62	-1,50	-1,68	5,4	3,6
10,0	-3,62	-3,93	-1,63	-1,84	5,8	3,9

При движении воздуха, имеющего температуру 35 °С, не увеличивается теплоотдача конвекцией [Витте Н.К., 1956]. Учитывая, что состояние терморегуляции организма человека зависит не только от температуры, но и от скорости движения воздуха на рабочем месте шахтеров, А.А.Шапгала (1966) предлагает регулировать скорость вентиляционной струи.

Зависимость скорости воздушного потока от температуры воздуха в забое [Шапгала А.А., 1966] представлена ниже.

*Температура воздуха, °С*      *Скорость воздушного потока, м/с*

До 15	0,15-0,25
От 15 до 20	0,3-0,6
20—22	Не менее 1,0
22—24	Не менее 1,5
24-26	Не менее 2,0

Нормальная терморегуляция в жаркой среде и хорошее тепловое самочувствие сохраняются у горнорабочих, выполняющих работу при повышенной скорости движения вентиляционного воздуха.

Подвижный воздух, к сожалению, может оказывать и негативное влияние, обусловленное его давлением, высушивани-

ем кожи и утомлением ее рецепторного аппарата. Локальное и постоянное воздействие токов воздуха способствует развитию невралгии, миозита, радикулита и других простудных заболеваний. Ввиду этого возникает необходимость строго регламентировать температуру и скорость движения воздуха, подаваемого на рабочее место, в условиях высокой температуры окружающей среды, особенно когда воздушное душирование влияет на влажную кожу. Если температура обдува ниже температуры поверхности тела, то теплоотдача испарением вследствие потоотделения не играет ведущей роли в теплообмене. Когда температура обдува превышает температуру кожи, движение воздуха повышает эффективность потоотделения. Поэтому и при температуре воздуха 35 °С и выше есть смысл обдувать рабочего, хотя теплоотдача конвекцией и равна нулю. Благоприятный эффект от движения воздуха отмечается до тех пор, пока поверхность тела покрыта потом [Витте Н.К., 1956].

Исследования по влиянию на тепловое состояние человека различных сочетаний температуры воздуха, его влажности и скорости движения позволили составить нормы микроклимата производственных и жилых помещений в РФ и за рубежом.

Американская ассоциация промышленных гигиенистов, устанавливая нормы для акклиматизированных лиц, работающих в обычной летней одежде при достаточном потреблении воды, считает, что следует запрещать физическую работу, если температура тела превышает 38 °С.

Нормативы микроклимата в других странах допускают повышение температуры воздуха летом при низкой его влажности до 35, 28-32 и 25-28 °С соответственно при легкой, средней и тяжелой физической работе. Считается, что в условиях высокой влажности воздуха (80 %) допустимая температура должна быть на 3-5 °С ниже вышеуказанных величин. Нормативы микроклимата разрабатываются в зависимости от климатогеографических районов и сезона года.

По данным Р.Ф. Афанасьевой и соавт. (1989), в районах с жарким климатом (IV зона) на рабочих местах верхней допустимой температурой воздуха является 32 °С при легкой работе, 31 °С - при работе средней тяжести и 30 °С - при тяжелой.

При этом скорость движения воздуха должна быть увеличена на 0,1 м/с, а относительная влажность воздуха снижена на 5 % на каждый градус повышения температуры воздуха сверх верхних границ допустимых температур. Для жилых помещений в условиях жаркого климата допустимой считается температура воздуха 26 °С при его подвижности в среднем 0,5 м/с, а при 29-30 °С его подвижность должна возрастать до 0,8 м/с. Озеленение и солнцезащита снижают радиационную температуру на 12-15 °С [Геллер И.М., Рахматуллова М.Д., 1970].

По данным Ю.Д. Губернского, С.Н. Киминой (1986), в жи-

лых помещениях температура воздуха в условиях жаркого сухого климата должна быть от 21 до 37,8 °С при относительной влажности 20-60 % и подвижности 0,1-0,25 м/с. Для климатических условий с высокой влажностью температура в помещениях должна составлять 23-26,4 °С при движении воздуха от 0,15 до 0,5 м/с.

Оптимальные и допустимые параметры микроклимата, которые в настоящее время приняты для промышленных предприятий РФ, приведены в табл. 34 и 35.

Таблица 34

**Оптимальные величины температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений [Афанасьев Р.Ф. и др., 1987]**

Период года	Категория работ	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха (не более), м/с
Холодный	Легкая — Ia	22—24	60—40	0,1
	Легкая — Ib	21—23	60—40	0,1
	Средней тяжести — IIa	18—20	60—40	0,2
	Средней тяжести — IIб	17—19	60—40	0,2
	Тяжелая III	16—18	60—40	0,3
Теплый	Легкая — Ia	23—25	60—40	0,1
	Легкая — Ib	22—24	60—40	0,2
	Средней тяжести — IIa	21—23	60—40	0,3
	Средней тяжести — IIб	20—22	60—40	0,3
	Тяжелая — III	18—20	60—40	0,4

Таблица 35

**Допустимые величины температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений [Афанасьев Р.Ф. и др., 1987]**

Период года	Категория работ	Температура, °С		Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
		на постоянных рабочих местах	на непостоянных рабочих местах		
Холодный	Легкая — Ia	21—25	18—26	75	0,1
	Легкая — Ib	20—24	17—25	75	0,2
	Средней тяжести — IIa	17—23	15—24	75	0,3

Период года	Категория работ	Температура, °С		Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
		на постоянных рабочих местах	на непостоянных рабочих местах		
	Средней тяжести — IIб	15—21	13—23	75	0,4
	Тяжелая — III	13—19	12—20	75	0,5
Теплый	Легкая — Ia	22—28	20—30	55 при 28 °С	0,1—0,2
	Легкая — Ib	21—28	9—30	60 при 27 °С	0,1—0,3
	Средней тяжести — Ia	18—27	17—29	65 при 26 °С	0,2—0,4
	Средней тяжести — IIб	17—27	15—29	70 при 25 °С	0,2—0,5
	Тяжелая — III	15—26	13—28	75 и ниже при 24 °С	0,2—0,6

В допустимых нормативах установлены верхние и нижние границы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Учитывая многообразие климатических поясов в РФ, нормы предусматривают возможность повышения температуры воздуха на рабочем месте до 30 °С и снижения до 13 °С. В зависимости от температуры окружающей среды относительная влажность воздуха может меняться от 55 до 75 %, а скорость движения воздуха - от 0,1 до 0,6 м/с.

Большое внимание исследователи уделяют нормированию перепада температур. Ю.М. Стенько (1960), П.А. Просецкий (1960) считают, что перепад между температурой внутри и снаружи помещений не должен превышать 12-15 °С. По данным М.М. Геллера, М.Д. Рахматуллаевой (1970), летом перепад температуры воздуха в помещении и снаружи должен быть не более 10-12 °С.

Допустимые величины перепада температур зависят от интенсивности воздействия наружной температуры. Так, по данным Ф.М. Шлейфман (1963), после пребывания человека при температуре воздуха 40 °С допустим перепад температур 15-20 °С, а при 30 и 35 °С - соответственно 10 и 15 °С. В условиях жаркого климата летом при температуре наружного

воздуха 35—40 °С в помещениях некоторые авторы допускают температуру 25—28 °С [Симонович Т.Д., 1960; Стенько Ю.М., 1960]. П.И.Гуменер (1962) считает, что при температуре наружного воздуха 30—35 °С температура в помещении 25—27 °С воспринимается как комфортная.

Неблагоприятное влияние на тепловое состояние организма оказывают большие перепады температур между воздухом и стенами (ограждением). При снижении температуры стен до 10 °С продолжительность работы людьми, одетыми в летнюю одежду (даже при 20 °С), ограничивается 1 ч (табл. 36).

Таблица 36

**Допустимое сочетание температуры воздуха и стен [Медведева Е.Ф., 1961]**

Относительная влажность, %	Температура ограждений, °С	Скорость движения, м/с	Температура воздуха, °С	Допустимое время, ч
80—90	10	1—2	20	1
80—90	10	1—2	25	2
80—90	15	1—2	20,25	2
80—90	20	1—2	20,25,30	2
80—90	25	1—2	25	—
80—90	25	1—2	30	2

При температуре воздуха 23-25 °С и степени черноты поверхности стен, равной 0,8, предельно допустимой считается температура стен 35 °С [Эрман И.М. и др., 1963]. При снижении черноты излучающих поверхностей, по данным некоторых авторов, температура стен может повышаться до 38-40 °С. По данным Н.А. Бессоновой (1978), допустимой разницей средней температуры окружающих поверхностей и температуры воздуха является 5 °С. Комфортное же тепловое состояние человека возможно при перепаде этих температур не более чем 1,5 «С.

При низкой температуре окружающей среды движение воздуха и увеличение его влажности сокращают величину допустимого перепада температур. Наоборот, мышечная работа во время охлаждения позволяет переносить значительно больший перепад температур между окружающими стенами и воздухом.

Допустимое тепловое облучение работающих от открытых источников тепла при использовании средств индивидуальной защиты на постоянных и непостоянных рабочих местах не должно быть выше 140 Вт/м<sup>2</sup> [Репин Г.Н., 1972; Шлейфман Ф.М. и др., 1982].

По данным Р.Ф. Афанасьевой и соавт. (1989), при отсутствии открытых источников тепла на рабочих местах интенсивность инфракрасного облучения не должна превышать 35 Вт/м<sup>2</sup> при



облучении 50 % и более поверхности тела работающего, 70 Вт/м<sup>2</sup> - при облучении от 25 до 50 % и 100 Вт/м<sup>2</sup> - при облучении не более 25 % поверхности тела.

При увеличении интенсивности теплового облучения необходимо повышать скорость движения воздуха или снижать его температуру (табл. 37). По данным Г.Х. Шахбазяна (1957), в условиях одностороннего облучения и выполнения легкой работы без движения воздуха допускается интенсивность инфракрасного облучения 0,5 кал/см<sup>2</sup>-мин (349 Вт/м<sup>2</sup>) при температуре воздуха 14-16 °С и 1 кал/см<sup>2</sup>-мин (698 Вт/м<sup>2</sup>) при 12-14 °С. При двустороннем облучении температуру окружающего воздуха следует снижать еще на 2 °С. Выполнение тяжелой физической работы при одностороннем облучении интенсивностью 2 кал/см<sup>2</sup>-мин (1396 Вт/м<sup>2</sup>) обуславливает необходимость снижения температуры воздуха до 6 °С. По данным Ф.М.Шлейфман и соавт. (1978), при интенсивности инфракрасного облучения до 0,5 кал/см<sup>2</sup>-мин (349 Вт/м<sup>2</sup>) суммарная и разовая длительность облучения не ограничивается; при интенсивности 0,5-1 кал/см<sup>2</sup>-мин (349-698 Вт/м<sup>2</sup>) суммарная длительность не должна быть больше 70 % смены, а разовая - 15-20 мин; при интенсивности 1-3 кал/см<sup>2</sup>-мин (698-2093 Вт/м<sup>2</sup>) - не более 50 % смены, а разовая - 10-15.

Таблица 37

**Рекомендуемая температура воздуха в зависимости от интенсивности инфракрасного облучения и скорости движения воздуха [Шахбазян Г.Х.,**

Скорость движения воздуха, м/с	Интенсивность инфракрасного облучения, кал/см <sup>2</sup> -мин (Вт/м <sup>2</sup> )			
	0,5 (349)	1(698)	2(1396)	3(2093)
1	25—29	22—26	20—25	17—20
2	26—31	23—29	21—26	20—23
3	27—32	25—30	22—27	25—27

Подход к формированию условий микроклимата в кабине самолетов США основывается на поддержании средневзвешенной температуры кожи на уровне 33 °С, т.е. в пределах комфортных теплоощущений. В связи с этим температура в кабине самолетов не должна превышать 21 °С. Только в отдельных случаях (на земле, маневры в полете) допускается ее повышение в кабине до 27 °С в течение 30 мин [Nunneley S.A., James G.K., 1976].

Для пассажирских летательных аппаратов скорость движения воздуха в кабине ограничивается величиной 0,4 м/с, относительная влажность - не менее 15 %, температура возду-

ха - от 17 до 25 °С, атмосферное давление - 567 мм рт.ст. [Демидов Г.А., 1980]. По мнению А.А. Лавникова (1975), наиболее благоприятна в кабине самолетов температура 20-22 °С, скорость движения воздуха - 0,25-0,5 м/с, относительная влажность - 45-65 %. По данным А.А. Лавникова (1975), А.Н.Ажаева (1993), минимальная температура воздуха в кабине должна быть не ниже 10 °С, скорость движения воздуха не должна превышать 1,5 м/с, а влажность - 70 %.

Допустимые условия микроклимата в кабине летательного аппарата по существующим нормам рассчитаны на то, чтобы они не снижали качество профессиональной деятельности, от которой зависит безопасность полетов, а следовательно, и жизнь экипажа и пассажиров. В связи с этим ряд исследователей считают, что условия микроклимата, регламентированные нормативными документами, а также спецодежда с различной теплоизоляцией не должны влиять на работоспособность летчика [Ажаев А.Н., 1986; Головкин Л.Г., Логунов А.Д., 1987].

В условиях плавания в районах с жарким климатом на организм моряка действует комплекс внешних факторов: солнечная радиация, радиация от ограждений и машин, высокая температура, влажность и движение воздуха.

На основании физиологических исследований экипажа палубной и машинной команд была установлена граница температур, в пределах которой происходит теплообмен (радиацией и конвекцией) у моряков с окружающей средой - 24-28 °С (табл. 38).

Таблица 38

**Нормативы микроклимата в судовых помещениях в летний период года**  
[Стенько Ю.М., 1966]

Помещения	Район плавания	Температура воздуха помещений, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха на рабочем месте, м/с
Изолированные посты управления	Северный	20—22	70—40	0,2—0,3
	Умеренный	22—23	60—40	0,3—0,5
	Южный	23—25	60—40	0,5—1,0
	Тропики	25—28	60—40	0,5—1,0
Посты управления машинно-котельного отделения, камбуз и другие производственные помещения с тепловыделениями на рабочих местах	Северный Умеренный	Не выше 25°		
	Южный Тропики	25—28°	60—40	1—1,5

Помещения	Район плавания	Температура воздуха помещений, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха на рабочем месте, м/с
Жилые, общественные и служебные помещения без тепловыделений	Северный	20—22°	70—40	0,15—0,2
		22—23°	60—40	0,2—0,3
	Умеренный	23—24°	60—40	До 0,5
		Тропики	25°	60—40

При проектировании систем кондиционирования воздуха на судах, совершающих плавания в тропиках, рекомендуются следующие показатели: температура воздуха в каюте 25 °С, относительная влажность 50 %, скорость движения воздуха до 0,5 м/с [Стенько Ю.М., 1966]. Для расчетов кондиционирования воздуха на судах, плавающих в тропиках, принимается перепад температур до 10-15 °С (табл. 39).

Таблица 39

Перепад температур при кондиционировании воздуха [Стенько Ю.М., 1966]

Микроклимат в каютах	Температура наружного воздуха, °С	Относительная влажность наружного воздуха, %	Перепад температур, °С
Температура — 25 °С	34	80	9
Относительная влажность — 50 %	36	70	11
Скорость движения воздуха — 0,3—0,5 м/с	38	60	13
	40	50	15

Условия микроклимата не должны приводить к перенапряжению и срыву терморегуляции организма, что может значительно нарушать работоспособность или вызвать изменения в состоянии здоровья, т.е. при нормировании микроклимата должен соблюдаться «принцип гарантийности». Нормы микроклимата должны быть:

1) дифференцированными в зависимости от их предназначения (для помещений наземной авиационной и морской

техники, летательных аппаратов или корабельных сооружений);

2) комплексными, учитывающими все или большинство параметров микроклимата (температура, влажность, движение воздуха, солнечная радиация);

3) многоуровневыми, т.е. иметь определенную зону с максимальными и минимальными значениями границ: оптимальные, допустимые, предельно допустимые, предельно переносимые [Ажаев А.Н., 1994].

Оптимальными условиями микроклимата называют такие, которые при длительном и систематическом воздействии обеспечивают комфортное теплоощущение человеку, высокий уровень работоспособности и поддерживают тепловой баланс организма без напряжения терморегуляции.

При нормировании микроклимата производственных и жилых помещений возможны некоторые отклонения оптимальных величин физических факторов, при которых наблюдается определенное напряжение механизмов терморегуляции. При этом температура тела не должна существенно меняться от действующего фактора (температура окружающей среды), т.е. сохраняется термостабильное состояние организма вследствие включения приспособительных физиологических механизмов, а функциональные нарушения в организме после воздействия быстро нормализуются.

В этих условиях должна сохраняться возможность длительной профессиональной деятельности специалистов при отсутствии изменений состояния здоровья и суммации сдвигов в организме, связанных с многократным воздействием неблагоприятных климатических факторов.

В отдельных случаях (при возникновении аварийной ситуации) создаются условия (предельно или максимально допустимые), при которых у человека возникает значительное напряжение терморегуляции и изменяется теплосодержание организма. В результате повышения температуры тела отмечается значительный тепловой дискомфорт и снижается работоспособность. В этой ситуации можно работать только ограниченное время при режиме труда, обеспечивающем восстановление физиологических функций организма к моменту последующего воздействия. При предельно переносимых условиях (недопустимых) микроклимата значительно ухудшается самочувствие работающих, снижается работоспособность, появляется опасность для здоровья вследствие перегревания и обезвоживания организма.

Таким образом, к допустимым условиям относятся такие, при которых возможно устойчивое приспособление организма. При предельно допустимых условиях микроклимата наблюдается только частичное приспособление организма, а при предельно переносимых - срыв приспособительных механизмов

терморегуляции организма. Подобный подход к нормированию степени действия высоких температур на организм человека позволил обосновать выбор физиологических критериев для классификации тепловых состояний человека [Ажаев А.Н., 1979].

В целях дальнейшего повышения эффективности гигиенического нормирования производственного микроклимата необходимо постоянно совершенствовать его теорию и практику на основе достижений современной науки: методы определения допустимых уровней комплекса факторов микроклимата с учетом их комбинированного влияния с другими физическими и химическими факторами; изучение связей между действием климатических факторов и состоянием здоровья работающих; поиск интегральных показателей изменения здоровья и работоспособности в зависимости от условий микроклимата в производственных помещениях; расширение исследований по математическому прогнозированию вероятного воздействия экстремальных условий на тепловое состояние человека; дальнейшая разработка комплексного и дифференцированного нормирования микроклимата, учитывающего различный уровень тяжести труда и вида профессиональной деятельности, особенно при возникновении новых специальностей; разработка нормативов (регламентов) микроклимата для особых условий труда (аварийные и т.д.). Сложность нормирования микроклимата, как и других факторов окружающей среды на рабочих местах, можно объяснить спецификой производства и самой производственной деятельности. Гигиеническое нормирование микроклимата на рабочих местах в настоящее время основывается на критериях теплового состояния человека. При этом не учитывается влияние высокой температуры на профессиональную деятельность специалистов (летчики, моряки).

Деятельность оператора в ряде случаев характеризуется высоким нервно-эмоциональным напряжением, необходимо решать сложные производственные задачи, обусловленные высокой информационной нагрузкой и работой в условиях дефицита времени, высокой личной ответственностью, длительностью сосредоточенного и устойчивого внимания. Неблагоприятные условия окружающей среды на рабочем месте оператора, особенно высокая температура, значительно повышают напряженность труда и вызывают их преждевременную утомляемость. В связи с этим для качественного и эффективного выполнения элементов операторской деятельности требуются условия микроклимата, отличающиеся от устанавливаемых для физического труда, где может понижаться работоспособность от высокой температуры.

Стремление гигиенистов, разрабатывающих нормативы микроклимата производственных помещений, как можно полнее учесть климатические параметры окружающей среды, воп-

лотилось в создании комплексных показателей, таких как эффективная, результирующая, интегральная, оперативная температура и др.

Некоторые комплексные показатели оценки микроклимата и их влияние на тепловой обмен человека представлены ниже.

<i>Показатель</i>	<i>Способ определения</i>
Комплексная оценка микроклимата	По кататермометру Хилла
Влажная шаровая температура	По шаровому термометру Холдена, куда помещают влажный термометр
Средняя радиационная температура	По шаровому термометру Вернона
Предсказываемая 4-часовая интенсивность потоотделения, $P_4SR$	По эмпирической номограмме тепловой нагрузки по сухому, влажному и шаровому термометрам, скорости движения воздуха с учетом вида одежды и интенсивности работы
Эффективная температура, ЭТ	По номограмме, составленной с учетом теплоощущений соответствующим температурам влажного и сухого термометра, скорости движения воздуха
Корректированная эффективная температура, КЭГ	То же и с учетом температуры по шаровому термометру
Результирующая температура, РТ	По сухому термометру, скорости движения воздуха, упругости водяных паров воздуха и средней радиационной температуре
Индекс оценки нагревающего действия среды, WBQT	По формуле: $WBQT = 0,1t_{сух} + 0,7t_{вл} + 0,2t_{ш},$ где температура ( $^{\circ}C$ ) по сухому термометру ( $t_{сух}$ ), по влажному ( $t_{вл}$ ), по черному шару ( $t_{ш}$ ). При отсутствии солнечной радиации может применяться формула: $WBQT = 0,7t_{вл} + 0,3t_{сух}.$
Индекс тепловой нагрузки Белдинга и Хэтча, Q	По формуле: $Q = M + C + R - E_{макс},$ где M — теплопродукция организма, ккал/ч ( $kJ/m^2 \cdot ч$ ); C и R — теплообмен конвекцией и радиацией, ккал/ч ( $kJ/m^2 \cdot ч$ ); $E_{макс}$ — максимальная теплоотдача испарением воды, ккал/ч ( $kJ/m^2 \cdot ч$ ). По формуле: $WD = 0,15t_{сух} + 0,85t_{вл},$ где температура ( $^{\circ}C$ ) сухого термометра ( $t_{сух}$ ) и влажного ( $t_{вл}$ ).
Оксфордский индекс взвешенной температуры, WD	

<b>Оперативная температура, °С</b>	По средним значениям температуры воздуха и средней радиационной температуры, взвешенных с учетом коэффициентов теплопередачи конвекцией и радиацией при определенной температуре поверхности тела, подвижности воздуха, теплопродукции, организма
<b>Индекс ассимиляции тепла, RQ</b>	По формуле: $RQ = N_y/M$ , где $N_y$ — суммарная теплоотдача, ккал/м <sup>2</sup> ·ч (кДж/м <sup>2</sup> ·ч); $M$ — теплопродукция, ккал/м <sup>2</sup> ·ч (кДж/м <sup>2</sup> ·ч).
<b>Показатель термической нагрузки С.Я.Заржевского</b>	По формуле: $S + W = 0,445M + 15,4 \cdot 37,2 - t_n - K_p \cdot J_n (t_{рт} - t_n)$ , $J_{oa} + J_n + 0,095$ где $S$ — изменение теплосодержания, ккал/м <sup>2</sup> ·ч; $W$ — напряжение терморегуляции, ккал/м <sup>2</sup> ·ч; $t_n$ — температура воздуха, °С; $t_{рт}$ — средняя радиационная температура, °С; $J_n$ — теплоизоляция воздуха, град·м <sup>2</sup> ·ч/ккал (°С·м <sup>2</sup> ·ч/кДж); $J_{oa}$ — теплоизоляция одежды, град·м <sup>2</sup> ·ч/ккал (°С·м <sup>2</sup> ·ч/кДж); $K_p$ — коэффициент теплоотдачи радиацией, ккал/м <sup>2</sup> ·ч (кДж/м <sup>2</sup> ·ч).
<b>Интегральная температура, ИТ</b>	По формуле: $ИТ = t_{сух} - 0,75M (0,18 - J_{сух}) + K_p \cdot J_{сух} (t_{срт} - t_{сух})$ , где $t_{сух}$ — температура сухого термометра, °С; $M$ — теплопродукция организма, ккал/м <sup>2</sup> ·ч (кДж/м <sup>2</sup> ·ч); $J_{сух}$ — теплоизоляция воздуха, град·м <sup>2</sup> ·ч/ккал (°С·м <sup>2</sup> ·ч/кДж); $t_{срт}$ — средняя радиационная температура, °С; $K_p$ — коэффициент теплообмена радиацией, ккал/м <sup>2</sup> ·ч (кДж/м <sup>2</sup> ·ч).

Наиболее широкое распространение получили эффективные и результирующие температуры. Эффективная температура определяется по суммарному действию температуры, влажности и движения воздуха на теплоощущение человека. Эффективная температура - это показатель, основанный на сравнении теплоощущений людей при данном микроклимате с их теплоощущениями в условиях неподвижного, полностью насыщенного водяными парами воздуха при определенной температуре. Так, комфортное теплоощущение у человека наблюдается при эффективной температуре 18,8 °С, 100 % относительной влажности при отсутствии движения воздуха. По теплоощущениям эти условия соответствуют действию температуры 27 °С по сухому термометру, относительной влажности 20 % и движению воздуха 3,5 м/с (табл. 40).

Для одетых в летнюю одежду людей (костюм), находящихся в покое и выполняющих легкую работу, зона комфорта, в которой у 50 % будет комфортное теплоощущение, в пределах

**Сочетание температуры, влажности и движения воздуха,  
соответствующее эффективной температуре (ЭТ), равной**

Эффективная температура, °С	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Движение воздуха, м/с
18,8	18,8	100	0
	22,3	50	0,5
	27,0	20	3,5

эффективных температур от 17,2 до 21,7 °С. Комфортные ощущения испытывают 100 % людей при эффективной температуре от 18,1 до 18,9 °С (линия комфорта). При работе средней тяжести зона комфорта по шкале эффективных температур снижается на 1 °С, а при тяжелой - на 2,5 °С.

Эффективную температуру можно определить по шкале (рис. 28), соединив линией температуру воздуха по сухому термометру с температурой по влажному термометру в месте пересечения ее с кривой известной скорости движения воздуха. Допустимые величины эффективных температур для лиц, не акклиматизированных к высокой температуре воздуха и выполняющих легкую малоподвижную работу, составляют 30,2 °С, при работе средней тяжести - 27,4 °С, а при тяжелой работе - 26,9 °С [Lind A.R., 1963]. Для акклиматизированных же они равны соответственно 32,2; 29,4 и 28,9 °С [Wyndham C.H. et al., 1970]. Продолжительность пребывания людей на рабочем месте при эффективной температуре 30-32 °С ограничивается 5 ч, при 28-30 °С - 6 ч, а при температуре ниже 28 °С временных ограничений для работы нет. Постоянная работа при температуре свыше 32,2 °С запрещена. По данным А. Hancock, I.O. Pierce (1984), ректальная температура не изменяется при эффективной температуре окружающей среды до 29,4 °С.

В связи с тем что шкала эффективных температур не учитывает уровень лучистого тепла, была предложена ее модификация - скорректированная эффективная температура, которую определяют по черному шаровому (шар Вернона), влажному термометрам и движению воздуха.

Скорректированную эффективную температуру находят по той же номограмме.

Результирующую температуру вычисляют по данным температуры, абсолютной влажности, скорости движения воздуха и средней радиационной температуры.

По результатам измерений температуры с помощью черного шара Вернона в различных точках помещений одновременно с оценкой температуры воздуха и его скорости движе-



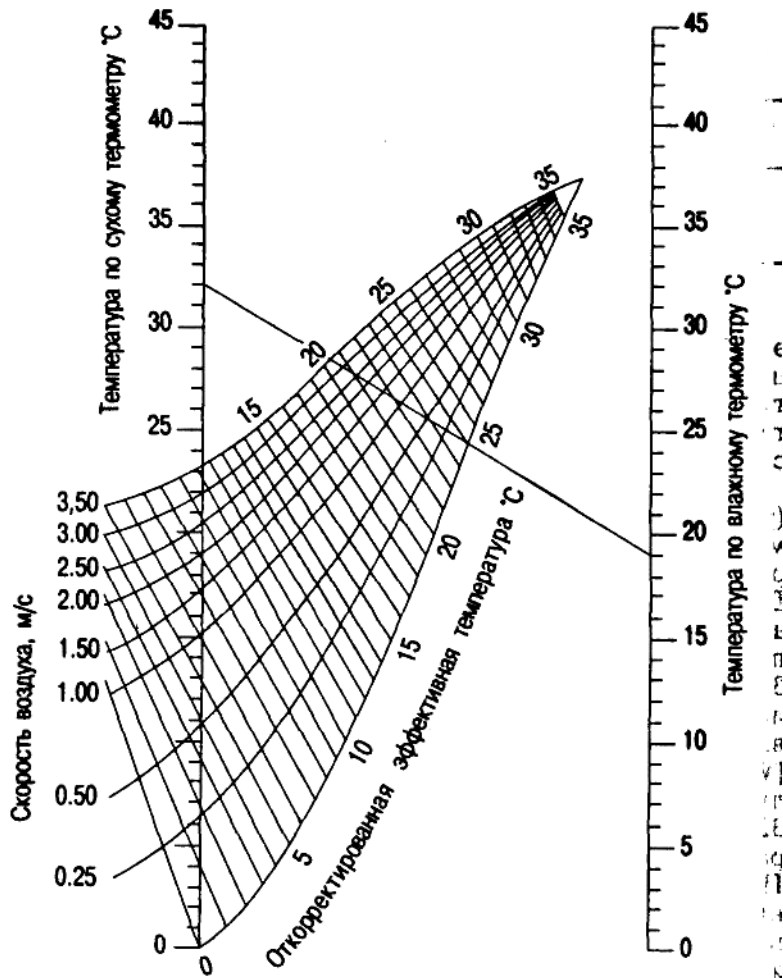


Рис. 28. Шкала эффективных температур для людей, одетых в летний костюм.

ний рассчитывают среднюю радиационную температуру по специальной номограмме (рис. 29).

На левой вертикальной шкале номограммы откладывают разность между показателями шарового и обычного термометров, а на горизонтальной - скорость движения воздуха. Обе точки соединяют прямой линией, которую продолжают до пересечения со второй вертикальной шкалой. Точку пересечения соединяют второй прямой линией с точкой на последней (четвертой) вертикальной шкале, соответствующей температуре

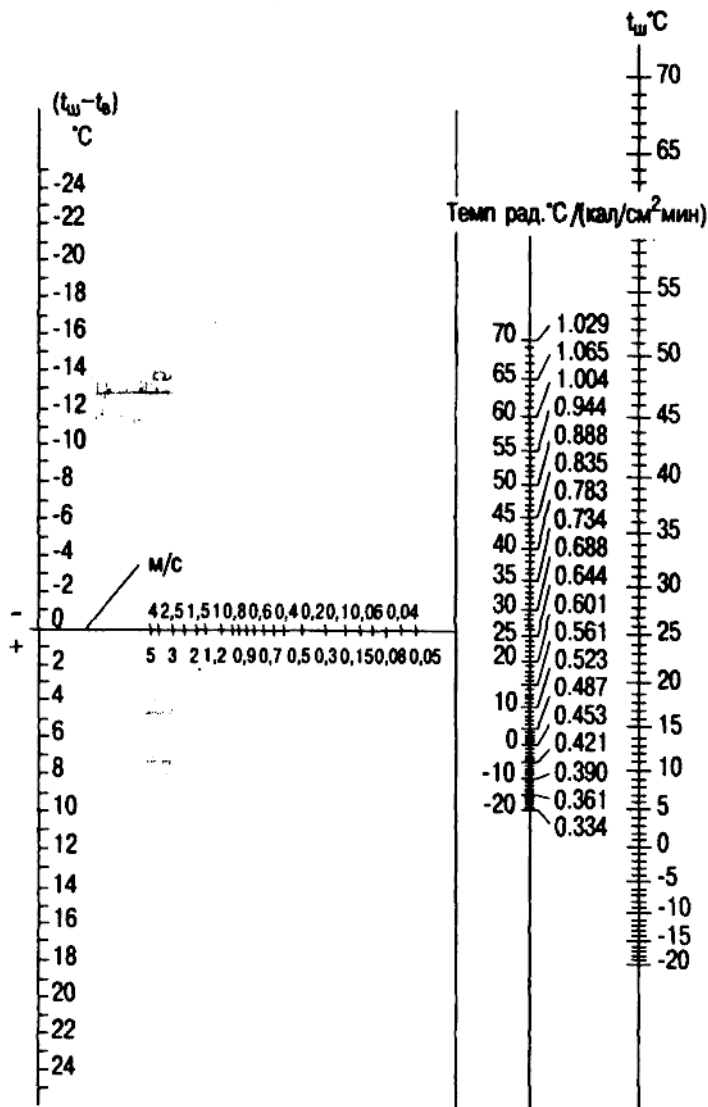


Рис. 29. Номограмма для определения средней радиационной температуры.

по шаровому термометру. Пересечение этой линии с третьей вертикальной шкалой дает искомую среднюю радиационную температуру и соответствующую ей среднюю интенсивность излучения.

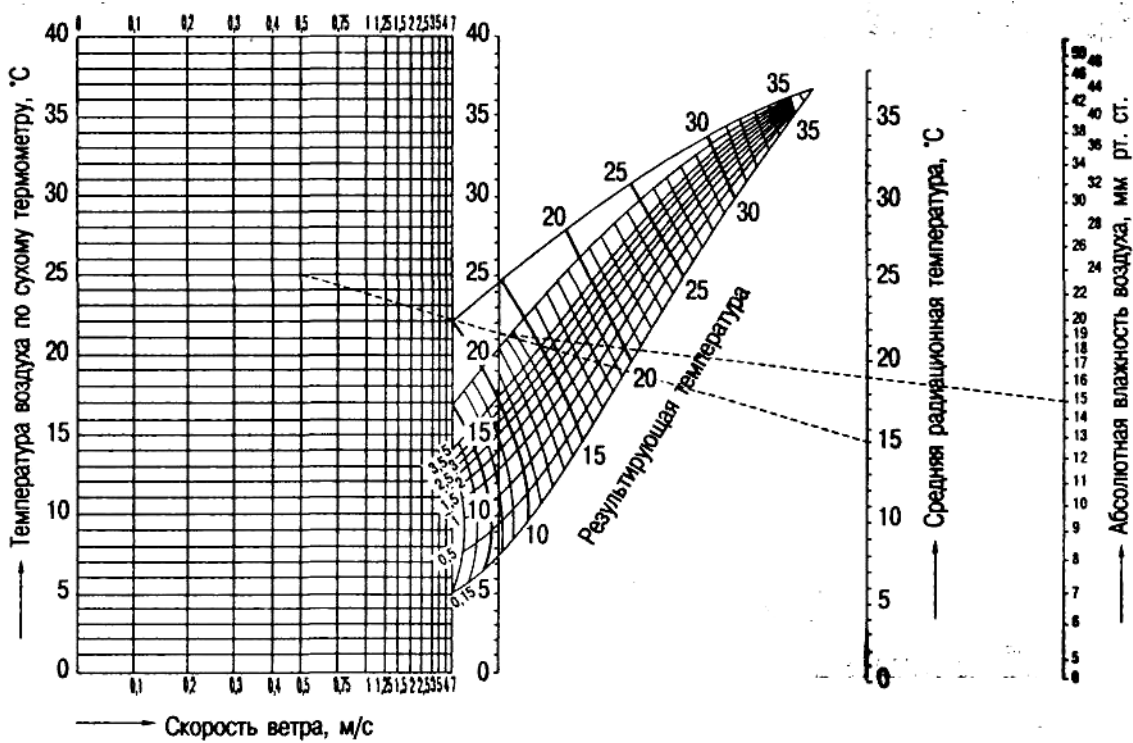


Рис. 30. Номограмма для определения результирующих температур.

Результирующую температуру определяют следующим образом (рис. 30). На сетчатой шкале номограммы находят точку, показывающую температуру и скорость движения воздуха, ее соединяют прямой линией с соответствующей точкой на шкале средних радиационных температур. От пересечения данной прямой линии с первой вертикальной шкалой слева проводят вторую прямую линию к соответствующей точке шкалы абсолютной влажности. Пересечение второй прямой с одной из наклонных линий центральной сетчатой шкалы, соответствующей скорости движения воздуха, показывает искомую результирующую температуру.

Результирующие температуры по указанной номограмме можно найти только в тех случаях, когда человек одет в летнюю одежду, а температура воздуха и средняя радиационная температура не ниже 0-5 °С.

Таблица 41

**Зоны комфортного микроклимата для экипажей морских судов, оборудованных системами кондиционирования воздуха при плавании в различных климатических районах [Сергеев Е.П. и др., 1975]**

Районы плавания	Период года	Зона комфорта по результирующей температуре		
		нижняя граница	линия комфорта	верхняя граница
Тропический (0—30°)	Все	22,6	24,1	25,7
Субтропический (30—45°)	Теплый	20,8	21,9	23,2
	Холодный	17,7	19,2	20,7
Умеренный (45—60°)	Теплый	17,8	19,7	22,0
	Холодный	17,7	19,0	20,4
Приполярный (выше 60°)	Теплый	18,3	20,5	21,6
	Холодный	17,7	19,0	20,4

С помощью метода выравнивания эмпирических рядов регрессии, составленных из значений условий микроклимата в результирующую температуру и среднего балла теплоощущений моряков, по способу наименьших квадратов Е.П. Сергеев, А.А. Воробьев, П.А. Просецкий, С.А. Виноградов (1975) рассчитали нормативные величины микроклимата в соответствии с принятым районированием (табл. 41). При этом относительная влажность воздуха ограничивается 40-60 %, подвижность воздуха - 0,15 м/с (при эксплуатации допускается подвижность воздуха до 0,5 м/с). Разница радиационной температуры и конвекционной в помещении не должна превышать более чем 2-4 °С. Более высокое значение нормируемой величины результирующей температуры в приполярных районах (19 °), чем в

умеренном климате (18,1) в холодный период, можно объяснить тем, что суровый климат приполярных районов вынуждает моряков большую часть времени находиться вне открытых палуб, в относительно теплой одежде и хорошо обогреваемых помещениях, что способствует их адаптации к более высокой температуре в помещении. Е.П. Сергеев и соавт. (1975) считают, что основным преимуществом нормирования микроклимата на судах комплексным методом результирующих температур перед раздельным является возможность учета одновременно четырех факторов (температура, влажность, движение воздуха, радиационная температура), действующих на человека.

## РЕЖИМ ТРУДА И ОТДЫХА

Режим труда и отдыха в районах с жарким климатом основывается на организации работы в прохладное время суток с сокращением рабочих периодов в наиболее жаркое дневное время и регламентации перерывов с отдыхом в тени и помещениях с комфортным микроклиматом. Еще И.А. Кассирский в 1935 г. рекомендовал летом в районах с жарким климатом вставать рано (в 6-7 ч утра) и в 8 ч утра (наиболее прохладное время) начинать работу. Самое жаркое время дня - с 14 до 16-17 ч он предлагает использовать для приема пищи, чтения и других занятий. Эти рекомендации И.А. Кассирского, сделанные для районов Средней Азии, в настоящее время применяют при нормировании режима труда и отдыха специалистов, работающих в районах с жарким климатом.

Кроме того, при формировании распорядка дня в южных районах, особенно для профессий физического труда (за исключением работ, связанных с необходимостью трудиться в любое время суток) из рабочего времени следует исключить 3-5 наиболее жарких дневных часов. Эти изменения в распорядке дня компенсируются более ранним началом (для некоторых профессий практически с рассветом), что позволяет использовать для работы наиболее благоприятные по температурному режиму утренние часы.

В большинстве районов Средней Азии благоприятный микроклимат в помещениях отмечается с 22-24 ч до 6-8 ч по местному времени. Поэтому для полноценного сна нужно создавать благоприятный микроклимат в помещениях или начало сна сдвигать на вечерние прохладные часы.

Б.Г. Багиров и соавт. (1977) предлагают летом в жарком климате вводить двухсменную работу: более раннее начало рабочего дня, организация дополнительного дневного перерыва или двух в первой и второй полусмене и отдых в помещениях с регулируемым до желаемых параметров микроклиматом. И.М. Моммадов, Г.А. Туликова (1975) считают целесообразным такой режим

труда: начало работ в 16.00 и окончание в 24.00. В связи с длительным дневным воздействием высокой температуры и инсоляции на чайных плантациях Г.Д. Расулзаде (1970) для чаеводов летом рекомендует рабочий день строить по такому графику: работа с 7 до 11.30, перерыв - с 11.30 до 16.00, опять работа - с 16.00 до 19.30.

Во время работы через каждые 1,5-2 ч автор предлагал устанавливать 10-15-минутные перерывы в тени.

В связи с широким применением автотранспорта и сельскохозяйственной техники в районах с жарким климатом надо нормировать режим труда и отдыха водителей. Так, для машинистов строительных машин при температуре наружного воздуха до 25 °С после каждых 50 мин работы необходим 10-минутный отдых, при температуре 25—33 °С через 45 мин работы - 15-минутный [Шишляникова Г.И., 1976]. При температуре воздуха в кабине трактора 29-37 °С следует ввести 20-25-минутный перерыв через каждые 2 ч работы. При дальнейшем повышении температуры воздуха целесообразно устраивать перерывы каждые 1 ч 30 мин работы продолжительностью 25-30 мин [Багиров Б.Г. и др., 1978].

Наиболее сложным остается вопрос о регламентации труда в помещениях с высокой температурой. Научная организация труда основывается на возможности восстановления физиологических функций к началу трудового периода. Если после работы отдых оказывается недостаточным для восстановления работоспособности к началу следующего трудового периода, то будет происходить кумуляция утомления. В этом случае при продолжении работы могут появиться признаки переутомления, т.е. хронического утомления, не ликвидируемого за обычные периоды отдыха. Переутомление при отсутствии специальных мер профилактики способствует возникновению перенапряжения, пограничного между нормой и патологией, что повышает общую и профессиональную заболеваемость [Киколов А.И., Мойкин Ю.В., Тхаревский В.И., 1987].

В настоящее время разработаны типовые режимы труда и отдыха с учетом различных видов производства, которые предусматривают характеристику работ и регламентированных перерывов для отдыха, величину и распределение перерывов, эффективные средства против утомления.

В табл. 42 приведены некоторые типовые режимы труда и отдыха, которые могут быть ориентировочно приняты при разработке мер научной организации труда. Для введения обоснованного режима труда и отдыха и его дальнейшего совершенствования необходим систематический сбор и анализ материалов о физиологических реакциях организма работающих в ответ на профессиональную нагрузку. Рекомендуется комплекс таких методов, как детальный хронометраж рабочих операций и периодов отдыха, почасовое определение не только

Типовые режимы труда и отдыха [Косилов С.А., Душков Б.А., 1971]

Характеристика работ, при которых рекомендуется режим	Характеристика регламентируемых перерывов для отдыха	Величина и распределение перерывов	Использование перерывов
1. Работы, связанные с незначительными физическими усилиями или умеренным нервным напряжением	Нечастые короткие	Два перерыва по 5 мин в течение рабочего дня: а) перед началом работы и за 1,5 ч до ее окончания б) через 2 ч после начала работы и за 1,5 ч до ее окончания	Производственная гимнастика 2 раза в день
2. Работы, связанные со средними физическими усилиями или средним нервным напряжением	Нечастые средней длительности	Два перерыва по 10 мин в течение рабочего дня: через 2 ч после начала работы и за 1,5 ч до ее окончания	Производственная гимнастика 2 раза в день по 5 мин
3. Работы, не требующие значительных физических усилий, но неблагоприятные по монотонности, рабочему положению, темпу работы	Частые короткие	Четыре перерыва по 5 мин в течение рабочего дня через каждые 1,5 ч работы	Производственная гимнастика 2 раза в день, остальные 2 перерыва — отдых в удобном положении с легкой разминкой длительностью до 1 мин
4. Работы, связанные с большими физическими усилиями (тяжелые) или повышенным нервным напряжением	Нечастые средней длительности	Три перерыва по 10 мин в течение рабочего дня	Отдых в спокойном состоянии (при работах с повышенным нервным напряжением легкие разминочные упражнения)
5. Работы с большим зрительным напряжением при высоком темпе и неблагоприятных условиях (загрязненность воздуха, вибрация и тепловые излучения)	Частые короткие	Перерывы длительностью 3—5 мин каждый час работы (2 раза в день перерывы по 10 мин)	Производственная гимнастика 2 раза в день
6. Работы с очень большими физическими усилиями или со значительными физическими усилиями в неблагоприятных условиях	Частые средней длительности	Перерывы длительностью 8—10 мин каждый час работы	Отдых в спокойном состоянии в специально отведенных помещениях
7. Работы, выполняемые в неблагоприятных условиях при высоком темпе и повышенном нервном напряжении	Средней частоты длительные	Три перерыва в течение рабочего дня длительностью 15—20 мин	То же
8. Работы с большими физическими усилиями в особо неблагоприятных условиях	Очень частые	Перерывы длительностью 4—5 мин каждые полчаса	» »
9. Работы при благоприятных условиях среды, связанные со значительным напряжением внимания	Частые длительные	Перерывы 12—13 мин каждый час работы	Отдых в спокойном состоянии в специально отведенных помещениях
10. Работы при благоприятных условиях среды, связанные со значительным напряжением функций творческого мышления	Короткие с активным отдыхом	Три перерыва по 5 мин: один в середине дообеденной половины рабочего дня, два других — во второй половине	Упражнения, включающие работу всей мускулатуры при средней и выше средней нагрузке
	Короткие с активным отдыхом	Вводная гимнастика, физкультурные паузы по 5 мин в первой и второй половине рабочего дня	Упражнения, включающие работу всей мускулатуры при нагрузке выше средней

силы и выносливости мышц рук, но и частоты пульса, уровня артериального давления, продолжительности зрительно-моторной реакции, устойчивости внимания и точности мыслительных процессов [Косилов С.А., Душков Б.А., 1971]. Названные методы выбирают с учетом специфических особенностей конкретных видов труда.

Для объективной оценки признаков утомления операторов наиболее информативны прямые показатели с количественными и качественными характеристиками труда специалистов. Однако с помощью этих показателей выявляется степень снижения работоспособности лишь на стадии переутомления [Василевский А.И., Сеницын В.С., 1987]. Поэтому для профессий операторского профиля при обосновании режима труда и отдыха в настоящее время применяют указанные выше психофизиологические методики, позволяющие рано обнаруживать нарушения функций организма.

В сменном режиме труда и отдыха практикуется широкое и систематическое использование принципа переключения труда в соответствии с физиологическими законами индукции, системности высшей нервной деятельности и доминанты. По данным В.В. Розенблата (1975), о тяжести физического труда наиболее полно свидетельствуют показания пульса, интегрально отражающего мышечное и нервно-эмоциональное напряжение и изменения в системе терморегуляции. Автор установил, что при физическом труде предельно допустимый объем нагрузки на организм характеризует средняя частота пульса, не превышающая 100 уд/мин. Если же частота пульса больше, то рекомендуется провести мероприятия по механизации наиболее тяжелых операций. Если такие мероприятия нельзя осуществить, то надо ввести дополнительные нормированные перерывы на отдых. Для определения дополнительного времени на отдых были разработаны методы расчетов с тем, чтобы сменная частота пульса не превышала 100 уд/мин.

Расчетную долю отдыха ( $ДО_p$ , %), по В.В. Розенблату (1975), определяют по формуле:

$$ДО_p = \frac{100 (ПР - ПД)}{ПР - ПО},$$

где ПР - средний уровень частоты пульса при работе, уд/мин; ПД - предельно допустимая частота пульса, 100 уд/мин; ПО - средняя частота пульса во время отдыха, уд/мин.

Если частота пульса ниже 100 уд/мин, то не требуется введения дополнительного времени на отдых [Розенблат В.В., 1975]. Частоте пульса 100 уд/мин соответствуют энерготраты, равные 4,17 ккал/мин [Бедный Г.З., 1979].

Ориентировочно частота пульса может характеризовать мощность выполняемой физической работы (табл. 43).



Таблица 43

Частота пульса, газообмен и энерготраты при мышечной работе [Смирнов К.М., 1983]

Потребление кислорода, мл/мин	Затраты энергии на работу, кДж/мин	Частота сердечных сокращений, уд/мин
600—800	8—12	90—100
1000—1200	16—20	100—110
1400—1600	24—28	110—125
1800—2200	32—40	125—160

Физическую работу принято называть локальной, если при ее выполнении вовлечено не более  $1/3$  мышечной массы тела человека; региональной, когда в работе участвуют от  $1/3$  до  $2/3$  массы тела, и глобальной - более  $2/3$  [Киколов Г.А. и др., 1987].

Суммарная длительность физической работы за смену зависит от интенсивности работы. Согласно рекомендациям Ю.Г. Солонина (1980), допустимая продолжительность работы принимается равной 1, 2 и 5 ч для женщин; 2, 4, 6 ч - для мужчин и 7-8 - для тех и других (табл. 44).

Таблица 44

Нормативы физиологического напряжения при труде [Солонин Ю.Г., 1980]

Критерии напряжения организма	Предельно допустимые величины при продолжительности работы, ч				Оптимум, ч
	1,2	3,4	5,6	7,8	
Энерготраты при работе, ккал/мин:					
глобальной	9,0	7,5	6,0	4,2	1,8—3,5
региональной	6,0	4,2	3,5	2,8	1,7—2,5
локальной	2,8	2,3	2,1	1,7	1,2—1,5
Частота пульса при работе, уд/мин:					
глобальной	130	120	110	100	85—95
региональной	120	110	100	90	75—85
локальной	100	95	90	85	75—82
С преобладанием статической нагрузки	105	100	95	90	80—87

Следует отметить, что при легкой работе на частоту пульса, кроме непосредственно величины мышечной нагрузки,

оказывают влияние и другие факторы трудового процесса: характер рабочей позы (в позе «стоя» частота пульса на 10-15 ударов больше, чем в позе «сидя»), уровень эмоционального напряжения и т.д.

И.А. Киколов, Ю.В. Мойкин, В.И. Тхаревский (1987) считают, что при выполнении локальных работ частота пульса не может служить информативным критерием интенсивности мышечной работы. В этом случае уровень рабочей нагрузки, по мнению ав-торов, целесообразно определять по величине конкретных пара-метров деятельности человека. Если локальная физическая рабо-та заключается в поддержании статических напряжений ограни-ченных групп мышц, то для оценки величины трудовой нагруз-ки значимы показатели статических усилий, длительность удержания статического усилия, разовая длительность удержания ста-тического напряжения и т.д. [Киколов И.А. и др., 1987].

Режим труда и отдыха строится в зависимости от условий микроклимата, акклиматизации, возраста и пола работающих. К.М. Смирнов (1983) считает, что частота пульса у женщин при одних и тех же нагрузках в среднем чаще, чем у муж-чин, на 10-15 уд/мин, при 25-30 °С пульс учащается на 10-15 уд/мин, что приходится учитывать при нормировании тру-да в производственных помещениях.

При прочих равных условиях одну и ту же работу с меньшим учащением пульса лучше выполняет физически развитый, более тренированный, более молодой человек, чем менее работоспособный [Смирнов К.М., 1983].

В связи с высокой температурой в производственных помещениях В.С. Сауткин и соавт. (1980) для сталеваров при обслуживании электродуговых печей средней мощности рекомендуют организовывать 10-15-минутные перерывы после каждой производственной операции в условиях теплового комфорта и полного физического покоя. При работе в теплозащитной одежде в нагревающем микроклимате В.С.Дробченко (1972, 1978) предлагает в первой половине смены работу чередовать с отдыхом, а во второй - сокращать период работы на 5-10 мин и более при сохраняющейся длительности перерыва (табл. 45).

В США наиболее простым способом оценки микроклимата признан индекс температуры мокрого шарового термометра (WBQT). Допустимые величины индекса WBQT дают возможность создать рабочим такие условия, при которых у всех акклиматизированных лиц при эффективной работе в обычной одежде и достаточном потреблении воды и соли температура не превысит 38 °С.

А.Л. Решетюк (1981) рекомендует устанавливать предельно допустимую тяжесть труда для 6-часового рабочего дня при средней частоте пульса 100 уд/мин, при приросте пульса 35-40 уд/мин, соответствующую энерготратам 1500-2500 ккал (1744-2907 Вт) (табл. 46).

Таблица 45

Варианты режимов труда и отдыха для рабочих горячего ремонта мартеновских печей, одетых в различную спецодежду [Дробченко В.С., 1972, 1978]

Спецодежда	Характеристика рабочих мест		Варианты	Продолжительность рабочих заходов (мин) и количество микропауз (в скобках)	Продолжительность отдыха, мин
	температура окружающего воздуха, °С	лучистое тепло, кал/см <sup>2</sup> -мин (Вт/м <sup>2</sup> )			
ОСО	40—54	0,5—1,5 (349—1047)	I	25(4)	20
Обычная	55—69	2,0—3,5 (1396—2442)	II	15(3)	20
Спецодежда	70—90	2,0—4,5 (1396—3140)	III	8(2)	20
Тс-63 (вентилируемый костюм)	40—69	0,5—2,5 (349—1744)	I	35(4)	20
	70—99	2,0—4,0 (1396—2791)	II	25(3)	20
	100—120	3,0—5,0 (2093—3489)	III	15(2)	20
ТВК (комбинезон с подачей воды по трубкам)	70—99	2,0—4,0 (1396—2791)	I	45(4)	20
	100—129	3,0—6,0 (2093—4187)	II	35(3)	20
	130—160	5,0—10,0 (3489—6978)	III	25(2)	20

Таблица 46

Должные величины рабочего времени в зависимости от тяжести труда [Решетюк А.Л., 1981]

Рабочая частота пульса, уд/мин	Коэффициент плотности рабочего времени (доля «числового» времени работы)	Коэффициент отдыха, доля рабочего времени	Отдельные периоды непрерывной работы, мин	Суммарное время работы за рабочий день, ч	Рабочее время (рабочий день), ч
78	0,9	0,1	18	7,2	8
88	0,8	0,2	8	6,4	8
100	0,7	0,3	4,5	4,2	6
117	0,6	0,4	3	2,7	4,5
140	0,5	0,5	2	1,5	3
175	0,4	0,6	1,3	0,8	2
200	0,3	0,7	0,8	0,3	1

По условиям, для которых нормируется труд, нормы можно разделить на «нормальные», соответствующие исходным гигиеническим стандартам, и компенсаторные, отражающие отклонение технологии, техники и среды или организма от соответствующих эталонов. А.Л.Решетюк и соавт. (1975) к компенсаторным нормам труда относят возрастные на период адаптации (включая облучение), реадаптации, а также оперативные индивидуальные нормы, характеризующие работоспособность.

Н.К. Витте (1956) режим труда и отдыха устанавливает в зависимости от энерготрат организма или его теплопродукции (табл. 47). Так, по его данным, при работе средней тяжести с теплопродукцией 3,5-4,5 ккал/мин (244-314 Вт) плотность рабочего времени составляет 79 % в нормальных условиях микроклимата. При высокой температуре (30 °С) и облучении 4-9 кал/см<sup>2</sup>-мин на металлургических заводах работа выполняется в режиме времени (2791-6273 Вт/м<sup>2</sup>), равном 50 %. Рабочее время при тяжелой работе, проводимой при температуре воздуха 45 °С, составляет 50 %, а не 70 %, как это имеет место в нормальном микроклимате.

Таблица 47

**Зависимость режима труда и отдыха от энерготрат организма при нормальной температуре воздуха [Витте Н.К., 1956]**

Степень тяжести работы	Энерготраты, ккал/мин (Вт)	Плотность рабочего времени, %	Интервалы, мин	
			непрерывной работы	отдыха
Легкая	2,5—3,5 (174—244)	85	90	16
Средняя	3,5—4,5 (244—314)	79	65	17
			45	13
Тяжелая	5,5—6 (384—419)	71	40	16
			30	12
			20	12
Очень тяжелая	8—10 (568—698)	64	26	14

Для определения необходимого времени отдыха в комфортном микроклимате при температуре воздуха 20-40 °С Н.Г. Карнаух (1981) исходил из показателей восстановления ректальной температуры и частоты пульса. Время восстановления этих показателей до среднего комфортного уровня перед работой, соответствующее определенной продолжительности работы и конкретной температуре воздуха, Н.Г. Карнаухом было обработано на ЭВМ по программе многомерного статистического анализа, в результате которого были получены парные коэф-

фициенты корреляции между временем восстановления и температурой рабочей среды, а также между продолжительностью работы и отдыха. По данным автора, гораздо большее влияние на восстановление терморегуляторных процессов оказывал температурный режим во время работы, нежели ее продолжительность (40 мин непрерывной работы).

Вышеназванные рекомендации по нормированию режима труда и отдыха относятся к профессиям физического труда. Для работников умственного труда подход к нормированию режима труда и отдыха основан на соблюдении правильного чередования работы и отдыха, т.е. процессов возбуждения и торможения, которые имеют место только при активном отдыхе.

В связи с этим ряд авторов при умственной работе в условиях повышенной температуры рекомендуют применять физические упражнения, т.е. включать в режим дня физкультминутки [Булич Э.Г., 1971, и др.].

Работа моряка и летчика на современной технике относится больше к умственному труду, труду оператора, вызывающему значительное нервно-эмоциональное напряжение. Поэтому рационально организованная физическая культура играет для моряка и летчика большую роль как при постоянном пребывании в районах с жарким климатом, так и при переезде туда из районов с умеренным и холодным. В связи с этим Г.Н. Новожилов, В.В. Бердышев (1978), Г.Н. Новожилов и соавт. (1983) рекомендуют перед заступлением моряков на вахту в условиях высоких температур проводить гимнастику в течение 10 мин. Кроме того, они предлагают в середине вахты делать небольшую физкультпаузу.

В распорядке дня у летчиков следует предусматривать занятие физическими упражнениями, однако оно должно проводиться в прохладное время суток и не вызывать перегревание организма. При организации медицинского контроля за летчиками в районах с жарким климатом врачу необходимо своевременно выявлять лиц с тепловыми поражениями, разрабатывать рекомендации по режиму труда и отдыха. Для регламентации летной нагрузки в условиях высоких температур и врачебного контроля за летчиками А.Н. Ажаев (1986) предлагает классификацию тепловых состояний оператора.

При I степени перегревания летчики допускаются к полетам, так как у них вследствие включения приспособительных реакций сохраняется термостабильное состояние внутренней среды организма, но на более высоком уровне его теплосодержания. В этом случае профессиональная работоспособность не снижается и отсутствует опасность для здоровья летчика. При II степени перегревания, когда нет термостабильного состояния внутренней среды организма и когда имеет место лишь частичное приспособление к окружающим условиям, необходимо провести профилактические мероприятия, направленные

на снижение теплонакопления и нормализацию физиологических функций (душ, отдых в комнатах с панельным охлаждением или системой кондиционирования воздуха и вентиляции). Только после устранения перегревания II степени летчики могут быть допущены к полетам. При явлениях же III степени летчики к полетам не допускаются.

Места пребывания летчиков и техников на аэродроме должны защищаться от солнечной радиации и оборудоваться достаточным количеством стационарных и передвижных душевых установок. В настоящее время В.Ю.Чепрасов и соавт. (1986) рекомендуют использовать в районах с жарким климатом сауны.

Для защиты от неблагоприятного воздействия высоких температур работающим на открытом воздухе техникам периодически необходим кратковременный отдых (10-15 мин) в местах, защищенных от прямого солнечного облучения, вблизи от стоянки самолетов (навесы, тенты, а также переносные домики или автофургоны, снабженные вентиляторами, кондиционерами, душевыми установками). При этом перепад температур между наружным воздухом и помещением во избежание простудных заболеваний не должен быть слишком большим. Н.К. Витте (1956) установил, что для работающих при температуре воздуха 45 °С при переходе в комнаты отдыха с температурой 25-28 °С должен быть промежуточный отдых в течение 5-10 мин при температуре воздуха 30-32 °С. В промежуточных комнатах отдыха температура должна быть не более чем на 13 °С ниже наружного воздуха.

Регламентация режима труда и отдыха в районе с жарким климатом основана на оценке времени восстановления физиологических показателей.

Для профессий физического труда имеют большое значение максимальная механизация рабочих операций, частые регламентируемые перерывы в работе (особенно при работе на открытом воздухе), нахождение в тени и отдых в комфортном микроклимате. Во избежание тепловых ударов выполнять работу, особенно тяжелую, лучше всего в прохладное время суток. За лицами, занятыми на тяжелых работах, целесообразно устанавливать медицинское наблюдение, особенно при частоте пульса выше 120 уд/мин. К такой работе должны допускаться лишь здоровые лица, физически подготовленные. Длительность трудовых операций, протекающих в среднем с частотой пульса 140 уд/мин, следует ограничивать 6 ч за 41-часовую рабочую неделю, но не более 3 ч за смену.

Для лиц операторского труда, работающих в условиях высоких температур окружающей среды, правильнее чередовать трудовые процессы с отдыхом. Для операторов следует рекомендовать кратковременные перерывы в работе с отвлечением внимания от основного вида деятельности, физические упражнения во время регламентированных перерывов и физкультур-

ных минуток во время микропауз. Кроме того, необходимо совершенствовать рабочие места в соответствии с требованиями эргономики, создавать специальные помещения для психологической разгрузки и отдыха.

## ЛИЧНАЯ ГИГИЕНА

В данном разделе рассматриваются особенности личной гигиены при работе в условиях высокой температуры окружающей среды, которые связаны с напряженным функционированием кожных покровов.

Как известно, кожа является важным органом чувств человека, обеспечивающим рецепцию тепловых, Холодовых и тактильных раздражений. Она участвует в газообмене и тепловом обмене организма с окружающей средой.

Под воздействием высокой температуры обильно выделяется пот, который, стекая по коже, препятствует испарению последующих порций пота и может нарушить теплообмен. Кроме того, обильное постоянное смачивание кожи потом ведет к ее мацерации, что способствует развитию кожных заболеваний (пиодермиты, эритразма). Выделяющийся пот содержит много ингредиентов - конечных продуктов обмена веществ, из которых наиболее важны хлорид натрия (3 г/л), азот (0,4 г/л), молочная кислота (0,35 г/л), сахар (0,15 г/л), жирные кислоты (0,13 г/л). Кожа экскретирует кожное сало (40 г в сутки), в состав которого входят свободные эфиры, эфиры холестерина и оксихолестерин. Кожа выделяет ряд бактерицидных веществ и является местом синтеза витамина D.

Кожные покровы защищают организм от воздействия механических, метеорологических и химических факторов, а также микроорганизмов. Осуществление многообразных функций кожи зависит не только от общего состояния организма, но и в значительной степени от чистоты кожи. Недостаточный уход за кожей сопровождается разложением органических веществ с образованием дурнопахнущих летучих соединений. Продукты распада раздражают кожу, минеральные, органические соединения закупоривают протоки потовых желез, наблюдается обратное всасывание пота через кожные покровы, сопровождающееся интоксикацией организма [Collins K., Weiner J., 1965].

Сальные железы закупориваются их выделениями. Закрытие устьев потовых и сальных желез способствует попаданию на кожу пыли и морской воды. Микроорганизмы и грибы, проникая в загрязненную кожу, вызывают ее воспаление. Так, возникают потница, дерматиты, пиодермиты, дерматофитозы. При загрязнении кожи дыхание через нее снижается на 10-15 %, что приводит к ухудшению общего состояния.

Высокая температура окружающей среды ведет к накоплению тепла в организме и напряжению работы потовыделительной системы с целью увеличения теплоотдачи. При этом резко возрастает отделение пота: вместо 25 г/ч при комфортных условиях до 1,5 кг/ч и более. Концентрация органических и минеральных веществ в поте может уменьшаться или увеличиваться, но их общее количество, выделяемое на кожу, всегда растет, что обуславливает ее более интенсивное загрязнение, чем при комфортном климате.

Пиодермит, потница, эритразма, дерматофитоз резко ухудшают возможность отдачи тепла через кожные покровы и являются факторами риска возникновения теплового удара, теплового истощения, тепловых отеков голеней и стоп.

Основным гигиеническим мероприятием является обмывание водой кожных покровов тела. Причем, исходя из изложенного выше, при этом ставятся 2 задачи: первая - снятие избыточного тепла с поверхности тела. Причем вода не должна быть холодной, необходимо, чтобы ее температура была примерно 26-28 °С. В процессе одной водной процедуры целесообразно постепенно снижать температуру воды до 20 °С. Ее кратковременное снижение допустимо до 14-16 °С. При длительном воздействии холодная вода может приводить к развитию миозитов, невритов и простудных заболеваний (ларингит, бронхит). Вода ванны и особенно из душевого рожка обеспечивает достаточный теплосъем и повышает бодрость человека. Вторая задача - уход за кожей. При умывании особенно теплой водой с кожи удаляются грязь, пот, жир и ороговевшие, омертвевшие клетки. В результате этого кожные сосуды расширяются и улучшается теплоотдача.

Моющие свойства воды в значительной степени усиливаются при использовании мыла. Смыванию жирной грязи способствует омыление и растворение находящихся на коже жиров с помощью свободной щелочи, образующейся при гидролизе мыла. Моющий эффект мыла усиливается образованием пены, на поверхности которой адсорбируются и уносятся с кожных покровов грязевые частицы.

Особо следует оценить роль морской воды в проведении рассмотренных выше водных гигиенических мероприятий. Как показали результаты наших исследований, у лиц, выполнявших легкую физическую нагрузку при температуре воздуха в помещении 28-30 °С, температура тела, в среднем составлявшая  $36,82 \pm 0,12$  °С, после купания в морской воде (26 °С) в течение 3 мин понижалась на  $1,08 \pm 0,14$  °С (табл. 48).

У лиц, работавших при температуре воздуха 29-40 °С, температура тела повышалась до 37,15 °С, а после 3-минутного купания она снижалась на 1,95 °С.

Удлинение времени купания может способствовать большему снижению температуры тела, хотя такое понижение дале-



Температура тела после купания в морской воде (n=30)

Температура воздуха в производственном помещении, °С	Средняя температура тела, °С		
	до купания	после купания	снижение температуры
28—30	36,82±0,12	35,74±0,04	1,08±0,14
29—40	37,15±0,07	35,20±0,09	1,95±0,08

ко не всегда благоприятно для организма человека. Купание в морской воде перед началом работ в помещении с высокой температурой обеспечивает более низкую «стартовую» температуру, что позволяет длительнее работать в жаре до достижения предельно допустимой температуры тела (38,5 °С).

Купание в морской воде снимает избыток тепла, но не очищает кожные покровы, загрязненные потом. Более того, солевая пленка способствует закупорке потовых и сальных желез и развитию потницы, которая может иметь тяжелое течение и занимать значительную часть кожных покровов тела (20-60 %). Вторично потница нарушает терморегуляцию организма. Кроме того, в прибрежных закрытых мелководных частях моря (Красное море) температура воды может достигать 35-37 °С. И в этом случае обмывание такой водой не дает даже временного эффекта охлаждения.

В связи с неблагоприятным влиянием высокой концентрации солей в морской воде на терморегуляционную способность кожи и всего организма целесообразно после купания в морской (океанской) воде обмываться пресной. Это особенно важно в тех случаях, когда люди пребывают в низких широтах океана длительное время.

Уход за кожей рук также необходим, так как удаляются накопившаяся грязь и микроорганизмы.

Кожа на подошвах ног богата потовыми железами, которые при высокой температуре воздуха выделяют повышенное количество пота, не успевающего испаряться, даже если ноги обуты в легкую обувь. Потению способствуют тесная, сделанная из воздухонепроницаемого материала обувь, а также загрязненные носки. В пустыне, как правило, носят закрытую достаточно высокую обувь для предупреждения укусов змей, каракуртов, скорпионов и других ядовитых животных.

При плохом уходе, недостатке пресной воды скапливающиеся на коже, особенно в межпальцевых складках, пот и органические загрязнения разлагаются микроорганизмами. Образующиеся при этом жирные кислоты и другие летучие соединения разъедают кожу и создают предпосылки к возникновению эпидермофитий и пиодермитов.

При высокой температуре воздуха ежедневно перед сном, а также во время послеобеденного отдыха следует обмывать ноги водой с мылом и регулярно менять носки, что позволит предупредить развитие кожных болезней, отеков голеней и стоп вследствие жары, гипокинезии.

Волосы играют определенную роль в терморегуляции, способствуя или препятствуя отдаче тепла конвекцией, радиацией, кондукцией. Недостаточный уход за волосами приводит в жарких условиях к накоплению отторнутого эпителия, разложению органических веществ, закупорке потовых и сальных желез, внедрению микроорганизмов, поэтому необходимо регулярно (1 раз в 2-3 дня) мыть голову горячей водой с мылом.

Важное значение имеет уход за ротовой полостью и зубами.

В жарком климате большое внимание должно уделяться защите кожи, особенно слизистых оболочек губ, от ультрафиолетового излучения. Воздействие ультрафиолетового излучения вызвало предраковые поражения губ у 1 % военнослужащих, вернувшихся с войны в Корею в 50-х годах. Анализ 20 тыс. биопроб из полости рта больных показал, что в 21 % случаев развивается кератоз, в 52 % - лейкоплакия и в 43 % - рак. Раковые заболевания губ возникают чаще всего в возрасте 35-40 лет у лиц со светлой кожей, светлыми и рыжими волосами.

Для профилактики поражений слизистых оболочек губ лучше всего использовать составы, защищающие от ультрафиолетовых лучей, особенно в диапазоне 290-20 нм (например, на основе парааминобензойной кислоты), сохраняющие контакт со слизистой оболочкой в течение примерно 8 ч, не вызывающие неприятных ощущений и аллергических реакций и приемлемые с косметической точки зрения.

---

## Заключение

Гигиена акклиматизации к жаркому климату как раздел гигиены изучает влияние условий труда и быта на организм человека, разрабатывает мероприятия по оптимизации профессиональной деятельности и профилактике заболеваний при воздействии высоких температур окружающей среды и других неблагоприятных факторов.

Процесс акклиматизации человека в районах с жарким климатом зависит от многих условий и факторов (схема 3).

На состояние адаптированности человека к условиям жаркого климата оказывают влияние климатогеографические факторы (температура, солнечная радиация, влажность, подвижность воздуха, атмосферное давление), социально-бытовые условия (питание, водопотребление, личная гигиена, режим труда и отдыха), степень физической и нервно-психической нагрузки. Процесс акклиматизации зависит от средств и способов коррекции микроклимата на рабочих местах специалистов (кондиционирование воздуха, вентиляция и др.). Они, с одной стороны, облегчают условия пребывания человека в неблагоприятной производственной и природной среде, а с другой - затрудняют акклиматизацию, увеличивая ее продолжительность вследствие того, что снижается интенсивность действия ведущего фактора, каковыми в условиях жаркого климата являются высокая температура воздуха и солнечная радиация.

Интенсивный трудовой процесс, недостаточная продолжительность отдыха, ограниченное потребление пищи, а также избыточное, высококалорийное питание могут неблагоприятно влиять на терморегуляцию организма специалиста, акклиматизирующегося к высокой температуре окружающей среды. В то же время недостаток витаминов (особенно С и В), углеводов и белков ухудшает переносимость высокой температуры и затрудняет акклиматизацию в районах с жарким климатом.

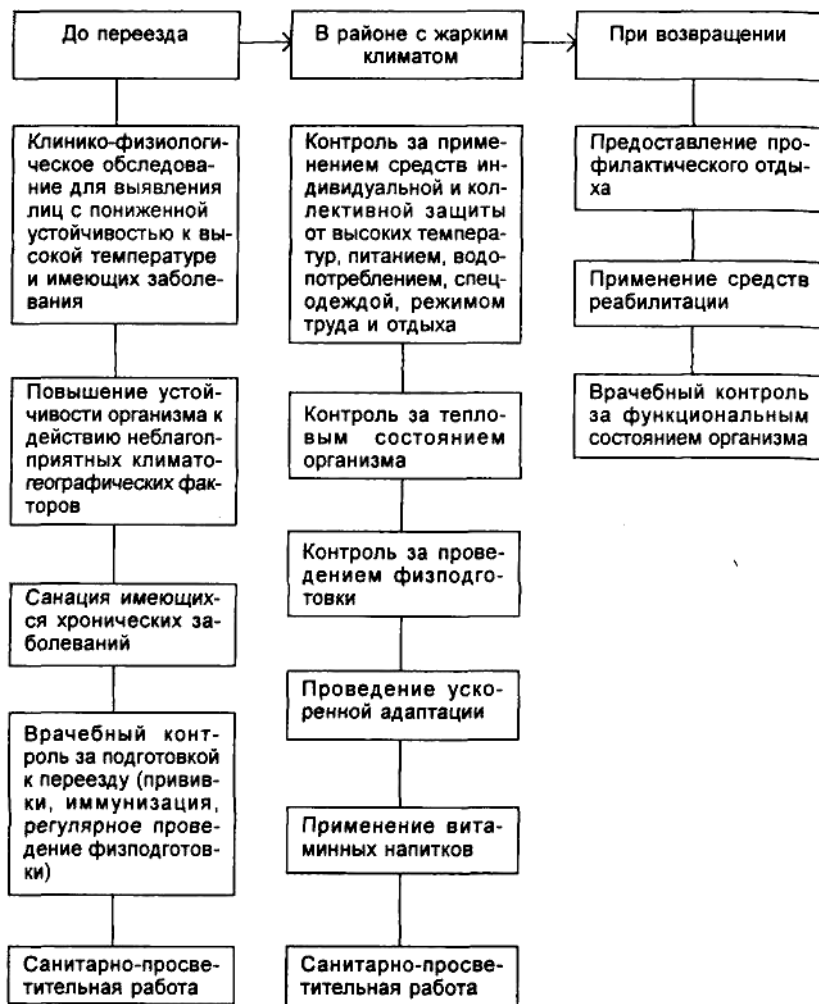
Одним из главных мероприятий для приехавших работать в район с жарким климатом является организация водообеспечения. Испарение воды с поверхности тела и дыхательных путей при температуре окружающей среды свыше 35 °С - единственный способ поддержания теплового баланса. Поэтому одежда и снаряжение (их масса, материал, покррой, конструкция) не должны препятствовать прохождению водяных паров

**СХЕМА 3. ВЛИЯНИЕ КЛИМАТОГЕОГРАФИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, УСЛОВИЙ ТРУДА И БЫТА НА СОСТОЯНИЕ АДАПТИРОВАННОСТИ ОРГАНИЗМА СПЕЦИАЛИСТОВ В РАЙОНАХ С ЖАРКИМ КЛИМАТОМ**



с поверхности тела в окружающую среду. В то же время одежда и головной убор должны защищать человека от прямых солнечных лучей, а обувь - от нагретых поверхностей почвы и песка. Медицинское обеспечение специалистов, переезжающих в район с жарким климатом, особенно в теплое время года, может проводиться в 3 этапа: до переезда, во время пребывания в аридной зоне или низких широтах и после возвращения на постоянное место жительства. Характер медицинских рекомендаций не может быть одинаковым для всех переезжающих специалистов. Он зависит от особенностей климатогеографических условий в местах постоянного и временного пребывания, характера и интенсивности физического и умственного труда, возраста специалистов, индивидуальной особенности реакций организма на воздействие высокой температуры, продолжительности работы в районах с жарким климатом. Можно рекомендовать ориентировочный комплекс медицинских мероприятий, проводимых для сохранения здоровья и работоспособности специалистов, переезжающих в район с жарким климатом (схема 4).

**СХЕМА 4. КОМПЛЕКС МЕДИЦИНСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО  
СОХРАНЕНИЮ ЗДОРОВЬЯ И РАБОТОСПОСОБНОСТИ  
СПЕЦИАЛИСТОВ, ПЕРЕЕЗЖАЮЩИХ В РАЙОН С ЖАРКИМ  
КЛИМАТОМ**



В период подготовки специалистов к переезду в район с жарким климатом врачу необходимо уделить повышенное внимание санитарно-просветительной работе (беседы и занятия со специалистами по профилактике обезвоживания организма, тепловых поражений, острых желудочно-кишечных и простудных заболеваний, ознакомление с особенностями акклимати-

зации к жаркому климату, личной гигиены, питьевого режима и др.) Специалисты должны знать климатогеографические и эпидемиологические особенности своего временного места работы и жительства. Медицинский персонал должен разъяснять переезжающим в район с жарким климатом возможность возникновения простудных заболеваний при употреблении холодных напитков и приеме холодного душа при перегреваниях организма.

Устойчивость к тепловым нагрузкам зависит от индивидуальной переносимости человеком высоких температур, от степени акклиматизации и физической тренированности. Физически тренированные специалисты, как правило, лучше переносят воздействие высоких температур и лучше работают. В связи с этим еще до переезда в район с жарким климатом следует усилить контроль за регулярным проведением физкультуры и рекомендовать средства, повышающие устойчивость к высокой температуре. Для моряков и техников это может быть предварительная тепловая адаптация (выполнение физических нагрузок в условиях высоких температур), для летчиков - специальные физические упражнения.

Очень важным мероприятием для профилактики простудных заболеваний является проведение систематического и планомерного закаливания организма с помощью контрастного душа, суховоздушной бани, сауны и т.д. Для выявления хронических заболеваний, которые могут прогрессировать при высокой температуре окружающей среды, большое значение имеют углубленные медицинские осмотры отъезжающих в районы с жарким климатом. При выявлении таких заболеваний проводится их санация и решается вопрос о возможности командировки специалистов в районы с жарким климатом.

После переезда специалистов в район с жарким климатом надо уделять большое внимание и рациональному водопотреблению, а также питанию. Для предотвращения дегидратации организма в районе с жарким климатом необходимо иметь не менее 5 л доброкачественной питьевой воды в сутки. Содержание хлорида натрия в суточном рационе не должно превышать 15 г, так как его избыток затрудняет процесс адаптации к высокой температуре, тормозит синтез минералокортикоидов и возрастает потребность в воде. Дополнительный прием соли рекомендуется только тогда, когда потеря массы тела составляет 4-4,5 кг за 8 ч работы.

Снижение аппетита в условиях высоких температур в значительной мере обусловлено жаждой: возбуждение питьевого центра тормозит центр, регулирующий прием твердой пищи. В связи с этим водопотребление в районе с жарким климатом не должно ограничиваться, а быть достаточным для утоления жажды. Наиболее целесообразным считается дробный прием воды в небольших количествах (150-200 г). Перед приемом

пищи, особенно в обед, следует выпивать стакан охлажденно-го (до 17-20 °С) чая, кваса или отвара фруктов и трав. Одна-ко для увеличения потоотделения и испарения воды с по-верхности тела рекомендуется прием горячего чая (лучше зелено-го) и других горячих напитков.

Возбуждению аппетита и секреции пищеварительных же-лез, сниженной в условиях высоких температур, способствуют острые, пряные закуски (салаты, винегреты), специи, припра-вы, овощи, молочные и молочно-кислые продукты, отвары из сухих и свежих фруктов и овощей, морс, томатный сок, под-кисленная лимонной кислотой вода, фруктовые соки, отвары и настои различных растений (верблюжья колючка, мята пе-речная и др.).

Предпочтение отдается легкоперевариваемым продуктам. Углеводная и углеводно-белковая пища уменьшает потерю воды с потом и легко переваривается. Следует ограничивать и по-требление жира, особенно животного, а потребление белков должно быть на уровне физиологических норм. Вследствие потери водорастворимых витаминов С и групп В при усиле-нном потоотделении рекомендуется увеличивать их количество в рационах питания и употреблять витаминизированные напит-ки. В связи со снижением аппетита в жаркое время дня лучше всего принимать пищу в прохладное время. Температура воз-духа в помещениях для приема пищи и отдыха (особенно в ночное время) должна быть не выше 25 °С.

В районах с жарким климатом должен осуществляться ме-дицинский контроль за средствами защиты от высоких темпе-ратур (теневая защита от прямых солнечных лучей, установка систем кондиционирования воздуха помещений, систем цент-рализованной вентиляции, потолочных и настольных вентиля-торов, душирующих установок).

Специалисты, прибывшие летом в район с жарким кли-матом из других климатических зон, в начальный период акк-лиматизации (8 дней) должны находиться под усиленным медицинским контролем, включающим термометрию и изме-рение массы тела. Следует проверять степень их акклиматиза-ции и переносимость факторов профессионального труда в условиях высоких температур, своевременно выявлять началь-ные стадии перегревания и дегидратации организма.

Первая начальная степень перегревания сопровождается гиперемией и влажностью кожных покровов, тепловым дис-комфортом, субъективно оцениваемым как «тепло», работо-способность в этом случае обычно не нарушается. Вторая сте-пень перегревания характеризуется обильным потоотделением, тепловым дискомфортом, оцениваемым субъективно как «жар-ко», резкой гиперемией кожных покровов и склер, иногда пульсацией в висках и головной болью, может снижаться ра-ботоспособность. Третья степень перегревания проявляется

обильным потоотделением, тепловым дискомфортом, оцениваемым как «очень жарко», усиленным сердцебиением, тошнотой и головокружением, значительным снижением работоспособности.

Специалисты, у которых установлено перегревание, сопровождающееся снижением работоспособности, временно освобождаются от работы с немедленным принятием мер, направленных на нормализацию теплового состояния (водные процедуры, отдых в хорошо вентилируемых и оборудованных кондиционерами помещениях и т.д.). В зависимости от выраженности явлений перегревания и времени, необходимого для нормализации общего состояния и полного восстановления работоспособности, срок освобождения от работы может быть от нескольких часов до нескольких дней. Лица летного состава, у которых перегревание вызвало острые нервно-сосудистые нарушения типа обморока или коллапса, подлежат госпитализации.

После возвращения из района с жарким климатом специалистам рекомендуется предоставлять отдых в течение 6-10 дней и при необходимости использовать средства реабилитации. За функциональным состоянием организма специалистов устанавливается врачебный контроль в течение 1-1,5 мес.

Таким образом, сохранению здоровья и работоспособности специалистов, переезжающих в район с жарким климатом, способствует целый комплекс медицинских мероприятий, включающих повышение устойчивости организма к экстремальным климатическим факторам, организацию средств защиты от высоких температур, рациональных режимов питания, водопотребления, труда и отдыха, клинико-физиологический отбор специалистов и врачебный контроль за функциональным состоянием организма.



---

## Список литературы

---

- Абрамова К.Т., Никитин АИ.* К вопросу о действии температурных факторов на секрецию желудка // Тез. докл. на секционном заседании 9-го съезда Всесоюзн. об-ва физиол., биохим. и фармакол. — М. — Минск, 1959. — С. 12—13.
- Авазбакиева М.Ф.* Об адаптации человека к условиям высокой температуры в пустыне // Климатофизиологические проблемы Сибири и Дальнего Востока: Сб. материалов симпозиума. — Новосибирск, 1970. — С. 186—188.
- Авцин А.П.* Адаптация и дизадаптация с позиций патолога // Клиническая медицина. — 1974. — № 5. — С. 3—15.
- Агаджанян Н.А., Сергиенко А.В.* Изменение устойчивости организма к экстремальным воздействиям в процессе длительной акклиматизации к гипоксии // Физиол. журн. СССР. — 1968. — Т. 54, № 4. — С. 496—501.
- Агарков Ф.Т.* О снижении содержания кислорода в воздухе при его высокой температуре и влажности и значении этого физиологического явления для этиопатогенеза перегревания // Материалы Донецкого науч.-исслед. ин-та физиол. труда. — Донецк, 1960. — С. 3—4.
- Агарков Ф.Т.* К этиопатогенезу перегревания // Организм человека и животного в условиях высокой температуры внешней среды: Материалы конф. Донецкого науч.-исслед. ин-та физиологии труда. — Донецк, 1962. — С. 5—21.
- Агарков Ф.Т., Намяшный А.Н.* О гипоксических явлениях при действии высоких температур и их значении для тепловой устойчивости организма // Материалы конф. Винницкого мед. ин-та по проблемам адаптации, тренировки и др. способам повышения устойчивости организма. — Винница, 1962. — С. 54—55.
- Агарков Ф.Т., Максимович В.А., Дробченко В.С.* Физиологическая оценка кондуктивного теплового обмена в системе индивидуальных средств противотепловой защиты человека // Симпозиум «Современные методы исследования одежды». — Л., 1973. — С. 54—55.
- Адольф Э.* Физиология человека в пустыне. — М.: Мир, 1952. — 360 с.
- Ажаев А.Н., Васюта В.Д., Лапина Н.А., Орлова Т.А.* К вопросу о применении высоких температур в качестве функционально-диагностической пробы // Косм. биол. — 1968. — Т. 2, № 5. — С. 73—77.
- Ажаев А.Н., Лапина Н.А.* Функциональное состояние организма человека в условиях перегревания // Гиг. труда. — 1971. — № 6. — С. 6—10.
- Ажаев А.Н.* Особенности теплового обмена человека в условиях высоких температур окружающей среды // Физиол. журн. СССР. — 1972. — Т. 58, № 3. — С. 463—468.

- Ажаев А.Н., Вировец О.А.* Изменение функции потоотделения в условиях высоких температур окружающей среды // Физиол.журн. СССР, — 1973. — Т.59. № 11. — С. 1737—1741.
- Ажаев А.Н., Панченко В.С.* Изменение содержания газов крови при воздействии на человека высоких температур окружающей среды // Косм.биол. — 1973. — Т.7, № 1. — С. 45—49.
- Ажаев А.Н.* Физиолого-гигиенические аспекты действия высоких и низких температур. — М.: Наука, 1979. — 262 с.
- Ажаев А.Н., Глод Г.Д., Пастушенков В.А.* Исследование эффективности медикаментозной регуляции неспецифических адаптационных реакций организма человека в условиях перегревания // Фармакологическая регуляция физической и психической работоспособности. — М., 1980. — С. 44—45.
- Ажаев А.Н.* Перегревание организма // БМЭ. — 3-е изд. — М., 1982. — Т. 18. — С. 1449—1458.
- Ажаев А.Н.* О гигиеническом нормировании микроклимата некоторых производств с повышенным тепловыделением // Гиг. и сан. — 1985. - № 6. — С. 68—70.
- Ажаев А.Н., Кольцов А.Н., Ефимов В.А., Рапопорт А.Д.* Физиологические реакции человека при перелете в район с жарким климатом // Воен.-мед.журн. - 1985. - № 1. — С. 53—55.
- Ажаев А.Н.* Обоснование физиологических критериев для оценки функционального состояния организма человека в условиях высоких температур окружающей среды // Физиология человека. — 1986. — № 2. — С. 289—295.
- Ажаев А.Н.* Гигиена микроклимата в авиации // Руководство по авиационной медицине. — М.: Медицина, 1986. — Гл.12. — С. 163—178.
- Ажаев А.Н., Поткин В.Е., Лозинский П.А., Ефимов В.А.* Влияние высокой температуры на теплообмен и состояние питания у летчиков // Воен.-мед.журн. — 1986. — № 4. — С. 39—41.
- Ажаев А.Н., Зорилэ В.И., Кольцов А.Н.* Тепловое состояние организма и работоспособность операторов в условиях высоких температур окружающей среды // Воен.-мед.журн. — 1988. — № 8. — С. 50—52.
- Ажаев А.Н., Кузьмин А. С, Луцинков Е.А.* Качество работы операторов на летном тренажере в условиях теплового дискомфорта // Воен.-мед.журн.— М., 1992. — № 7. — С. 57—59.
- Ажаев А.Н.* Микроклимат летательных аппаратов // Справочник авиационного врача. — М.: Воздушный транспорт, 1993. — Кн. 1. — Гл. 3. — С. 29—34.
- Ажаев А.Н.* Значение приспособительных механизмов терморегуляции при выборе критериев нормирования микроклимата в военных объектах // Материалы научно-практической конф. «Актуальные проблемы военной и экстремальной медицины». — М.: МО РФ, ГВМУ, Гос.НИИ ЭМФТ МО РФ, 1994. — С. 81—82.
- Александров В.Я.* О биологическом смысле соответствия уровня теплоустойчивости белков температурным условиям существования вида // Успехи совр.биол. — 1965. — Т.60, вып. 1. — С. 28—44.
- Алексеев С.М., Балкинд СМ., Гершкович А.М. и др.* Средства спасения экипажа самолета. — М.: Машиностроение, 1975, 250 с.
- Алиджанова В.А.* Влияние натурального и мнимого питья на диурез и минеральный состав мочи в условиях высокой температуры и инсоляции // Узб.биол.журн. — 1964. — № 4. — С. 34—37.

- Алиев А.А.* Влияние высокой температуры внешней среды на секрецию околоушной слюнной железы у буйволов // Физиол.-журн. СССР. — 1960. — Т.46, № 5. — С. 552—558.
- Алиев Ш.А., Фабрикант С.В., Шаимбетов О.Ш.* К вопросу перегревания животных в условиях термокамеры // Физиология угрожающих состояний. Тр. Киргизск.мед.ин-та. — Фрунзе, 1963. — Вып. 1. — С. 31-35.
- Алимов М.Т., Симонович Т.Д., Ходжаева Т.С. и др.* Процессы теплообмена у лиц, акклиматизированных к жаркому климату и работающих при высокой температуре // Проблемы гигиены и организации здравоохранения в Узбекистане: Сб. статей Ташкентского гос.мед.ин-та. Вып. 2. — Ташкент, 1974. — С. 56—58.
- Алисов Б. П.* Курс климатологии. — Л., 1952. — 350 с.
- Алишев Н.В., Кокищаров Д.А., Смирнов А.А., Поболь Е.Н.* Вдыхание охлажденного воздуха как метод борьбы с перегреванием организма // Воен.-мед.журн. — 1959. — № 1. — С. 54—56.
- Алфимов Н.Н., Новожилов Т.Н., Емельяненко М.И.* Прогнозирование адаптации экипажа в зависимости от гигиенических условий плавания // Воен.-мед.журн. — 1973. — № 10. — С. 68—70.
- Алявия О. Т.* Желчеобразовательная функция печени в условиях высокой внешней температуры // Тр. молодых ученых-медиков Узбекистана. — Ташкент, 1972. — Т.2. — С.33—35.
- Аманекова А.Ш.* Изменение некоторых показателей водно-солевого обмена у людей с инсулиновой недостаточностью в условиях высокой внешней температуры // Важнейшие теоретические и практические проблемы терморегуляции: Тез. докл. 2-й Всесоюз. конф. — Минск, 1986. — С.9.
- Анапольский С.Т., Шварц И.И.* Камера сухого жара (для восстановления работоспособности организма спортсмена) // Теория и практика физической культуры. — 1960. — Т.23, вып. 5. — С. 398.
- Анохин П.К.* Очерки физиологических функциональных систем. — М.: Медицина, 1975. — 447 с.
- Антонов А.Г., Афанасьева Р.Ф., Прудников В.Н.* Прогнозирование длительности физической работы при многофакторном воздействии окружающей среды // Международная конференция «Медицина труда в третьем тысячелетии». — М.: МЗ РФ, НИИ медицины труда РАМН, 1998. — С. 131.
- Антушкевич А.С., Иванов Ю.А.* О возможности повышения тепловой устойчивости при работе в условиях высокой температуры и влажности // Материалы к распространению передового опыта мед. обесп. войск. — Новосибирск: ВМО СибВО, 1978. — Ч.2. — С. 138—142.
- Арнольди И.А.* Учение об адаптации и вопросы гигиены труда подростков // Материалы конф. Винницкого мед.ин-та по проблеме адаптации, тренировки и другим способам повышения устойчивости организма. — Винница, 1962. — С. 135.
- Астанкулова А. Т.* Физиологическое значение различных питьевых режимов // Материалы 1-й конф. физиологов, биохимиков и фармакологов Средней Азии и Казахстана. — Ташкент, 1958. — С. 85—88.
- Астанкулова А.Т., Бурханова С.* Изучение газообмена при значительных перегреваниях организма // Тез. докл. 2-й конф. физиол., биохим. и фармакологов Средней Азии и Казахстана. — Фрунзе, 1960. — С. 46.

- Афанасьева Р.Ф., Кричагин В.И., Казанцева Л.Б.* О количестве точек для получения средневзвешенных величин теплового потока с поверхности тела человека // Гиг. и сан. — 1963. — № 11. — С. 63—66.
- Афанасьева Р.Ф., Деденко ИИ., Окунева С.Г.* О некоторых показателях, характеризующих предел переносимости человеком тепловых нагрузок // Косм.биол.— 1970. — Т.4, № 14. — С. 48—58.
- Афанасьева Р.Ф., Окунева С.Г.* Определение дефицита тепла в организме человека при его охлаждении // Гиг. и сан. — 1971. — № 7. — С. 38-43.
- Афанасьева Р.Ф.* Гигиенические основы проектирования одежды для защиты от холода. — М.: Легкая индустрия, 1977. — 136 с.
- Афанасьева Р.Ф.* Производственный микроклимат // Руководство по гигиене труда. — М.: Медицина, 1987. — Т.1, гл.3. — С. 91 — 132.
- Афанасьева Р.Ф., Ретин Г.Н., Шлейфман Ф.М., Карнаух Н.Г.* Новые санитарные нормы микроклимата производственных помещений // Гиг.труда. — 1989.— № 1. — С. 41—42.
- Ахмедов Р.Н.* О механизмах теплопродукции и обеспечения эндотермии организма // Важнейшие теоретические и практические проблемы терморегуляции.: Тез.докл.Всесоюзн.конф. — Минск, 1986. — С. 26.
- Ахмеров Р.И.* О состоянии гликолиза в печени и различных группах скелетных мышц у крыс при высокой температуре внешней среды // Тез.докл. Всесоюзного симпозиума «Стресс и адаптация». — Кишинев, Штигница, 1978. — С. 283.
- Ахундов К.М.* Изучение функционального состояния организма при сочетанном воздействии физической нагрузки и высокой температуры внешней среды // Науч.тр.юбилейной науч.конф., посвящ. 50-летию образования Азербайджанского гос.мед.ин-та. — Баку, 1981. — С. 249—256.
- Бабаджанова Э.Г.* Особенности потоотделения у больных диффузным токсическим зобом // Физиология и патология щитовидной желе-зы. — Ташкент, 1966.— С. 160—162.
- Бабаева А.Х., Маненкова И.Д.* Влияние высокой температуры на клеточный метаболизм сердечной мышцы//Механизмы поврежде-ния, резистентности, адаптации и компенсации: Тез.докл. 2-го Всесоюз.съезда патофизиологов. — Ташкент, 1976. — Т.2. — С. 236—237.
- Бабский Е.Б.* Влияние высокой температуры внешней среды на перидическую двигательную работу желудка // Влияние высокой температуры на животный организм и организм человека. — М — Л., 1934. — Вып. 1. — С. 49—58.
- Бавро Г.В., Иванов Г.А., Кольхалова И.Н. и др.* О возможности нормализации теплового состояния организма при работе в изолирующих средствах индивидуальной защиты (СИЗ) с помощью местных Холодовых воздействий // Теоретические и практические вопросы терморегуляции в норме и патологии: Тез.докл.симпозиума.— Л., 1974. — С. 35—36.
- Багиров Б.Г., Моммадов И.М., Туикова Г.А.* Профилактика перегревания при наружных работах, выполняемых в жарких климатических районах // Таджикская республиканская науч.конф. по проблеме гигиены труда и профзаболеваний:Тез.докл. — Душанбе: 1977. - Ч.2. - С. 65-66.
- Багиров Б.Г., Моммадов ИМ., Туикова Г.А.* Физиологическое обоснование рациональных режимов и условий отдыха при работе в

- жарких климатических районах // Актуальные вопросы промышленного микроклимата. — М., 1978. — С. 71—75.
- Базаров Л.И.* Морфологический состав крови у людей, прибывших в условия высокой температуры из зон холодного климата // Тр. молодых ученых-медиков Узбекистана. — Ташкент, 1972. — Т.2. — С. 55-56.
- Баринов Н.П.* Изменения нервной системы у некоторых жителей при акклиматизации в условиях продолжительного пребывания во влажном тропическом климате // Актуальные проблемы этиологии, патогенеза, клиники и лечения тропических болезней: Материалы I Всесоюз.науч.конф. — М., 1976. — С. 107—108.
- Бартон А., Эдхолм О.* Человек в условиях холода. — М.: 1957. — 334 с.
- Бахтиозина Б.Х.* Роль селезенки в водном обмене // Материалы I конф. (физиол., биохим. и фармакологов Средней Азии и Казахстана. — Ташкент, 1958. — С. 89—93.
- Бедалова СМ.* Об акклиматизации человека в среднегорье малого Кавказа//Физиология человека в природных условиях СССР. — М., 1966.-С. 151-158.
- Бедный Г.З.* Совершенствование нормирования труда (психофизиологический аспект). — М.: Эргономика, 1979. — 128 с.
- Белый Ю.Н., Барчуков В.Г., Морозов И.С, Рябиченко В.В.* Биохимические механизмы снижения работоспособности моряков в условиях воздействия высоких температур и возможные пути ее фармакологической коррекции // Воен.-мед.журн. — М., 1993. — № 1. — С. 65—67.
- Беклемишев Н.Д.* Кортизон и его производные в клинике. — Алма-Ата; АН КазССР, 1963. — 282 с.
- Бельченко Д.И., Четвериков Г.Н.* Стимулирующий работу сердца эффект сыворотки крови лихорадящих животных // Нейрогуморальная регуляция в норме и патологии: Тез.докл.межвузовской науч.конф. — Ужгород, 1965. — С. 109—110.
- Бердышев В.В.* О режиме тренировочных нагрузок для моряков в тропиках // Воен.-мед.журн. — 1979. — № 11. — С. 55—56.
- Бессонова Н.А.* Физиологическое обоснование оптимальных параметров микроклимата с учетом температурных перепадов «воздухоограждения» // Актуальные вопросы промышленного микроклимата: Сб. научн.трудов Ин-та гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР.— М., 1978. — С. 83—87.
- Благовещенская И.Н.* Тренировка теплом как метод повышения тепловой устойчивости горноспасателей // Материалы конф. по проблеме повышения тренировки и другим способам повышения устойчивости организма. — Сталино, 1960. — С. 16—17.
- Блинова А.М., Северин С.Е., Лобова З.Т.* К вопросу о выработке рационального питьевого режима для рабочих горячих цехов // Физиол.журн.СССР. — 1935. — Т. 18. — № 6. — С. 869—877.
- Блинова А.М.* Регуляция деятельности сердечно-сосудистой системы при действии высокой температуры//О механизмах нервных и гуморальных связей. — М—Л.: Медгиз, 1940. — С. 166—235.
- Бондарев Э.В., Банников А.В., Астафьев Р.Р.* Влияние перегревания на организм летчика в полетах и модельных экспериментах.// Актуальные проблемы психофизиологического обеспечения учебно-боевой деятельности личного состава вооруженных сил: Материалы научно-практ.конф. — М.: МО РФ, ГВМУ, Гос.НИИ ЭМФТ, 1997. — С. 28—30.

- Борискин В.В.* Жизнь человека в Арктике и Антарктиде. — Л.: Медицина, 1973. — 200 с.
- Бочаров М.И.* Теплообмен у человека при адаптации к жарковлажной среде // Важнейшие теоретические и практические проблемы терморегуляции: Тез. докл. 2-й Всесоюзн. конф. — Минск, 1986. — С. 47.
- Брандис С.А., Пиловицкая В.Н.* К вопросу об эффективности применения экстракта из корней элеутерококка колючего при работе в условиях высокой температуры окружающей среды // Элеутерококк и другие адаптогены из дальневосточных растений. — Владивосток, 1966. — Вып. 7. — С. 155—166.
- Брехман И.И.* Элеутерококк. — Л.: Наука, 1968. — 186 с.
- Брумштейн В.И.* Защитная роль воздушной прослойки в одежде для рабочих горячих цехов // Вопросы гигиены труда и профзаболеваний. — М.: АМН СССР, 1948. — С. 81—90.
- Бузник И.М.* Энергетический обмен и питание. — М.: Медицина, 1978. — 335 с.
- Булич Э.Г., Василенко Ю.И., Михельсон Д.В., Баранов В.М.* Опыт внедрения массовых форм физической культуры на предприятиях и в быту городского района // Физическая культура в режиме труда и отдыха: Материалы международного совещания-конференции. — Киев, 1971.
- Буриханова С.И.* Сезонные изменения химической терморегуляции // Науч. труды Ташкентск. ун-та. — 1966. — Вып. 289. — С. 38—41.
- Бюттнер К.* Стороны биоклиматической классификации, относящиеся к людям // Биометеорология (Избр. труды 2-го международного биоклиматического конгресса. — Лондон, 1960). — Л.: Гидрометеоиздат, 1965. — С. 91—102.
- Быков К.М.* Роль коры мозга в температурной и мышечной рецепции // Кора головного мозга и внутренние органы. — М.: Медгиз, 1954. — Т. 2. — С. 308—325.
- Бычков В.И., Рамзаев П.В.* Температура кожи и соотношение путей теплоотдачи — объективные критерии границы комфорта и перегревания // Гиг. труда. — 1961. — № 12. — С. 3—7.
- Варнаков О.В., Синкевич П.И., Рыбкин П.П.* Некоторые вопросы обитаемости судна при плавании в тропических широтах // Воен.-мед. журн. — 1967. — № 4. — С. 66—69.
- Варнаков О.В., Синкевич П.И., Рыбкин П.П.* Некоторые вопросы обитаемости судна при плавании в тропических широтах // Воен.-мед. журн. — 1967. — № 4. — С. 66—69.
- Василевский А.М., Синицын В.С.* Определение уровня работоспособности моряков // Воен.-мед. журн. — 1987. — № 12. — С. 48—49.
- Васильев П.В., Глод Т.Д., Ажаев А.Н., Пастушенков В.А.* Влияние фармакологических веществ на тепловую устойчивость организма // Физиологические и клинические проблемы адаптации к гипоксии, гиподинамии и гипертермии. — М., 1981. — Т. 2. — С. 144—145.
- Васильев П.В., Глод Г.Д.* Вопросы психофизиологической регуляции состояния человека-оператора в авиационной медицине // Фармакологическая регуляция процессов утомления. — М., 1982. — С. 77—83.
- Ващенко Т.А., Мукас Д.А.* Аффферентная и эффективная импульсация в ободочном нерве при воздействии на организм тепла // Функции организма в жарком климате и некоторые вопросы адаптации. — Ташкент: ФАН, 1975. — С. 139—148.

- Веселкин П.Н.* О развитии тепловой одышки при перегревании нормальных и лихорадящих животных // Бюл.экспер.биол.и мед. — 1941. — Т.Н.— Вып. 4. — С. 374—376.
- Виноградов В.М.* Фармакологические средства для профилактики и лечения гипоксии // Кислородный гемостаз и кислородная недостаточность. — Киев, 1978. — С. 183—192.
- Витте Н.К.* Тепловой обмен человека и его гигиеническое значение. — Киев: Госмедиздат, 1956. — 148 с.
- Витте Н.К., Толчиева Е.П.* Роль головного мозга в приспособлении человека к высокой температуре окружающей среды // Материалы конф. по проблемам адаптации, тренировок и другим способам повышения устойчивости организма. — Винница, 1962. — С. 52—53.
- Волович В.Г., Усков В.П.* Некоторые вопросы водообмена у человека в условиях тропической зоны океана // Воен.-мед.журн. — 1967. — № 6. — С. 50—52.
- Воронин Н.М.* Патологические реакции организма человека на непривычные климатические условия // Климатофизиологические проблемы Сибири и Дальнего Востока: Материалы симпозиума. — Новосибирск, 1970. — С. 296—299.
- Вялых М.Ф.* Адаптация ферментов миокарда к различным функциональным состояниям сердца // Проблемы биохимической адаптации. — М.: Медицина, 1966. — С. 86—93.
- Галанин Н.Ф.* Проблема лучистой энергии в гигиене труда // Труды юбилейной науч.сессии, посвящ. 30-летней деят. Ленинград.ин-та гиг. труда и профзаболеваний. — Л.: МЗ РСФСР, 1957.— С. 30—36.
- Галанин Н.Ф.* Погода и климат с гигиенической точки зрения//Руководство по коммунальной гигиене. — М.: Медгиз, 1961. — Т. 1. — С. 30—54.
- Галанин Н.Ф.* Лучистая энергия и ее гигиеническое значение. — Л.: Медицина, 1969. — 184 с.
- Геллер И.М., Рахматуллова М.Д.* К вопросу о планировке населенных мест в условиях жаркого климата // Материалы республиканской научно-практической конф. по проблемам гигиены в условиях Узбекистана. — Ташкент: УЗ НИИ санитар., гигиены и проф.заболеваний, 1970. — С. 123—128.
- Гельман И.Г.* К клинике заболеваний пищеварительных органов у рабочих горячих цехов и тяжелого физического труда // Труды Гос. центрального бальнеологического ин-та. — Пятигорск, 1933. — Т.П. С. 32—41.
- Генин А.М., Головкин Л.Г.* К проблеме длительного автономного существования человека в космическом скафандре // Материалы докл. на 17-м Международном астронавтическом конгрессе в г. Мадриде. — М.: Наука, 1966. — 18 с.
- Георгиевская Е.Ф., Дервиз Г.В., Завалишина О.Ф.* и др. Влияние пребывания человека в условиях высокой температуры на химический состав крови, пота и мочи // Влияние высокой температуры на животный организм и организм человека. — М. — Л.: Госмедиздат, 1934. — Вып. 1. — С. 230—243.
- Гербурт-Гейбович А.А., Горомосов М.С., Луцкевич В.К.* Климат и комфорт в жилище // Климат и человек. — М.: Мысль, 1972. — С. 73—88.
- Георгиевский А.В., Петленко В.П., Сахно А.В., Царегородцев Г.И.* Философские проблемы теории адаптации/Под ред. Г.И. Царегородцева. — М.: Мысль, 1975. — 278 с.

- Гец Л. Водно-солевой обмен при термической дегидратации//Гиг.труда. - 1963. — № 1. — С. 36-41.
- Глаголицук Г.В., Аксенов М.Д., Кожин А.М. О влиянии высоких температур воздуха на функциональное состояние коры головного мозга//Воен.-мед.журн. — 1959. — № 4. — С. 60—62.
- Глод Г.Д., Васильев П.В. Фармакология в авиационной медицине//Руководство по авиационной медицине. — М.: Медицина, 1986. — Гл. 33. - С. 463-477.
- Головкин Л.Г., Логунов А.Д. Одежда летного и инженерно-технического состава//Руководство по авиационной медицине. — М.: Медицина, 1986. - Гл.15. - С.207-219.
- Гончарук Г.А. Влияние высокой температуры на мышечную работоспособность человека//Гиг. труда. — № 6. — С. 19—22.
- Гордон З.В. Температурная реакция кожи на воздействие лучистого тепла//Изменения в организме при действии лучистой энергии и при охлаждении (Труды и материалы Украинского центрального института гигиены труда и профзаболеваний. — Т. 23). — Харьков, 1940. - С. 45-78.
- Горецкий О.С Организация обследования на тепловую устойчивость лиц «горячих» профессий//Проблемы гигиены, физиологии труда и профпатологии в черной металлургии в условиях научно-технического процесса: Тез. докл. 3-й республиканской научн. конф. УССР. - Кривой Рог, 1980. - С. 69-70.
- Горизонтов П.Д. Гомеостаз, его механизмы и значение//Гомеостаз/Под ред. П.Д.Горизонтова. — 2-е изд. — М.: Медицина, 1981. — С. 4—6.
- Городинский СМ., Бавро Г.В., Перфилова Е.М. и др. О динамике теплового напряжения в пределах переносимости человека тепловой нагрузки//Косм.биол. - 1968. - Т.2, № 1. - С. 73-81.
- Городинский СМ., Бавро Г.В., Игнатъев О.Б. и др. Исследование возможности экстренного выведения человека из состояния гипертермии путем локального охлаждения//Медико-технические проблемы индивидуальной защиты человека. — М.: Медицина, 1973.- Вып. 13. -С. 12-22.
- Городинский СМ., Бавро Г.В., Кузнец Е.И. и др. Принципы нормирования микроклимата изолирующих средств индивидуальной защиты//Гиг. и сан. — 1973. № 1. — С. 45—49.
- Городинский СМ., Глушко А.А., Орехов Б.В. Калориметрия в изолирующих средствах защиты человека. — М.: Машиностроение, 1976. — 208 с.
- Гребеньков С.В., Жолус Б.И., Новожилов Г.Н. и др. Военно-морская и радиационная гигиена. — Т. 1, раздел 5. Климат. Микроклимат корабельных помещений. — СПб., 1998. — С. 505—571.
- Груздев В.С. О влиянии потения на свойства желудочного сока и кислотность мочи//Врач. — 1889. — № 20. — С. 455—461.
- Губернский Ю.Д., Кимина С.Н. Гигиена жилых и общественных зданий и сооружений//Коммунальная гигиена. — М.: Медицина, 1986. - Разд. 6. - С. 414-499.
- Гукаль-Морозова Т.П., Душко Д.Н., Синельникова Е.И., Файтельберг Р.О. Влияние изменений температуры крови на вегетативные центры межзачаточного мозга//Физиол. журн. СССР. — 1934. — Т. 17. Вып. 3. — С. 513-526.
- Гулямов Т.К. К вопросу изменения регионарного кровообращения при солнечно-тепловом перегревании//Мед.журн.Узбекистана. — 1964. - № 7. - С. 39-42.



- Гуменер П.И. Изучение терморегуляции в гигиене и физиологии труда. — М.: Медгиз, 1962. — 232 с.
- Давыдов В.Г. О сложнорефлекторной реакции человека на действие обдувания в условиях высокой температуры воздуха // Опыт изучения регуляторной физиологических функций в естественных условиях существования организма. — М.: АМН СССР, 1961. — С. 161—185.
- Данилов Н.В. Физиологические основы питьевого режима. — М.: Медгиз, 1956. - 88 с.
- Данишевский Г.М. Акклиматизация человека на Севере. — М.: Медгиз, 1955. — 358 с.
- Дейвис Т., Джой Р. Естественное и искусственное приспособление человека к холоду // Биометеорология. Л.: Гидрометеоролог, изд-во, 1965.—С. 184—197.
- Дембо А. Г. Недостаточность дыхания. — Л.: Медгиз, 1957. — 304 с.
- Демидов Г.А. Некоторые гигиенические аспекты обеспечения безопасности полетов // Воен.-мед.журн. — 1968. — № 10. — С. 59—60.
- Демидов Г.А. Физиолого-гигиеническая характеристика кабин и пассажирских салонов // Авиационная медицина/Под ред. А.Н.Бабийчука. - М., 1980.— С. 42—63.
- Демидова А.И. Тепловой стресс и ферменты тонкой кишки // Тез. докл. 6-й конф.физиологов республик Средней Азии и Казахстана. — Ташкент: Фан, 1976. — С. 73—74.
- Денисюк М.С. Некоторые данные электрокардиографических изменений у моряков при плавании в тропиках и Антарктиде // Климат и сердечно-сосудистая патология: Матер.научн.сессии по пробле-ме. - М., 1966. -С. 19-21.
- Джэк/1 М., Роубал Д. Оценка тепловой нагрузки человека. Сообщ. II // Гиг., эпидемиол., микробиол. и иммунол. — 1967. — Т. 11, № 4. — С. 439-465.
- Джонс У.Л. Индивидуальные системы обеспечения жизнедеятельности человека вне кабины космического корабля. Скафандры и капсулы // Основы космической биологии и медицины (совместное сов.-амер.изд.). — М.: Наука, 1975. — Т. 3. — С. 199—228.
- Дмитриев М.В. Влияние разных водно-питьевых режимов на сердечно-сосудистую систему при температуре 40 °С и работе средней тяжести // Гиг.труда. — 1959. — № 2. — С. 16—22.
- Дмитриев М.В. О питьевых режимах в условиях высоких температур в различных природных зонах СССР // Проблемы медицинской географии. -М.: Изд-во АН СССР, 1962. — С. 50—51.
- Добровольский Л.А. Изменение белкового обмена при длительном воздействии высокой температуры / Гиг. и сан. — 1961. — № 6. — С. 25-28.
- Добровольский Л.А. Экспериментальные данные о сравнительной адаптации к температурным перепадам//Вопр. эпидемиологии, бактериологии, гигиены, паразитологии и вирусологии. — Душан-бе, 1962. - С. 85-86.
- Дородницына А.А. Влияние охлаждения и нагревания на безусловные сложные рефлексы человека//Физиологический журн. СССР. — 1937.— Т.23, вып. 1. — С. 111—116.
- Дородницына А.А., Шепелев Е.А. Теплообмен человека в условиях пребывания при высоких температурах//Физиол. журн. СССР. — 1960.— Т. 46, № 5. — С. 607—612.
- Дородницына А.А., Савинич Ф.К., Талытин В.Ф., Шепелев Е.А. Перено-

симось человеком высокой температуры и значение теплозащитных свойств одежды//Воен.-мед. журн. — 1960. — № 9. — С. 72—74.

- Дробченко В.С.* Управление работоспособностью человека в условиях теплового стресса//Стресс и адаптация: Тез. Всесоюз. симпозиума. — Кишинев: Штиинца, 1978. — С. 173.
- Еремин А.В., Копаное В.И., Ажаев А.Н. и др.* Влияние высоких температур на функциональные возможности человека//Проблемы космической медицины/Под ред. В. В. Ларина. — М., 1966. — С. 166-167.
- Еремин А.В., Ажаев А.Н., Степанцов В.И. и др.* О возможности использования адаптации к гипоксической гипоксии в системе тренировки//Проблемы космической биологии. — М.: Наука, 1971. — Т. 16.-С. 148-153.
- Ефимов В.В.* Возрастная физиология. — М.— Л.: АМН РСФСР, 1948. — 448 с.
- Ещенко И.В.* Об эффективности предварительной адаптации людей к последующим тепловым воздействиям//Материалы итоговой конф. Военно-научн.об-ва слушателей ВМА им. С.М.Кирова. — Л., 1975.-С. 67-68.
- Жердев Г.М.* Состояние сердечно-сосудистой системы судовых специалистов в условиях длительного плавания//Воен.-мед.журн. — 1970. - № 3. - С. 67-68.
- Жирнова Г.Е., Бакалинская Е.Д.* Санитарно-гигиеническая характеристика условий труда в современных мартиновских цехах//Тез.докл. объединенной науч.сессии, посвящ. 40-летию Великой Октябрьской соц.революции. — Киев: Госмедиздат, 1957. — С. 122—124.
- Жирнова Г.Е., Охрименко А.П.* Изменение некоторых физиологических функций в организме человека под влиянием высокой температуры и облучения//Организм человека и животного в условиях высокой температуры внешней среды: Матер.конф. Донецк, инта физиологии труда. — Донецк, 1962. — С. 187—191.
- Завалишина О.Ф.* Влияние хронического воздействия высокой температуры на периодическую деятельность желудка//Влияние высокой температуры на животный организм и организм человека. — М.-Л., 1934. - Вып. 1. - С. 59-68.
- Закс М.Г., Титова Л.К.* Гистологические и гистохимические изменения в почке крыс в условиях гидратации и антидиуреза// Арх. анат. - 1959. - Т.37, вып. 7. - С. 19-28.
- Замаренов Б.К., Мурза В.П.* Двигательные режимы в предрабочее время и нервно-моторная деятельность в экспериментальных условиях//Физическая культура в режиме труда и отдыха: Матер, междунаро.совещ.—конф. — Киев, 1971. — 338 с.
- Заривайская Х.А.* Микроклимат типовых квартир с центральной системой воздушного отопления//Тиг. и сан. — 1964. — № 4. — С. 98—100.
- Захаров Ю.М., Жуков В.М. и др.* Об адаптивных изменениях в эритроцитах у людей и животных при длительном тепловом воздействии// Важнейшие теоретические и практические проблемы терморегуляции: Тез.докл. 2-й Всесоюзн.конф. — Минск, 1986. — С. 107.
- Иванов К.П.* Биоэнергетика и температурный гомеостазис. — Л.: Наука, 1972. - 172 с.
- Иминов С.* Гигиеническое нормирование промышленного микроклимата в прядильных и ткацких цехах, размещенных в герметич-

- ных зданиях с кондиционированием воздуха: Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. мед. наук. — Ташкент, 1975. — 24 с.
- Инчина В.И., Николаенко Е.А.* Механизмы согласованной деятельности антидиуретической и антинатрийуретической систем//Сб. докл. 2-й науч. конф. физиологов, биохимиков и фармакологов Западносибирского объединения. — Томск, 1961. — С. 56—57.
- Иосельсон С.А.* Влияние длительного дыхания чистым кислородом на организм горноспасателей//Физиологические факторы внешней среды. — М.: Ин-т гигиены труда и проф. заболеваний АМН СССР, 1960. — С. 254—260.
- Иосельсон С.А., Благовещенская И.Н.* Физиолого-гигиеническая эффективность шахтного газотеплозащитного аппарата конструкции В.Я. Балтайтиса и В. Панкова//Тез. докл. науч. сессии, посвящ. 300-летию воссоединения Украины с Россией. — Киев: Госмедиздат, 1954. — С. 29—30.
- Иоффе Л.А., Кирсанов С.В., Крымуева Т.А., Бобков Г.А.* Тепловой баланс организма спортсменов при мышечной деятельности в условиях гипертермии//Важнейшие теоретические и практические проблемы терморегуляции: Тез. докл. 2-й Всесоюз. конф. — Минск, 1986. — С. 115.
- Иногамова Д.В.* Влияние теплового и холодного факторов на активность углеводных ферментов в тонкой кишке//Тез. докл. 2-й конф. физиологов Узбекистана. — Ташкент, УзССР, 1973. — С. 101—102.
- Исаев П.Л., Ежова Е.Н., Зенин Н.С. и др.* К вопросу о питьевых режимах при высокой температуре в условиях тепловой камеры//Вопр. питания. — 1936. — Т. 5, № 4. — С. 45—52.
- Исаков П.К., Иванов Д.И., Попов И.Г. и др.* Теория и практика авиационной медицины. — М.: Медицина, 1975. — 360 с.
- Ислямова М.Э.* Зоолитическая и фитолитическая активность желудочного сока в условиях внешней температуры и инсоляции//Мед. журн. Узбекистана. — 1961. — № 4. — С. 27—31.
- Исхаков З.А.* Внешнесекреторная функция печени в условиях высокой температуры//Функции организма в жарком климате. — Ташкент: Фан, 1970. — С. 268—270.
- Исхаков З.А.* Амилолитическая активность тонкой кишки при воздействии на организм высокой температуры и инъекции гипофизарных гормонов//Функции организма в жарком климате и некоторые вопросы адаптации. — Ташкент: ФАН, 1975. — С. 94—99.
- Казначеев В.П.* Биосистема и адаптация. — Новосибирск: СО АН СССР, 1973. — 74 с.
- Калибердин Г.В., Ажаев А.Н.* К вопросу о возможности повышения устойчивости человека к перегреванию путем систематических тренировок в термокамере//Физиолог. и клинические проблемы адаптации к гипоксии, гиподинамии и гипертермии: Тез. 3-го Всесоюз. симпозиума. — М., 1981. — Т. 2. — С. 143.
- Каляда Т.В.* Об адаптации организма к длительному повторному воздействию лучистой энергии//Гиг. труда. — 1959. — № 6. — С. 16—21.
- Кандрор И.С., Бокина А.И., Маалевская И.А., Петров Ю.Л.* Гигиеническое нормирование солевого состава питьевой воды. — М.: Медгиз, 1963. — 157 с.
- Каримова Г.Ф.* Индукция глицил-тирозин-дипептазной активности тонкой кишки у растущих крыс под влиянием теплового фактора. Функции организма в жарком климате и некоторые вопросы адаптации. — Ташкент: ФАН, 1975. — С. 114—117.

- Карлыев К.М.* Адаптация к высокой температуре//Руководство по физиологии адаптационных процессов. — М.: Наука, 1986. — С. 303—370.
- Карнаух Н.Г.* Функциональное состояние коры надпочечников у рабочих мартеновского цеха//Вопросы гиг.труда и профпатологии в горнорудной и металлургической промышленности: Тез.докл. — Кривой Рог, 1965. — С. 92—94.
- Карнаух Н.Г.* Особенности адаптации к физическому и умственному труду в условиях нагревающего микролимата//Тез.докл. 2-й Таджикской респ.науч.конф. по проблемам гигиены труда и проф. заболеваний. — Душанбе, 1977. — С. 25—28.
- Карнаух Н.Г.* Характеристика тепловой и физической нагрузок и влияние их на организм рабочих современных горячих цехов металлургической промышленности//Проблемы гигиены, физиологии труда и проф.заболеваний в черной металлургии в условиях научно-техн.прогресса: Тез.докл. 3-й республиканской науч.конф. УССР. — Кривой Рог, 1980. — С. 60—63.
- Кассирский И.А.* Очерки гигиены жаркого климата в условиях Средней Азии. — Ташкент: Госиздат УзССР, 1935. — 168 с.
- Николов А.И., Мойкин Ю.В., Тхаревский В.И.* Факторы трудового процесса и профилактика их неблагоприятного воздействия: Руководство по гигиене труда. — М.: Медицина, 1987. — Т.10, гл.10. — С. 312—364.
- Няжевич Р.М.* Тепловой поток с различных участков поверхности тела при разных температурах окружающей среды//Гиг. и сан. — 1961. — № 7. — С. 58—61.
- Койранский Б.Б.* О процессе адаптации к различным климатическим условиям жаркого климата//Гиг. труда. — 1967. — № 2. — С. 7—11.
- Койранский Б.Б., Уквольберг Л.Я., Куксинская Т.В.* Адаптация к высоким температурам воздуха//Актуальные вопросы производственного микроклимата: Тр.Ленингр.научно-исслед.ин-та гиг.труда и профзаболеваний. — Л.: 1970. — С. 7—27.
- Кольцов А.Н., Чунтул А.В.* Изменение управляющих движений летчика в процессе адаптации к условиям жаркого климата//Тез.докл.1-й Всесоюзной конф. — М.: Минздрав. СССР, 1982. — С. 102—103.
- Константинов М.В.* Желчеобразовательная функция печени при гипертермии//Патологические проблемы резекции желудка и лихорадки: Тр. 1-го Ленингр.мед.ин-та. — Л., 1957. — Вып. 1. — С. 117—122.
- Константинов М.В.* Сердечная мышца при напряжении и недостаточности системы терморегуляции//Механизмы повреждения, резистентности, адаптации и компенсации: Тез. докл. II Всесоюзного съезда патофизиологов. — Ташкент, 1976. — С. 113—114.
- Коньшев И.С., Маркеева С.С.* Об ускоренной адаптации организма в условиях жаркого климата//Воен.-мед.журн. — 1986. — № 5. — С. 37—39.
- Копанев В.И., Ажаев А.Н., Ишутин В.Н.* Физиолого-гигиенические принципы конструирования электротеплоизолирующих систем//Воен.-мед.журн. — 1978. — № 3. — С. 81—82.
- Коробков А.В.* Проблемы адаптации в тропической медицине//Актуальные проблемы этиологии, патогенеза, клиники, лечения тропических болезней: Материалы 1-й Всесоюзной научной конференции. — М., 1976. — С. 161—164.
- Коротина Н.А.* Всасывание воды, хлоридов и глюкозы в разных отде-

- лах кишечника в условиях высокой температуры//Проблемы физиологии человека и животных в условиях жаркого климата. — Ташкент, 1965. — С. 216—221.
- Коротько Г.Ф.* Изменение скорости эвакуации растворов различных реакций из желудка при высокой внешней температуре и солнечном облучении//За соц.здравоохран. Узбекистана. — 1956. — № 3. — С. 44—48.
- Коротько Г.Ф.* Некоторые особенности деятельности желудка при высокой внешней температуре//Материалы 1-й конф. физиологов, биохимиков и фармакологов Средней Азии и Казахстана. — Ташкент, 1958. — С. 148—152.
- Коротько Г.Ф., Смирнова О.И.* Желудочная секреция и бактерицидность желудочного сока при высокой внешней температуре и ингаляции//Мед.журн. Узбекистана. — 1958. — № 8—9. — С. 79—83.
- Коротько Г.Ф.* К вопросу о роли симпатической нервной системы в изменении секреторной деятельности желудка в условиях высокой внешней температуры и инсоляции//Мед.журн. Узбекистана. — 1961. — № 8. — С. 74—80.
- Косилов С.А., Душков Б.А.* Медико-биологические проблемы НОТ. — М.: Медицина, 1971. — 176 с.
- Кошелев Н.Ф.* Научно-технический прогресс и гигиена// Актовая речь 28 декабря 1976 г. в день 178-й годовщины ВМА им.С.М.Кирова. — Л., 1976. — 31 с.
- Кощев В.С., Кузнец Е.И.* Физиология и гигиена индивидуальной защиты человека в условиях высоких температур. — М.: Медицина, 1986. — 256 с.
- Крамаренко И.Б.* Динамика мышечной работоспособности при различной температуре воздуха//Материалы 5-й Всесоюзн.конф. по физиологии труда. — М., 1967. — С. 173—174.
- Крепс Е.М.* Оксигеометрия. — Л.: Медгиз, 1959. — 224 с.
- Криволаз Б.А.* Гемодинамические сдвиги при воздействии конвекционного и лучистого тепла//Вопросы физиологии труда. — Киев: Госмедиздат, 1955. — С. 99—110.
- Кричагин В.И.* Приемы и методы ориентировочных расчетов переносимости человеком высоких и низких температур внешней среды//Воен.-мед.журн. — 1965. — № 10. — С. 30—38.
- Кричагин В.И.* Таблица и график для ориентировочной оценки теплового состояния организма//Гиг. и сан. — 1966. — № 4. — С. 65—70.
- Кричагин В.И., Хроленко В.М., Резников А.И.* Переносимость холода в зависимости от теплозащитных свойств одежды//Воен.-мед. журн. — 1968. — № 10. — С. 54—58.
- Кротков Ф.Г.* Экспериментальное направление в гигиенической науке и вопросы гигиенического нормирования//Гиг. и сан. — 1969. — № 6. — С. 3—7.
- Крутова Е.М.* Влияние повышенных и пониженных температур в камере на умственную работоспособность и психические функции испытуемых//Проблемы космической медицины: Материалы конференции. — М., 1966. — С. 232—233.
- Кувшинова Э.И., Крылова Л.В., Луппова Л.Г. и др.* Некоторые закономерности изменения показателей функции почек при тепловом воздействии//Адаптация человека в различных климато-географических и производственных условиях: Тез. докл. на конф. — Новосибирск, 1981. — Т.1. — С. 104—195.
- Кудинова Т.В.* Реактивность организма горнорабочих подготовительных

- забоев глубоких шахт Донбасса: Автореф. дисс. на соискание ученой степени канд.мед.наук. — Донецк, 1975. — 20 с.
- Кудрин И.Д., Сулимо-Самуйло З.К., Шабалин В.А.* Некоторые особенности изменения работоспособности человека в экстремальных условиях//Воен.-мед.журн. — 1984. — № 11. — С. 38—40.
- Кудрин И.Д., Карпищенко А.И., Столярова Н.А.* Эндокринно-метаболические изменения в процессе адаптации к высокой температуре//Воен.-мед.журн. — 1987. — № 8. — С. 40—43.
- Кузнец Е.И., Репин Г.Н., Шабанов Н.М., Бабаева А.А.* Изменения некоторых физиологических функций при дозированной работе в условиях высокой температуры окружающей среды//Материалы науч.конф. по физиологии труда, посвящ. памяти А.А.Ухтомского. — Л., 1963. — С. 198—199.
- Кузнец Е.И., Зиночкин В.А.* Подходы к созданию классификации тепловой устойчивости организма человека//Scripta Medica, 1980. — Vol. 53, № 5. — P. 277—286.
- Кузнецов И.А., Варжселенко И.И.* Об адаптации молодых людей к условиям аридной зоны//Важнейшие теоретические и практические проблемы терморегуляции: Тез.докл. 2-й Всесоюз.конф. — Минск, 1986. — С. 145.
- Кузнецов М.И., Удалов Ю.Ф.* Влияние повышенной внешней температуры на обмен некоторых витаминов в организме//Тез.докл. на 10-й науч.сессии Ин-та питания АМН СССР. — М., 1956. — С. 131—132.
- Кузьмичева Е.М.* Отдача тепла радиацией и конвекцией с различных участков тела человека//Матер.науч.конф.молодых специалистов, посвящ. памяти А.В.Лебединского. — М., 1965. — С. 52—53.
- Лавников А.А.* Основы авиационной и космической медицины. — М.: Воениздат, 1975. — 360 с.
- Лазарев Н.В.* Об истинной общей адаптационной реакции//Материалы конф. по проблемам адаптации, тренировки и другим способам повышения устойчивости организма. — Винница, 1962. — С. 10—11.
- Латыш В.Н.* Некоторые вопросы акклиматизации в условиях жаркого климата//Воен.-мед.журн. — 1959. — № 4. — С. 26—30.
- Левашов В.В.* О гигиенических свойствах повседневно-полевой (аэродромной) формы одежды в условиях Средней Азии//Воен.-мед.журн. — 1959. — № 4. — С. 65—68.
- Левинунова Н.А.* Динамика кортико-висцеральных взаимоотношений при действии на организм высоких температур внешней среды//Журн. высшей нервн.деят. — 1952. — Т.2, вып. 6. — С. 826—834.
- Лекаш А.Б.* Роль нервной системы в адаптации к высоким температурам//Бюл.экспер.биол. — 1939. — Т. 8, вып. 2. — С. 178—182.
- Леман Г.* Практическая физиология труда: Пер. с нем. — М.: Медицина, 1967. — 450 с.
- Либерман Б.Б., Куксинская Т.В.* Исследования по обоснованию комфортных и допустимых метеорологических условий при работе средней тяжести//Материалы 10-го съезда Всесоюз.общ. им.И.П.Павлова. — М.—Л., 1964. — Т.2, вып.2.
- Либерман Б.Б., Куксинская Т.В.* К вопросу о физиологических критериях тяжести и напряженности труда в различных метеорологических условиях//Физиология труда. — М.: Наука, 1967. — С. 189—190.
- Линденбратен В.Д.* Влияние тиоловых соединений на термоустойчи-

- вость белых мышей//Труды Хабаровск.мед.ин-та. — 1962. — Т.23, вып.2. — С. 71—72.
- Лиопо Т.Н., Циценко Г.В.* Климатические условия и тепловое состояние человека. — Л.: Гидрометеиздат, 1971. — 252 с.
- Липецкая И.С.* Терморегуляторное слюноотделение у собак при акклиматизации к воздействию инфракрасного излучения// Важнейшие теоретические и практические проблемы терморегуляции: Тез. докл. 2-й Всесоюз.конф. — Минск, 1986. — С. 163.
- Лихачева Н.П.* Иммунологические реакции организма при адаптации к тепловому воздействию//Физиологические и клинические проблемы адаптации к гипоксии, гиподинамии и гипербарии: Тез. докл. 3-го Всесоюз.симпозиума. — М., 1981. — Т.2. — С. 159—160.
- Логунов А.Д., Ажаев А.Н., Кошелева О.С.* Определение коэффициентов смешивания для расчетов средней температуры тела человека//Гиг. и сан., 1973. — № 3. — С. 72—75.
- Ломов О.П., Плахов Н.Н.* Гематологические критерии тепловой адаптации организма моряков//Воен.-мед.журн. — 1985. — № 10. — С. 50—53.
- Лушникова Г.А.* Изменение электролитов плазмы и солевого аппетита при тепловом напряжении//Физиологические основы сложных форм поведения. — М.—Л., 1963. — С. 205—206.
- Магазаник Г.Л.* Тепловые лечебные средства. — Л.: Медгиз, 1961. — 232 с.
- Майстрах Е.В.* Тепловой гомеостаз//Гомеостаз/Под ред. П.Д.Горизонтова. 2-е изд. — М., 1981. — С. 491—520.
- Макаренко Т.Г., Аленина Т.В., Забросова Л.И.* и др. Электро-физиологические и биохимические сдвиги в миокарде перегретых животных//Сб.науч.трудов Смоленск.мед.ин-та. — Смоленск, 1978. — Т.57. — С. 14—26.
- Максимова О.Ф., Охрименко А.А., Кубяк О.К.* О некоторых вопросах физиологии труда в сталеплавильном производстве//Материалы Свердловского НИИ гигиены труда и проф.патологии. 12-я научная сессия. — Свердловск, 1962. — С. 54—56.
- Максимович В.А.* Влияние дибазола и аскорбиновой кислоты на некоторые показатели теплообмена человека при действии на него высокой температуры и влажности воздуха//Материалы конф. по проблеме адаптации, тренировки и другим способам повышения устойчивости организма. — Винница, 1962. — С. 61—62.
- Максимович В.А., Бондаренко В.В., Золотаренко В.П.* и др. Влияние теплового стресса на функциональное состояние организма// Стресс и его патогенетические механизмы: — Кишинев: Штииница, 1973. — С. 349.
- Максимович В.А., Гребняк В.П., Гребняк Н.П.* и др. Критерии оценки физиологического состояния организма и условия труда горнорабочих//Тез.докл. 2-й республиканской науч.конф. по проблеме гигиены труда и профзаболеваний. — Душанбе, 1977. — С. 118—119.
- Малкин В.Б., Гиппенрейтер Е.Б.* Острая и хроническая гипоксия. — М.: Наука, 1977. — 317 с.
- Малышев В.Д.* Интенсивная терапия острых водно-электролитных нарушений. — М.: Медицина, 1985. — 192 с.
- Малышева А.Е.* Гигиенические вопросы радиационного теплообмена человека с окружающей средой. — М.: Медгиз, 1963. — 244 с.
- Малышева А.Е.* Инфракрасная радиация (радиационное нагревание и охлаждение)//Руководство по гигиене труда/Под ред. А.А.Летавета. — М.: Медицина, 1965. — Т.1. — С.218.

- Мальшева А.Е., Дюжева А.Я.* Нормирование параметров микроклимата производственных помещений//Гиг. и сан. — 1973. — № 11. — С. 78—81.
- Мансуров Т.А., Талипов М.С.* О влиянии высокой температуры на тканевый обмен в процессе тренировки организма к эргометрическим воздействиям//Тез.науч.сообщ. 3-го съезда физиологов Узбекистана. — Ташкент: ФАН, 1983. — С. 46.
- Мануйлов И.А.* Реакция сосудов конечности собаки на повышение температуры крови//Физиол.журн. СССР. — 1968. — Т. 54. — № 8. — С. 930—936.
- Маркарян Э.С.* Человеческое общество как особый тип организации//Вопр.философии. — 1971. — № 10. — С. 64—75.
- Марков И.И.* О сезонном колебании секреции и кислотности желудочного сока в норме и патологии//Тез.докл.на науч.совещ. по проблемам физиологии и патологии пищеварения. — Киев, 1954. — С. 94—95.
- Мартынюк В.З., Даценко И.И., Заривайская Х.А., Янко Н.М.* Гигиена планирования и оборудования жилища. — Киев: Здоров'я, 1978. — 144 с.
- Маршак М.Е.* Метеорологический фактор и гигиена труда. — М.: Гос. соц.-эконом.изд-во, 1931. — 142 с.
- Маршак М.Е.* Физиологические основы закаливания организма человека. — М.: Медицина, 1957. — 150 с.
- Марьянович А.Т.* Факторы, определяющие адаптационный процесс//Компоненты адаптационного процесса. — Л.: Наука, 1984. — Гл. 2. — С. 17—31.
- Марьянович А.Т.* Сравнительная характеристика гладкой и дробной адаптации к условиям высокой температуры//Физиология человека. — 1981. — Т.7, № 4. — С. 642—648.
- Матузов Н.И.* Гигиеническая характеристика условий работы корабельных специалистов ЭОС «Седов» во время плавания в тропической зоне Атлантического океана//Труды Воен.-мед.акад. им.С.М.Кирова. — Л., 1962. — Т. 128. — С. 76—97.
- Матузов Н.И., Ушаков Б.Н.* Водно-солевой обмен во время плавания в тропической зоне океана//Гигиена и санитария. — 1964. — № 11. — С. 31—36.
- Махмудов Э.С.* Водно-солевой обмен у людей в условиях высокой температуры и питание качественно различной пищей//Тез.докл. 2-й конф.физиологов, биохимиков, фармакологов Средней Азии и Казахстана. — Фрунзе, 1960. — С. 220.
- Махмудов Э.С., Хаджиматов В.А.* Гипоталамическая нейросекреция при повторных воздействиях высокой температуры окружающей среды//Физиол.журн. СССР — 1968. — Т.54, № 4. — С. 421—425.
- Махсумов М.Н., Мусаев Х.Н., Садритдинов Б.С. и др.* Изменение медиаторов в тканях желудочно-кишечного тракта и функциональное состояние митохондрий у крыс при гипертермии//Тез.науч. сообщ. 15-го съезда Всесоюз.физиологич.об-ва им.И.П.Павлова. — Кишинев, 1987. — Т.2. — С. 74—75.
- Машек И.* Проблемы адаптации и питание населения//Проблемы биохимической адаптации/Под ред. А.А.Покровского. — М.: Медицина, 1966. — С. 34—42.
- Медведева Е.Ф.* О влиянии питья воды и чая различной температуры на секреторную деятельность слюнных желез//Опыт изучения регуляторной физиологических функций в естественных условиях



- существования организмов. — М.: АМН СССР, 1961. — Т.5. — С.192—205.
- Медведева Е.Ф.* О влиянии различной температуры воздуха в сочетании с высокой влажностью, подвижностью и разной температурой ограждений//Опыт изучения регуляций физиологических функций в естественных условиях существования организмов. — М.: АМН СССР, 1961. — Т.5. — С. 277—288.
- Медведева Е.Ф., Федотова Н.А.* Гигиеническое обоснование допустимой влажности при повышенной температуре воздуха//Гиг. и сан. — 1971. — № 12. — С. 23—25.
- Меерсон Ф.З.* Общий механизм адаптации и профилактики. — М.: Медицина, 1973. — 359 с.
- Мерпорт И.* Регулирование микроклимата в жилищах//Жил. строительство. — 1971. — № 7. — С. 12—16.
- Мети Б.* Температурные условия окружающей среды//Физиология труда. — М.: Медицина, 1973. — С. 390—436.
- Минх А.А.* Справочник по санитарно-гигиеническим исследованиям. — М.: Медгиз, 1973. — 400 с.
- Минх А.А., Тихомиров И.И.* Экстремальные природные условия и акклиматизация человека//Философские и социально-гигиенические аспекты охраны окружающей среды. — М.: Медицина, 1976. — С. 191—207.
- Мирзакаримова М.Г.* Участие кожи и мышц в реакции организма на действие высокой температуры и инсоляции//Узбек.биол.журн. — 1962. — № 4. — С. 46—49.
- Мирзакаримова М.Г.* Сезонные изменения показателей крови//Изв. АН Узб.ССР. — 1958. — № 6. — С. 21—24.
- Мирзакаримова М.Г.* Некоторые вопросы резорбции воды и солей в кишечнике в условиях высокой температуры и инсоляции.//В кн.: Функции организма в жарком климате и некоторые вопросы адаптации. — Ташкент: Фан, 1975. — С. 87—94.
- Муррахимов М.М.* О длительной акклиматизации человека в горах Средней Азии//Физиология человека в природных условиях СССР. — М.: АН СССР, 1969. — С. 135—151.
- Михайлов В.П.* Применение нагрузок хлористого натрия при работе в защитной одежде в условиях высокой температуры внешней среды//Труды Воен.ин-та физ.культуры и спорта им. В.И.Ленина. — Л., 1960. — Вып. 25. — С. 75—84.
- Михайлов Н.М.* О функциональных сдвигах в организме при плавании в низких широтах//Воен.-мед.журн. — 1968. — № 12. — С. 65—66.
- Михалева О.А.* Сосудодвигательные реакции при гипертермии организма//Физиол.журн. СССР. — 1948. — Т.34, № 1. — С. 41—47.
- Моисеев Н.Я., Рязанкин С.М.* Прогнозирование тепловой устойчивости организма по частоте пульса и артериальному давлению в покое//Актуальные проблемы психофизиологического обеспечения учебно-боевой деятельности личного состава вооруженных сил: Материалы научно-практ.конф. — М.: МО РФ, ГВМУ, ГосНИИ ЭМФТ, 1997. — С. 136—137.
- Моммадов И.М., Тупикова Г.А.* Физиологические обоснования рациональных режимов труда механизаторов — строителей Каракумского канала//Физиологические основы адаптации организма к аридным условиям. — Ашхабад: Илым, 1975. — С.122—128.

- Навакатикян А.О.* Дисперсионный анализ одновременного действия на организм нескольких факторов//Тез. докл. 3-й науч. конф. Ин-та гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР по вопросам физиологии. — М., 1960. — С. 134—135.
- Намятый А.Н.* Об оксигенации крови при выполнении физической работы в условиях высоких температур//Тез. докл. науч. сессии Донец. науч.-исслед. ин-та физиологии труда по вопросам гигиены, физиологии труда и проф. патологии в основных отраслях промышленности. — Донецк, 1963. — С. 28—29.
- Науменко Е.Б.* Динамика работоспособности человека в арктическом, тропическом и антарктическом регионах//Человек в авиации и космонавтике: прошлое, настоящее, будущее: Тез. докл. научной конф. — М.: Полет, 1995. — С. 112—113.
- Мнациканян А.З., Сгибнев А.К.* Выживание и спасение экипажей летательных аппаратов//Справочник авиационного врача. — М.: Воздушный транспорт, 1993. — Кн. 2. — С. 331—368.
- Непесов А.А., Серебряков Е.П.* Влияние тиреоидэктомии на некоторые показатели крови и выживаемость животных при перегревании// Физиология и патология щитовидной железы. — Ташкент: ФАН, 1966. — С. 149—151.
- Никитинский Ю.Б., Зеленина И.М.* Изменения некоторых показателей функций организма при плавании в низких широтах//Воен.-мед. журн. — 1969. — № 12. — С. 61—62.
- Нови В.А.* Слюноотделение у человека в условиях повышенной температуры внешней среды//Сб. рефератов науч. работ Киевского ин-та гигиены труда и проф. заболеваний. — Киев, 1947. — С. 46—54.
- Новожилов Г.Н.* О сроках адаптации к жаркому климату при плавании в низких широтах//Воен.-мед. журн. — 1967. — № 5. — С. 57—60.
- Новожилов Г.Н., Давыдов О.В., Мазуров К.В. и др.* Вегетативный индекс Кредо как показатель первичного приспособления к условиям жаркого климата//Воен.-мед. журн. — 1969. — № 8. — С. 68—69.
- Новожилов Г.Н., Алфимов Н.Н., Емельяненко М.И.* Тепловые поражения у личного состава кораблей в низких широтах//Воен.-мед. журн. — 1972. — № 7. — С. 81—86.
- Новожилов Г.Н., Бердышев В.В.* О работоспособности судовых специалистов в период ночных вахт//Воен.-мед. журн. — 1978. № 1. — С. 58—61.
- Новожилов Г.Н., Пастухов В.В., Плахов Н.Н.* Влияние микроклимата на ночной сон и физическую работоспособность при плавании в низких широтах//Воен.-мед. журн. — 1983. — № 7. — С. 54—56.
- Новожилов Г.Н., Ломов О.П.* Гигиеническая оценка микроклимата. — Л.: Медицина, 1987. — 112 с.
- Овезмурадова Э.С.* Изменение сосудисто-тканевой проницаемости внутренних органов и мозга с помощью радиоактивного фосфора P-32 при гипертермии//Тез. докл. науч. конф., посвящ. 400-летию Туркменской ССР и компартии Туркменистана. — Ашхабад, 1964. — С. 36—37.
- Овчарова В.Ф., Спиридонова Ф.В.* О физиологических изменениях в организме при смене климатических условий// Физиология человека в природных условиях СССР. — Л.: Наука, 1969. — С. 64—71.
- Ольнянская Р.П., Исаакян Л.А.* Методы исследования газового обмена у человека и животных. — Л.: Медгиз, 1959. — 232 с.

- Осинцева В.П., Бонашевская Т.И., Зубец А.М. и др.* Влияние инфракрасной радиации на организм экспериментальных животных (морфологическое исследование)//Матер. конф. по итогам научн.исслед. за 1966 г. Ин-та общей и коммунальной гигиены. — М., 1976. — С. 56—58.
- Павлов А.С., Молоштан В.С.* К вопросу о возможности повышения работоспособности человека путем оптимального перегрева тела//Тез.науч.сообщений на 15-м съезде Всесоюз.об-ва им. И.П.Павлова. — Кишинев, 1987. — Т.2. — С. 106.
- Павлов И.М.* О некоторых особенностях работы пищеварительного аппарата и обмена после резекции желудка и при лихорадке//Патофизиологические проблемы резекции желудка и лихорадки: Труды 1-го Ленингр.мед.ин-та. — Л.: 1957. — Вып. 1. — С. 3—40.
- Онищенко Г.Г., Шапошников А.А., Чвырев В. Г. и др.* Санитарно-гигиеническое обеспечение населения в чрезвычайных ситуациях: Руководство. — М.: Всероссийский центр медицины катастроф «Защита», 1999 — 226 с.
- Панисяк В.И.* Особенности углеводного и белкового обмена на рубеже необратимой фазы перегревания//Тр.Смоленского мед.ин-та. — 1958. — Т.9. — С.49—58.
- Панисяк В.И., Козлов Н.Б.* О биохимической сущности патогенеза теплового удара и его лечения//Тр. 1-й биохимической конф. Прибалтийск.респ. и Белоруссии. — Тарту, 1961. — С. 82—87.
- Панфилов А.С., Варварин В.П.* Изучение терморегуляции у летного состава в целях врачебно-летней экспертизы//Воен.-мед.журн. — 1964. — № 11. — С. 56—59.
- Плетенский Ю.Г.* О работоспособности у людей в изолирующих костюмах при дыхании газовыми смесями в условиях нагревающего микроклимата//Физиол.труда. — М.: Наука, 1967. — С. 239—240.
- Покровский А.А.* (ред.) Биохимические методы исследования в клинике. — М.: Медицина, 1969. — 652 с.
- Приходько П.Т.* Гигиена труда в горной промышленности. — М.: Гостехиздат, 1962. — 142 с.
- Просецкий П.А.* Санитарно-гигиенические условия труда и быта на морских судах в тропических плаваниях//Гиг. и сан. — 1960. — № 2. — С. 25—31.
- Раевский В.С.* Терморегуляция у человека при тяжелой физической работе в условиях высокой температуры и солнечной радиации//Физиол.журн.СССР. — 1938. — Т.24, № 5. — С. 901—906.
- Райхман С.П.* Пневмокостюмы для промывальщиков железнодорожных цистерн//Физиология теплообмена и гигиена промышленного микроклимата: Тез.докл.науч.конф. — М., 1959. — С.89—90.
- Райчева В.Н.* О некоторых изменениях электролитов в сыворотке крови у рабочих горячих цехов//Гиг.труда. — 1963. — № 3. — С. 29—33.
- Рамзаев П.В.* Термоэлектрический контроль за температурой и теплоотдачей человека//Воен.-мед.журн. — 1957. — № 8. — С.68.
- Расуладзе Г.Д.* Эффективность некоторых мероприятий, направленных на сохранение нормального теплообмена у чаеводов//Сб.трудов Науч.-исслед.ин-та гигиены труда и проф.заболеваний. — Тбилиси, 1970. Т.12. — С. 39—42.
- Ратнер Н.А., Герасимова Е.Н., Герасименко П.П.* Гиперальдостеронизм. — М.: Медицина, 1968. — 180 с.
- Рахимов К.* О приспособляемости поджелудочной железы к качеству пищи в условиях воздействия на организм высокой температуры

и инсоляции//Бюл.экспер.биол. — 1965. — Т.60, № 11. — С. 30—33.

*Рахимов К.* Некоторые актуальные вопросы физиологии пищеварения в жарком климате//Функции организма в жарком климате и некоторые вопросы адаптации. — Ташкент: ФАН, 1975. — С. 78—83.

*Рахимов К., Ахмедов Р.* О фотолитической и зоологической активности амилазы крови в разные сезоны//Функции организма в жарком климате. — Ташкент: ФАН, 1970. — С. 219—222.

*Рахимов К., Демидова А.И.* Влияние теплового фактора на активность различных ферментов слизистой оболочки тонкой кишки//Пат. физиол. — 1976. — Вып. 3. — С. 58—59.

*Рахметов Б.Р., Мурадова М.С.* Иммунофизиологические аспекты адаптации к условиям аридной зоны//Тез.науч.сообщ. на 15-м съезде Всесоюз.физиологии об-ва им.И.П.Павлова. — Кишинев, 1987. — Т.2. — С.80.

*Ренбурн Э.* Тропическая одежда (физиологическая оценка)//Биометорология. — Л.: Гидрометеиздат, 1965. — С. 67—72.

*Репин Г.Н.* Гигиеническое обоснование допустимых уровней инфракрасного облучения при лучистом отоплении производственных помещений//Гиг.и сан. — 1972. — № 4. — С. 30—34.

*Репин Г.Н., Афанасьева Р.Ф.* Итоги и перспективы гигиенического нормирования производственного микроклимата//Гиг.и сан. — 1985. — № 6. — С. 16—19.

*Решетюк А.Л.* Принципы физиологического нормирования труда//Гиг.и сан. — 1981. — № 1. — С. 53—56.

*Решетюк А.Л.* Труд шахтера под землей//Руководство по физиологии. — М.: Медицина, 1983. — С. 340—365.

*Решетюк Л.А., Зингер Ф.Х., Винарик Э.М. и др.* Адаптация горнорабочих к труду в условиях глубоких шахт//Стресс и его патогенетич. механизмы: Материалы Всесоюз.симп. — Кишинев: Штиинца, 1973. — С. 357—358.

*Розанова Е.С.* Изменение содержания общего, связанного и свободного гликогена в различных органах у крыс при тепловом шоке. Сообщ. 2//Материалы 24-й науч.конф.Смоленского гос.мед.ин-та. — Смоленск, 1966. — С. 285—286.

*Розенблат В.В.* Проблема утомления. — М.: Медицина, 1975. — 239 с.

*Роис Б.Д., Роис Э.Т.* Жажда. — М.: Медицина, 1984. — 192 с.

*Романенко В.А.* Значение направленности спортивной тренировки для устойчивости организма человека к внешнему тепловому воздействию//Тез.докл.на республ.науч.конф. — Донецк, 1975. — С. 218—219.

*Руководство по Международной статистической классификации болезней, травм и причин смерти.* — Женева, ВОЗ, 1980. — Т.1. — 757 с.

*Русецкий И.И.* Клиническая нейровегетология. — М., 1950. — 291 с.

*Рыбкин П.П., Варнаков О.В.* К вопросу адаптации экипажей судов, плавающих в тропических широтах//Воен.-мед.журн. — 1968. — № 6. — С. 63—64.

*Савенко Н.П.* К вопросу о влиянии высокой температуры воздуха на чувствительность анализаторов и скорость сенсомоторных реакций человека//Вопросы физиологии труда. — Киев: Госмедиздат УССР, 1955. — С. 75—81.

*Савенко Н.П.* Динамика изменений кровяного давления у человека,

- выполняющего физическую работу в условиях высокой температуры окружающего воздуха//Тез. докл. 3-й науч. конф. по вопросам физиологии труда. — М., 1960. — С. 117—118.
- Садыков А.С.* Работоспособность скелетных мышц и некоторые вопросы водно-солевого обмена в условиях жаркого лета. — Ташкент: Медгиз УзССР, 1961. — 243 с.
- Садыков А.С., Еникеев М.В.* Внешнесекреторная функция поджелудочной железы в условиях воздействия на организм высокой внешней температуры (тепловой камеры). Сообщ. 2//Вопросы физиологии и патологии органов пищеварения: Труды Ташкентского мед. ин-та. — Ташкент, 1964. — Вып. 1. — С. 646—652.
- Садыков А.С., Азимов И.Г.* Интероцептивные влияния с восходящего отдела толстого кишечника на секреторно-сосудистые реакции желудка в условиях обезвоживания организма//Физиология и патология кортико-висцеральных взаимоотношений и функциональных систем организма: Материалы науч. конф. по проблеме. — Иваново, 1965. — Т. 2. — С. 238—240.
- Самойленко И.С.* О механизмах зависимости секреторной деятельности тонкого кишечника от теплового обмена организма//Функциональные взаимоотношения между различными системами организма в норме и патологии: Материалы науч. конф. по проблеме. — Иваново, 1962. — С. 261—265.
- Сапов И.А., Поляков В.П.* Изменения функций организма в связи с адаптацией к условиям плавания в низких широтах//Воен.-мед. журн. — 1971. — № 3. — С. 80—82.
- Сауткин В.С., Брюханова С.Т., Калашников А.А. и др.* Физиологические особенности труда сталеваров при обслуживании электродуговых печей средней мощности//Проблемы гигиены, физиологии труда и профпатологии в черной металлургии в условиях НТР: Тезисы докл. 3-й республ. науч. конф. — Кривой Рог, 1980. — С. 76—78.
- Сафорова Р.И.* Энергетический метаболизм тканей при адаптации к теплу//Адаптация человека в различных климатогеографических и производственных условиях: Тез. докл. 3-й Всесоюзной конф. — Новосибирск, 1981. — Т. 1. — С. 55—56.
- Сафорова Р.И., Маненкова И.Д., Бабаева А.Х.* Биоэнергетические аспекты адаптации организма к высокой температуре внешней среды//Тез. науч. сообщ. на 15-м съезде Всесоюз. физиологич. об-ва им. И.П. Павлова. — Кишинев, 1987. — Т. 2. — С. 83, 84.
- Сафорова С.Н.* Влияние высокой температуры и инсоляции на ферментативную активность поджелудочной железы и тонкого кишечника у суслика//Тез. докл. 6-й конф. физиологов республик Средней Азии и Казахстана. — Ташкент: ФАН, 1976. — С. 103—104.
- Сафонов А.Ф.* Влияние водопоя на терморегуляцию у овец в условиях жаркого климата//Физиологические основы сложных форм поведения. — М.—Л.: АН СССР, 1963. — С. 175—176.
- Северин С.Е.* Влияние пребывания животного в условиях высокой температуры на химический состав и свойства крови. Сообщ. 2. Активная реакция и газы крови//Влияние высокой температуры на животный организм и организм человека. — М.—Л.: Госмедиздат, 1934. — Вып. 1. — С. 174—183.
- Северин С.Е., Блинова А.М., Козлов А.Г.* Влияние пребывания животного в условиях высокой температуры на химический состав спинномозговой жидкости (активная реакция, общее количество,  $\text{CO}_2$

- и молочная кислота)//Влияние высокой температуры на животный организм и организм человека. — М.—Л.: Госмедиздат, 1934. — Вып. 1. — С. 216—220.
- Сергеев Е.П.* Акклиматизация к теплу в условиях морского похода в субтропиках//Воен.-мед.журн. — 1959. — № 4. — С. 63—64.
- Сергеев Е.П., Воробьев А.А., Просецкий П.А., Виноградов С.А.* Новое в гигиеническом нормировании микроклимата судовых помещений, оборудованных системами кондиционирования воздуха//Гиг. и сан. — 1975. — № 11. — С. 45—48.
- Сергеев Е.П.* Физиологические сдвиги, характеризующие работоспособность на штурманской вахте в субтропиках//Влияние физических свойств воздушной среды на личный состав ВМФ: Труды ВМА им.С.М.Кирова. — Т.128. — Л., 1962. — С.104—109.
- Сергеев Е.П., Неумывакин И.П.* Влияние микроклимата кабин самолетов на характер терморегуляции летчиков//Воен.-мед.журн. — 1964. — № 4. — С.54—57.
- Серебряков Е.П., Аманенкова А.Ш., Грехова А.А.* К вопросу водно-солевого обмена у человека в природных условиях//Адаптация человека в различных климатогеографических и производственных условиях: Тез.докл. 3-й Всесоюз.конф. — Новосибирск, 1981. — Т.1. — С. 101—102.
- Серебряков Е.П., Коженкова Е.П., Сошнева Е.Ю.* К механизму поддержания объема крови при воздействии на организм высокой температуры внешней среды//Важнейшие теоретические и практические проблемы терморегуляции: Тез.докл. 2-й Всесоюз.конф. — Минск, 1986. — С. 267.
- Сеферова Р.И.* Энергетический метаболизм тканей при адаптации к теплу//Адаптация человека в различных климатогеографических и производственных условиях: Тез. докл. 3-й Всесоюз.конф. — Новосибирск, 1981. — Т.1. — С.55—56.
- Сеферова Р.И., Маненкова И.Д., Бабаева А.Х.* Биоэнергетические аспекты адаптации организма к высокой температуре внешней среды//Тез.науч.сообщ. на 15-м съезде Всесоюз.физиологич.об-ва им.И.П.Павлова. — Кишинев, 1987. — Т.2. — С. 83—84.
- Сидоров О.А.* Физиологические факторы человека, определяющие компоновку поста управления машиной. — М.: Оборонгиз, 1962. — 363 с.
- Сильченко К.К.* Химический состав пота как показатель адаптации к высокой температуре//Адаптация человека в различных климатогеографических и производственных условиях: Тез.докл. 3-й Всесоюз.конф. — Новосибирск, 1981. — Т.1. — С. 85—86.
- Симонович Т.Д.* Материалы к гигиеническому нормированию производственного микроклимата в прядильных и ткацких цехах Ташкентского текстильного комбината//Физические факторы внешней среды. — М., 1960. — С. 275—281.
- Симонович Т.Д.* К вопросу о физиологии теплообмена у строителей в условиях климата Ташкента//Материалы науч.сессии, посвящ. 35-летию Науч.-исслед.ин-та гигиены труда и профзаболеваний им. Н.Махвиладзе. — Тбилиси, 1964. — С.60.
- Слепчук Н.А.* Роль кожных и центральных терморцепторов в реакции учащения дыхания у кроликов//Температурная реакция: Материалы Всесоюз.симпозиума. — Петрозаводск, 1969. — С. 116—117.
- Слоним А.Д.* Типы реакций сердечно-сосудистой системы здорового человека на летнюю жару//Вопросы климато-физиологии. — Ташкент, 1939. — С. 5—17.

- Слоним А.Д.* Животная теплота и ее регуляция в организме млекопитающих. — М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1952. — 328 с.
- Слоним А.Д.* О влиянии факторов внешней среды на физиологические функции//Материалы 1-й конф. физиологов, биохимиков и фармакологов Средней Азии и Казахстана. — Ташкент, 1958. — С. 207—223.
- Смирнов В.С.* Дерматиты в условиях тропиков//Воен.-мед.журн. — М.: 1994. — № 7. — С. 35—37.
- Смирнов А.А.* Влияние на организм человека повторного действия высокой внешней температуры в состоянии относительного покоя и при выполнении физической нагрузки//Материалы конф. по проблеме адаптации, тренировки и другим способам повышения устойчивости организма. — Донецк, 1960. — С. 125—127.
- Смирнов А.А.* Влияние высоких температур и влажности воздуха на скорость перегревания организма человека//Гигиена и санитария. — 1961. — № 10. — С. 16—19.
- Смирнов А.А.* Влияние на организм человека повторного действия высокой внешней температуры//Воен.-мед.журн. — 1969. — № 3. — С. 61—64.
- Смирнов К.М.* Функция внутренних органов в трудовых процессах//Руководство по физиологии труда. — М.: Медицина, 1983. — С. 114—200.
- Смолякова Г.Н.* Врачебный контроль при занятиях физической культурой и спортом в условиях повышенных температур воздуха//Актуальные проблемы врачебного контроля и лечебной физкультуры. — Киев, 1965. — С. 250—251.
- Смолянский В.А.* Алиментарные заболевания (болезни недостаточного и избыточного питания). — Л.: Медицина, 1979.
- Соловьев В.С.* Механизмы резистентности к перегреванию, обеспечиваемые системой крови//Важнейшие теоретические и практические проблемы терморегуляции: Тез.докл. 2-й Всесоюз.конф. — Минск, 1986. — С. 276.
- Солодков А.С., Бердышев В.В.* О развитии состояния физиологического напряжения у моряков при плавании в низких широтах//Воен.-мед.журн. — 1972. — № 7. — С. 86—90.
- Солодков А.С.* Проблема адаптации в морской медицине//Воен.-мед.журн. — 1977. — № 9. — С. 63—65.
- Солодков А.С.* О механизмах адаптации моряков к условиям плавания//Адаптация организмов к природным условиям: Тез. докл. 6-й Всесоюз.конф. по экономической физиологии. — Сыктывкар, 1982. — Т.3. — С.244.
- Солодков А.С.* Состояние обмена веществ у моряков в плавании//Воен.-мед.журн. — 1984. — № 10. — С. 42—45.
- Соломко П.А.* Из практики акклиматизации войск в пустыне//Воен.-мед.журн. — 1959. — № 4. — С. 30—35.
- Соломко П.А.* Некоторые особенности акклиматизации и водоснабжения пришлого населения в пустыне//Тез.докл. на науч.конф. Киргизск.мед.ин-та. — Фрунзе, 1959. — С. 61—62.
- Соломко П.А.* О нормах потребления воды при физической работе в пустыне//Воен.-мед.журн. — 1967. — № 6. — С. 53—54.
- Соломко П.А.* К профилактике перегреваний при физическом труде в жарком климате//Труды Киргизск.научно-исслед.ин-та эпидемиол., микробиол. и гигиены. — Фрунзе: Кыргызстан, 1969. — Т.9. — С. 228—230.

- Сподин Н.К., Касаткина Р.Н.* Местное охлаждение кожи у горнорабочих глубоких шахт//Современные методы исследования одежды: Материалы симпоз. ВМА им.С.М.Кирова. — Л., 1973. — С.110.
- Старцева Л.И.* Промышленный микроклимат в ферпрессовых и экстракционных цехах масложирокомбинатов Узбекистана и процессы теплообмена у работающих//Тез.докл. конф. молодых научных работников Ин-та гигиены труда и проф.заболеваний АМН СССР. — М., 1966. — С. 30—31.
- Стенько Ю.М.* Обоснование гигиенических параметров температуры и влажности воздуха в каютах судов, плавающих в тропиках//Гиг. и сан. — 1960. — № 5. — С. 38—43.
- Стенько Ю.М.* Вентиляция, отопление и кондиционирование воздуха судовых помещений: Пособие для врачей. — М.: Медицина, 1966. — С. 43—68.
- Стефановская Н.Е.* Резервная щелочность плазмы крови кроликов при перегревании и обезвоживании//Изв.АМН Туркм.ССР. — 1963. — № 3. — С. 81—84.
- Султанов Ф.Ф.* Состояние аргирофильных волокон при перегревании//Тез. докл. науч.конф. Туркменского ин-та краевой медицины АМН СССР, посвященной 40-летию Туркм.ССР и компартии Туркменистана. — Ашхабад, 1964. — С 42—43.
- Султанов Ф.Ф., Бабаева А.Х., Фрейнк А.И.* Физиологические механизмы адаптации к условиям аридной зоны//Ресурсы биосферы. — Вып. 3. Адаптация человека/Под ред. З.И.Барбашова. — Л.: Наука, 1976. — С. 144—162.
- Султанов Ф.Ф.* Высокая внешняя температура и клеточно-гуморальные факторы организма. — Ашхабад: Ылым, 1973. — 70 с.
- Султанов Ф.Ф.* Гипертермия. — Ашхабад: Ылым, 1978. — 83 с.
- Султанов Ф.Ф., Фрейнк А.И.* О роли стресса в формировании адаптации к высокой температуре окружающей среды//Тезисы Всесоюз.симп. «Стресс и адаптация». — Кишинев: Штииница, 1978. — С. 58.
- Султанов Ф.Ф.* Об основных механизмах и закономерностях адаптации в условиях аридной зоны//Адаптация человека в различных климато-географических и производственных условиях: Тезисы докл. 3-й Всесоюз.конф. — Новосибирск, 1981. — Т.1. — С. 11—13.
- Султанов Ф.Ф.* Теплообмен и терморегуляция при высокой температуре//Теоретические и профилактические проблемы терморегуляции: Материалы 2-й Всесоюз.школы-семинара. — Ашхабад: Ылым, 1982. — С. 54—67.
- Суханов В.А.* О состоянии желудочной секреции у рабочих горячих цехов//Гиг.труда. — 1962. — № 2. — С.55-57.
- Тагирова Л.А.* Роль коры больших полушарий головного мозга в регуляции взаимосвязи функций почек и слюнных желез в условиях высокой температуры и инсоляции//Проблемы физиологии человека и животных в условиях жаркого климата. — Ташкент, 1965. — С. 121—124.
- Таирбеков М.Г.* Клеточные и молекулярные аспекты адаптации//Космич.биол. — 1976. — Т.10, № 4. — С. 3—9.
- Таланина Л.Х.* О работе слюнных желез собак в условиях солнечного облучения//Вопросы физиологии и патологии органов пищеварения. — Ташкент, 1964. — Вып. 1. — С. 49—53.
- Талипов М.С., Мансуров Т.А., Сафарова С.Н.* и др. Об изменениях некоторых терморегуляторных механизмов при многократном воз-



- действию на организм высокой температуры различной интенсивности//Важнейшие теоретические и практические проблемы терморегуляции: Тез. докл. 2-й Всесоюз. конф. — Минск, 1986. — С. 286.
- Тарусов Б.Н.* Сельскохозяйственная биология. — М., 1970. — Т.5. — С. 674—678.
- Тен В.* Адаптационные изменения реакции химической терморегуляции у белых крыс при многократных воздействиях высокой температуры//Тез. докл. Всесоюз. конф. по теплообмену и терморегуляции. — Л., 1967. — С. 100—102.
- Терентьева Р.И.* Определение хлоридов и некоторых показателей щелочно-кислотного равновесия у рабочих горячего цеха//Физиологические механизмы адаптации организма к жаркому климату: Тез. докл. 1-й науч. конф. Турмен. ин-та краевой медицины по проблеме. — Ашхабад, 1966. — С. 39—40.
- Тетеревицков В.Н., Карнаух Н.Г., Куксинская Т.В.* и др. О нормировании допустимых условий производственного микроклимата//Актуальные вопросы промышленного микроклимата: Сб. науч. трудов Ин-та гиг. труда и профзаболеваний АМН СССР. — М., 1978. — С. 29—40.
- Терещенко С.Г., Галкин Н.Б.* Режимы физической тренировки при проведении предварительной тепловой адаптации//Важнейшие теоретические и практические проблемы терморегуляции: Тез. докл. 2-й Всесоюз. конф. — Минск, 1986. — С. 288.
- Тилис А.Ю.* Дыхательная функция крови у собак в различные периоды солнечно-теплого перегревания//Физиология теплообмена и гигиена промышленного микроклимата. — М.: Ин-т гигиены труда и профессиональных заболеваний АМН СССР, 1961. — С. 257—266.
- Тилис А.Ю.* Значение сердечно-сосудистой системы в процессе адаптации к жаркому климату//Материалы конф. по проблеме адаптации, тренировки и другим способам повышения устойчивости организма. — Винница, 1962. — С. 58—59.
- Тилис А.Ю.* Значение токсемии в развитии сердечно-сосудистой недостаточности при солнечно-тепловом перегревании//Пат. физиол. — 1963. — Т.7. № 5. — С. 29—34.
- Тилис А.Ю.* Гемодинамика и биохимические сдвиги при солнечно-тепловом перегревании. — Ташкент: Медицина, 1964. — 248 с.
- Тихов Ю.П.* Гигиеническое значение различных уровней влажности воздуха при пониженной его температуре и различных скоростях движения//Вопросы гигиены физиологии труда и проф. патологии в угольной, металлургической и других отраслях промышленности: Тез. докл. науч. конф. Донецкого НИИ гигиены и физиол. труда. — Донецк, 1962. — С. 48—49.
- Толмач Д.В., Гетманец Р.А., Александрин В.А.* и др. Состояние здоровья рабочих горячих цехов Донецкого металлургического завода//Научно-технический прогресс и оздоровление труда в угольной и металлургической промышленности: Тез. докл. на респ. науч. конф. — Донецк, 1975. — С. 187—188.
- Трофимова Г.А.* Психофизиологические аспекты адаптации при плавании в тропиках//Стресс, адаптация и функциональные нарушения: Тез. Всесоюзного симпозиума. — Кишинев, 1984. — С. 223—224.
- Турсунов З.Т.* Роль коры головного мозга в слюноотделении в услови-

- ях высокой температуры//Труды Ин-та краевой экспериментальной медицины. — Ташкент, 1961. — Вып. 2. — С. 41—45.
- Турсунов З.Т., Рузнев А.Я.* Ферменто- и солевывделительные функции поджелудочной железы в процессе адаптации организма к высокой температуре//Проблемы физиологии человека и животных в условиях жаркого климата. — Ташкент, 1965.
- Турсунов З.Т., Курбатов Ш.К., Сушко А.Г.* Амилолитическая активность поджелудочной железы и кишечного содержимого при воздействии высокой внешней температуры и мышечной деятельности//Актуальные проблемы этиологии, патогенеза, клиники и лечения тропических болезней: Материалы 1-й Всесоюз. науч. конф. — М., 1976. — С. 141—142.
- Удалов Ю.Ф., Кузнецов М.И.* О питании летного состава в северных широтах//Воен.-мед. журн. — 1960. — № 2. — С. 72—74.
- Уманский С.П.* Снаряжение летчика и космонавта. — М.: Воениздат, 1967. — 192 с.
- Умарова М.А.* Влияние высокой температуры на совместное всасывание воды, глюкозы и некоторых минеральных солей у белых крыс//Функции организма в жарком климате. — Ташкент: ФАН, 1970. — С. 278—282.
- Умидова З.И.* К вопросу о климатофизиологии и климатопатологии в Средней Азии//За соц. здравоохр. Узбекистана. — 1954. — № 4. — С. 9—13.
- Уэбб П.* Тепловые свойства среды и температурный стресс//Основы космической биологии и медицины (совместное советско-американское изд.). — М.: Наука, 1975. — Т.2, кн.1. — С.105—138.
- Файтельберг Р.О., Арнольди И.А., Шимес М.П.* Влияние высокой температуры окружающей среды на сократительную и секреторную деятельность желудка язвенных больных//Бюл. экспер. биол. — 1946. — Т.12, вып.2. — № 8. — С. 52—56.
- Файтельберг Р.О., Семенюк Л.А., Воля Э.М.* Всасывательная функция кишечника собак и овец при изменении температуры крови, притекающей к головному мозгу//Труды объединенной науч. конф. по проблеме механизмов кортико-висцеральных взаимоотношений. — Баку: АН Азерб. ССР, 1962. — С. 235—238.
- Федорова П.И.* Влияние жаркого климата Ташкента на сосудистые реакции здоровых людей и больных тиреотоксикозом//Материалы 1-й конф. физиологов, биохимиков, фармакологов Средней Азии и Казахстана. — Ташкент: изд-во АН УзбССР, 1958. — С. 246—252.
- Физиологическое нормирование в трудовой деятельности/*Под ред. В.И. Медведева. — Л.: Наука, 1988. — 127 с.
- Финогенов А.М., Аждаев А.Н., Калибердин Г.В.* Одежда космонавта и личная гигиена//Основы космической биологии и медицины (совместное советско-американское издание). — М.: Наука, 1975. — Т.3, гл.4. — С.122—140.
- Хвойницкая М.А., Чиговец Р.В., Черевко Ф.Н.* Перераспределение воды в тканях при воздействии высокой температуры//Бюл. экспер. биол. и мед. — 1951. — Т. 32, вып. 6. — № 12. — С. 440—442.
- Хвойницкая М.А.* Средства регуляции водно-солевого обмена при работе в условиях высокой температуры//Тез. докл. науч. сессии в честь 300-летия воссоединения Украины с Россией. — Киев: Госмедиздат, 1954. — С. 53—55.
- Хижниченко В.А.* Эффективность ежедневных занятий в группе здоро-

- вья на открытом воздухе//Физическая культура в режиме труда и отдыха: Материалы международного совещания-конференции. — Киев, 1971. — С. 284—285.
- Ходжиматов В.А.* Влияние качественно различного питания на содержание воды в организме животных//Мед.журн.Узбекистана. — 1964. — № 3. — С. 46—49.
- Хоцянов Л.К.* Очередные задачи гигиены труда в черной металлургии//Тез.докл. на науч.сессии Ин-та гиг.труда и проф.заболеваний. — М.: АМН СССР, 1951. — С. 64—65.
- Худайбердиев М.Д.* Тепловая чувствительность переднего гипоталамуса при адаптации к высокой внешней температуре//Стресс, адаптация и функциональные нарушения: Тез.Всесоюз.симпозиума. — Кишинев, 1984. — С. 241.
- Циолковский Э.К.* Исследование мировых пространств реактивными приборами. — Калуга, 1911. — 8 с.
- Цишинатти Н.Г.* Патолофизиологические механизмы и некоторые вопросы профилактики перегревания//Материалы науч.сессии, посвященной итогам гигиены труда и профессиональных заболеваний. — Киев, 1963. — С. 74—75.
- Черняков И.Н.* Дегидратация организма человека на больших высотах//Воен.-мед.журн. — 1967. — № 3. — С. 62—64.
- Чернявская Ю.В., Серебряков Е.П., Кривоногов В.А.* Гидроэлектrolитный обмен у больных с дизэнцефальными нарушениями в условиях Туркмении//Физиологические основы адаптации организма к аридным условиям. — Ашхабад: Ёлым, 1975. — С. 195—201.
- Чепрасов В.Ю., Иишутин В.Н., Войтенко А.М.* и др. Использование контрастных тепловых воздействий для повышения профессиональной работоспособности пилотов//Тез.докл. 8-й Всесоюз.конф. по космич.биол. и авиакосмической медицине. — М.: Наука, 1986. — С. 156—157.
- Шамсутдинова Р.К., Бахадыров К.Б.* Содержание кишечных ферментов в кале здоровых людей в условиях жаркого климата//Вопросы физиологии и патологии органов пищеварения: Труды Ташкентск. гос. мед. ин-та. — Ташкент, 1964. — Вып. 1. — С. 274—279.
- Шантала А.А.* Гигиенические основы создания искусственного микроклимата глубоких шахт//Гиг.труда. — Киев, 1966. — С.5—11.
- Шарай Л.А.* Экспериментально-гистологическое исследование изменений эпителия желудка при регулярно повторяющемся в течение длительного времени термическом раздражении//Арх. анат. — 1961. — Т.41, вып.12. — С. 44—56.
- Шарипова Д.Д.* Сезонные изменения содержания воды в кишечнике и некоторых других органах собак//Проблемы физиологии человека и животных в условиях жаркого климата. — Ташкент: изд-во Узб.ССР, 1965. — С. 104—109.
- Шахбазян Г.Х.* Температура кожи и комфорт//Сб.реф.науч.работ Киевского ин-та труда и проф.заболеваний. — Киев: Госмедиздат, 1947. — С. 5—8.
- Шахбазян Г.Х.* Гигиенические нормативы производственного микроклимата//Тез.докл.объединенной научной сессии. — Киев, 1957. — С. 12—16.
- Шахбазян Г.Х.* О работе группы экспертов ВОЗ по вопросу о влиянии на рабочих тепловой нагрузки//Гиг. и сан. — 1968. — № 12. — С. 80—84.
- Шевелюхин Д.А.* Экспериментально-клинические наблюдения над вли-

- янием высокой температуры на организм человека//Влияние высокой температуры на животный организм и организм человека. — М.—Л.: Госмедиздат, 1934. — Вып. 1. — С. 314—325.
- Шейнерман М.Д.* Работа слюнных желез во время перегревания организма//Русский физиолог. — 1931. — Т. 14. — Вып. 2—3. — С. 301—309.
- Шишлянникова Г.И.* Физиолого-гигиеническая характеристика режимов труда и отдыха машинистов строительных машин в условиях высокой температуры//Тез. докл. 6-й конференции физиологов республик Средней Азии и Казахстана. — Ташкент: ФАН, 1976. — С. 207—208.
- Шлейфман Ф.М.* О влиянии колебаний температуры воздуха на терморегуляцию человека//Гиг. труда и санитария. — 1963. — № 8. — С. 24—28.
- Шлейфман Ф.М., Марченко Л.А., Кузина А.С.* Гигиеническое значение лучистой энергии в условиях современного производства//Актуальные вопросы промышленного микроклимата: Сб. науч. работ Ин-та гиг. труда и профзабол. АМН СССР. — М., 1978. — С. 21—28.
- Шлейфман Ф.М., Карнаух Н.Г., Лащук А.А.* и др. Основные проблемы нормирования микроклимата производственных помещений//Украинский съезд гигиенистов, 10-й: Тез. докл. — Киев, 1981. — Т. 2. — С. 213—214.
- Шек М.П.* Интенсивность всасывания воды в тонком кишечнике у собак при различных степенях перегревания//Физиол. журн. СССР. — 1960. — Т. 66, № 12. — С. 1483—1488.
- Шек М.П.* Еще раз о физиологических нормах потребления при мышечной деятельности в условиях высокой температуры окружающей среды//Воен.-мед. журн. — 1963. — № 4. — С. 66—68.
- Шестаков С.В., Фиалковский А.В.* Является ли пульсовое минимальное давление показателем функциональной слабости сердечно-сосудистой системы//Клин. мед. — 1941. — Т. 19, № 1. — С. 81—89.
- Шпидлер Д.Л.* Влияние повышенной температуры воздуха на эвакуаторную функцию желудка собаки//Материалы 10-го съезда Всесоюз. физиол. об-ва им. И.П. Павлова. — М.—Л., 1964. — Т. 2. — Вып. 2. — С. 417.
- Шукуров А.Ш.* Влияние температурного фактора на количество секретируемой желчи и количество билирубина в ней//Труды кафедры физиологии человека и животных Таджикского гос. ун-та «Изменения некоторых функций животного организма при высоких температурах». — Душанбе, 1964. — С. 5—10.
- Щербаков Ю.А.* Ферментный состав кишечного химуса в связи с секрецией тонкого кишечника и поджелудочной железы в условиях высокой внешней температуры и инсоляции//Мед. журн. Узбекистана. — 1962. — № 6. — С. 38—42.
- Эйдинова М.Л.* Влияние кратковременного пребывания животных в условиях высокой температуры на секреторную деятельность желудка//Влияние высокой температуры на животный организм и организм человека. — М.—Л., 1934. — Вып. 1. — С. 12—28.
- Эрман И.М., Жирнова Г.Е., Тупчий Е.П.* Гигиеническое значение радиационного теплоперехода от слабо нагретых поверхностей в общем теплообмене человека с окружающей средой//Гигиена и физиология труда производств, токсикология, клиника, профзаболевания. — Киев, 1963. — С. 80—82.
- Юнусов А.Ю., Турсунов З.Т., Белова Э.С.* Изменение водно-солевого

- обмена при выключении функции коры головного мозга фармакологическими средствами//Труды Ин-та краевой экспер.мед. АН УзССР. — Ташкент, 1961. — Вып.2. — С. 25—31.
- Юнусов А.Ю., Турсунов З.Т.* Влияние повторного воздействия высокой температуры на водно-солевой обмен//Узбекский биол.журн. — 1963. — № 2. — С. 11—15.
- Юнусов А.Ю.* Высокая температура и водно-солевой обмен. — Ташкент: ФАН, 1969. — 176 с.
- Юсунов К.Ю.* Новое питьевое средство для рабочих в условиях высоких температур. — Ташкент: мед. ин-т, 1961. — 188 с.
- Яковенко В.А.* Предупреждение и лечение тепловых ударов в войсках во время маршей//Воен.-мед.журн. — 1949. — № 5. — С. 25—28.
- Яковлева Ж.А.* Активность щелочной фосфатазы в легких крыс при перегревании различной степени//Патобиохимия и патогистология перегревания: Труды Смоленск. гос.мед.ин-та. — Смоленск, 1974. — Т. 40. — С. 101—105.
- Яо Ань-Цзы.* Влагопотери строительных рабочих (такелажников) в летнее время года//Тез.докл.конф.молодых научных работников Ин-та гиг.труда и проф.заболеваний. — М., 1959. — С. 73—74.
- Яо Ань-Цзы, Медведева Е.Ф.* О питьевом режиме при работах на открытой строительной площадке//Гиг. и сан. — 1962. — № 6. — С. 34—38.
- Ярошевский В.Р., Солодников А.В.* Об изменении терморегуляции в организме летчиков-истребителей во время полетов//Воен.-мед. журн. — 1960. — № 3. — С. 30—33.
- Яс Куно.* Перспирация у человека. — М., 1961. — 384 с.
- Яшумова З.А.* Пересмотр величин интегрального потока радиации производственных источников//Реф. работ Ленингр. науч.-исслед.ин-та гиг.труда и проф.заболеваний за 1950 г. — Л., 1951. — С. 31—56.

- Aikas E., Karvonen M.J., Pironen P. et al.* Intramuscular, rectal and oesophageal temperature during exercise//Acta physiol.Scand. — 1962. — Vol.54, № 3. — P. 36—70.
- Alexander A.* Thermal control in space vehicles//Science. — 1965. — Vol.143, № 3607. — P. 654—660.
- Allan J.R.* The effects of physical training in a temperate and hot climate on the physiological responses to heat stress//Ergonomics. — 1965. — Vol. 8, № 4. — P. 445—453.
- Allan J.R., Marcus P.* Thermal protection. Aviation medicine. London: Tri-med. book Ltd., 1978. — P. 364—384.
- Arnold K., Gruswik D., Ulmer F.* Central and peripheral factors in the production of circulatory changes in hyperthermia//J.aerosp.Med. — 1964. — Vol. 35, № 7. — P. 686.
- Bainton D., Moore F., Sweernam P.* Temperature and death from ischaemic heart disease//Brit.J.prev.soc.Med. — 1977. — Vol.31, № 1. — P. 49—51.
- Belding H.S., Hatch T.E.* Index for evaluating heat stress in terms of resulting physiological strains//Heating, Piping a.Air Cond.— 1955.— Vol.27, № 8. — P. 129—136.
- Beller G.A., Boyd A.E.* Heat stroke: a report of 13 consecutive cases without mortality despite severe hyperpyrexia and heurologic dysfunction// Milit.Med. — 1975. — Vol. 140, № 7. — P. 464—467.
- Billingham J.* Heat exchange between man and his environment on the surface

- of the moon//*J. Brit. Interplanet Soc.* — 1960. — Vol. 17, № 9. — P. 297—300.
- Blacklock N.J.* The pattern of urolithiasis in the Royal Navy//*J. roy. nav. med. Serv.* — 1965. — Vol. 51, № 2—3. — P. 99—111.
- Blockley W.V., McCutchan J.W., Lyman J.W. et al.* Human tolerance for high temperature aircraft environment//*J. Aviat. Med.* — 1954. — Vol. 25, № 5. — P. 515—522.
- Bollinger R.R., Carwell G.R.* Biomedical cost of low-level flight in a hot environment//*Aviat. Space Environm. Med.* — 1975. — Vol. 46, № 10. — P. 1221—1226.
- Brück K.* Heat balance: the regulation of body temperature//*Amer. Industr. Hyg. Ass. J.* — 1971. — Vol. 32 (Schmidt R.F., G.Thews). — Berlin; Heidelberg; New York, 1983. — P. 531—541.
- Bunning K.R.* The corps potable water capability//*Marine corps gazette.* — 1990. — V. 74. — № 12. — P. 45—49.
- Burbridge D.H.* La pathologia tropicale aux armees//*Rev. int. Serv. Santé Armées.* — 1959. — Vol. 32, № 10 — P. 533—538.
- Burton A.C.* The application of the theory of heat flow to the study of energy metabolism//*J. Nutr.* — 1934. — № 7. — P. 493—533.
- Burton A.C., Collier L.* The development of water conditioned suits. — Techn. Note ME-400. Roy Aircraft Establishment Farnborough, 1964.
- Chapman J., Bean W.B.* Jatrogenic heat stroke//*JAMA.* — 1956. — Vol. 161, № 14. — P. 1375—1377.
- Cheung S.S., Mc Lellan T.M.* Heat acclimation, aerobic fitness and hydration effects on tolerance during uncompensable stress//*Journal of Applied Physiology.* — 1998. — Vol. 84, № 5. — P. 1731—1739.
- Coburn J.W., Reba R.C.* Potassium depletion on heat stroke//*Mil. Med.* — 1966. — Vol. 131, № 8. — P. 678—687.
- Cliford J.C.* Some aspects of personal cooling inadequately air conditioned cockpits//*J. D. Hardy. Thermal problems in aerospace medicine.* Surrey. — London: Unvin Brothers, 1968. — P. 231—232.
- Colin J., Houdas Y.* Protection thermique lors seat a huat altitude//*Rev. Med. Aero.* — 1964. — Vol. 3, № 10. — P. 585—588.
- Collins C.P.* Healthe and effeciency in men of the Royal Navy under thermal stress//*J. roy. nav. med. Serv.* — 1955. — Vol. 41, № 4. — P. 201—207.
- Collins K.J., Crockford G.W., Weiner J.S.* The local training effect of secretory activity on the response eccrine sweat glands//*J. Physiol.* (London). — 1966. — Vol. 184. — P. 203—214.
- Collins K.J., Weiner J.S.* Endocrinological aspects of exposure to high environmental temperature//*Physiol. Rev.* — 1968. — Vol. 48, № 4. — P. 785—839.
- Consolazio C.F., Konish F., Ciccolni R.V. et al.* Food consumption of military personnel performing light activities in a hot desert environment//*Metabolism.* — 1960. — Vol. 9, № 5. — P. 435—442.
- Cook E.* Epidemiological approach to heat trauma//*Mil. Med.* — 1955. — Vol. 116, № 5. — P. 317—322.
- Costill D.L., Fink W.J.* Plasma volume changes following exercise and thermal dehydration//*J. appl. Physiol.* — 1974. — Vol. 37, № 4. — P. 521—525.
- Craic A.B., Dvorak M.* Thermal regulations during water immersion//*J. appl. Physiol.* — 1966. — Vol. 21, № 5. — P. 1577—1585.
- Craig F.N.* Evaporative cooling of men in wet clothing//*J. appl. Physiol.* — 1972. — Vol. 33, № 3. — P. 331—336.
- Crackford G.W., Hellon R.F.* Design and evacuation of ventilated garment

- for use in temperature up to 200 °C//*Brit. J. industr. Med.* — 1964. — Vol.21, № 3. — P. 187—196.
- Curley M.D., Hawkins R.N.* Performance during a heat acclimation regimen//*Aviat. Space Environm. Med.* — 1983. — Vol.54, № 8. — P. 709—713.
- Delahaye R.P.* Accidents aigus dus a la chaleur. Etude clinique de 122 cas observes au Sahara septentrional//*Rev. Corps Santé Armées...* — 1964. — Vol.5, №1. — P.69—104.
- Dpy J.* Effects of heat//*J. Roy. Army Med. Corps.* — 1954. — Vol.100, № 3. — P.187—192.
- Edholm O.G., Goldsmith R.* Food intakes and weight changes in climatic extremes//*Proc. Nutr. Soc.* — 1966. — Vol.25, № 2. — P.113—119.
- Eichna L.W., Park R., Nelson N. et al.* Thermal regulation during acclimatisation in a hot-dry (desert type) environment//*Amer. J. Physiol.* — 1950. — Vol. 163, № 3. — P. 585—597.
- Ejmont W., Went A.* The problem of acclimatisation in the tropical zone. 3. On some electrolytes in organic fluids of exposed to high temperature//*Bull. Inst. Mar. Med. Gdansk.* — 1966. Vol.17. — P.65—69.
- Ellis F.P.* Environmental factors influencing health and efficiency in warships//*Brit. med. J.* — 1948. Vol., №4551. — P.587—592.
- Ellis F.P.* Heat illness//*J. roy. nav. med. serv.* — 1958. — Vol.44, № 4. — P.236—248.
- Ellis F.P.* Ecological factors affecting efficiency and health in warships//*Brit. J. Industr. Med.* — 1960. — Vol.17, № 4. — P.318—328.
- Ellis F.P.* The health of the Navy in the post-war years//*J. roy. nav. med. Serv.* — 1968. — Vol.54, № 1. — P. 12—24.
- Ellis F.P.* Heat illness I. Epidemiology//*Trans. roy. Soc. trop. Bed. Hyg.* — 1977. — Vol.70. № 5—6. — P. 402—411.
- English J.S.* Fano-Schultz Dermatological manifestations in a tropical training environment: emphasis for the general medical officer//*Milit. Med.* — 1994. — Vol.59, № 9. — P. 606—608.
- Evrard E.* Les limites des possibilites humaines dans les concepts actuel de vol et de l'aviar//*Acta Belg. Arte Med. Pharm Milit.* — 1958. — Vol.2, № 2. — P. 203—220.
- Fox R.H., Goldsmith R., Hampton J.F. et al.* The nature of the increase in sweating capacity produced by heat acclimatization//*J. Physiol.* (London). — 1964. — Vol.171, № 3. — P. 368—376.
- Garren H.W., Graig F.N.* Voluntary tolerance time as an index of strain of men under heat stress//*Fed. Proc.* — 1953. — Vol.12, № 1. — P. 48.
- Gibinski K.* Czynnosc fruzczolu polowego ramach termoregulacji//*Acta physiol. Pol.* — 1969. — Vol.20, № 6. — S.853—860.
- Gordon R.S., Andrews H.L.* Potassium depletion under heat stress//*Fed. Proc.* — 1966. — Vol.25, № 4. — P. 1372—1374.
- Grether W.F.* Human performance at elevated environmental temperatures//*J. aerosp. Med.* — 1973. — Vol.44, №7. — P.747—755.
- Hall J.F., Polte J.M.* Physiological index of strain and body heat storage in hyperthermia//*J. appl. Physiol.* — 1960. — Vol.15, № 6. — P.1027—1030.
- Hammami M.M., Buchania A., Shail E. et al.* Lymphocyte subsets and adhesion molecules expression in heatsroke and heat stress//*Journal of Applied Physiology.* — 1998. — Vol.84. — № 5. — P.1615—1621.
- Hancock P.A., Pierce J.O.* Thermal performance zone//*Aviat. Space Environm. Med.* — 1984. — Vol.55, №55. — P. 454.
- Hardy J.D., Du Bois E.F.* Basal metabolism, radiation, convection and vaporization at temperatures of 22 °C to 35 °C//*J. Nutr.* — 1938. — Vol.15, № 5. — P. 477—497.

- Hardy J.D.* Physiology of heat regulation and the science of clothing/Ed L.H.Newburgh. — Philadelphia: London:W.B.Sannder, 1949.
- Harrison M.N.* Intravascular volume and electrolyte changes with acclimatization to heat in man//*J.Physiol.* — 1976. — Vol.258, № 1. — P. 30—31.
- Harrison M.H., Higenbottam C.* Heat stress in an aircraft cockpit during ground standby//*Aviat.Space Environm.Med.* — 1977. — Vol.48, № 6. — P. 519—523.
- Henane R.* Acclimatement a la chaleur et fatigue operationnelle//*Rev.Coros Sante Armee.* — 1967. — Vol. 8, №6. — P. 809—824.
- Higgins A.E., Jampietro P.F.* Thermal panting and the initiation of respiratory alkalosis//*Canad.J.Physiol.Pharmacol.* — 1967. Vol.45, №1. — P.1—12.
- Hirsch E.F., Ballantine Th.V.N., Harnest D.* Biochemical changes observed in heat exhaustion under field conditions//*Milit.Med.* — 1970. — Vol.135, №10. — P.881—884.
- Höfler W., Schmoll D., Voight R.* Verteilung der Schweißsekretion auf der Körperoberfläche bei der Hitzeakklimatisation//*Naturwissenschaften.* — 1966. — Bd 53, 19. — S.506.
- Horne G.O., Mole R.H.* Anhydrotic heat exhaustion//*Trans. Roy.Soc.Trop. Med.Hyg.* — 1950. — Vol. 44, №2. — P. 193—222.
- Hortsman D.H., Horwath S.M.* Cardiovascular adjustment to progressive dehydration//*J.appl.Physiol.* — 1973. — Vol.35, № 4. — P. 501—504.
- Hurries J.T.* Sickness in a Marine Command abroad//*J/roy.nav.ved.serv.* — 1964. — Vol. 50, № 4. — P. 212—218.
- Jampietro P.F.* Heat-induced tetany//*Fed. Proc.* — 1963. — Vol.22, № 3. — P. 884—886.
- Jampietro P.F., Fiorica V., Dille R.* et al. Exposure to heat: comparison of responses of dog and man//*Int.J.Biometeorol.* — 1966. — Vol.10, № 2. — P. 175—185.
- Jampietro P.F.* Use of skin temperature to predict tolerance to thermal environment//*J.aerosp.Med.* — 1971. —Vol.42, № 4. — P. 396—400.
- Jampietro P.F.* High temperature and performance in a flight simulator// *Prepr. of the Ann.Sci.Meet.of Aerospace Med. Ass.* — 1972. — P.147.
- Jesseln C.* Hecheln beim weichen Hund durch isolierte Warmung des Rückenmarks//*Naturwissensch.* — 1967. Bd 54, №11. — S. 290—291.
- James G.K., Nunneley S.A.* In-flight measurement of cockpit thermal conditions//*Prepr. Ann.Sci.Meet.Aerospace Med.Ass., Bal. Harbour.Fla., 1976.* — Washington, D.C., 1976. — P. 198—199.
- Joy R.J.* Heat stress in army pilots flying combat missions in the mohawk aircraft//*J.aerosp.Med.* — 1967. — Vol.38, №9. — P. 875—900.
- Kaufman W.C.* Human tolerance limits for some thermal environments of aerospace//*J.Aerosp. Med.* — 1963. — Vol.34, № 10. — P. 889—896.
- Knochel J.P., Beisel W.R., Herndon E.G.* et al. The Renal, Cardiovascular, Hematologic and serum electrolyte abnormalities of heat stroke// *Amer.J.Med.* — 1961. — Vol.30. — P. 299—309.
- Knochel J.P., Vertel R.M.* Salt loading as a possible factor in the production of potassium depletion. Rhabdomyolysis and heat depletion//*Lancet.* — 1967. — Vol.1/2, № 7491. — P. 659—661.
- Ladell W.S.S.* Disorders due to heat//*Trans. Roy.Soc.Trop.Med.Hyg.* — 1957. — Vol.51, №3. — P.189—207.
- Larson E.* L'effet de l'augmentation de la température ambiante sur la performance du pilote dans un simulateur de vol//*Rev.Med.Aeronut. Spat.* — 1973. — Vol.12, № 45. — P.183—186.
- Lembranc J.* Adaptation to cold in three hours//*Amer. J. Physiol.* — 1967. — Vol.212, №2. — P.530—532.



- Leithead C.S.* Prevention of the disorders due to heat//Trans.roy.soc. trop.med.hyg. — 1967. — Vol.61, № 5. — P.739—745.
- Leithead C.S., Lind A.R.* Heat stress and heat disorders. London: F.A/Davis Co., 1964. — 321 p.
- Lemaire R.* Influence du climate tropical sur le comportement physiologique de l'homme. — Congress bioclimatologique. Vienne, 1857.
- Lemaire R.* Les echanges thermiques chez les cosmonautes//Med. et Hyg. — 1967. — Vol.25, № 796. — P.1050—1052.
- Lind A.R.* A physiological criterion for setting thermal environmental limits for everyday work//J.appl.Physiol. — 1963. — Vol. 18, № 1. — P.51—56.
- Lind A.R., Humphreys P.W., Collins K.G.* et al. Influence of age and daily duration of exposure on responses of men to work in heat//J.appl. Physiol. — 1970. — Vol.28, № 1. — P.50—56.
- Livingstone S.D.* Calculation of mean body temperature//Canad. J.Physiol.Pharmacol. — 1968. — Vol.46. № 1. — P. 15—17.
- Macferlane W.V.* Water and electrolites of man in hot dry regions// Environmental physiology and psychology in arid conditions//Proc.of the Lucknow Symposium. — Paris, 1964. — P.43—54.
- Mackworth M.N.* Researches on the measurement of human performance// Med.Res.Council.Spec.Rept.Ser. № 268. — London, 1950. — 10 p.
- Mager M.* The effect of potassium depletion on work performance and predisposition to heat stroke mortality at 15 °C//Fed.Proc. — 1976. — Vol.35. — P.724.
- Malhotra M.C., Venkatasvam Y.* Heat casualties in the Indian Armed Forces// Indian J.Med.Res. — 1974. — Vol.62, № 9. — P. 1293—1302.
- Marcus P.* Thermal problems in high performance aircraft//Ann.Occup. Hyg. — 1975. — Vol.17, № 3—4. — P. 265—270.
- Marjot D.H., Warnants L.J.F.* Psychiatric follow-up//J.roy.nav.med.Serv. — 1967. — Vol. 53, № 2. — P.89—90.
- Mendeloff A., Smith D.E.* Extreme physical effort in summer heat followed by collapse, stupor purpura, jaundice and azotemia//Amer.J.Med. — 1955. — Vol.18. — P. 659—670.
- Metz B., Lambert G.* Les effets du climat des zones arides sur L'homme au travail. Etude documentaire. — Prohuza, 1957.
- Minard D.* Studies and recent advances in military problem of heat acclimatization//Milit.Med. — 1967. — Vol.132, № 4. — P. 306—316.
- Muldowney F.P., Duffy G.J.* Clinical dehydration and electrolyte disturbances// Irish.Med.Ass. — 1963. — Vol.53, №515. — P.71—77.
- Nevins R.G.* Energy conservation strategies and human combat//Ash. J. — 1975. — Vol.17, №4. — P.33—37.
- Nunneley S.A., James G.R.* In flight measurement of cockpit thermal conditions//Prep. 1976. Ann.Sci.Meet.Aerospace Med.Ass. Ral.Harbour. Fl. Washington, 1976. — P. 198—199.
- Nunneley S.A., James G.R.* Cockpit thermal conditions and crew skin temperatures measured in flight//Aviat.Space Environm.Med. — 1977. — Vol.48, № 1. — P. 44—47.
- Nunneley S.A.* Physiological responses of women to thermal stress// Med.Sci.Sports. — 1978. — Vol.10, № 4. — P. 250—255.
- Nunneley S.A., Flick C.A., Allan I.R.* Cockpit heat stress and its effects on man during high—speed lowolevel flight//Ann.Sci.Meet. Aerospace Med.Ass., Anaheim. Calif. May, 12—15, 1980. Prepr. Washington, D.C. P. 217—218.
- Nunneley S.A., Flick C.A.* Heat stress in the A-10 cockpit: flights over desert// Aviat. Space Environm.Med. — 1981. — Vol.59, №9. — P. 513—516.

- O'Donnel T.F., Gloves G.H. A.* The circulatory abnormalities of heat stroke// New Engl. J. Med. — 1972. — Vol. 287, № 15. — P. 734—737.
- Petit J.M., Hausman A., Pirnay F. et al.* Protection contre le hante temperature an moyen d'un vetement autorefrigerere par glas carbonique//Arch. Intern. Physiol. Biochim. — 1967. — Vol. 75, № 3. — P. 546.
- Poulton E.C., Mc Kerslake D.* Initial stimulatihg effects of warmth upon perceptual efficiency//J. aerosp. Med. — 1965. — Vol. 36, № 1. — P. 29—31.
- Precht H., Christophersen J., Hensel H., Lacher W.* (Ed.) Temperature and life. — Berlin-Heldelberg-New York; Springer-Verlag, 1971. — P. 505—761.
- Provins K.A.* Environmental conditions and driving effeciency: a review// Ergonomics. — 1958. — Vol. 2, № 1. — P. 97—107.
- Reed G.M.* Prevention of thermal stress by air ventilated suits//2nd Intern. Meet. Aerospace Med., Meldowine, 1972. — P. 36.
- Rensburg A.J., Mitchell D., Walt W.H., Van der Strydom N.B.* Physiological reactions of men using microclimate cooling in hot humid environments//Brit. J. industri. Med. — 1972. — Vol. 29, № 4. — P. 387—393.
- Robinson S.* Sweat secretion during acclimatization of me to heat//26th Intern. Congr. Physiol. Sci. — New Delhi, 1974. — Vol. 10. — P. 262—263.
- Ryan L.C., Mohler S.K.* Current role of alkohol as a factor in civil aircraft accidenta//Aviat. Space Environm. Med. — 1979. — Vol. 50, № 3. — P. 275—279.
- Sakurada S., Hales J.R.S.* A role for gastrointestinal endotoxing in enhancement of heat tolerance by physical fitness//Journal Applied Physiology, 1998. — V. 84. — № 1. — P. 207—214.
- Sargent C. et al.* Eccrine sweat gland activity in heat acclimation// Int. J. Biometeorol. — 1965. — Vol. 9, № 3. — P. 229—231.
- Scutt R.W.B.* Some experience of a dermatologist in a cruiser in the Mediteranean//J. roy. nav. med. Serv. — 1957. — Vol. 43, № 3. — P. 153—159.
- Senay L.C., Christensen M.L.* Changes in blood plasma during progressive dehydration//J. appl. Physiol. — 1965. — Vol. 20, № 6. — P. 1136—1140.
- Senay L.C.* Plasma volumes and constituents of heat-exposed men before and after acclimation//J. appl. Physiol. — 1975. — Vol. 38, № 4. — P. 570—575.
- Senay L.C., Kok R.* Body fluid responses of heat-tolerant and intolerant men to work in a hot wet environment//J. appl. Physiol. — 1976. — Vol. 40, № 1. — P. 55—59.
- Sewart J.H.* The basic principles of tropical climatology and diseases due to heat//J. roy. nav. med. Serv. — 1960. — Vol. 46, № 2. — P. 79—91.
- Shapiro R., Consolazio C.F.* Energy requirements of men exposed to solar radiation and heat//US Army Med. Res. Nutr. Lab. — 1959. — Vol. 240. — P. 1—21.
- Shvartz E.* Efficiency and effectiveness of different water cooled suits: a review// Aerosp. Med. — 1972. — Vol. 43, № 5. — P. — 488—491.
- Shvartz E., Saar E., Meyerstein N. et al.* Heat acclimatization while wearing vapor-barrier clothing//Aerosp. Med. — 1973. — Vol. 44, № 6. — P. 609—612.
- Singer R.C.* Preventive medicine in jungle and desert operation//Milit. Med. — 1963. — Vol. 128, № 7. — P. 641—645.
- Sipple P.A.* Clothing and climate//Physiology of heat regulations and the science of clothing. — Philadelphia: London: Saunders, 1949.

- Spencer-Smith J.L.* Problems of protection and comfort in modern apparel fabrics//*J.Textile Inst.* — 1971. — Vol. 62, № 1. — P. 56—58.
- Stolwijk A.J., Cafarelli R.* Physiological defences against hyperthermia of exercise//*Ann.New York Acad. Sci.* — 1977. — Vol. 301. — P. 98—109.
- Stribley R.F., Nunnely S.A., Allan I.R.* Thermal comparison of front and rear cockpits of the F-4E during low level flight//*Prepr. of 1979 Ann. Sci.Meet. of Aerospace Med. Ass., May 14—17, 1979.* — P. 269—270.
- Tiedt N., Gottschalk K.* Der Einflusswechseln der Luftfechtigkeiten und auf Pubsfrequenz umgebungs Temperaturen und Blutdruck bei submaximal dosierten Belastung//*Acta biol.vtl.germ.* — 1967. — Bd 19, 2. — S. 285—295.
- Turk I., Thomas I.R.* Artificial acclimatization to heat//*Ann.Occup.Hyg.* — 1975. — Vol.17, № 3—4. — P. 271—278.
- Villalon A.* Condiciones de trabajo en temperaturas extremas. VII Assamblea de la Csjs. — Spain, 1968. — P. 150—165.
- Walters J.D., Bell C.R.* The prediction of imminent heat collapse in extremely hot environment//*J.roy.nav.med.serv.* — 1974. — Vol.60, № 1—2. — P. 22—27.
- Webb P.W.* Temperature stresses//*J.aerosp.Med.* — 1961. — Pt.19. — P.324—344.
- Webb P.W.* Thermal balance heat tolerance and protection bioastahautics. — New York, 1964. — P.111—128.
- Weeb P.W., Annis J.F., Troutman S.J.* Human alorimetry with a water-cooled garment//*J.appl.Physiol.* — 1972. — Vol.32, № 3. — P. 412—418.
- Weiner J.S.* Man against the heat//*Discovery.* — 1963. — Vol.24, № 10. — P. 23—28.
- Whisenhaut G., Kuezek P.* Thermal protection system for extravehicular space suits. *Technol., Lunar Explorat.* — New York; London: Acad.Press., 1963. — P. 433—447.
- Wortz E.C., Edwards D.K., Diaz R.A. et al.* Study of heat balance in full pressure suits//*aerosp.Med.* — 1967. — Vol. 38, № 2. — P.181—188.
- Wyndham C.H., Strydom N.B., Benade A.J. et al.* Tolerance times of high wet bulb temperatures by acclimatised and unacclimatised men//*Environm.Res.,* 1970. — Vol.3, № 4. — P. 339—352.

Практическое руководство

**ВИКТОР ГЕОРГИЕВИЧ ЧВЫРЕВ,  
АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ АЖАЕВ,  
ГЕННАДИЙ НИКОЛАЕВИЧ НОВОЖИЛОВ**

## **Тепловой стресс**

Зав. редакцией *Т.П.Осокина*  
Научный редактор *А.К.Владимирова*  
Художественный редактор *О.А. Четверикова*  
Технический редактор *В. И. Табенская*  
Корректор *Т.Г.Ганина*

ЛР № 010215 от 29.04.97. Сдано в набор 22.03.2000. Подписано к печати 04.05.2000. Формат бумаги 60×90<sup>1/16</sup>. Бумага офсетная № 1. Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 18,50. Усл. кр.-отт. 18,50. Уч.-изд.л. 19,20. Тираж 3000 экз. Заказ № 346.

Ордена Трудового Красного Знамени  
издательство «Медицина». 101000,  
Москва, Петроверигский пер., 6/8.

ОАО «Ярославский полиграфкомбинат».  
150049, Ярославль, ул. Свободы, 97.

ISBN 5-225-02622-2



9 785225 026226