

Коган А. Б.

# **Экологическая физиология человека**

К 57

УДК 612.014.4/5 (075)

Печатается по решению редакционной комиссии по биологическим наукам редакционно-издательского совета Ростовского государственного университета

*Рецензенты:*

Доктор биологических наук *И. М. Родионов* (МГУ); *кафедра физиологии человека и животных Кубанского государственного университета*

Редакторы *З. Р. Кончанина, Л. А. Гайдаш*

**Коган А. Б.**

К 57 Экологическая физиология человека. – Ростов-на-Дону: Издательство Ростовского университета, 1990. 264 с.

ISBN 5-7507-0186-7

Учебное пособие освещает условия жизни современного человека, связанные со все увеличивающимися физическими и эмоционально-психологическими нагрузками на его организм. Подробно изложены биологические предпосылки и история становления физиологических функций человека, их зависимость от природных циклов. Показана адаптация человеческого организма к условиям жаркого, холодного и горного климата, к экстремальным условиям космических полетов, загрязнения атмосферы, водоемов и почвы. Рассмотрено влияние условий труда и быта, проанализированы возможности уменьшения стрессовых ситуаций.

Помимо студентов биологических специальностей вузов, которым предназначено данное учебное пособие, оно вызовет интерес у биологов, врачей, психологов, антропологов и социологов.

Издательство Ростовского государственного университета

К  $\frac{2007000000-083}{M 175(03)-90}$  Без объявл.

ISBN 5-7507-0186-7

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие

Введение

Глава 1. Предмет и задачи экологической физиологии человека

§ 1. Экологическая физиология животных

§ 2. Предмет и задачи экологической физиологии человека

§ 3. Современная острота проблем экологической физиологии человека

Глава 2. Некоторые общие проблемы адаптации

§ 1. Определение содержания понятия адаптации

§ 2. Виды адаптации

§ 3. Особенности явлений адаптации у человека

Глава 3. Биологические предпосылки перехода от обезьяны к человеку

§ 1. Возникновение руки и ее функций

§ 2. Орудийная деятельность

§ 3. Стадный образ жизни

§ 4. Развитие мозга и психики

Глава 4. Перестройки организма человека при его становлении

§ 1. Перестройка скелета и мышц

§ 2. Перестройка системы кровообращения

§ 3. Эволюция питания

§ 4. Формирование популяций современного человека

Глава 5. Влияние природных циклов и метеорологических факторов на организм человека

§ 1. Циркадные ритмы

§ 2. Околосесячная периодичность

§ 3. Годичные и многолетние циклы

§ 4. Влияние погоды и изменений среды обитания

Глава 6. Жизнь человека в жарком климате

§ 1. Особенности жаркого климата

§ 2. Телосложение, поведение и условия жизни человека

§ 3. Терморегуляция

§ 4. Кровообращение, дыхание, обмен веществ, питание и пищеварение

§ 5. Акклиматизация прибывающих в зоны жаркого климата

Глава 7. Жизнь человека в холодном климате

§ 1. Климатические особенности

§ 2. Телосложение, поведение и условия жизни человека

§ 3. Терморегуляция

§ 4. Обмен веществ и энергии, питание, пищеварение, кровообращение, дыхание

§ 5. Акклиматизация прибывающих на Север

Глава 8. Жизнь человека в горах

§ 1. Особенности горного климата

§ 2. Телосложение, поведение, образ жизни человека

§ 3. Дыхание

§ 4. Кровь, кровообращение, обмен веществ и энергии, питание, пищеварение

§ 5. Акклиматизация человека в горах

Глава 9. Жизнь человека в экстремальных условиях

§ 1. Магнитные и электромагнитные поля

§ 2. Проникающая радиация

§ 3. Космические полеты

§ 4. Болезнь движения

Глава 10. Загрязнение среды обитания человека и задачи охраны природы

§ 1. Изменения, происходящие в атмосфере

§ 2. Изменения рек и морей

§ 3. Изменения в мире растений и животных

§ 4. Отношения человека и биосферы

Глава 11. Влияние образа жизни современного человека на его организм

§ 1. Трудовая деятельность

§ 2. Быт, досуг, физкультура и спорт

§ 3. Человек будущего

Литература

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Мощное воздействие оснащенного техникой человека, изменяющего течение рек, создающего рукотворные моря, извлекающего из недр и перерабатывающего колоссальные массы полезных ископаемых, засеявшего плодородные почвы культурными растениями и построившего гигантские города, с течением времени все больше меняет весь облик нашей планеты. Наступила «психозойная» эра, «эра разума» (В. И. Вернадский, 1926), когда человек подчиняет себе всю живую и неживую природу. В поисках новых сырьевых и энергетических ресурсов и мест приложения постоянно интенсифицирующейся хозяйственной и производственной деятельности современный человек необычайно расширил границы своего обитания на Земле. Люди осваивают бесплодные ранее пустыни и непроходимые тропические леса, высочайшие горные вершины и глубины океана, прокладывают дорогу в космос

В нашей стране сегодня особенно масштабно умножается удельный вес осваиваемых территорий Сибири. Крайнего Севера, аридной зоны и высокогорья. Известно, что адаптация к новым условиям проявляется по-разному в различных условиях среды обитания. Необходимо учитывать не только эколого-физиологические закономерности, но и индивидуальные особенности организма человека, основанного на диалектическом взаимодействии и единстве социального и биологического. Даже при идентичности биологической организации каждый человек в новой среде наряду с общими реакциями, присущими всей популяции, проявляет еще и уникальные индивидуальные модификации, выражающиеся в особенностях реагирования мотивационных, поведенческих и висцеральных функциональных систем. Следовательно, разрабатывая проблему адаптации и изучая индивидуальные особенности организма, чрезвычайно важно знать, какую роль играют факторы эволюции, экологии, хронофизиологии и социологии.

Возрастающее влияние производственной и хозяйственной деятельности человека на окружающую среду может иметь и отрицательные последствия, привести к необратимым процессам, угрожающим стабильности биосферы и жизненной среде человека.

Несмотря на всю мощь техники, создающей оптимальную среду обитания человека, многие природные и особенно антропогенные воздействия среды оказывают свое влияние на его организм. Знание закономерностей этого влияния поможет разработке путей и средств наиболее эффективного приспособления человека к различным климатогеографическим и экстремальным условиям, в которых он оказывается. Поэтому все более широкое распространение получают исследования в области экологической медицины, включающие медицинскую географию, анализ болезней, связанных со средой, состояния здоровья населения различных регионов нашей планеты.

Предлагаемое учебное пособие является первым опытом создания руководства по новому курсу «Экологическая физиология человека».

Книга привлечет внимание не только преподавателей и студентов, но и широкого круга научных работников, врачей и других специалистов, занимающихся проблемами охраны окружающей среды и здоровья людей.

*Председатель секции экологии человека  
научного совета по проблемам биосферы  
при президиуме АН СССР, член-корреспондент  
Академии медицинских наук  
Н. А. Агаджанян*

## ВВЕДЕНИЕ

Экология — слово, еще недавно известное лишь узкому кругу специалистов, звучит сейчас всюду. О надвигающемся экологическом кризисе с тревогой говорят на своих форумах ученые, чуть ли не каждый день печать сообщает о случаях ущерба природе из-за неучета экологических последствий, экологические вопросы фигурируют в программах избирательных кампаний, под экологическими лозунгами проходят демонстрации и митинги, наконец, в выступлениях государственных руководителей экологические проблемы признаются как глобальные, срочно требующие решения на основе международного сотрудничества.

Однако нетрудно убедиться, что о какой бы экологической проблеме ни шла речь, в конечном итоге она сводится к вопросу о судьбе человека. Ведь уникальный вид *homo sapiens*— человек разумный — возник и развивался на нашей планете, приспособившись к самым разнообразным условиям своего существования. Многие из этих условий, как природные, климатические или создаваемые человеком технологические, предъявляют жесткие требования и к современному человеку. Поэтому большое не только теоретическое, но и практическое значение имеет знание закономерностей механизма приспособления и приспособительных возможностей человеческого организма.

Эта книга представляет собой учебное пособие к курсу «Экологическая физиология человека» и излагает содержание лекций, читаемых уже несколько лет в Ростовском университете. В первой главе дано общее определение экологии как науки, ее роли и понимании эволюции живых существ и показаны особенности экологии человека. Обосновывается актуальность новой дисциплины — экологической физиологии человека, определяется ее предмет и содержание.

Во второй главе приводятся общие проблемы адаптации. В третьей рассматриваются экологические условия и тенденции эволюции антропоидов, явившиеся биологическими предпосылками «превращения обезьяны в человека». В четвертой главе исследуются приспособительные перестройки физиологических функций и анатомического строения организма человека, вызванные новыми условиями его жизни. Пятая глава начинает обзор действия на организм человека экологических условий, в частности, влияния природных циклов: суточного, месячного, годового и др. Об изменениях в функциях организма, вызванных климатогеографическими условиями, рассказывает шестая глава. Она посвящена жизни человека в жарком климате, седьмая — в холоде. Восьмая анализирует изменения в организме человека, жившего в горах. В девятой главе речь идет о действии экстремальных условий, создаваемых самим человеком, его техникой, например, радиации, перегрузок космических полетов и т. п. Десятая глава посвящена все волнующей проблеме загрязнения окружающей среды и ее драматических последствий. О серьезности положения можно судить по тому, что недавно печатный орган ЦК КПСС откликнулся на нее в своей передовой статье следующими взволнованными словами: «Зачем живем и трудимся на нашей Земле? Только ли ради тепла и крыши над головой и собственных жизненных радостей? Думаем ли о тех, кто сегодня доставляет одну из главнейших наших радостей,— о детях и внуках, об их будущем, о далеких потомках? Им жить на этой земле. Они не поймут нас, если мы не оставим им песню соловьи, сладкую прохладу родников, животворную воду рек и синеву чистого неба» (Правда, 1987, 10 янв.). Наконец, в одиннадцатой главе показано, как образ жизни современного человека в условиях научно технического прогресса может влиять на состояние его здоровья и каким будет человек будущего.

События в области экологии столь бурно развиваются, что нет возможности отразить их в книге. Поэтому данное пособие не может претендовать на достаточно полное изложение предмета.

Автор благодарит Н. И. Бондаренко и М. А. Дудникову за помощь в подготовке книги к печати.

## Глава 1. ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА



Сегодня, и период бурного развития научно-технического прогресса, в период обострения отношений между человеком и природой, экологические проблемы приобрели характер драматических противоречий, «противоречий глобального масштаба, затрагивающих самые основы существования цивилизации» (М. С. Горбачев, 1986). Чрезвычайно расширилась география деятельности человека, организм которого зачастую стал подвергаться воздействию экстремальных нагрузок. Такие изменения жизненных условий вызывают необходимость адаптации к ним человеческого организма. Изучением механизма такой адаптации и занимается экологическая физиология человека.

Экология человека молодая область знания, теоретические и прикладные аспекты которой быстро развиваются и привлекают все большее внимание. Процесс ее становления происходит небезболезненно, «плоть до высказывания сомнений в правомерности самого существования такой дисциплины, особенно в связи с дискуссиями о социальном и биологическом в природе человека. Поэтому прежде всего необходимо дать представление об экологии вообще, о предмете и задачах экологической физиологии животных в частности, чтобы затем обосновать и определить специфику предмета и задач экологической физиологии человека.

### § 1. Экологическая физиология животных

Экология (от греческого *экос* — *οἶκος*, что значит «жилище, место обитания») изучает влияние на живые организмы среды их обитания. При этом под средой понимаются как климатогеографические условия, так и окружающий мир других живых существ. Мощное влияние этих условий демонстрируют многочисленные примеры. Так, в зависимости от климата и места обитания озерная лягушка впадает в зимнюю спячку разной длительности: на Кавказе — 60 — 90 дней, в районе Киева — 150—180, под Москвой — 210—230 дней.

Изменения шерстного покрова зайца-русака и перьевого покрова куропатки (рис. 1) происходят под влиянием сезонных перемен. Можно привести много примеров.

Немецкий исследователь Э. Геккель (1869) одним из первых ввел в науку термин «экология», определив, что она изучает «отношения животного к окружающей его органической и неорганической среде, в частности, его дружественные или враждебные отношения к тем животным или растениям, с которыми оно входит в прямой контакт». Однако еще раньше московский биолог К. Ф. Рулье (1852) в фундаментальном труде «Жизнь животных по отношению к внешним условиям» выдвинул и обосновал принципиальные положения о роли среды в формировании живых организмов, которые легли в основу многих развившихся в дальнейшем направлений экологических исследований. Иронизируя по поводу объявлявшихся в то время научными обществами наград за лучшие сочинения на схоластические темы и подчеркивая значение экологических исследований, он выступает с призывом: «Полагаем задачей первого из первых ученых обществ назначить следующую тему для ученого труда первейших ученых: изучить три вершка ближайшего к исследователю болота относительно растений и животных и исследовать их в постепенном взаимном развитии организации и образа жизни посреди определенных условий».

Богатый материал для понимания взаимоотношений организма и среды дали работы Ч. Дарвина, который рассматривал эти взаимоотношения как один из важных механизмов адаптации, естественного отбора и эволюции видов. Подобное направление экологических исследований получило развитие в трудах отечественных



Рис. 1. Белая куропатка в зимнем (А) и в летнем (Б) оперении (И. И. Полянский, 1957)



ученых, особенно в советское время, и охватило широкий круг вопросов взаимосвязи жизни растений и животных, формирования биоценозов в разных климатогеографических условиях и эволюции видовых признаков {Б. Ф. Морозов, 1926; В. Н. Сукачев, 1939; Н. И. Калабухов, 1938; Д. В. Кашкаров, 1944; А. Н. Промптов, 1956; С. С. Шварц, 1960; Н. П. Наумов, 1963; Л. Д. Слоним, 1971; и др.).

*Специальное изучение приспособительных изменений функций организма животных в зависимости от среды и условий их обитания составляет предмет экологической физиологии животных.* Это направление исследований вначале возникло как отрасль эволюционной физиологии и лишь постепенно приобрело самостоятельное значение. Одно из первых эколого-физиологических исследований в нашей стране провел К. М. Крепс (1936), изучая дыхательную функцию крови. Значение факторов условий жизни и окружающей обстановки для протекания всех физиологических функций животного вплоть до высшей нервной деятельности детально проанализировано в работах Л. А. Орбели (1933) и К. М. Быкова (1947). Большой материал о приспособлении физиологических функций животных к условиям их существования собран в «Основах сравнительной физиологии» Х. С. Костоянца (1950, 1957). Влияние климатогеографических условий и раздражителей окружающей среды на организм животных разных видов систематически изучал А. Д. Слоним (1937 — 1971), экологическую физиологию нервной деятельности разрабатывал Д. А. Бирюков (1947—1960). Исследовалась экологическая физиология обменных функций (Р. П. Ольянская, 1960), инстинктивного поведения (А. Г. Понугаева, 1960), процессов адаптации к условиям пустынь и гор, жары и холода (Е. М. Крепе, 1936; З. И. Барбашова, А. Г. Гинецинский, 1942; И. П. Разснков, 1948; И. И. Полянский, 1957; Ю. О. Раушенбах, 1958; С. С. Шварц, 1959; А. П. Костин, 1950; Н. И. Калабухов, 1969; Н. А. Агаджанян, Ф. Ф. Султанов, 1973; В. А. Исабаева, А. И. Елфимов, 1973; К. Р. Рахимов, 1976; и др.).

Задачи экологической физиологии животных очень разнообразны. По определению А. Д. Слонима (1971), «задачей экологической физиологии (в отличие от проблем эволюционной физиологии) является исследование адаптации — совокупности физиологических явлений, их взаимной связи, суммирующей, заменяющей (викарирующей) или еще более сложно интегрирующей взаимоотношения отдельных органов и систем, отдельных более или менее сложных элементов поведения и регуляций физиологических функций». Возникновение адаптации как приспособления к климатогеографическим условиям и взаимосвязи с жизнью других организмов, их естественный отбор и наследственное закрепление составляют один из главных механизмов формирования биоценозов и эволюции видов животных. Здесь экологическая физиология тесно соприкасается с генетикой, морфологией и систематикой, климатологией, метеорологией и зоогеографией.

Знание роли экологических факторов в формировании свойств организма животного позволяет использовать эти свойства в хозяйственных целях. Например, учет экологии разных пород скота, его соответствующее районирование и сезонная смена пастбищ, режим питания и уход, а также направленная селекция по прогрессивным признакам существенно повышают продуктивность животноводства. Без знания предпочитаемых мест обитания, образа жизни, особенностей питания и поведения диких зверей и птиц невозможен охотничий промысел. Промышленные планы лова рыбы разрабатываются с учетом условий среды, определяющих воспроизведение рыбных запасов, в частности, состава воды, состояния кормовой базы, мест нереста, течений, которые могут переносить икру и молодь, наличия хищников и т. д.

На основе знания экологии вредителей культурных растений разрабатываются методы борьбы с ними. Так, использование птиц и умелая интродукция насекомых, истребляющих и паразитирующих на вредителях, снижают приносимый последними ущерб и значительно повышают урожайность зерновых и плодово-ягодных культур, способствуют сохранению лесов; всестороннее экологическое изучение переносчиков заболевания человека и домашних животных позволяет разрабатывать эффективные меры борьбы с ними, в чем наглядно убеждает ликвидация очагов эндемичной чумы, связанной с грызунами, и малярии, возбудители которой переносятся комаром.

*Таким образом, задачи экологической физиологии, животных можно определить в теоретическом плане как изучение механизмов приспособительной эволюции видов животных и их роли в формировании биоценозов, а в прикладном плане — как использование этих*

*знаний для повышения продуктивности животноводства и урожайности культурных растений, охраны лесов, охотничьего промысла, организации рациональных мероприятий профилактической медицины по борьбе с заболеваниями, особенно эпидемиологическими.*

## **§ 2. Предмет и задачи экологической физиологии человека**

Для определения предмета и задач экологической физиологии человека необходимо исходить из принципиальных различий между физиологией человека и физиологией животных. Ранее уже было показано, что особенность функционирования организма человека состоит в социальной обусловленности всей его деятельности. Вместе с тем чрезвычайно важно, что физиологические функции организма и их изменения, вызванные ранее, например, влиянием климата, у современного человека остаются наследственными. Вывезенные несколько веков тому назад из Африки в Северную Америку негры остаются чернокожими, а переселившиеся на юг Африки европейцы сохраняют свои черты. Генетическая программа, сформировавшаяся в биологической эволюции предшественников человека, остается без заметных изменений, и прогрессивное развитие человечества осуществляется при помощи все большего овладения энергетическими и материальными ресурсами природы. В то же время эволюция животных происходит путем изменения генетических программ в результате закрепления наследственностью новых полезных признаков строения и функций организма, выделенных естественным отбором.

Таким образом, физиология человека отличается от физиологии животных прежде всего социальной обусловленностью всех функций его организма, выраженной в тем большей степени, чем ближе данная функция к уровню сознательной деятельности. Однако это не означает, что на физиологические процессы в организме человека перестали действовать природные факторы, в частности, климатогеографические, сезонные и погодные. Эти влияния могут достигать чрезвычайной степени в условиях Крайнего Севера и тропиков, высочайших гор и морских глубин. «Температура и влажность окружающего воздуха, степень разреженности его у высокогорных жителей, преимущественный характер мясного питания у северян и вегетарианского у южан и многое другое — все это является, конечно, экологическими факторами для человека, и нет оснований отмежевываться, оставлять без изучения роль этих моментов в жизнедеятельности человека», — справедливо замечает Д. Л. Бирюков (1958). Кроме природных факторов, большая часть которых испытывает антропогенное влияние, человек подвергается мощному воздействию факторов «второй природы», созданной его производственной деятельностью. Особенно сильное влияние на организм человека оказывают факторы профессиональной специализации, урбанизации и загрязнения окружающей среды.

Современный человек в условиях научно-технического прогресса и глубоких преобразований окружающей среды непрерывно испытывает их мощное воздействие на свой организм. Комплекс этих воздействий приводит к состоянию, которое получило название антропоэкологического напряжения (В. П. Казначеев, 1982). При этом происходит мобилизация основных регуляторных систем организма, а если наступает их обратимое истощение, то возникает состояние антропоэкологического утомления. Свои специфические особенности имеет антропоэкологическое напряжение и утомленно применительно к популяции.

Были выделены следующие виды антропоэкологического напряжения: социально-психологическое, миграционное, производственное, социально-бытовое, климатогеографическое, инфекционно-иммунологическое, медикаментозное и медикаментозно-иммунологическое, генетическое и репродуктивное, особые формы напряжений. Исследование этих состояний, особенно на уровне популяций с учетом социально-экономических и производственно-бытовых факторов, может послужить основой для понимания происхождения возникающих на этой почве заболеваний и разработки рациональных мер их профилактики.

Возникающие при этом «изменения природных и социальных условий носят порою столь напряженный, чрезмерный характер, что их можно расценить как испытания пределов духовных и физиологических возможностей человека, его сознания, интеллекта и морально-волевых качеств» (Н. А. Агаджанян, 1987). При воздействии факторов среды разной интенсивности и длительности, с одной

стороны, и свойств организма человека, его реактивности и выносливости, с другой стороны, а также учитывая окружающую обстановку, его организм может воспользоваться разными способами и употребить различные средства, чтобы приспособиться к жизни в новых условиях. В зависимости от сочетания всех этих обстоятельств складывается стратегия адаптации. Наиболее общее ее определение характеризует «функционально-временную структуру потоков информации, энергии, материалов, обеспечивающую оптимальный уровень морфофункциональной организации биосистем в неадекватных условиях среды» (В. И. Казначеев, 1982). На основе такого определения при массовом обследовании из множества возможных разных стратегий адаптации к разнообразию экологических условий были выявлены два характерных их вида, условно обозначенных как «спринтеры» и «стайеры». Первые энергично реагируют на интенсивные, но кратковременные воздействия среды, а к длительным изменениям даже небольшой интенсивности плохо приспособлены. Вторые, наоборот, хорошо приспосабливаются к длительно действующим воздействиям среды, особенно умеренной интенсивности, но плохо выносят резкие ее изменения. Например, к жизни на Севере наиболее приспособленными оказались «стайеры», из которых и формировалось оседлое население этих районов. О своеобразном отборе приспособляющихся к соответствующим экологическим условиям говорят изменения в типологическом составе строителей Байкало-Амурской магистрали. Если в первый год среди них было 32% «спринтеров» и 25% «стайеров», то к концу второго года доля «спринтеров» упала почти вдвое — до 17%, а доля «стайеров» увеличилась более чем вдвое — до 53%.

В формировании индивидуальных различий адаптационных возможностей человека определенную роль играет его генофонд. Генетические механизмы, которые в прошлом способствовали освобождению руки, исключительному развитию мозга и организации совместной деятельности, что привело через прогресс форм труда к возникновению человеческого общества с его социальными закономерностями, на этом высшем этапе эволюции уже не ведут ее, а выступают лишь в ретроспективном плане, раскрывая происхождение многих особенностей и свойств приспособления организма человека. Так, хотя естественный отбор «не создал, разумеется, ни одного достижения даже первобытного человека, но обеспечил ему ту наследственно-биологическую базу, на которой преемственность развернула свое мощное поступательное движение» (С. Н. Давиденков, 1947). При этом «отличительные свойства высшей нервной деятельности современного человека,— исключительная подвижность его корковых процессов и сильная вторая сигнальная система — образовались в порядке появления сильно гомозиготных форм».

Само сознание человека, которое возникает как социальное явление в результате его жизни среди людей, реализуется лишь благодаря тому, что экологическая эволюция выработала и генетически закрепила у наших предков биологические механизмы особенно сложных форм аналитико-синтетической и абстрагирующей деятельности мозга. Поэтому «...генетические особенности каждого человека имеют важнейшее значение не только для обеспечения его биологических свойств, но и для восприятия социальной программы» (Н. П. Дубинин, Ю. Г. Шевченко, 1976). Поэтому изучение генетической основы свойств адаптации организма человека к изменениям условий его жизни в какой-то мере входит в задачи, решаемые экологической физиологией человека.

Коротко говоря, *предмет экологической физиологии, человека состоит в изучении приспособительного изменения функций человеческого организма в зависимости от социальных и природных условий жизни.* Такое определение предусматривает охват широкого круга теоретических и практических вопросов, затрагивающих различные сферы человеческой деятельности: влияние условий труда на человека, особенности быта жителей больших городов, охрана окружающей среды от загрязнения, разработка мер сохранения здоровья работающих в Арктике, тропиках, пустынях и горах. Особые проблемы возникают при специальной подготовке человека к деятельности в экстремальных условиях, например в космосе.

Поэтому экология человека есть комплексная наука, призванная изучать закономерности взаимодействия людей с окружающей средой, вопросы развития народонаселения, сохранения и развития здоровья людей, совершенствования физических и психических возможностей человека (В. П. Казначеев, 198В).

Столь разносторонние интересы экологической физиологии человека привлекают к разработке ее проблем и реализации практических мероприятий работников разных областей знания. В этой работе участвуют не только физиологи, но и врачи разного профиля, социологи, психологи, генетики, педагоги, гигиенисты, инженеры-проектировщики, инженеры-эргономисты, специалисты по вопросам научной организации и охраны труда, физкультуры и спорта, сотрудники гидрометеослужбы.

*Задачи экологической физиологии человека в теоретическом плане заключаются в познании, психофизиологических механизмов адаптации организма человека к новой для него среде, а в прикладном плане направлены на разработку мероприятий, облегчающих его приспособление к жизни в разных климатогеографических зонах при миграциях населения, научную организацию и охрану труда, обеспечивающую высокую работоспособность и сохранение здоровья, борьбу с вредными влияниями экстремальных условий деятельности и жизни в загрязненной среде, помощь при решении вопросов физкультуры и спорта, градостроительства, рекреационных мероприятий.*

### **§ 3. Современная острота проблем экологической физиологии человека**

Закономерное историческое развитие человечества привело к значительным изменениям условий жизни людей. Эти изменения связаны со все возрастающим расширением и углублением вмешательства человека в природу, принимающим глобальный характер, с новыми видами и средствами производства, бурным ростом численности населения нашей планеты, распространением деятельности человека на области трудных условий жизни — освоением Севера, пустынь и гор.

Организм человека начинает испытывать на себе *неблагоприятное действие мощных сил, вызванных к жизни научно-техническим прогрессом*. Прежде всего возрастают требования, предъявляемые к человеку — оператору, управляющему сложной техникой на производстве и при контроле за движением транспорта, особенно воздушного. Данные требования приближаются к пределам объема внимания, быстроты и точности принятия решений, свойственным человеку, и поэтому в помощь ему включаются информационно-управляющие машины. Возникает проблема взаимоотношений человека и машины. При решении появляющихся при этом вопросов следует учитывать возможности человека и изыскивать способы контроля и управления его работоспособностью, для чего необходимо знать наряду с инженерной психологией и экологическую физиологию человека, особенно свойства процессов высшей нервной деятельности и их приспособительные возможности в условиях производства. Яркой иллюстрацией степени экологического влияния процесса труда на органы восприятия человека может служить исключительная способность сталеваров по оттенкам пламени судить о ходе плавки, дегустаторов — разбираться в сортах и качестве вин, колористов в текстильной промышленности — различать десятки оттенков цвета. Это является результатом приспособления организма человека ко «второй природе».

Психофизиологические исследования особенностей той или иной профессии приобретают все более важное значение в профессиональном отборе и разработке системы профессионального обучения. Они выявляют индивидуальные различия функциональных характеристик человека, обращая особое внимание на те, которые играют существенную роль при выполнении профессиональных обязанностей.

Ускоряющиеся темпы автоматизации и механизации производства резко сокращают долю мышечной работы, идет процесс стирания граней между физическим и умственным трудом. Городской транспорт, лифты, бытовая техника сводят к минимуму работу мышц. Угрозу инволюции мышечной и связанных с ней других систем организма человека должны предотвратить регулярные занятия физкультурой и спортом, основанные на глубоком знании свойств реакции организма на дозированные нагрузки. Этот важный раздел экологической физиологии человека привлекает в последнее время большое внимание.

Исключительное значение приобретает экологическая физиология человека в связи со все более частыми *переменами климатогеографических условий*. Современные транспортные средства позволяют быстро перемещаться из одного конца планеты в другой.

«Догоняя» солнце или «отставая» от него, человек ломает спой привычный ритм смены сна и бодрствования, которому подчинена периодичность активности всех функций организма. Важно знать, как сохранить при этом хорошее функциональное состояние путешественника. Все более широкое распространение получают экспедиции, туристские поездки, альпинизм, когда человек на некоторый срок переносится в совершенно иную среду. Знание срочных приспособительных возможностей его организма помогает разрабатывать режим, обеспечивающий высокую работоспособность и здоровье.

Особенно серьезные задачи ставит перед экологической физиологией человека проблема массовой миграции населения и долгосрочной адаптации к новым климатическим условиям. В нашей стране эта проблема возникает и связи с заселением северо-восточных районов и освоением природных богатств Сибири. Ежегодно в Сибирь и на Дальний Восток приезжают тысячи людей, а одновременно тысячи людей оттуда возвращаются в Центральную Россию. Среди них большинство уезжают потому, что не смогли адаптироваться к условиям местного климата. Следовательно, от успехов экологической физиологии человека в изучении механизмов адаптации мигрантов к местному климату, условиям труда и быта, а главное — в разработке всесторонних практических мероприятий по облегчению такой долговременной адаптации в значительной мере зависит создание стабильного контингента постоянных жителей, ускорение экономического и социального развития всех важных перспективных регионов нашей Родины. Наконец, среди проблем экологической физиологии человека на первый план выдвигается вызывающее большую тревогу катастрофическое нарастание воздействия на человека разнообразных видов загрязнения окружающей среды. Возникает своеобразный «порочный круг», когда достоинства образа жизни преобразующего природу человека при отсутствии необходимого контроля начинают оказывать все более отрицательное влияние на его жизнь. Как справедливо отметил А. А. Малиновский (1973), «жизнь в искусственно созданной среде имеет свои положительные и отрицательные стороны, формирующие экологические особенности человека. Он сам меняет свою среду, приспособляя ее к себе там, где животные вынуждены приспособляться морфологически и физиологически. С другой стороны, он разрушает естественную природу, подрывая условия своего существования до такой степени, до какой ее не может разрушить ни одно животное».

Приводящая к таким результатам исключительная роль человека по сравнению с другими живыми существами в природных процессах может быть определена в понятиях функций подсистем биосферы (А. Б. Коган, 1977). Так, если функция растительной подсистемы состоит в синтезе первичной биомассы из неорганических источников, а функция животной подсистемы — в прогрессивном преобразовании этой биомассы путем повышения ее структурной организации и негэнтропии, то функция человеческой подсистемы заключается в производстве все новых орудий труда, позволяющих создавать небиологическим, техническим путем свободную энергию в искусственных высокоорганизованных системах, обеспечивающих потребности человечества. Поэтому если на всех этапах биологической эволюции объем и темпы преобразования живой, а через нее и неживой природы нашей планеты ограничивались «пропускной способностью» растений и животных, через тело которых эти преобразования осуществлялись, то передача данных функций орудиям труда в человеческом обществе сняла эти ограничения. В отличие от растения, высасывающего своими корнями из почвы не больше того, что может войти в его организм, человек при помощи техники извлекает из недр планеты сырья в миллионы раз больше всей живой массы людей. Именно снятие ограничений, на которых основывалась саморегуляция баланса природных процессов в биосфере, сделало реальным возникновение диспропорции между тем, как пользуется человек ресурсами неживой и живой природы, и природными возможностями естественного восстановления.

Такая диспропорция катастрофически нарастает и вызывает глубокие изменения в среде и условиях жизни людей, превращаясь во все более существенный и в большинстве случаев отрицательный экологический фактор. Загрязнение биосферы в результате производственной деятельности человека приобретает глобальный характер. Люди дышат воздухом с примесью газообразных побочных продуктов промышленности и выхлопных газов автомобилей; ядохимикаты, широко применяемые в сельском хозяйстве, проникают в водоемы; многие синтетические изделия и средства бытовой химии оказывают вредное влияние на человеческий организм. Выяснение

свойств адаптации к перечисленным воздействиям является одной из важнейших задач экологической физиологии человека и вместе с описанными новыми факторами среды определяет современную остроту ее проблем.

## Глава 2. НЕКОТОРЫЕ ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ АДАПТАЦИИ



Экологическая физиология, изучая приспособление живых существ к условиям их существования, сталкивается с «опросом о том, какие свойства организма лежат в основе его способности к приспособлениям и по каким общим закономерностям они происходят. Умение любого живого существа изменять свою организацию и характер деятельности в зависимости от условий жизни является одним из его главных жизненно важных свойств. Именно оно позволяет ему существовать в самой разной экологической среде и выживать даже в экстремальных условиях. Широкий круг разнообразных явлений, в которых проявляется приспособляемость, получил общее название — адаптация. «Феномен «адаптации» есть одно из фундаментальных и универсальных свойств биосистемы» (В. П. Казначеев, 1980). Это свойство лежит в основе приспособительной изменчивости всех живых организмов, и том числе и человека, оказывающихся в разных экологических условиях. Однако, чтобы пользоваться этим понятием в теории и практике экологии, следует четко определить его содержание.

### § 1. Определение содержания понятия адаптации

Советский энциклопедический словарь (1981) дает такое определение: «Адаптация (от латинского *adaptatio*— приспособление) в биологии — приспособление строения и функции организмов (и их групп) к условиям существования, в физиологии и медицине обозначает также процесс привыкания». Краткий психологический словарь (1985) определяет адаптацию как «...приспособление строения и функций организма, его органов и клеток к условиям среды... Изменения, сопровождающие адаптацию, затрагивают все уровни организма от молекулярного до психологической регуляции деятельности». В Философском словаре (1985) адаптация определяется как «процесс приспособления системы к условиям внешней и внутренней среды. Адаптацией иногда называют и результат такого процесса - наличие у системы приспособленности к некоторому фактору среды».

Замечательная способность живых существ приспособлять свою жизнедеятельность к тому, чтобы она соответствовала требованиям среды их обитания, издавна привлекала внимание, особенно в связи с влиянием условий жизни на здоровье человека. Уже в сочинениях античных врачей, дошедших до нас в виде так называемого Гиппократова сборника, в книгах «О воздухах, водах и местностях» и других рассматриваются приспособительные изменения в строении тела и свойствах организмов в зависимости от особенностей местности проживания, местного климата, характера питания, употребляемой пищи и образа жизни. Мыслители того времени пытались объяснить такую удивительную способность к приспособлению и развивали разные представления о его природе. Если Демокрит искал материальные основы изменений в организме, вызываемых условиями существования, то Аристотель придавал первостепенное значение идеальному мотиву стремления к самосовершенствованию.

С формированием биологии как самостоятельной науки на первый план выступают вопросы о механизмах эволюции живых существ, происхождении их разнообразных видов, о природе их изменчивости. Ключом к решению многих из них становятся проблемы адаптации, понимания движущих сил и сущности приспособительных изменений, происходящих в организме, оказавшемся в новых условиях жизни. Ж. Ламарк (1809) подходил к этим вопросам с позиции определяющей роли «окружающих условий», но при этом предполагал наличие неких субъективных «тенденций к прогрессу». Он считал, что существуют три способа адаптации: через изменение питания, через упражнение или неупотребление органов, через стремление к их совершенствованию. Первый способ свойствен растениям и низшим животным, второй характерен для высших животных, третий — для всех организмов. Общим для них Ламарк считал преобразование тканей, наступающее в результате «...ускорения движений жидких компонентов», из которых образуются органы. Таким образом понятие адаптации ограничивалось уровнем отдельных органов, из которых и складывается приспособительная способность организма. Причем наступающим в результате упражнения изменениям органов приписывалось значение наследственных признаков. В дальнейшем возникли две крайности: механоламаркисты абсолютизировали прямое воздействие среды на организм, а психоламаркисты во всех приспособлениях видели «душевную потребность» к совершенству.

Новый шаг в понимании понятия адаптации был сделан Ч. Дарвином (1859) в его теории происхождения видов путем естественного отбора. Эта теория позволила расширить понятие адаптации, включив в него процессы, разыгрывающиеся на уровне видового приспособления. В отличие от ламаркистских представлений о ведущей роли приспособительных изменений отдельных организмов в онтогенезе дарвинизм выдвигает на первый план эволюцию их поколений в филогенезе. Однако, считая естественный отбор наиболее приспособленных главной движущей силой эволюции. Дарвин не исключал и действия других факторов. В своем классическом труде «Происхождение видов» (1859) он писал: «Естественный отбор действует в силу того, что приспособляет изменяющиеся части существ к органическим и неорганическим условиям их жизни или приспособлял их в прошлые времена, причем эти приспособления поддерживались во многих случаях усиленным упражнением или, наоборот, его отсутствием, находились под влиянием прямого действия внешних условий, во всяком случае, подчинялись известным «законам роста и изменчивости».



Накопление знаний о закономерностях наследственности и изменчивости, о свойствах мутационных процессов, о взаимоотношениях организма и среды, о различиях механизмов приспособления на уровнях онтогенеза и филогенеза внесло много нового в понимание движущих сил и закономерностей приспособительной эволюции и генеза явлений адаптации.

Развивается представление, что наименьшей эволюционирующей единицей является не орган или отдельный организм, как следовало из взглядов классических дарвинистов, а конкретная популяция, сформировавшаяся в пределах вида (И. И. Шмальгаузен, 1969). В таком элементарном объединении особей, которые на основе общности условий их жизни приобрели сходные черты строения и функций, адаптивные изменения происходят как в едином целом. Однако разнородные популяции растений и животных существуют и эволюционируют, непрерывно взаимодействуя друг с другом. Возникновение при этом устойчивых биоценозов свидетельствует о достижении высокой степени адаптивности составляющих их популяций. Вместе с тем в свете учения В. И. Вернадского (1940) о биосфере как системе, в которой ее части развиваются, приспособляясь друг к другу, понятие адаптации получает еще более широкий аспект рассмотрения его содержания в глобальном планетарном масштабе. Такой «биосистемный» подход может быть полезным для более полного определения содержания понятия и разработки теории адаптации (В. П. Казначеев, 1973).

Ключ к пониманию многих свойств адаптации дает принцип единства организма и окружающей среды (И. М. Сеченов, 1861). Организм вне среды, в которой он живет, не может существовать. Для его жизни необходимо получать вещества, энергию и информацию из окружающего мира. Без этого жизнь невозможна. С другой стороны, он своей жизнедеятельностью, забирая нужные ему элементы, выделяя продукты обмена и воздействуя на среду своим поведением, неизбежно изменяет ее. Организм и среда оказываются неразрывно связанными. Однако в этой двусторонней связи могут быть «перекосы» в одну или другую сторону. Так, если для большинства животных влияние среды значительно превышает их воздействие на нее, то мощное преобразование человеком окружающей природы несравнимо превалирует над влиянием на него.

Экологический аспект понятия среды выражается определением: «Средой для животного является все, что влияет на шансы его выживания и размножения» (Г. Андресарта, 1963). Как основные факторы среды были выделены четыре группы влияний: 1) климата и погоды; 2) питания; 3) других организмов; 4) местообитания. Принята также более общая классификация факторов среды на биотические, где источником воздействия служат другие организмы (растения для жвачных или микробы для заболевшего человека), и абиотические, где воздействия имеют физическую или химическую природу (климатические условия или изменение содержания углекислоты в атмосфере). Действие экологических факторов среды может происходить в одних случаях по так называемому принципу «все или ничего», например, когда хищник ловит жертву и ее жизнь окончена («все») или упускает ее и остается голодным («ничего»), а в других случаях по принципу «градуальности», например, когда по мере перемещения к северу нарастают явления адаптации к холоду.

Реагируя по второму принципу на воздействия экологического фактора окружающей среды, организм при достижении некоторой минимальной его интенсивности начинает отвечать адаптационными реакциями, а при нарастании их интенсивности увеличивает их до некоторого предела. Дальнейшее повышение, усиление воздействия экологического фактора приводит к перелому и снижению реакций вплоть до того, что при определенной его интенсивности они оказываются полностью подавленными. Весь диапазон изменений интенсивности воздействия от минимального, порогового для первого появления реакции, до максимального, подавляющего реакцию, образует зону экологической толерантности организма. Как показывает рис. 2, в этой зоне между максимумом и минимумом интенсивности воздействия {верхняя и нижняя кардинальные точки} располагаются зоны пессимума, субоптимальные и оптимальные. Следует иметь в виду, что последняя может располагаться асимметрично относительно верхней и нижней кардинальных точек, а вся зона толерантности в целом и ее структура оказывается неоднородной для действия разных экологических факторов среды.

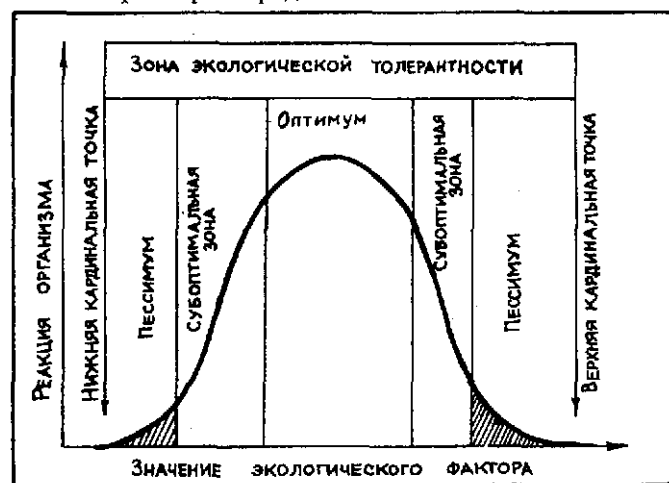


Рис. 2. Отношения в зоне экологической толерантности (К. Троян, 1988)

Для оценки состояния приспособленности человека к воздействиям среды может служить определение его адаптационных реакций (Л. Х. Гаркави, К. Б. Квакина, М. А. Уколова, 1975), по характеру которых выделены такие их градации, как тренировка, активация и стресс.

Приспособительная самоорганизация живого происходит на основе регулярных сдвигов процессов гомеостаза и нарастания негэнтропии. При этом следует иметь в виду, что гомеостаз поддерживается отрицательными, а негэнтропия положительными обратными связями.

С возникновением памяти информация перестала быть жестко связанной с конкретными событиями и приобрела способность «откладываться» впрок, давая возможность выбора оптимального приспособительного поведения.

Понятие адаптации на ранних уровнях организации жизни включает различные содержания. При этом в каждом случае проявляются свойства и действуют механизмы, специфические для данного уровня организации живых систем. Это хорошо видно при сопоставлении адаптации штамма микробов, переселенных на новую питательную среду, представляющую собой изменение их метаболизма, и адаптации колонии пингвинов к антарктическому холоду, которая состоит в том, что они собираются в плотную «толпу», сохраняющую тепло. Совершенно особые формы приобретает социальная адаптация человека, которая, например при поступлении новичка на завод, заключается в том, что он строит свое поведение и взаимоотношения с новыми товарищами в соответствии со взглядами и нормами, сложившимися в этом коллективе.

Однако во всех этих случаях адаптации намечаются наиболее общие черты и свойства адаптационных процессов, свойственные им независимо от того, на каком уровне организации живого они проявляются. В Большой Советской Энциклопедии (1970) приводится следующее определение: «Адаптация — процесс приспособления строения и функций организма (особей, популяций, видов) и их органов к условиям среды». Наряду с таким общим понятием уточняются характеристики частных видов адаптации. Так, адаптация физиологическая в БСЭ — это «...совокупность физиологических реакций, лежащая в основе приспособления организма к изменению окружающих условий и направленная к сохранению относительного постоянства его внутренней среды — гомеостаза». В общее понятие адаптации входят и такие частные случаи, как снижение ответов на повторное раздражение, например при так называемом привыкании, или их возрастание при сенсibilизации, или перераспределение функции при различных формах компенсации.

Процесс адаптации может быть определен, исходя из разных критериев, следующим образом (В. П. Казначеев, 1973): «В термодинамических критериях — процесс поддержания оптимального уровня неравномерности биологической системы в адекватных и

неадекватных условиях среды, обеспечивающего максимальный эффект внешней работы (Э. С. Бауэр, 1935), направленный на сохранение и продолжение ее жизни и жизни коалиции аналогичных систем.

В кибернетических критериях — процесс самосохранения функционального уровня саморегулирующейся системы в адекватных и неадекватных условиях среды, выбор функциональной стратегии, обеспечивающей выполнение главной конечной цели поведения биосистемы.

В биологических критериях — процесс сохранения и развития биологических свойств вида, популяции, биоценозов, обеспечивающий прогрессивную эволюцию биологических систем в адекватных и неадекватных условиях среды.

В физиологических критериях — процесс поддержания функциональных состояний гомеостатических систем и организма в целом, обеспечивающий его сохранение, развитие и работоспособность, максимальную продолжительность жизни в адекватных и неадекватных условиях среды».

Следует также различать понятия адаптации: статическое — это наличный уровень устойчивости системы к воздействиям среды, близкий к надежности, высокой адаптированности, и динамическое — сам процесс приспособления биосистемы к меняющимся условиям среды.

В конечном результате своего развития «адаптация обеспечивает нормальную жизнедеятельность организма и трудовую активность человека в новых (в том числе и социальных) условиях существования и способность к воспроизведению здорового потомства» (Н. А. Агаджанян, 1982).

## § 2. Виды адаптации

Адаптация как приспособительная изменчивость является всеобщим свойством жизни. Поэтому *ее процессы столь же неодинаковы, сколь различны явления жизни*. Этим определяются и разнообразие ее видов, и специфика их реализации в определенных условиях, для разных органов и систем организма при деятельности особей и популяций. По тем или другим критериям можно выделить несколько основных видов адаптации и охарактеризовать их особенности.

В зависимости от того, какой уровень организации живого затрагивается в первую очередь, адаптация может приобретать характер преимущественно клеточных, органных, организменных, популяционных, биоценологических и биосферных приспособительных перестроек. Примером клеточной адаптации может служить гипертрофия мышечных клеток без увеличения их числа в результате тренировок, приспособляющих мускулатуру к усиленной физической работе. Одним из случаев органной адаптации является возрастание жизненной емкости легких у обитателей высокогорья как приспособления к дыханию разреженным воздухом. Адаптация организменного уровня в наиболее наглядном и гибком виде проявляется в поведении животных, например при освоении ими новых кормовых ресурсов. Популяционные адаптации происходят главным образом при миграциях, изменении кормовой базы, обострении конкуренции и прослеживаются как к морфо-физиологическим модификациям, так и в контроле численности особей в популяции. Адаптации биоценозов выражаются преимущественно перестройкой структуры входящих в биоценоз видов растений и животных, как это происходит, например, при отступлении лесов. Наконец, адаптации биосферного уровня имеют место в результате биологических процессов планетарного масштаба, а за последнее время как следствие деятельности людей и проявляются в приспособительных изменениях фауны и флоры, а также самого человека в условиях интенсивной переделки природы и загрязнения окружающей среды. Следует, однако, иметь в виду, что все уровни жизненных процессов тесно связаны между собой и перестройки на одном из них отражаются и на других.

В зависимости от того, какого рода воздействия испытывает организм, у него будут возникать адаптации разного вида. Например, в жаркий солнечный день летом яркий свет вызывает приспособительное снижение световой чувствительности глаза, ультрафиолетовые лучи

способствуют защитному отложению пигмента кожи, высокая температура является причиной вначале обильного, а потом более экономного потоотделения. При этом основные процессы адаптации разыгрываются в системе физической терморегуляции отдачи тепла, а пребывание на холоде обуславливает более энергичную приспособительную мобилизацию системы терморегуляции образования тепла. Адаптация к изменившемуся составу пищи проявляется в перестройке деятельности пищеварительных желез. Как своеобразный вид адаптации может рассматриваться выработка новых форм поведения, например охота хищника в незнакомой местности. Зависимость возможностей адаптации от рода вызывающих ее воздействий проявляется и в том, что она возникает тем быстрее и полнее, чем привычнее эти воздействия для организмов, которые сталкивались с ними как с естественными компонентами среды их существования. Приспособление к ним обеспечивалось многовековым естественным отбором. Поэтому виды адаптации, связанные с переменной климатогеографических условий, оказываются весьма эффективными. К таким же, не имевшим место в природе воздействиям, как, например, электромагнитные волны, проникающая радиация, современные организмы практически не в состоянии эффективно адаптироваться.

Изменение условий среды обитания вызывает реакцию организма, характер и степень выраженности которой зависит как от интенсивности наступивших перемен, так и от его функционального состояния, реактивности, устойчивости. Каждая такая реакция в процессе жизнедеятельности связана с тратами энергии и структур, вслед за которыми возникает процесс восстановления. Он может протекать по-разному (рис. 3). Лишь в случае восстановления с избытком в результате приспособления формируются новые, более совершенные структуры, происходит нарастание живой массы тела, как в случае продуктивной тренировки. Недостаточность восстановления ведет к истощению организма.

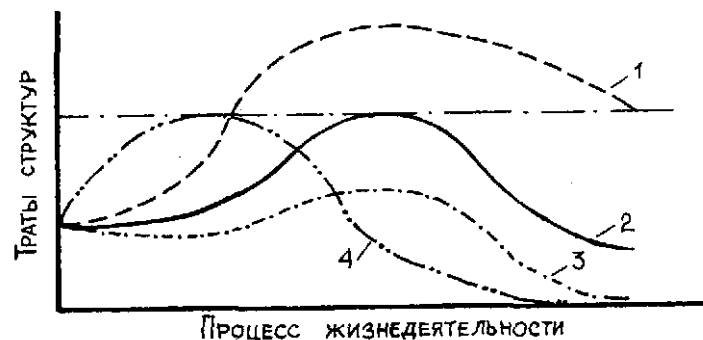


Рис. 3. Разные режимы работы биосистемы (В. П. Казначеев, 1973). Процессы восстановления: 1 — избыточное; 2- адекватное; 3 – недостаточное; 4 – уровень адекватного восстановления

Как может приспособительная перестройка организмов, оказавшихся в новых условиях среды обитания, стать наследуемым признаком их популяции? Генетическая природа формирования такой устойчивой структурной и функциональной модификации, адекватной новым условиям, по-видимому, связана с механизмом отбора. Новые условия жизни как дестабилизирующий фактор повышают изменчивость, и в процессе отбора на выживание преимущество получают генотипы, способные к адаптивным реакциям, которые и определяют новую норму (рис. 4). При этом следует иметь в виду, что в зависимости от того, адаптируется ли индивидуально особь или популяция в целом, процессы приспособления будут иметь разный характер. Конечно, адаптационные перестройки популяции наложат свой отпечаток на жизнь всех составляющих ее особей, и наоборот. Тем не менее можно выделить ряд характерных различий в адаптации отдельных организмов и их сообщества. Прежде всего это относится к «цели» приспособительных изменений. Адаптация организма направлена на то, чтобы при разнообразной смене внешних условий поддерживать постоянство его внутренней среды и обеспечивать

гомеостаз. Адаптация популяции направлена на то, чтобы увеличивать ее численность и совершенствовать генофонды. Они могут приходить

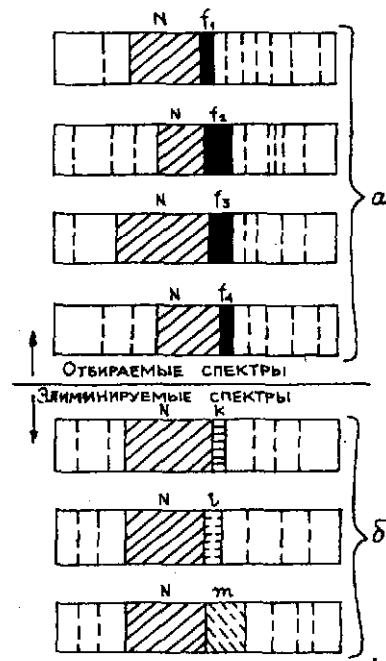


Рис. 4. Генетическая ассимиляция новой адаптивной нормы (М. Л. Шишкин, (1984);  
 а — модификационные спектры генотипов популяции, способных к преадаптивным реакциям в новых условиях жизни;  
 б — спектры остальных генотипов, элиминируемые в этих условиях;  
 N — прежняя норма; f1, f2, f3, f4 — индивидуальные варианты новой адаптивной нормы; k, l, m — неадаптивные реакции

в противоречие, например, когда популяция увеличивает численность своего состава, но тем самым обостряет конкуренцию особей и ухудшает условия их жизни. Вместе с тем некоторые виды адаптации особей, как, например, удлинение времени подготовки потомства к самостоятельному существованию, могут наносить ущерб развитию популяции, препятствуя быстрому нарастанию ее численности. Однако наблюдается и совпадение интересов популяции и особи, наиболее выраженное у высших животных, например, когда жизненный опыт, приобретаемый членами стаи, помогает ей в целом лучше приспосабливаться к переменам в условиях жизни, избегать опасностей, добывать пищу.

Такое различие свойств адаптации индивида и популяции в целом приводит к тому, что «...диапазон условий среды, необходимый для сохранения популяции, гораздо уже, чем диапазон, обеспечивающий выживание отдельной особи» (Р. Риклефс, 1979).

В зависимости от темпа развития приспособительных изменений, от индивидуально приобретаемого или наследственно закрепленного способа их реализации, от различия непосредственных и отдаленных результатов формируются неодинаковые виды адаптации. Своеобразные явления адаптации свойственны организму человека.

### § 3. Особенности явлений адаптации у человека

Для человека адаптация приобретает иной смысл и содержание, чем для животных. Ее особенности определяются его общественным образом жизни, породившим социальные закономерности существования людей и их взаимоотношения с окружающей природой. Вместе с тем реакции организма человека на разную экологическую среду имеют много общего с соответствующим поведением организма животных. Эти и другие обстоятельства привели к постановке вопроса о социальном и биологическом в природе человека. Приспособления животного и человека к жизни в разной природной среде коренным образом отличаются друг от друга.

*Если эволюция животного мира протекала и происходит в результате биологического процесса естественного отбора адаптивных признаков путем борьбы за существование, то история человеческого общества основана на овладении орудиями труда и является социальным процессом смены форм производственных отношений в результате развития средств производства.* Животные могут существовать в той или иной природной среде, лишь подчинив требованиям среды организацию своего тела, человек же, используя технику для воздействия на природу, сам создает себе среду, необходимую для его жизни, хотя в некотором смысле и в среде животных встречаются случаи приспособления окружающей среды к нуждам организма. Так, например, можно рассматривать удивительную способность термитов строить термитники, в которых создаются оптимальные для них климатические условия.

Если животные приспособляются к разным условиям жизни путем соответствующей перестройки своей морфологии и физиологии, то вооруженный техникой человек может адаптироваться к экстремальным условиям не только на нашей планете, но даже в Космосе без коренных изменений своего организма.

Такова принципиальная разница приспособления животных и человека к жизни в различных условиях среды обитания. Вместе с тем в свете проблемы социальных и биологических закономерностей экологической физиологии человека требует разъяснения такая общность многих явлений для человека и животных, как, например, повышение кислородной емкости крови и увеличение числа эритроцитов в условиях высокогорья, изменение ферментного состава пищеварительных соков в связи со сменой характера питания, приспособительная перестройка теплорегуляции в результате обитания в холодном или жарком климате. Еще более наглядны морфологические различия, например, между обитателями знойной Африки с пигментированной до черноты кожей, защищающей от солнечной радиации, развитым механизмом теплоотдачи, в том числе курчавыми, легко вентилируемыми волосами, и жителями холодного Севера со слабопигментированной кожей, снабженной толстым теплоизолирующим жировым слоем, с их гладкими волосами и уплощенными чертами лица, как считают, предохраняющими от обморожения. Примеры такого рода убедительно свидетельствуют о том, что адаптация человека к жизни в разных, в том числе климатогеографических, условиях затрагивает его морфологию и физиологию (рис. 5).

Особое значение имеет то обстоятельство, что такие приобретенные в процессе адаптации черты передаются по наследству, т. е. они генетически запрограммированы. Если полагать, что подобные изменения произошли уже после того, как человек выделился из животного мира, то можно предположить, что в этом проявляется эволюция вида *Homo sapiens*, происходящая по общим для всех видов животных законам развития. Другие проявления биологических законов в организме человека отмечаются в генетически закрепленных формах протекания основных процессов его жизнедеятельности, закономерностей питания, пищеварения, обмена веществ, кровообращения, выделения и многих актов инстинктивного поведения, которые весьма сходны с таковыми у животных. Основываясь на этих данных, ряд исследователей считают, что наряду с приобретенной в ходе исторического развития общества социальной сутью человека в нем проявляются и черты биологического существа. Такое представление о двойственной «биосоциальной» природе человека привлекло особое внимание в связи с проблемой происхождения его способностей и склонностей. Мнению, что они предопределены *биологическим наследованием* структуры и свойств мозга в генах (Э. Майр, 1974), противостоит концепция *социального наследования* (Н. П. Дубинин, 1980), согласно которой развитие высших функций мозга человека и его способностей к творческой деятельности зависит от воспитания и обучения в человеческом обществе, передающем личности все богатство накопленных знаний. Генетически предопределена лишь

универсальная способность мозга к разностороннему развитию в направлении, соответствующем условиям воспитания, что может обеспечить достижение - высокого совершенства в решении поставленных жизнью задач.

Очень четко и образно выразил эту мысль еще И. М. Сеченов (1863), который считал, что ум человека почти целиком зависит от условий воспитания. Выдающийся дарвинист А. Н. Северцов (1922) писал: «О психических действиях разумного типа можно сказать: сами действия не наследственны, но способность к ним является наследственной». Действительно, только в общении с людьми возникают и развиваются психические функции мозга

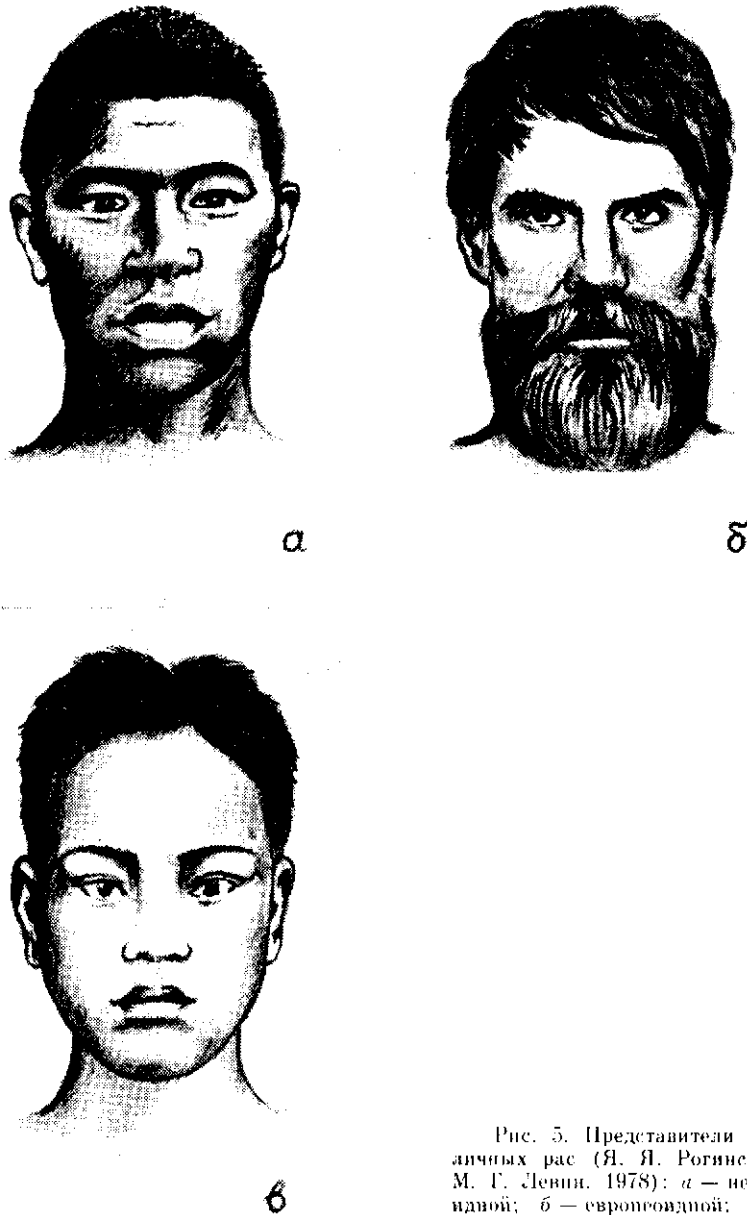


Рис. 5. Представители различных рас (Я. Я. Рогинский, М. Г. Левин, 1978): а — негроидной; б — европеоидной; в — монголоидной

человека, о чем свидетельствуют известные примеры прожившего 16 лет со дня рождения в одиночестве Каспара Гаузера, найденных в Индии в логове волков двух девочек и другие случаи, когда при отсутствии такого общения дети не обретали ни сознания, ни речи.

Социальная обусловленность психической деятельности мозга человека не вызывает сомнений, но остается открытым вопрос о биологическом и социальном в отношении функций других органов его тела, деятельность которых, на первый взгляд, мало связана с жизнью человека как общественного существа. В особенности это относится к физиологическим отправлениям органов так называемых вегетативных функций: обмена веществ, пищеварения, кровообращения и др. Для ответа на этот вопрос следует дать четкое определение понятий социального и биологического применительно к человеческому организму. Человек унаследовал тело со всеми органами и их функциями от биологических предков в том виде, каким оно сложилось в процессе эволюции. Обмен веществ, пищеварение, кровообращение и мышечное сокращение, даже способность мозга к обучению и организации целесообразного поведения — все это «биологический материал» животного прошлого человека, с которым он попал в условия жизни, определившие происхождение человеческого общества. С его появлением возникли качественно новые черты в характере взаимоотношений человека с природной средой (труд, производство) и с другими членами общества (производственные отношения). Это и есть социальное в человеческой природе, которое накладывает отпечаток на весь «биологический материал» тела, на все его органы и функции. Так, питание, а следовательно, и пищеварение, и обмен веществ в чрезвычайной степени зависят от состояния экономики и материальной обеспеченности. Именно в бывших колониальных странах распространены болезни, вызываемые недостатком питания (рис. 6). Кровообращение в результате реакций сердца и сосудов чутко откликается, например, на эмоции, сопровождающие взаимоотношения людей; энергетический обмен определяется физическими нагрузками в труде и спорте и т. д. Во всех проявлениях своей жизнедеятельности человек выступает в конечном итоге как социальное существо.

Понятие биосоциальной природы человека нередко истолковывается как равноправное проявление биологических закономерностей для одних сторон жизни его организма и социальных или других. Иное содержание; понятия биосоциальной природы человека складывается в результате подхода и что и проблеме с позиций конструктивной экологии (В. П. Казначеев, 1982). Здесь учитывается, что эволюция вида *Homo sapiens* имела специфические черты, коренным образом изменившие его биологию, подчиняя ее этим особенностям, которые в дальнейшем легли в основу развития его социального образа жизни. Предпосылки для такого понимания антропогенеза можно усмотреть в концепции эпиморфоза как «узлового» момента прогрессивной эволюции, обеспечивающего «...не только расселение организма по всей поверхности земного шара, где жизнь вообще только возможна, но и использование всех жизненных ресурсов. Такой организм займет совершенно особое положение, так как он возвысится над всеми организмами, овладеет всей средой и подчинит ее своим потребностям» (И. И. Шмальгаузен, 1939). Биологические механизмы эпиморфоза гоминид, из которых особое значение имели хватательная функция руки и бурное развитие мозга, были не только предпосылками, но и движущими силами формирования человека, наложившими свой отпечаток на его природу.



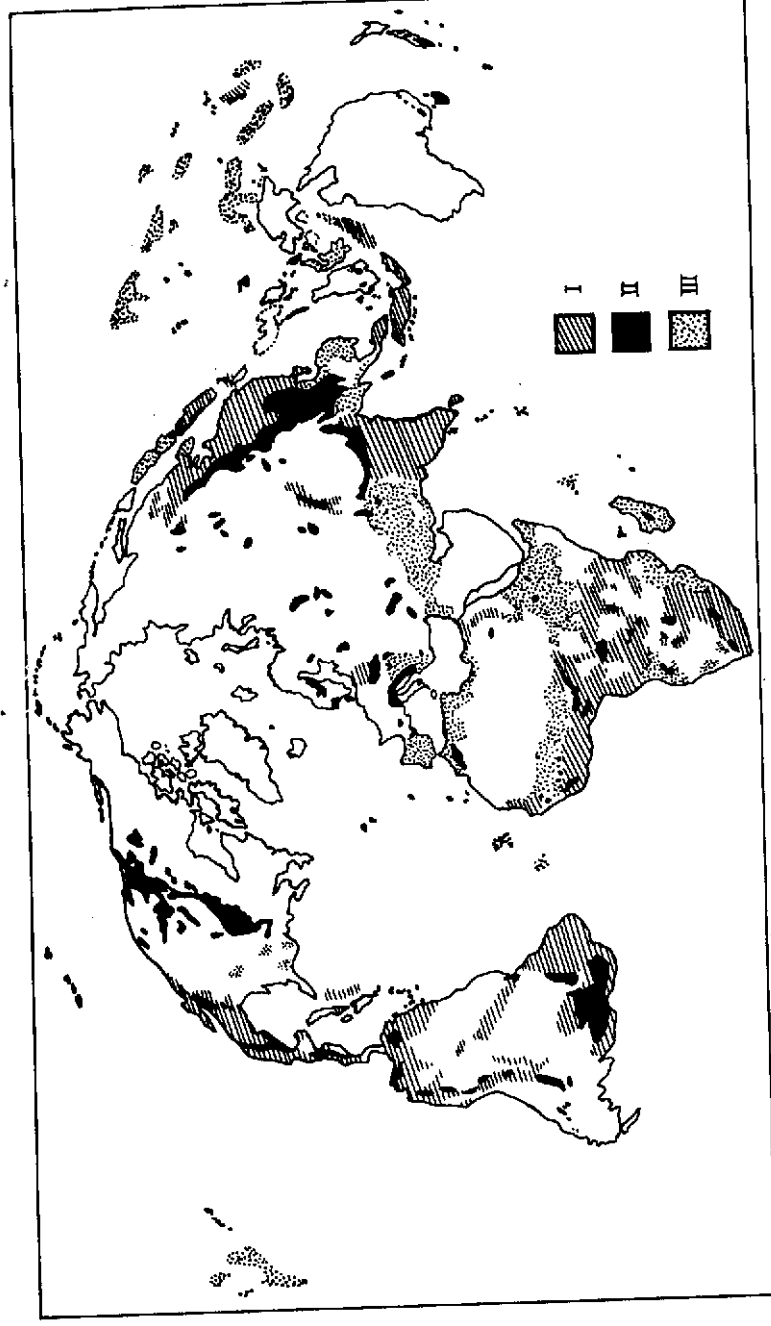


Рис. 6. Географическое распространение болезней, возникающих в результате нехватки белков (I), солей (II) и витаминов (III) в пище (Док. Уайнер, 1979)

Однако для того, чтобы быть полноценным членом общества, человек должен обладать здоровьем. За последнее время в связи с нарастанием неблагоприятных влияний ряда факторов образа жизни современного человека (психоэмоциональные напряжения, гиподинамия, нерациональное питание, алкоголь, курение и т. д.), к которым он вынужден приспосабливаться, проблема здоровья привлекает особое внимание, появилась даже специальная наука о здоровье — валеология (И. И. Брехман, 1987). Понятия о здоровье отдельного человека и здоровье общества как о социальных явлениях имеют каждое свои особенности (В. П. Казначеев, 1980). Вместе с тем уже давно было замечено, что между здоровьем и болезнью «...располагается целая гамма промежуточных состояний, указывающих на особые формы приспособления, близкие то к здоровью, то к заболеванию и все же не являющиеся ни тем, ни другим» (И. В. Давыдовский, 1962). Эти «особые формы приспособления» хотя и не могут расцениваться как проявления болезни, но и не позволяют считать, что человек здоров, так как при этом ухудшается его самочувствие и снижается работоспособность.

Накопление таких негативных приспособлений к жизни в неестественных условиях техносферы, создаваемой человеком, может вести к патологическим изменениям состояния нервной системы, кровообращения, обмена веществ и других функций организма. При этом преобладают хронические формы функциональных нарушений. Существует предположение, что здесь определенное значение может иметь дестабилизирующее влияние устранения естественного отбора, так как дикие предки человека выработали адаптацию лишь к острым воздействиям (Н. П. Казначеев, 1973). Распространенные в современном обществе нарушения здоровья получили название «болезни цивилизации». Однако их причина кроется не в цивилизации как таковой, а в нерациональности образа жизни, которая часто ее сопровождает и достигает высшей степени в условиях современного общества.

Об этом наглядно свидетельствует тот факт, что средняя продолжительность жизни человека в прошлом десятилетии составляла у населения экономически развитых государств в среднем около 70 лет, а у жителей развивающихся стран — около 50 лет (Б. Ц. Урланис, 1978). Среди факторов, влияющих на условия жизни людей, определенное, хотя и не решающее значение имеет стремительный рост их численности, получивший название демографического взрыва (рис. 7).

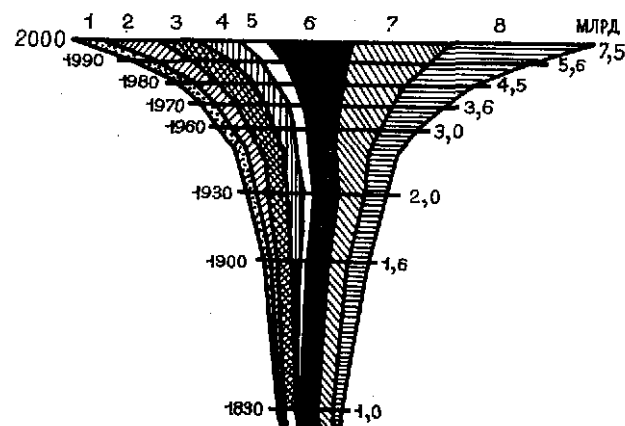


Рис. 7. Демографический взрыв в последнем столетии (П. Агесс, 1982)

*Адаптационные способности человека оказываются индивидуально различными.* Как уже было отмечено выше, при испытании реакций на влияния внешней среды разной интенсивности и длительности были выделены крайние типы: первый способен выдерживать

кратковременные сильные воздействия, но не может приспособливаться к продолжительным слабым, второй устойчив к продолжительному действию слабых воздействий, но не выносит кратковременные сильные (В. П. Казначеев, 1973). Дальнейшее развитие этих исследований привело к разработке концепции функциональной конституции как основы прогноза адаптационных возможностей людей при переменах климатогеографических условий, в частности в связи с хозяйственным освоением районов Севера (В. П. Казначеев, С. В. Казначеев, 1986). Это связано с тем, что «индивидуальность характера адаптации опосредуется в каждом человеке на основе его генофенотипических свойств, социальной и производственной деятельности и среды обитания» (Н. А. Агаджанян, 1982).

Научно-технический прогресс идет по пути создания все более сложных машин, для управления которыми человеку приходится приспособливаться к ним. Повышение эффективности этого процесса достигается путем отбора, обучения и тренировки операторов. Однако за последнее время в связи с успехами инженерной психологии и развитием языков ЭВМ для общения человека и машины выдвигаются идеи и разрабатываются системы взаимной адаптации оператора к управляемой технике и техники к управляющему оператору (Б. Ф. Ломов, В. Ф. Венда, Ю. М. Забродин, 1980). Здесь понятие адаптации распространяется на созданные человеком технические устройства, в которых воспроизводится это свойство живого.

Характерной особенностью человека является его способность к *социальной адаптации*. По определению Краткого психологического словаря (1985), «адаптация социальная — 1) процесс активного приспособления индивида к условиям новой социальной среды, 2) результат этого процесса. Социально-психологическим содержанием социальной адаптации является сближение целей и ценностей ориентации группы и входящего в нее индивида, усвоение им норм, традиций, групповой культуры, вхождение в речевую структуру группы».

Проявления социальной адаптации сопровождают каждый шаг человека, отражаются в его поведении, образе мыслей, взаимоотношениях с людьми. Именно в ее процессе формируются личность человека, взгляды, симпатии и антипатии, отношения к происходящим событиям. Все это определяет его образ жизни, накладывает отпечаток на общее состояние организма. Социальная адаптация членов общества представляет собой важное условие консолидации плодотворной деятельности и его успешного развития.

### Глава 3. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПЕРЕХОДА ОТ ОБЕЗЬЯНЫ К ЧЕЛОВЕКУ



Чтобы понять особенности физиологических функций человека и их приспособительные возможности, следует проследить, как они формировались в экологии его животных предков, как возникли биологические предпосылки для выделения человека из мира животных. Вывод Ч. Дарвина (1871) о том, что ближайшим предком человека была обезьяна, получил убедительные подтверждения в сравнительной анатомии, эмбриологии, палеонтологии и других науках. Перечисляя 613 общих для высших обезьян и человека признаков, Э. Геккель (1868) писал: «Те же самые 200 костей составляют скелет человека и четырех бесхвостых человекообразных обезьян, наших двоюродных братьев; те же 300 мускулов служат для приведения отдельных костей скелета в движение; те же волосы покрывают наше тело и те же самые молочные железы вскармливают детенышей; то же четырехкамерное сердце служит центральным аппаратом, насосом, приводящим кровь в обращение; те же 32 зуба помещены в наших челюстях; одни и те же половые органы служат для сохранения вида; те же самые группы нервов и ганглиев составляют чудесное здание нашего мозга и образуют то высшее проявление работы протоплазмы, которую мы называем «душою».

Антропология установила, что наиболее близкие к человеку современные шимпанзе произошли, как и человек, от общих предков исчезнувших видов обезьян типа дриопитеков. Поэтому об основных этапах их эволюции и приспособительных перестроек организма, создавших биологические предпосылки зарождения человека, можно только лишь строить гипотезы, пользуясь скудными данными

палеонтологии и сведениями о смене климатических условий в соответствующие геологические эпохи. Экологические особенности строения тела и функций животных-предшественников дают ключ к пониманию морфологии и физиологии организма человека.

## § 1. Возникновение руки и ее функций

Исключительно важной особенностью экологии древних обезьян, положивших начало эволюционной линии, ведущей к человеку, был их *древесный образ жизни*. Лазание по деревьям потребовало усиленного развития хватательных функций конечностей, которые обеспечиваются длинными и гибкими пальцами, обладающими большой подвижностью. При этом надежность схватывания достигается противопоставлением большого пальца, который отделяется от остальных и принимает своеобразную форму. Соответственно перестраивается и вся костная система конечности. Вместо стопы конечности опорной образуется гибкая кисть конечности хватательной.

Жизнь на деревьях требовала прежде всего надежного удерживания за ветви при передвижениях и посадке, поэтому хватательными становятся все четыре конечности. Такая характерная черта анатомии обезьян дала основание называть их четверорукими. Однако условия существования обезьян привели к различному употреблению передних и задних конечностей. Если задние служили главным образом для удержания тела в статическом положении на месте и его броской с ветки на ветку при передвижении, то передние все больше использовались для специальных видов активной внешней деятельности. Эта деятельность была связана с питанием (срывание плодов), защитой (отламывание и бросание сухих веток), различного вида манипуляциями со встречающимися предметами.

Освобожденные от опорной функции передние конечности получают чрезвычайное развитие как органы тонкого манипулирования. Так формируются руки. *Образование руки* было важнейшей биологической предпосылкой для возможности овладения предметами и их использования, это путь к созданию орудий труда (рис. 8). Спуск с дерева на землю, особенно в связи с отступлением лесов, углубил различие функций передних и задних конечностей, которые приобрели характерные морфологические черты руки и ноги.

Рис. 8. Кисть шимпанзе (Е. И. Данилова, 1979). Удлинение фаланг пальцев, приспособленных к цеплянию, и начало противопоставления им большого пальца, помогающего хватательным движениям



Парадоксальный факт был обнаружен при изучении строения кисти руки неандертальца. Она оказалась «хуже», чем у обезьян, менее гибкой, неуклюжей, с малоподвижным большим пальцем. Одно из объяснений этому дал В. П. Алексеев (1969), который предположил, что

ходьба по земле после спуска с деревьев потребовала ногу с плоской стопой и короткими пальцами, а отбор по сцеплению генов, общему для конечностей, обусловил сходные изменения и руки. Такой «шаг назад» в развитии руки был быстро компенсирован последующим ее прогрессом в связи с овладением орудиями.

## § 2, Орудийная деятельность

Развитие руки как органа хватания и манипуляций позволило обезьяне брать разнообразные окружающие предметы, исследовать их и в случае необходимости применить. Например, защищаясь от врагов, обезьяны бросают в них сорванные плоды и отломанные сухие ветки, в процессе еды разбивают камнем орехи и выкапывают палкой съедобные корни. Такие действия можно расценить как первые шаги в животном мире к использованию предметов для воздействия на окружающую среду с помощью руки.

Применение «удлиняющих» руку предметов давало особые преимущества в борьбе за существование тем видам наших биологических предков, которые, развивая эту способность, достигли наибольших успехов в эволюции. Именно эта *способность к использованию предметов* в своем дальнейшем развитии стала биологической предпосылкой для создания человеком в условиях его общественной жизни орудий труда.

Достижение цели с помощью орудий возможно лишь при достаточно высоком уровне умственных способностей и может быть их показателем. Поэтому изучение орудийной деятельности обезьян, особенно антропоидов, предпринималось многими психологами и физиологами с целью выяснения свойств их психики и сопоставления ее с психикой человека.

Широкую известность получили опыты В. Колера (1930) с шимпанзе, которые он проводил на биологической станции острова Тенериф. При проведении опытов обезьяны находились в клетке или на привязи, а на расстоянии, превышающем достигаемое вытянутой рукой или ногой, помещалась лакомая приманка, обычно банан или апельсин. Около обезьяны клали палку. Увидев банан, шимпанзе безуспешно пытается его достать, вытягивая то руку, то ногу. Убедившись в его недостижимости, он обращается к экспериментатору с характерной мимикой просьбы и плачущими звуками, а затем бросается на спину, что выражает у обезьяны глубокое горе. Просьбы и жалобы длятся до тех пор, пока шимпанзе не добывает банан при помощи палки. Первое такое действие бывает очень неловким, но уже после трех повторений опыта обезьяна не тратит время на бесполезные попытки достать банан рукой или ногой, а сразу берет палку и ловко притягивает ею банан к себе. В том случае, если банан, подвешивается на высоте, недоступной шимпанзе, палка используется для сбивания приманки.

На основании этих наблюдений В. Келер утверждал, что присущее антропоидам использование орудий лишь количественно отличается от человеческого. Сходной позиции придерживался американский ученый Р. Иеркс (1925), наблюдавший, как горилла добывает при помощи палки спрятанный в трубе плод, который нельзя достать руной (рис. 9). Однако за внешним сходством некоторых действий лежит коренное принципиальное различие биологической природы орудийной деятельности обезьян и социальной природы орудий труда человека. Неудивительно, что вид палки, напоминающей обломанные ветки, которыми обезьяны пользуются для сбивания плодов, по условным связям ведет к ее использованию для добывания пищи.

Результаты некоторых наблюдателей рассматривались как доказательство способности обезьяны не только применять, но и изготавливать орудия



Рис. 9. Горилла пялкой выталкивает приманку из трубы (Р. Иеркс, 1925)

Так, в опытах В. Келера шимпанзе Султан получал толстую и тонкую бамбуковые палки, каждая из которых была недостаточно длинной, чтобы с ее помощью дотянуться до приманки. Обезьяна научилась вставлять тонкую палку в торец толстой и достигала цели (рис. 10, а). Однако в контрольных опытах Э. Г. Вацуро и М. ГГ. Штодина (1939), проведенных на Биологической станции им. акад. И. П. Павлова под Ленинградом, когда дыра в толстой палке была просверлена не на торце, а сбоку, шимпанзе вставлял тонкую палку в первое попавшееся отверстие (рис. 10, б) и безуспешно пытался ею действовать. Следовательно, считать такое поведение разумным изготовлением орудий нет оснований



Рис. 10. Опыты с «изготовлением» орудий обезьянами:

а - шимпанзе Султан вставляет тонкую палку в отверстие торца толстой, что позволяет ему достать приманку (В. Келер, 1930);

б - шимпанзе Рафаель вставляет тонкую палку в боковое отверстие, не учитывая бесполезности своих действий (Э. Г. Вацуро, 1948)

Приведенные факты свидетельствуют о том, что орудийная деятельность кисших обезьян хотя и является чрезвычайным достижением в эволюции животных, но еще далека от сознательного использования природных средств и изготовления искусственных орудий труда человека. Она должна рассматриваться лишь, как одна из экологически обусловленных биологических предпосылок его становления.

### § 3. Стадный образ жизни

Жизнь в сообществах свойственна очень многим видам животных и птиц. Достаточно вспомнить, как ведет себя стадо оленей, колония бобров, стая журавлей. Однако организация в стадо особей обезьян имеет ряд экологических особенностей, которые выделяют их среди других животных. Эти особенности в сочетании с развитием руки и использованием предметов обусловили такие взаимоотношения между особями, которые способствовали развитию тенденции к совместным действиям.

В стаде обезьян устанавливается тесное взаимодействие его членов при передвижении на местности в поисках пищи, и защите и нападении, заботе о потомстве. Поведение стада определяется его строгой иерархической структурой. Во главе стоит наиболее сильный старый самец, который занимает положение вожака с неограниченной властью. «Звание это дается ему не всеобщей подачей голосов,— иронически пишет А. Брэм (1902),— но только после ожесточенной борьбы и ссоры с другими претендентами».

Сложная иерархия господствующих и подчиненных определяет положение особи и ее взаимоотношения с другими членами стада.

В защите и нападении обезьяны в стаде выступают сплоченно, энергично поддерживают друг друга. Хотя такое поведение встречается у многих сообществ животных, у обезьян оно принимает чрезвычайно выраженные формы. Особенное значение у них имеют сигнальные действия предупреждения и угрозы в виде бурной жестикуляции, мимики и криков, которые нередко обращают в бегство нападающих врагов. Таким же путем обычно решаются внутренние конфликты между членами стада.

Продолжение рода и забота о потомстве у обезьян, особенно антропоидов, принимает своеобразный характер, отличающий их от других животных. Так, беременность шимпанзе длится, как и у человека, 280 дней, в то время как у орангутангов — 220 дней, павианов — 210, а у макаков — 182 дня. Пока детеныш не вырастет, он остается предметом внимания и забот не только матери, но и всего стада. В случае смерти самки любой член стада возьмет малыша к себе в приемыши.

Стадный образ жизни способствовал развитию средств общения между членами стада и передаче приобретенного одним из них опыта остальным. Об этом свидетельствуют наблюдения, показавшие, что навыки, выработанные; у одной обезьяны, обнаруживаются в готовом виде у другой, бывшей лишь зрителем формирования навыков. Интересно, что закрепление новых навыков поведения в группе обезьян происходит быстрее, чем при индивидуальном обучении (В. Н. Кряжев, 1955).

*Таким образом, жизнь в стаде была важным апологическим фактором развития коллективных форм деятельности, как биологическом предпосылки возникновения обществе иного устройства жизни людей.*

### § 4. Развитие мозга и психики

Мозг обезьян, особенно антропоидов, уже по своей массе резко отличается от мозга других животных. Мозг шимпанзе весит 400 г, в то время как кролика — 50, собаки - 120, барана -150, тигра — 250 г. Только такие большие животные, как корова и лошадь, вес тела которых превосходит » несколько раз вес тела обезьяны обладают более крупным мозгом (450 и 600 г соответственно), не говоря уже о ките (2500 г) и слоне (5000 г). Однако если оценивать развитие мозга по отношению его веса к весу тела, все они уступают шимпанзе.

Столь интенсивное развитие мозга наблюдается у разных видов обезьян в разной степени, хотя не идет ни в какое сравнение с развитием мозга у человека (табл. 1).



Таблица 1

**Размеры мозга и их отношение к размерам тела у разных видов обезьян и человека**

Вид	Вместимость черепа, куб. см	Отношение массы тела к массе мозга, ед.
Гиббон	120	800
Орангутанг	400	300
Горилла	500	400
Шимпанзе	400	200
Человек	1450	50

Экологические особенности и направление эволюции обезьян ярко проявились в сложном строении их мозга. В то время как у всех других животных сенсомоторная зона занимает относительно небольшой участок полушарий в их передних отделах, у обезьян эта зона чрезвычайно увеличена и охватывает около трети полушария, при этом крестовидная борозда резко смещается назад. У обезьяны образуются большие лобные отделы мозга, которые резко отличают ее от других животных (рис. 11). Такая перестройка обусловлена в первую очередь развитием руки, совершающей тонкие движения и дающей при манипулировании предметами обильную кинестетическую и осязательную информацию. Крайней выраженности этих изменений своего строения достигает мозг человека.

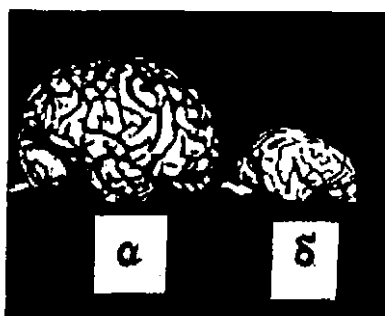


Рис. 11. Головной мозг шимпанзе (а) и собаки (б) (Р. З. Рогинский, 1948)

Развитие мозга обезьян, обусловленное их образом жизни, проявляется и в свойствах высшей нервной деятельности. Особое значение в восприятии обезьяны приобретает мышечное чувство. Об этом наглядно свидетельствуют эксперименты с выбором «ключа» к ящику с фруктами. Обезьяна безошибочно определяла его по весу, несмотря на то, что все «ключи» были одинакового цвета и температуры,

но начинала путаться, когда предлагаемые «ключи» были одинакового веса, хотя и отличались по цвету и температуре. Больше всего ошибок делала обезьяна, выбирая «ключ» среди отличающихся друг от друга только температурой. Ведущая роль кинестетической информации определяет и характерные проявления «любопытства» обезьяны, которая, увидев незнакомый предмет, прежде всего хватает его, вертит в руках и тщательно ощупывает.

В результате такого развития мозг может осуществлять *сложные акты аналитико-синтетической деятельности*. Поэтому обезьяны превосходят всех других животных по своей способности к обучению. В природных условиях они быстро образуют новые навыки поведения, а в экспериментальной обстановке могут вырабатывать условный рефлекс даже после однократного сочетания сигнала с подкреплением. Здесь также проявляется экологически обусловленная ведущая роль руки в решении задач, связанных с открытием замков, крючков и задвижек в проблемных клетках, и в образовании сложных инструментальных рефлексов, где последовательными звеньями были действия обезьяны. Со стадным образом жизни связано чрезвычайное развитие подражательных рефлексов, давших основание называть подражание «обезьянничаньем».

Эволюция аналитико-синтетической деятельности мозга обезьян, быстрота образования и стойкость условных рефлексов, использование комплексных сигналов и их тонкое дифференцирование, образование сигнальных цепей и условных связей на следы бывших сигналов в значительной мере стимулировались двигательной активностью. Это обстоятельство привело к сосредоточению в кинестетической сфере ведущих механизмов целостной оценки взаимодействия организма со средой, что можно рассматривать как биологическую предпосылку для будущего формирования критерия практики человека.

*Психика антропоидов*, ближайших наших предшественников в мире животных, привлекала и привлекает большой интерес как путь изучения биологических предпосылок к развитию психики человека. Выдающийся русский ученый просветитель А. И. Герцен (1845) с присущей ему яркостью речи писал: «Животная психология должна завершить, увенчать сравнительную анатомию и физиологию; она должна представить феноменологию разворачивающегося сознания; ее конец — при начале психологии человека, в которую она вливается, как венозная кровь в легкие, для того, чтобы одухотвориться и сделаться алой кровью, текущей в артериях истории».

При исследовании поведения человекообразных обезьян в процессе решения экспериментальных задач, например добывания пищи, ученые отмечали в их действиях некоторые черты внешнего сходства с поступками человека. Уже упомянутые выше опыты В. Келера с орудийной деятельностью шимпанзе привели его к следующему утверждению: «Мы находим у шимпанзе разумное поведение того же самого типа, что и у человека». Подтверждение этому он усматривал в экспериментах с «обходными путями», которые должны были показать, что у шимпанзе возникает «идея» необходимости обхода, чтобы достать приманку (рис. 12, а). Однако повторение этих опытов в Институте физиологии им. И. П. Павлова показало, что когда в загородке был сделан прямой выход к обезьяне, она тем не менее повторяла заученный обход (рис. 12, б, в). Ясно, что никакой сознательной оценки обстановки здесь не было.

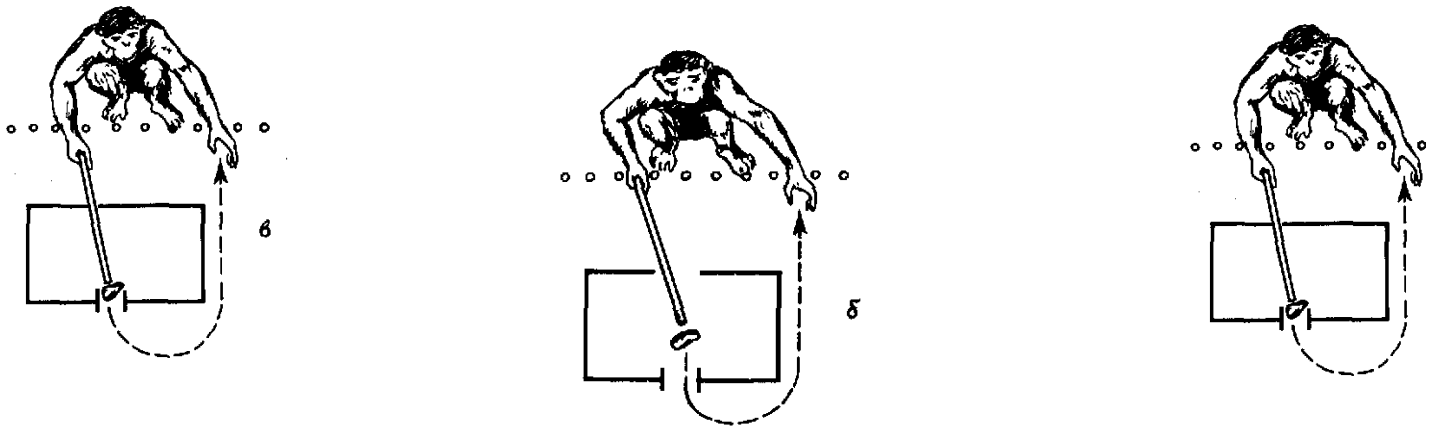


Рис. 12. Шимпанзе извлекает лакомую приманку из загородки «обходным» путем (Э. Вацуро, 1948, с изменением): а — загородка имеет выход на противоположной по отношению к обезьяне стороне; б — сделан прямой выход в обращенной к обезьяне стороне загородки; в — приманка положена прямо в обращенный к обезьяне выход загородки

Вместе с тем в поведении антропоидов можно было наблюдать действия, выходящие за рамки простой условнорефлекторной деятельности. Они могли пользоваться памятью и быстро образовывать такие сложные и длинные цепи ассоциаций, на которые неспособны другие животные и низшие обезьяны (Р. Иеркс, 1925, В. Келер, 1930; Р. З. Рогинский, 1948; Н. Н. Ладыгина-Котс, 1958). На это обращал внимание и И. П. Павлов (1934), анализируя поведение шимпанзе Рафаэля, научившегося ставить один ящик на другой, чтобы достать высоко подвешенную лакомую приманку: «Как же не назвать все это «мышлением», мышлением, конечно, элементарным? Вы видите это совершенно отчетливо: образование ассоциаций, прибавление новых ассоциаций, затем -цепь ассоциаций. Рафаэль знает, с чего нужно начинать,— положим, с норного ящика, а рядом другая ассоциация — ящик нужно поставить под первым плодом и т. д.» Подчеркивая принципиальное отличие человека от животных в развитии у него второй сигнальной системы — речи, появлении слова как средства выражения отвлеченных понятий, составляющих основу человеческого мышления и его уникальной способности к абстракциям, И. П. Павлов (1935) рассматривал группирование и синтез животными конкретных сигналов действительности как показатель наличия у них *зачатков понятий*: «Судя по всему, они есть и у животных».

Таким образом, развитие мозга и психики наших предшественников — человекообразных обезьян — было экологически направлено в сторону все углубляющегося анализа, синтеза и обобщения вещей и событий окружающего мира на основе двигательной активности, приводящей к овладению ими и исследованию их свойств. Освоение и совершенствование навыков действий руками дало возможность пользоваться различными предметами как орудиями разного назначения, что явилось биологической предпосылкой применения их в качестве орудий труда в процессе становления человека. Стадный образ жизни и своеобразная организация сообщества обусловили чрезвычайное развитие подражательного обучения, тесного общения особей, специализации сигналов общего поведения, что определило биологические предпосылки к возникновению совместных действий будущих людей, организуемых речью.

Многие тысячелетия прошли с момента возникновения этих предпосылок до появления *Homo sapiens* — человека разумного, способного к созидательному труду. Труд — «первое основное условие всей человеческой жизни, и притом в такой степени, что мы в известном смысле должны сказать: труд создал самого человека» (Ф. Энгельс, 1832). Влияние труда как основы существования человека распространилось на все стороны его жизни, определив облик, духовный мир, отношения людей между собой. Оно проявляется и во все возрастающих изменениях окружающего мира, которые возникают в результате деятельности человека. Поэтому если предпосылки

появления человека на нашей планете связаны с экологическими особенностями четвероруких обитателей деревьев, сошедших на землю, то в историческом прогрессе человеческого общества его деятельность становится мощным экологическим фактором для всей биосферы и для него самого.

## Глава 4. ПЕРЕСТРОЙКИ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА ПРИ ЕГО СТАНОВЛЕНИИ



Организм человека формировался, приспособляясь к резко изменяющимся условиям среды и образа жизни. Прямохождение вызвало коренную перестройку скелета, мускулатуры и управления локомоциями. Ведущая роль руки и ее специфическая деятельность непрерывно совершенствовались, достигая все более высокой тонкости и точности движения, необходимых для оперирования усложняющимися орудиями труда. Менялся характер питания и перестраивались органы вегетативных функций организма. Все это приводило к определенному направлению сравнительного развития структур мозга и мыслительной деятельности человека.

### § 1. Перестройка скелета и мышц

Спустившись с деревьев на землю, наши далекие четверорукие предки оказались перед выбором: продолжать специализацию передних конечностей как хватательных, отводя задним роль опорных, или возвращаться к четвероногому способу передвижения. Некоторые палеонтологические находки позволяют предположить, что избравшие второй путь развития особи оказались плохо приспособленными к борьбе за существование и погибли. Прогрессивным оказался первый путь дальнейшего совершенствования передних конечностей — рук, полностью освобождаемых от опорной функции. Это привело к тому, что корпус со всеми внутренними органами принял вертикальное положение, а проекция центра тяжести тела была ограничена плоскостью опоры ног. Возникло *прямохождение*, которое привело к коренной перестройке всего скелета и обслуживающей его мускулатуры.

Вертикальное положение корпуса резко сократило площадь опоры, сведенную к области, ограниченной стопами ног, в преде-

лах которой находится центр тяжести тела. Произошло *перераспределение нагрузок на скелет*, вызвавшее характерные перестройки его основных костей. Таз, принимающий на себя вес всего тела, становится более массивным, расширяются крылья подвздошных костей, вертлужная впадина смещается вверх, обеспечивая устойчивость в тазобедренном суставе. Ограничивается подвижность позвоночника, и постоянное сдавливание межпозвоночных хрящей при недостаточной компенсации может приводить к ущемлению корешков спинного мозга, нередко проявляющегося, особенно у пожилых людей, в виде радикулита.

В связи с выполняемой опорной функцией бедро и голень становится толще, а как приспособление к быстрому передвижению, особенно в условиях охоты, нападения и бегства, они удлиняются, обеспечивая более длинный шаг, бег, прыжок. Коренным образом перестраивается стопа, на которую ложится вся тяжесть тела. Она принимает наиболее прочную и амортизирующую толчки форму свода, укрепленного связками и мышцами подошвы, в отличие от задних конечностей обезьяны. Случаи их недостаточного развития у современного человека расцениваются как плоскостопие, затрудняющее ходьбу. Стона образует рычаг, при помощи которого икроножная мышца, приложенная через голеностопный сустав к пяточной кости, через ахиллово сухожилие поднимает тяжесть тела.

Однако наиболее разительные перестройки претерпели *кости черепа*. На рис. 13 изображено, как менялась форма черепа предков современного человека в связи с развитием мозга и изменением образа жизни. Рост массы мозга, преимущественно передних его отделов, вызвал прогрессирующее увеличение объема черепа с выпячиванием лобных отделов. Благодаря развитию рук челюсти утрачивают хватательную функцию, укорачиваются, и из вытянутой вперед звериной морды формируется благородное человеческое лицо с высоким лбом.

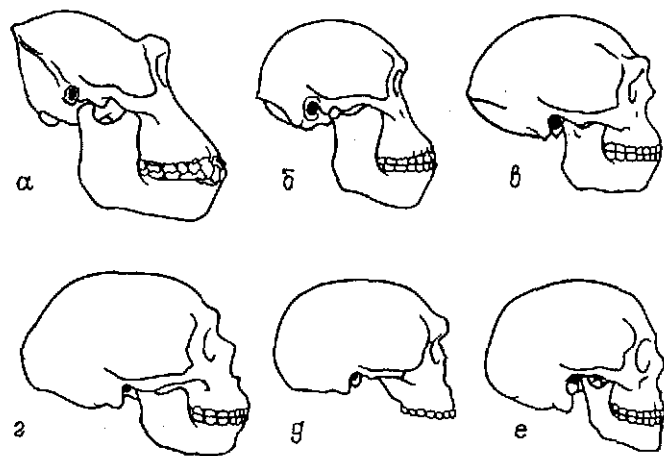


Рис. 13. Развитие черепа от обезьяны до человека (Дж. Харрисон, Дж. Уайнер, Дж. Геннер и др., 1979): а - горилла; б — австралопитек; в — homo erectus; г -- неандерталец из Ла-Шапель-о-Сен; д — штейнгеймский человек; е — современный человек

*Совершенствование манипуляторной деятельности преобразует руку*, которая приобретает исключительную гибкость и подвижность. Суставы костей плеча и предплечья вместе с многосвязными сочленениями кисти обеспечивают разнообразные движения руки семи степеней свободы. Удлинение фаланги и противопоставление большого пальца (рис. 14) позволяют брать в руки и исследовать мельчайшие предметы, определять их пригодность для еды, очищать от несъедобных частей, пользоваться для разных хозяйственных нужд, изготовления одежды, строительства жилища и т. д. Изменяется и дерматоглифика поверхности пальцев и

ладони (Т. Д. Гладкова, 1966). О возникновении руки у наших предков Ф. Энгельс (1895 —1896) писал: «Этим был сделан решающий шаг для перехода от обезьяны к человеку».

*Поддержание прямостояния* оказалось довольно сложной задачей, так как две точки опоры, которыми служат ноги, сами по себе не могут обеспечить устойчивое равновесие. История животного мира дает примеры попыток решения этой задачи. Так, ископаемые ящеры, поднявшись на задние лапы, приспособили в качестве третьей точки опоры мощный хвост. Однако современные ящерицы являются четвероногими. Современными двуногими стали птицы, у которых передние конечности превратились в крылья. При этом корпус у большинства птиц остался в горизонтальном положении.

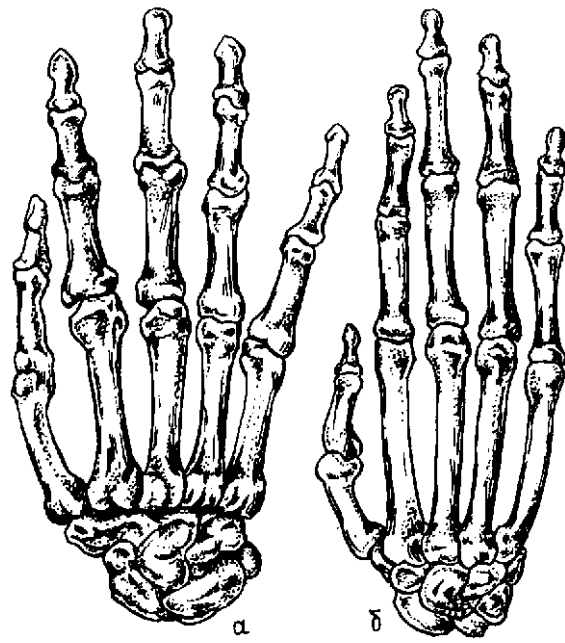


Рис. 14. Скелет кисти человека (а) и шимпанзе (б) (Е. И. Данилова, 1979). Особо развит большой палец, обеспечивающий схватывание и манипулирование предметами

Стояние человека на двух ногах поддерживается постоянным напряжением связок и мышц тазобедренных, коленных и голеностопных суставов, а также внутренних суставов стопы и пальцев. Особенно большая нагрузка падает на мышцы — разгибатели нижних конечностей, дна таза и передней брюшной стенки. Мышцы шеи предохраняют голову от падения вперед. Непрерывно напрягаются сгибательные и разгибательные мышцы ног и туловища, удерживая тело в вертикальном положении. Малейшее его отклонение вперед вызывает немедленное напряжение мышц, возвращающих тело в прежнее положение. При этом оно слегка смещается в противоположном направлении, и все повторяется. Прямостояние человека обеспечивается непрерывным балансированием напряжения сгибательных и разгибательных мышц, поэтому он стоит не абсолютно неподвижно, а слегка покачиваясь. В норме эти покачивания практически незаметны. Однако их можно зарегистрировать в виде стабิโลграммы, колебания которой резко усиливаются после длительной неподвижности (рис. 15).

Хотя обеспечивающие прямостояние мышцы принадлежат к скелетной мускулатуре, они приспособились к выполнению

функции длительного тонического напряжения путем увеличения в своем клеточном составе числа так называемых красных волокон.

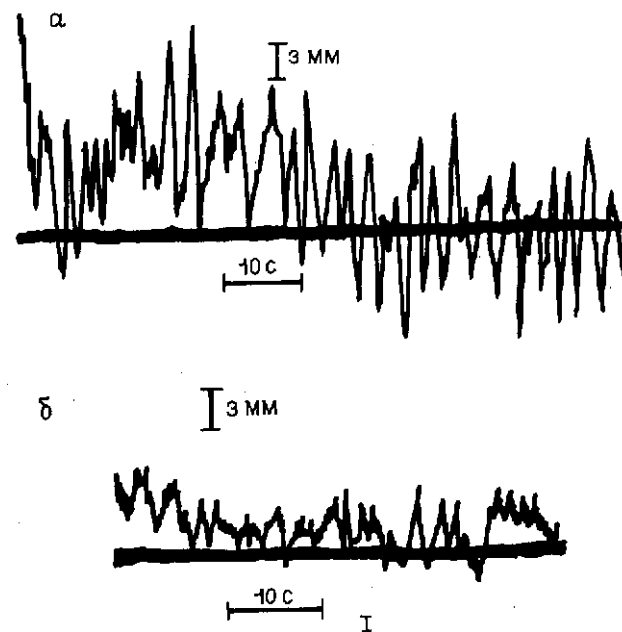


Рис. 15. Стабилограмма человека после длительной малоподвижности (а) и при спокойном состоянии (б) (В. С. Гурфиникель, Е. И. Пальцев, Л. Г. Фельдман и др., 1969)

В отличие от белых мышечных волокон, богатых сократительными миофибриллами при относительно малом количестве саркоплазмы, красные волокна обильно снабжены саркоплазмой, в связи с чем они более выносливы и способны к продолжительному сокращению, не испытывая утомления. Этому способствуют и свойственные данным мышцам особенности метаболизма, в частности наличие наряду с белком актомиозином особого соединения тоноактомиозина, требующего гораздо меньших затрат энергии на поддержание мышцы в сокращенном состоянии. Тем не менее траты энергии на сохранение позы стояния оказываются весьма значительными и составляют до 40% общих затрат.

Поскольку прямостояние человека, давшее столь важную свободу рукам, требовало *непрерывного балансирования мышечных усилий*, для сохранения динамического равновесия развилась сложная система рефлекторного управления мускулатурой. Управляющие сигналы поступают от самих мышц, от лабиринтных органов равновесия и от глаз; центры управления располагаются на разных уровнях мозга. Особое значение имеют рефлексы ствола мозга, регулирующие взаимоотношение тонуса сгибательной и разгибательной мускулатуры.

Еще более усложняется задача сохранения вертикального положения тела при передвижении, когда происходит непрерывное изменение положения центра тяжести тела, инерционных характеристик его массы, соотношении усилий работающей мускулатуры.

*Прямохождение*, кроме непрерывного напряжения тонической мускулатуры, требует участия мощных мышц физического действия, способных преодолеть инерцию массы тела и сообщить ему необходимое ускорение. Двухное



передвижение, в частности бегом, особенно в связи с охотой и преследованием добычи или бегством от хищных зверей, вызвало у человека в отличие от его четвероруких предков значительное развитие таких мышц, как ягодичные и икроножные, поднимающие пето тяжесть веса тела (рис. 16). Соответственно чрезвычайно усложнилось и нервное

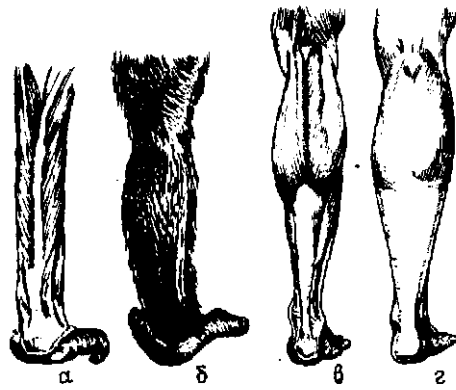


Рис. 16. Развитие мускулатуры и вид голени шимпанзе (а, б) и человека (в, г) (Я. Я. Рогинский, М. Г. Левин, 1978)

управление локомоциями. Оно охватывает не только аппарат срочного, мгновенно меняющегося перераспределения тонуса позных мышц, но и экстренное включение мышц быстрых движений, осуществляющих ходьбу, бег и прыжки. В управлении столь ответственными действиями участвуют высшие отделы мозга, т. е. имеют место произвольные двигательные акты под контролем сознания.

## § 2. Перестройка системы кровообращения

Из вегетативных функций наиболее глубокие изменения при становлении организма человека претерпела функция кровообращения. Переход к вертикальному положению тела создал существенно новые условия прежде всего для движения крови в сосудах и работы сердца. Если при горизонтальном положении тела у животных сила тяжести оказывала свое влияние более или менее равномерно на всем протяжении сосудистого русла, не считая конечностей, то прямохождение человека направило *в сосуды ног всю тяжесть кровяного столба*, определяемого его ростом. Особенно наглядно это проявляется в венах. Давление крови в венах закономерно нарастает от отрицательных значений в венозных синусах головы до максимальной положительной величины в венозных сплетениях стопы (рис. 17).

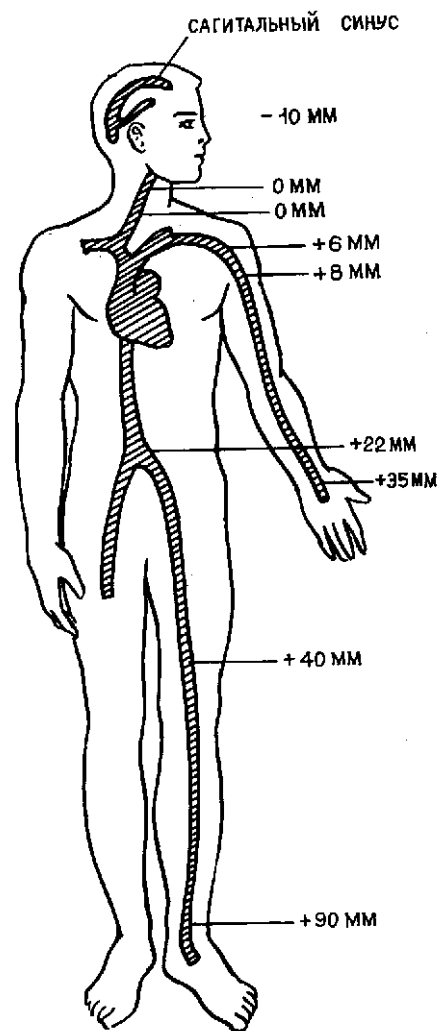


Рис. 17. Давление крови в разных участках венозного русла (А. Гайтон, 1962)

Вены ног человека относительно недавно, если брать отсчет времени от момента перехода к прямоходянию, стали приспособляться к той повышенной нагрузке, которую не приходилось испытывать его четвероногим предкам, быстро меняющим положение тела, включая внешние вниз головой. Поэтому длительное стояние, пережатие ног тесными подвязками и другие причины нередко вызывают растяжение вен чаще всего голени, называемое, варикозным расширением. Может наступить и воспаление пены. Если оно сопровождается местным свертыванием крови и образованием тромба, то возникает характерное для человека заболевание — тромбофлебит нижних вен. С другой стороны, обычная для обезьян частая смена положений головы сделала ее сосуды способными реагировать изменениями своего тонуса на разные условия кровенаполнения. Поэтому человек может некоторое время находиться вверх ногами, а у кролика, чья голова всегда направлена вверх, в таком положении сосуды мозга переполняются кровью и наступает обморок, который может закончиться смертью.

Жизнь биологических предшественников и первобытных людей в условиях жестокой борьбы за существование и выживание наиболее приспособленных наложили свой отпечаток на все функции организма, сохранившийся и в физиологии современного человека. Особенно ярко следы приспособительных перестроек физиологических функций проявляются в деятельности сердца — органа, обеспечивающего экстренные потребности усиленного кровоснабжения мускулатуры в критических ситуациях, требующих максимального напряжения. В лекциях студентам Военно-медицинской академии И. П. Павлов (1912) подчеркивал исключительную «отзывчивость» сердца человека на вес его переживания и волнения. Чтобы понять причины этого, Павлов предлагал представить, себе условия жизни нашего животного предка и первобытного человека. Сильное волнение могло означать для него или нападение врага, или борьбу за пищу, т. е. или кто-то хотел его съесть, или он хотел съесть кого-то. И в том, и в другом случае исход борьбы во многом зависел от быстроты снабжения мышц кровью.

Жизненно важный в условиях борьбы за существование *рефлекс мобилизации сердечной деятельности* по сигналам эмоционального возбуждения сохранился и до наших дней. Однако волнения и тревоги современного человека не решаются силой мышц. Поэтому сердечная реакция увеличения напора крови в сосуды мускулатуры не только потеряла свое приспособительное значение, но оказались возможной причиной возникновения некоторых нарушений нормальной деятельности сердца и сосудов. Вызванная волнением усиленная работа сердца гонит кровь в артерии, но, не имея выхода в сосуды бездействующих мышц создает стойкое высокое артериальное давление. Это может быть одной из причин распространенного в наше время заболевания - гипертонии. С другой стороны, такая «ложная мобилизация» сердца приводит к невротическим нарушениям его деятельности.

Таким образом, изменившиеся условия деятельности сердечно-сосудистой системы предъявили к ней новые сложные требования. В новых обстоятельствах жизни человека некоторые прежние приспособления, как, например, такая эмоциональная мобилизация работы сердца, теряют свое положительное значение, а при определенных обстоятельствах могут даже играть отрицательную роль. Вместе с тем эти условия ведут к возникновению соответствующих новых приспособлений кровообращения.

### § 3. Эволюция питания

Другая категория физиологических функций, испытавших радикальное преобразование при становлении организма человека, связана с питанием, что отразилось на пищеварении и обмене веществ. Важнейшим экологическим фактором, преобразовавшим эти функции, был переход от растительной пищи при жизни на деревьях к все более разнообразному питанию с использованием личинок насекомых, червей, моллюсков, рыб, птиц, а затем, при отступлении лесов, к добыванию пищи охотой на крупных животных. *Питание мясом* дало возможность существенно улучшить энергетический баланс организма. Отпали затраты энергии на значительную механическую и химическую обработку растительных продуктов, требующих больших усилий для разрушения оболочек их клеток и плохо поддающихся перевариванию пищеварительными соками. Клетки животных легко переваривались и давали не только «горючее» для восполнения затрат энергии, но и

полноценные белки, которые представляли собой высококачественный пластический материал для построения собственных тканей организма. «Мясная пища содержала в почти готовом виде наиболее важные вещества, в которых нуждается организм для своего обмена веществ: она сократила процесс пищеварения... и этим оберегла больше времени, вещества и энергии для активного проявления животной, и собственном смысле слова, жизни» (Ф. Энгельс, 1895- 1896).

Палеонтологические находки позволяют сделать вывод, что для первобытного человека в эпоху палеолита и мезолита основным средством питания становится добываемое на охоте мясо. Раскопки пещер, в которых жили питекантропы, обнаружили разломанные кости ныне вымерших видов животных, за которыми они охотились,— мамонта, бизона, большерогой овцы, бурого медведя, дикого кабана. Однако, судя по найденным остаткам, первобытные люди пополняли свой рацион питания и растительными продуктами, выкапывая съедобные корни и поедая съедобные растения. Исследования стоянок неандертальского человека свидетельствуют о том, что он уже пользовался огнем или обработки пищи и обжигания наконечников копий (рис. 18), дробил кости убитых животных, чтобы полакомиться костным мозгом, В зависимости от фауны мест обитания неандерталец использовал разнообразные источники пищи, на что указывают остатки гагарок, костей рыб и скопления некрытых раковин моллюсков на прибрежных стоянках.



Рис. 18. Стоянка неандертальцев (И. Аугуста, З. Буриан, 1971). Обжигание наконечников копий для охоты на крупных животных

В эпоху неолита питание человека становится, с одной стороны, еще более разнообразным в силу освоении новых его источников как животного, так и растительного происхождения, а с другой стороны, болен односторонним в результате определяемого средой обитания и образом жизни преобладания того или иного источника нищи. В дальнейшем эволюция питания проходила в соответствии с природными пищевыми ресурсами района обитания и характером хозяйственной деятельности людей. При этом определились преимущественно охотничьи (включая рыбную ловлю) сообщества, по мере приручения диких копытных — пастушеские, затем, как итог освоения посевов полезных растений,— земледельческие и, наконец, наиболее развитые сообщества, занимающиеся и земледелием, и животноводством.

В *охотничьем сообществе* возможность удовлетворить потребности в пище зависела от удачной охоты, связанной с риском при схватке с сильным и агрессивным животным. Охотник получал пищу высокой биологической ценности, состоявшую главным образом из животных белков и жиров, богатую витаминами и минеральными веществами. В качестве примера сохранившегося до

недавнего времени добывания пищи охотой приводят образ жизни эскимосов севера Канады (Г. Синклер, 1953). Они охотятся на тюленей, полярных медведей, могут съесть несколько килограммов мяса в один прием и не страдают рахитом, цингой и другими авитаминозами, а также болезнями белковой недостаточности. Однако длительная плохая погода, препятствующая охоте, перемена мест обитания зверя и другие причины делают охотничий способ добывания пищи не очень надежным и не исключают возникновения периодов голода.

*Земледельческий способ* производства продуктов питания был более падежным в отношении регулярности их получении, но имел и свои недостатки. Примером относительно примитивного земледельческого сообщества может служить описание недавнего состояния крестьянского хозяйства в Гамбии (Р. Фокс, 1953). Основную пищу составляют культурные злаки — маис, просо, сорго, рис, а в определенное время года - зелень и фрукты, изредка съедается небольшое количество мяса и сушеной рыбы. Такая пища, состоящая преимущественно из углеводов, ведет к заболеваниям, связанным с белковой недостаточностью — квашиоркору, циррозу печени, авитаминозам, расстройствам минерального обмена. В зависимости от сезонов тяжелых сельскохозяйственных работ (июнь—август) и использовании снятого урожая питание или покрывает расход энергии, или оказывается недостаточным, тогда работа совершается за счет тканевых ресурсов тела земледельца (рис. 19).

Приведенные примеры питания охотников полярных областей Америки и земледельцев глубинных районов Африки отражают не только экологические факторы формирования пищевого рациона, но и социальные условия практики колониализма, обрекающего эксплуатируемые отсталые народности на примитивное существование, голод и вымирание. Неудивительно, что живущие на грани голода некоторые дикие племена Новой Гвинеи до недавнего времени практиковали каннибализм, имеющий ритуальное; значение. Так, установлено, что племя миянминов регулярно употребляло в пищу человеческое мясо. Например, в 1956 г. очередное их нападение на соседнее племя атбальминов закончилось поимкой и съедением 16 человек (С. Гарн. 1961).

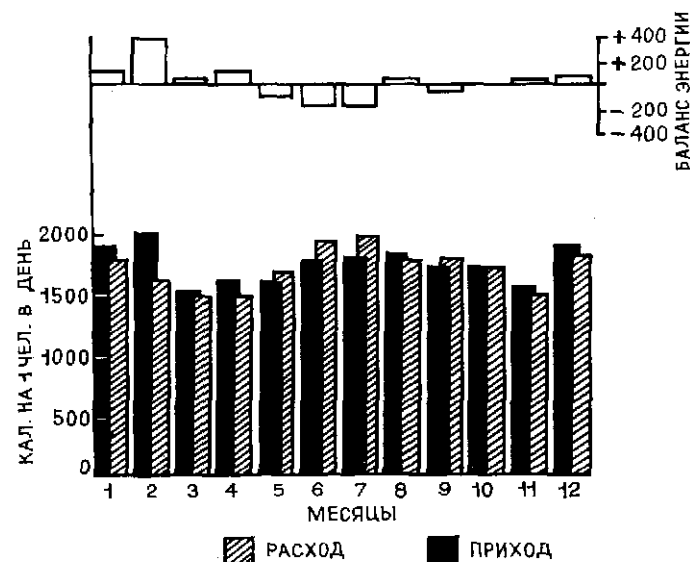


Рис. 19. Годовое распределение расхода энергии на работу в поле и ее поступление с пищей у жителей африканской деревни, ведущих примитивное сельское хозяйство (Р.Фокс, 1953)

По мере формирования общественных отношений питание людей все более определялось *социальными факторами*. Уже в первобытном охотничьем сообществе устанавливается известная иерархия в поедании добычи. Появление частной собственности

углубляет неравномерность распределения продуктов питания, а при их недостатке спадает резкий разрыв в обеспечении пищей разных групп людей. Проблема питания приобретает чрезвычайную социальную остроту в наше время, в условиях стремительного роста народонаселения и низкого жизненного уровня эксплуатируемых масс, особенно отсталых народностей, в развивающихся странах.

Так, в Африке ежегодный рост населения составляет 3%, а производство продовольствия увеличивается за это же время только на 1%. В развивающихся бывших колониальных странах голодает 150 миллионов человек. По данным Центрального института статистики в Италии жители бедного юга страны питаются главным образом дешевыми продуктами. Они съедают хлеба и макарон гораздо больше, чем жители богатых северных районов, которые значительно опережают южан по потреблению мяса и молока.

Большое значение в проблеме питания имеет ее *белковая полноценность*. Белок, как пластический материал, влияет на общее развитие организма человека. Наглядным примером значения животных белков в питании служат результаты антропометрического обследования двух африканских племен - масаи и кикуйю, живущих в Кении. Скотоводы масаи, питающиеся мясом и молоком, в среднем на 7 — 8 см выше и имеют вес на 10 — 11 кг больше, чем их соседи, земледельцы кикуйю, которые употребляют в пищу злаки и клубни растений. Другой пример дало обследование населения северо-востока Бразилии. Жители джунглей, питающиеся в основном продуктами растительного происхождения, в частности изготовленными из муки маниока, бедной белками, оказались физически менее развитыми и низкорослыми по сравнению с жителями побережья, получающими много белков благодаря ловле рыбы, и с обитателями степной зоны — скотоводами, рацион питания которых включает высокоценные белки мяса, молока и сыра.

Большой рост и более крупные размеры тела жителей развитых стран Европы и Северной Америки, потребляющих относительно много мясных продуктов по сравнению с питающимися рисом жителями юго-востока Азии, имеют также и социальные аспекты. В одной и той же географической зоне, при наличии одних и тех же ресурсов еды пищевой рацион разных групп людей, влияющий на физическое развитие, и чрезвычайной степени зависит от их имущественного положения. Так, обследование населения Шри-Ланки показало, что, например, рост 15-летних мальчиков из зажиточных семей оказался на 12 см выше, а вес на 9 кг больше, чем их сверстников из семей бедняков (А. Никольсон, 1993). Сравнение физического развития разных групп населения Пуэрто-Рико показало, что материальная обеспеченность, позволяющая хорошо питаться, имеет большое значение для физического развития, чем генетические и расовые различия: дети богатых негров оказались крупнее не только своих малоимущих соплеменников, но и детей бедных европейцев. О значении материальной обеспеченности населения для полноценного питания наглядно свидетельствует также география состава пищи человека в разных странах (рис. 20). Низкая калорийность и недостаток белка характерны для районов низкого уровня жизни населения бывших колониальных стран, главным образом в Африке, Юго-Восточной Азии, Центральной и части Южной Америки.

Изменившийся характер питания обусловил весьма существенную *перестройку органов пищеварения*. Лишенные хватательной функции челюсти стали короче, а зубы, количество которых осталось прежним, располагаются более тесно, и самый крайний, названный зубом мудрости, с трудом находит себе место. Сами зубы приспособились к механическим усилиям, но их эмаль.

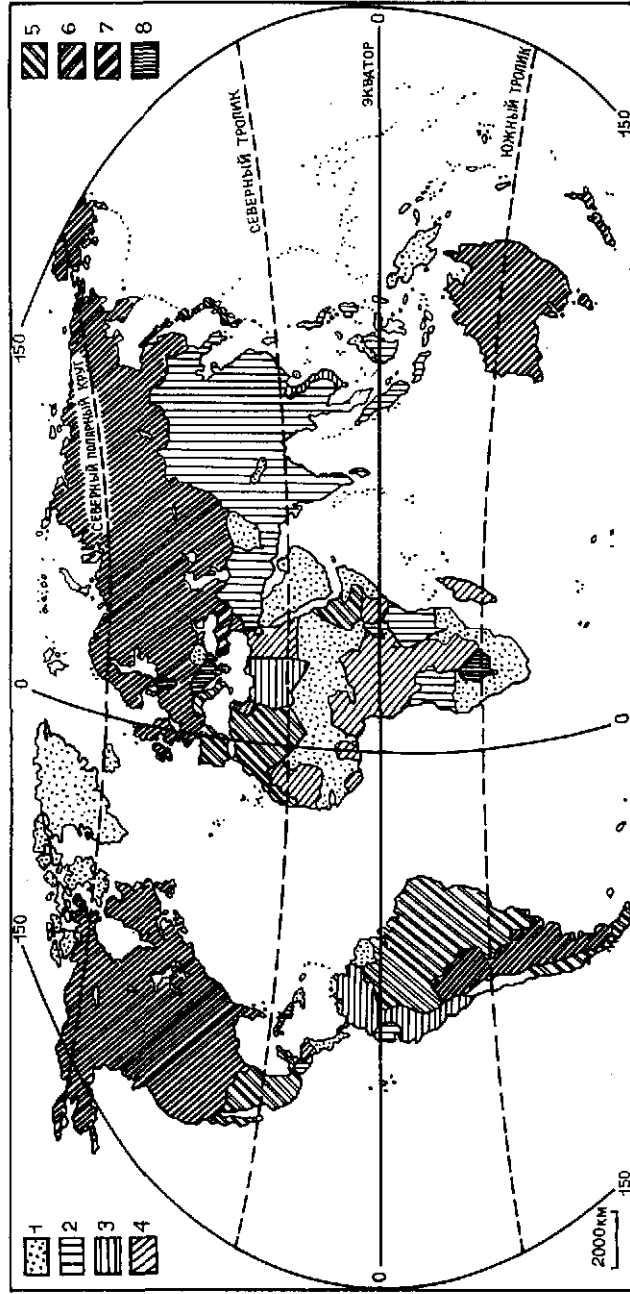


Рис. 20. Содержание калорий и белков в суточном пищевом рационе жителей разных стран (В. П. Алексеев, 1974):  
 1 — нет информации; 2 — менее 2200 ккал и 15 г животного белка; 3 — менее 2200 ккал, 15—30 г животного белка;  
 4 — 2200—2700 ккал, менее 15 г животного белка; 5 — 2200—2700 ккал, 15—30 г животного белка; 6 — более 2700 ккал,  
 менее 15 г животного белка; 7 — более 2700 ккал, 15—30 г животного белка; 8 — более 2700 ккал, 30 г животного белка

выдержавшая колоссальные механические нагрузки в процессе биологической эволюции, никогда не сталкивалась с очень горячей и очень холодной пищей. Незнакомые животным горячие блюда, кофе, ледяное мороженое вызывают трещины эмали зубов человека, в результате развивается кариес и зубы гибнут. Массовые опросы студентов показали, что даже в молодости трудно найти человека с абсолютно здоровыми зубами. Как сказал один стоматолог, «человек платится зубами за удовольствие поесть по-человечески».

Человек приспособился к питанию самыми разнообразными пищевыми продуктами. Соответственно перестраивались его органы пищеварения. От растительноядных предков, длительно пережевывавших пищу, он сохранил непрерывную секрецию слюны и

большую тускую поверхность коренных зубов, хотя и приобрел клыки плотоядных. Птиалин слюны обеспечивает переваривание углеводов, а пепсин желудочного сока — расщепление белков. Освоение мясной пищи сделало ненужным многометровый толстый кишечник растительноядных, который укоротился. Однако замена микрофлоры брожения, разрушавшей растительную клетчатку, на микрофлору гниения белковых продуктов рассматривается как неблагоприятное условие интоксикации организма (И. И. Мечников, 1914)

*Пища современного человека* состоит из продуктов животного и растительного происхождения, так сильно переработанных, что они потеряли многие свои природные свойства и приобрели некоторые искусственные, не всегда полезные. Примерами могут служить «отбеленный» хлеб и многие виды кулинарной обработки продуктов, когда высокие вкусовые качества достигаются за счет снижения питательной ценности. Особое внимание привлекает широкое распространение в последнее время легкоусвояемых углеводов, особенно сахара и сладостей, злоупотребление которыми может способствовать заболеванию диабетом, вызывать нарушения обмена веществ с далеко идущими последствиями. Ученые считают, что избыток в пище жиров животного происхождения является одним из условий развития атеросклероза. Все это актуальные вопросы медицинской диетологии.

#### § 4. Формирование популяций современного человека

Несмотря на единство вида *Homo sapiens*, люди, живущие в разных районах земного шара, различаются своим обликом, складом тела, цветом кожи, характером обмена веществ, свойствами иммунитета и другими особенностями. По легко наблюдаемым внешним признакам цвета кожи, формы тела, характера волос антропологи выделили основные *расы людей*: европеоидную, монголоидную и австрало-негроидную (Я. Я. Рогинский, М. Г. Левин, 1978).

Экологические факторы среды обитания и определяемый ими образ жизни объясняют расовые различия морфологии и физиологии организма человека. Понятно приспособительное значение пигментации кожи негроидных обитателей тропиков, предохраняющее их от проникновения обильной ультрафиолетовой радиации, или узких глазных щелей монголоидных жителей пустынь, защищающих глаза от носимого ветром песка. Однако история формирования этих приспособительных изменений организма людей, создавших расовые различия, остается во многом неясной.

Поскольку расовые признаки, являясь полезными вариациями строения и функций организма, входят в генетическую программу и передаются по наследству, то следует думать, что они формировались в процессе естественного отбора. Данные палеонтологии свидетельствуют, что расовые различия по признакам строения скелета и черепа можно отметить среди представителей вида «человек разумный», т. е. при достаточно высоком уровне развития. Ограниченность находок, относящихся к древней истории человечества, затруднила более раннее выявление этих различий как обусловленных экологией его предшественников. Поэтому ученые предполагают, что влияние естественного отбора могло и какой-то мере сказываться на первобытном человеке. Перед нами вновь возникает вопрос о том, на каком этапе своего развития «человек стал человеком», вышел из подчинения закономерностям биологической жизни и превратился в существо социальное. Не исключено, что между этими двумя состояниями в течение какого-то времени имело место своеобразное перекрытие, когда одно состояние полностью еще не закончилось, а другое уже начало проявляться.

По мере накопления фактического материала антропологических исследований становилось все более ясным, что расы не представляют собой однородные группы людей, которые можно охарактеризовать четко определенным набором специфических, присущих только данной расе признаков. Между ними существуют *переходные группы*, обладающие чертами той и другой расы, а сами расовые признаки оказываются очень переменными и неустойчивыми в зависимости от многих условий. Особое значение



в их изменчивости имели переселение племен, смешанные браки, влияние различий среды обитания. Современное развитие средств связи и транспорта, интенсивные миграции населения в чрезвычайной степени облегчают общение разнородных групп людей и тем самым дают много вариаций анатомических и физиологических признаков. Поэтому было предложено ввиду размытости понятия расы пользоваться понятием популяции (Н. Барникот, 1979).

*Популяция означает группу людей, которых объединяет какой-то общий признак.* Им могут быть среда обитания и образ жизни, строение и размеры тела, особенности питания и обмена веществ, род занятий и бытовые условия, имущественное положение и т. д. Практически все эти признаки взаимосвязаны и влияют друг на друга. Формирование популяций происходило и происходит не изолированно, по специфическому для данной популяции признаку, а отражает в некоторой степени участие других признаков.

О размерах тела некоторое представление дает рост. Выше уже отмечалось значение питания для роста на примере рядом живущих потребителей мясной пищи масаев и растительной пищи кикую. Этот факт подтверждается па многих примерах. Так, высокие люди из африканского племени скотоводов тутси имеют в среднем рост 176,5 см, а самые малорослые лесные пигмеи бамбути — 144 см. В обеих популяциях рост женщин на 5—8% ниже, чем рост мужчин. На рис. 21 представлено распределение величин роста в этих популяциях. Значение рациона питания для

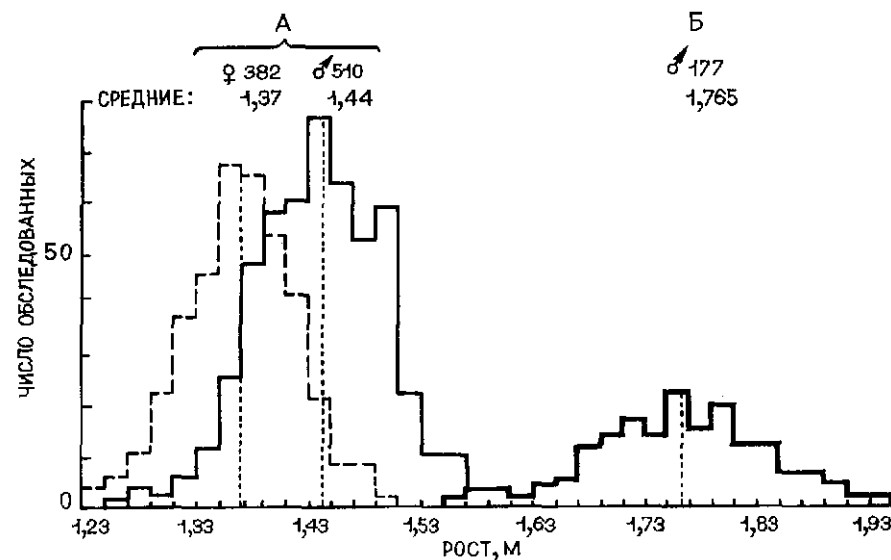


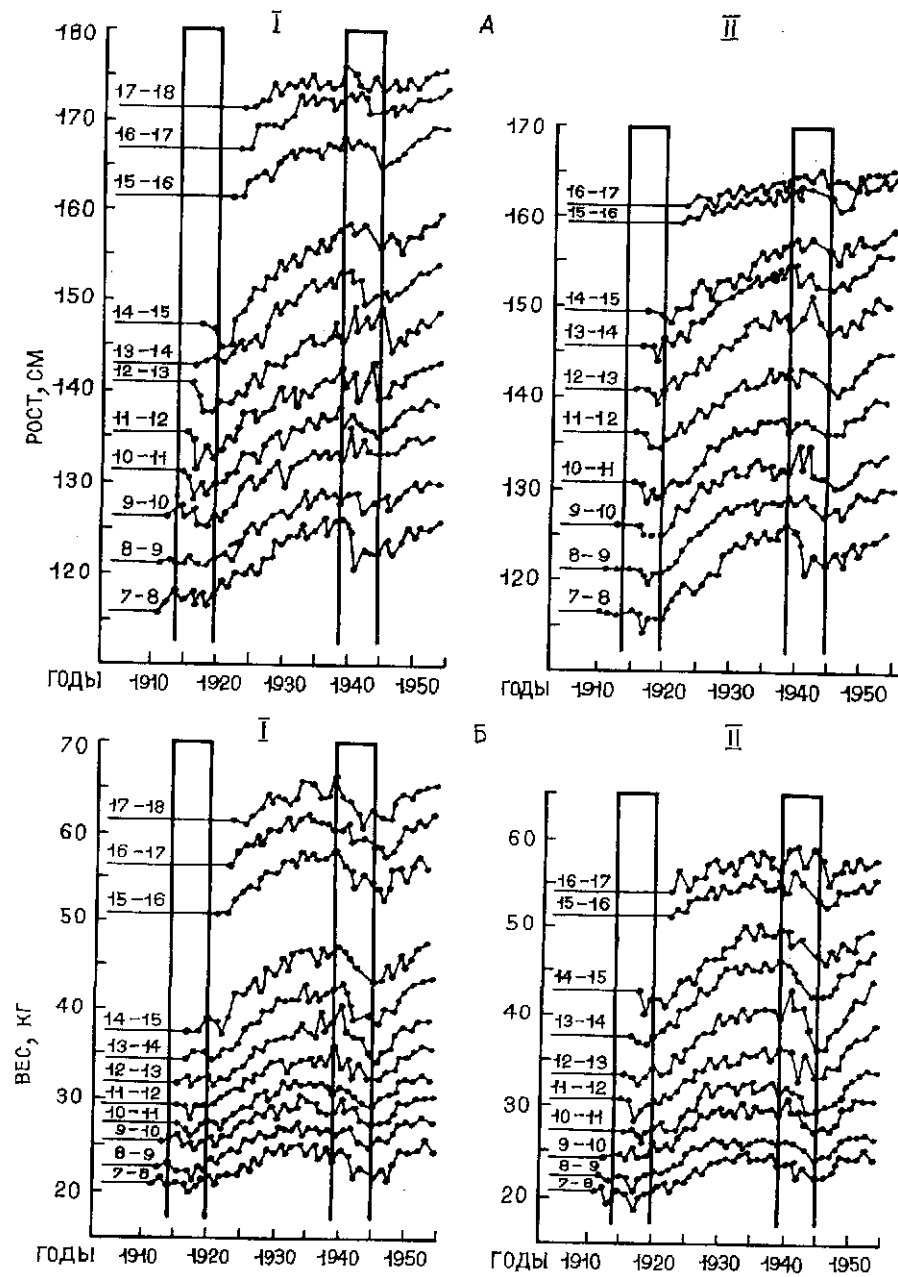
Рис. 21. Распределение по росту мужчин и женщин из племени бамбути (А) и мужчин племени тутси (Б) (Н. Барникот, 1979). Средние значения показаны пунктирными вертикальными линиями

роста не ограничивается его влиянием в период формирования генетической программы развития человеческого организма, но продолжает проявляться и зависимости от материальной возможности реализации этой программы в каждом поколении. Так, ухудшение питания детей и подростков в годы войны существенно замедляло их рост (рис. 22). Влияние географических факторов на формирование популяции по признаку размеров тела, по-видимому, связано с климатом. Условия тропиков ограничивали рост людей. Наглядным примером, несмотря на значительные перемещения аборигенов и смешение рас, может служить, градиент роста обитателей Американского континента: высокий рост жителей Северной Америки, его снижение у населения тропической зоны Центральной и Южной Америки и вновь высокий рост обитателей холодных районов, особенно заметный в Патагонии.

Статистический анализ позволил вывести для большинства районов земного шара отрицательную корреляцию между величиной роста и уровнем среднегодовой температуры. Интересные результаты дали обследования роста мужчин-японцев, живущих в Японии (158,4 см), иммигрировавших на Гавайи (158,7 см), и их детей, выросших на Гавайях (162,8 см) (Г. Шапиро, 1939). Очевидно, новые условия наиболее активно влияют на организм человека в детском возрасте.

Под влиянием многих факторов формировались различия оклада тела человека. Один из показателей его пропорций — сравнительная длина туловища и конечностей. Так, наиболее длинные руки и ноги оказались у жителей «черной Африки», что имеет приспособительное значение к условиям жизни и жарком климате, чему способствует и увеличение поверхности теплоотдачи с помощью развитой сети сосудов. Различия типов телосложения, определяемые как разная *конституция*, имеют древнее происхождение и отражают адаптацию к разным условиям среды обитания, смена которых, возможно, делала более предпочтительным то один, то другой тип. Все они сохранились и дошли до нашего времени. Предлагались различные системы классификации внешней формы тела. Г. Виола (1935) выделял лонготип, характеризующийся длинными конечностями и преобладанием поперечных размеров над переднезадними; брахитип с противоположными пропорциями; нормотип промежуточного характера и смешанный тип. Г. Кречмер (1938) делил типы на пикнический (коренастый, жирный, с округлыми формами), лептосомный (худощавый, длинный, вытянутый) и атлетический (мускулистый, широкоплечий с узкими бедрами). В. Шелдон (1940) исходил из того, что «чистых» типов нет, а есть лишь комбинации выраженных в разной степени признаков, и обозначил их как эндоморфные (круглая голова, большой живот, склонность к отложению жира), эктоморфные (вытянутое лицо с высоким лбом, узкая грудная клетка).

Рис. 22. Влияние ухудшения питания в годы войны на рост (А) и вес (Б) тела штутгартских школьников на фоне их акселерации (Дж. Теннер, 1962): I - мальчики; II — девочки. Цифры в начале каждой кривой — возраст



худая фигура), мезоморфные (кубическая массивная голова, широкие плечи, мускулистая фигура). Наконец, учитывая много численность показателей, определяющих склад тела, Дж. Теннер (1953) предложил пользоваться многофакторным анализом и характеризовать исследуемую популяцию по отношениям корреляции измерительных признаков. В разработанной позднее классификации он выделяет общий фактор размера тела, основные групповые и более мелкие факторы (схема).

## Классификация телосложения по определяющим факторам (Дж. Теннер, 1979)

	1. Общий размер тела		3. Нелинейность
		2. Линейность	
2А. Длина конечностей			3А. Толщина конечностей
2Аа — длина проксимальных сегментов			3Б. Толщина туловища
2Лб — длина дистальных сегментов			3Ба — поперечный размер
2Б. Длина туловища			3Бб — переднезадний размер
2Ба - длина шеи			
2Бб — длина грудной клетки			
2Бв - длина поясничной области			
2В. Высота головы и лица (различные части лица)			3В. Поперечные размеры головы и лица (различные части лица)

Однако в пределах каждой морфологической конструкции имеют место деления по характеристикам метаболическим, иммунологическим и различным функциональным. Таковы различия обмена веществ, группы крови, типов нервной системы. Наконец, даже в пределах одной популяции, одной конституции, одной группы крови и, может быть, даже одного типа нервной системы оказываются индивидуальные различия структуры ДНК-носителя генетической информации. Разработанные методы позволяют выявлять разное расположение отдельных участков молекулярной цепочки (А. Рысков, 1988). По этому признаку можно идентифицировать личность человека, как это делают по отпечаткам пальцев.

Предпринимались попытки связать конституциональные различия людей с особенностями их психики и поведения. В свое время большой интерес вызвала книга Г. Кречмера (1938) «Строение тела и характер». Однако предложенные им схемы зависимости темперамента человека от его конституции и жизненной практике не подтвердились. Некоторые последователи Кречмера приходили к ошибочным выводам в результате того, что следствия событий рассматривали как их причины. Преуспевающий хозяйчик будет добродушным оптимистом не потому, что он толстячок с округлым животиком, а потому, что он мог и накопить жирок, и жить безбедно благодаря своему материальному положению. Раздражительность истощенного безработного также определяется не биологическими, а социальными причинами.

Еще большее значение приписывали различиям антропометрических показателей головы как фактору, определяющему не только темперамент, но и всю психику человека. В частности, объем черепной коробки, характеризующий размеры мозга, раньше считали связанным со степенью умственного развития. Однако систематические исследования показали отсутствие такой связи. Если у туземца примитивного племени Австралии мозг был меньшего размера (1300 г.), чем у европейца (1450 г.), то у жителя отсталого племени эскимосов Аляски мозг весил больше, чем у европейца, — 1530 г. Выяснилось также, что индивидуальные вариации размеров мозга, даже у людей выдающихся умственных способностей, далеко перекрывают различия, наблюдавшиеся в разных популяциях. Для иллюстрации приведем вес мозга выдающихся ученых и писателей; Тургенев — 2012 г, Кювье — 1829, Павлов — 1653, Менделеев — 1571, Гельмгольц — 1440, Либих - 1302, Кони - 1100, Франс — 1017 г.

Ни абсолютный вес мозга, ни его отношение к весу тела, ни величина его поверхности, ни количество извилин, ни антропометрические расчеты «черепных индексов» или «лицевых углов», ни какие-либо другие морфологические показатели, характерные для

разных народов и популяций людей, не определяют уровень интеллекта человека. Совершенно справедливо более 100 лет тому назад писал И. М. Сеченов (1863): «Характер психического содержания на 999/1000 дается воспитанием в обширном смысле этого слова и только на 1/1000 зависит от индивидуальности. Этим я не хочу, конечно, сказать, что из дурака можно сделать умного: это было бы все равно, что дать человеку, рожденному без слухового нерва, слух. Моя мысль следующая: умного негра, лапландца, башкира европейское воспитание в европейском обществе сделает человеком, чрезвычайно мало отличающимся со стороны психического содержания от европейца». Поэтому лишены всякого основания попытки оправдать концепции расизма и колониализма ссылками на неполноценность целых народов, предопределенную якобы низким уровнем развития их мозга. Несмотря на возникшие в период становления человека расовые и популяционные различия, связанные с, разными условиями среды и образа жизни, мозг всех представителей вида *Homo sapiens* достиг степени развития, обеспечивающей его высокие потенциальные возможности интеллектуальной деятельности, которые реализуются в зависимости от социальных условий.

## Глава 5. ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ ЦИКЛОВ И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА



Суточная смена дни и ночи, месячное чередование фаз Луны, перемена сезоном года, многолетние ритмы колебаний активности Солнца оказывают мощное влияние на всю биосферу Земли, отражающееся и на организме человека. Это влияние как экзогенное модифицирует и подчиняет себе эндогенные ритмы внутриклеточных и системных процессов. Реже оно бывает первичным, в виде непосредственного воздействия на его физиологические функции, чаще — вторичным, да счет возникающих изменений в окружающей среде, взаимодействие эндогенных и экзогенных влияний определяет ход «биологических часов» - механизма, по которому организм ведет отсчет времени (Э. Бюннинг, 1969). Приспособления организма человека к природным циклам уходят своими корнями в экологию животных и, пожалуй, являются наиболее древними адаптациями, поскольку складывались с момента появления жизни и на всем протяжении ее эволюции. Поэтому течение функций человеческого организма, несмотря на все успехи техники, освобождающей человека от подчинения силам природы, обнаруживает ритмический характер, соответствующий том или иным природным циклам. Мощное влияние на эти ритмы оказывает приуроченная к ним человеческая деятельность, усиливая или изменяя их выраженность. Классификация видов ритмической активности организма человека представлена в табл. 2.

### § 1.. Циркадные ритмы

*Циркадными называют ритмы биологической активности с периодом около суток (от латинского circa— вокруг, dies — день).* Суточная смена света и тьмы отразилась еще на поведении далеких предков человека. Сравнительная физиология наглядно показывает, как

поведение зависит от приспособленности зрения к свободной ориентации или при ярком дневном свете, или в ночных сумерках. Примером может служить активное поведение днем и

Таблица 2

**Виды ритмических процессов в организме  
(Г. С. Катинас, Н. И. Моисеева, 1980, с изменениями)**

Ритмы		Период колебаний	Процесс
Класс	название		
Высокой частоты	Пока не обозначены	$10^{-15}$ - $10^{-14}$	Осцилляция на молекулярном уровне
Средней	Альфа, бета и другие ритмы электроэнцефалограммы Секундные Минутные Ультрарадианные Циркадные	30 мс – 2 с  1 с – 1 мин До 30 мин 30 мин – 20 ч 20 -28 ч	Электрическая активность мозга  Сердечный, дыхания Перистальтика кишечника Секреция, колебания метаболизма Смена сна и бодрствования, сопровождаемая изменениями всех функций организма
Низкой	Циркатригигантные	Около 1 мес. Около 1 года	Эндокринные, менструальный цикл Сезонные изменения метаболизма и всех функций организма
Сверхмдленные	Мегаритмы	Десятки лет	Динамика численности популяций, эпидемии

сонная неподвижность ночью курицы, колбочковая сетчатка которой отлично работаем при свете, но не может обеспечить видение в темноте. Сова, палочковая сетчатка которой, напротив гарантирует активные действия ночью, ослепленная дневным светом, теряет способность оценивать обстановку и замирает в защитной неподвижности. Глаза наших четвероруких предков приспособились к поискам съедобных плодов, точному расчету прыжков по деревьям, исследованию мелких предметов путем развития аппарата дневного зрения. Поэтому каждые сутки дневная деятельность человека сменяется ночным сном.

*Природа и нервные механизмы сна*, занимающего треть жизни человека, привлекали и привлекают внимание многих исследователей (И. П. Павлов, 1915; М. Жуве, 1963; А. М. Вейн, 1970). О происхождении сна, его проявлениях и фазах, значении их соотношений и о регуляторах сонно-бодрой периодичности высказывались разные мнения. Этим вопросам посвящены специальные обзоры (А. П. Шаповальников, 1971; Т. Н. Ониани, 1971; Н. Г. Карманова, 1977; Н. Н. Демин, А. Б. Коган, Н. И. Моисеева, 1978). Изучение закономерностей смены сна и бодрствования приобретает все возрастающее практическое значение в связи с круглосуточной работой предприятий, жизнью на Севере в условиях многодневных полярного дня и полярной ночи, освоением Мирового океана с

длительным пребыванием под водой, развитием космонавтики, наконец, ставшими обычными дальними поездками с пересечением нескольких часовых поясов, когда человек, вылетая вечером на трансконтинентальном лайнере, им гетто глубокой ночи встречает требующий энергичной деятельности день.

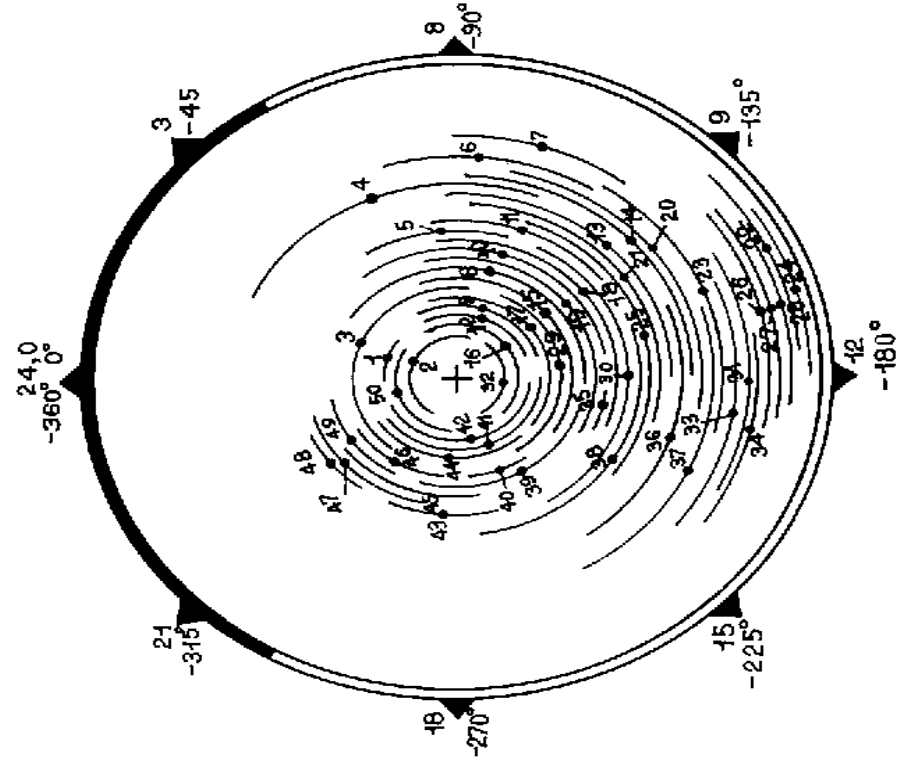
*Ритм суточной смены сна и бодрствования, покоя и деятельности наложил свой отпечаток на все физиологические функции, в первую очередь обслуживающие двигательную активность, а затем на связанные с ним все более «глубокие», вплоть до основного обмена веществ (Ф. Хальберг, 1976). Время суток, когда изучаемая функция достигает наибольшего значения, обозначается как ее акрофаза.* На рис. 23 представлено среднее распределение акрофаз различных функций человека. Многочисленные исследования их суточной динамики выявили значительные колебания в зависимости от пола, возраста, климатогеографических условий и образа жизни испытуемых.

Деятельность органов *кровообращения*, обеспечивая потребности работающей мускулатуры, повышается в утренние часы, достигая максимума к 12 часам, после чего временно несколько снижается, а во второй половине дня вновь начинает нарастать и к 18 часам достигает второго в этот день максимума. Именно тогда отмечается наиболее высокая частота сердечных сокращений, а самые редкие сокращения сердца наблюдаются глубокой ночью, около 4 часов. Систолическая и минутная отдачи сердца максимальны поздним вечером. Артериальное кровяное давление достигает максимального значения дважды в сутки — в 10 – 13 и 16 – 20 часов, а его минимальное значение отмечается в конце ночи и утром. Кровеносные капилляры оказываются в наиболее расширенном состоянии около 18 часов, а в наиболее суженном — около 2 часов ночи.

Периодические изменения в течение суток претерпевает *кровь*. В дневное время нарастает количество гемоглобина, достигая максимума к 16 — 18 часам. Видимо, это связано с тем, что процессы кроветворения и в костном мозге максимально интенсивны и в течение дня в кровь поступает большое количество молодых эритроцитов. Однако реакция оседания эритроцитов (РОЭ) утром протекает медленнее, чем вечером. Изменяется и лейкоцитарная формула, главным образом за счет эозинофилов. Селезенка и лимфатические узлы наиболее активны вечером, в 17—20 часов.



Рис. 23. Акрофаза различных физиологических функций человека (Ф. Хальберг, 1976). Суточный цикл — 360°, рядом со значениями угла представлены часы: 1 — моноциты в крови; 2 — натрий в плазме крови; 3 — кальций в плазме крови; 4 — тетрагидрокортикостерон в моче; 5 — количество мочи; 6 — натрий в моче; 7 — тетрагидрокортизон в моче; 8 — давление углекислоты в крови; 9 — 9-17-оксистероиды в плазме крови; 10 — септоин в плазме крови; 11 — гематокрит; 12 — 17-кетостероиды в моче; 13 — тета-волны (4-7 Гц) в ЭЭГ; 14 — вязкость крови; 15 — тестостерон в плазме крови; 16 — альдостерон в моче; 17 — частота дыхания; 18 — гидрокортикостероиды в моче; 19 — бета-волны (13-30 Гц) в ЭЭГ; 20 — дельта-волны (1-3,5 Гц) в ЭЭГ; 21 — калий в моче; 22 — нейтрофилы в крови; 23 — общая активность ЭЭГ; 24 — концентрация водородных ионов в моче; 25 — альфа-волны (7,5-12 Гц) в ЭЭГ; 26 — адреналин в моче; 27 — порадуренин в моче; 28 — максимальная скорость выдоха; 29 — сиаловая кислота в плазме крови; 30 — белки крови; 31 — гекозамин в плазме крови; 32 — давление при фильтрации через мембрану; 33 — субъединица оценка бодрого самочувствия; 34 — протеинсвязанные углеводы в сыворотке крови; 35 — тестостерон в плазме крови; 36 — психическое состояние по ЭЭГ; 37 — частота сердечных сокращений; 38 — РОС; 39 — натрий в крови; 40 — вес тела; 41 — кальций в крови; 42 — калий в эритроцитах; 43 — фосфаты в моче; 44 — систолическое кровяное давление; 45 — отношение натрия и калия в моче; 46 — диастолическое кровяное давление; 47 — эозинофилы в крови; 48 — лимфоциты в крови; 49 — митотическая активность эпидермиса; 50 — магний в моче



Динамика состава плазмы крови отражает циркадные ритмы общего обмена веществ в организме человека. Содержание сахара в крови, максимальное утром, снижается на протяжении дневной деятельности, требующей расхода энергии на текущие нужды, а необходимость дополнительного использования источником энергии для покрытия накопившейся «задолженности» обуславливает продолжающиеся затраты не только источников энергии углеводов, но и материала для основных пластических процессов — белков. Они расходуются днем, а к вечеру их содержание в крови, как и количество остаточного азота, уменьшается. В течение дневного времени увеличивается *потребление кислорода*, возрастают *траты энергии* обмена покоя и повышается температура тела. Ее суточные колебания формируются на протяжении первого года жизни ребенка и составляют у взрослого человека  $0,6 — 1,3^{\circ}\text{C}$  при минимальном значении в 1—5 часов ночи и максимальном — в 10 и 18 — 20 часов (рис. 24).

Циркадной изменчивости физиологических функций соответствуют колебания активности их *эндокринных регуляторов*. Так, утренний усиленный выход в кровь глюкозы из гликогена печени, учащение сердечных сокращений и подъем кровяного давления и течение дня, другие функциональные сдвиги вызывает адреналин, который наиболее активно вырабатывается надпочечниками в первой половине дня. Максимальное выделение адреналина, готовящего организм к активной деятельности, происходит около 9 часов утра, а на и меньшее — вечером, после 18 часов, когда наступает время покоя. Его антагонист в регуляции углеводного обмена инсулин, усиливающий синтез гликогена и его резервирование в клетках печени, вырабатывается клетками островком Лангерганса, поджелудочной железы наиболее интенсивно в ночное время. Гормоны задней доли гипофиза активны ночью: антидиуретический задерживает мочеобразование, а окситоцин усиливает сокращения гладкой мускулатуры матки, в связи с чем

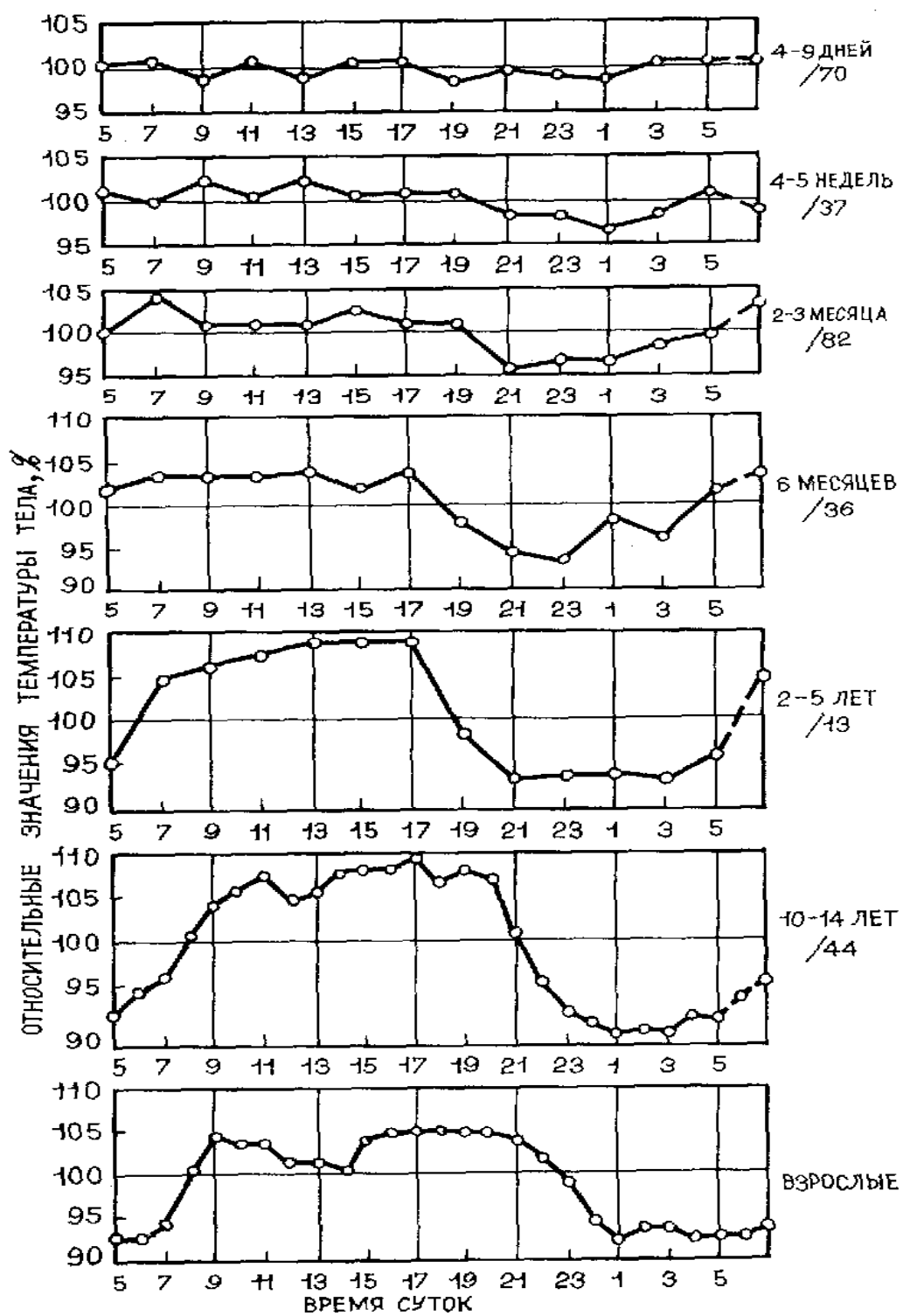


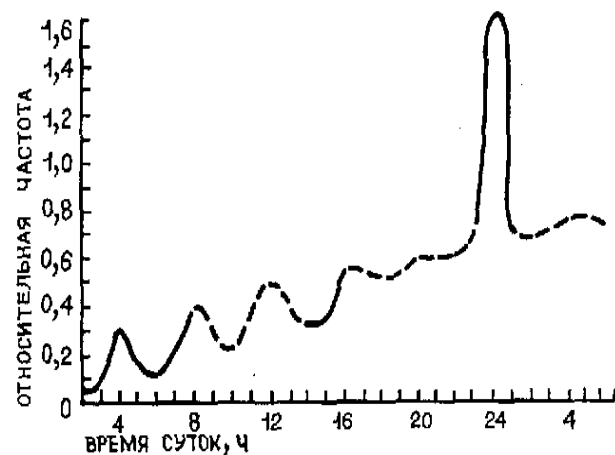
Рис. 24. Сравнение суточного ритма изменений температуры тела человека в онтогенезе (Г. Хельбрюгге, 1964)

роды большей частью происходят ночью. К гормонам преимущественно ночного действия относятся также гормоны паращитовидной железы и роста, а вырабатываемый щитовидной железой тироксин особенно активен днем.

В суточном цикле наряду с эндокринной изменяется и *нервная регуляция*. Это относится прежде всего к вегетативной части нервной системы. Днем преобладает тонус ее симпатических отделов, ночью — парасимпатических. Более сложный характер имеет динамика процессов *высшей нервной деятельности*, сниженных с образом жизни человека. В утренние часы сенсорные системы обнаруживают высокую возбудимость, обостряются зрение и слух. Работоспособность у большинства людей с началом дня возрастает, достигая максимума к 10—12 часам, затем снижается и вновь нарастает к концу дня, особенно к 17—19 часам, после чего идет на убыль. Это обстоятельство следует учитывать при разработке режима трудового дня, с тем чтобы выполнение особо ответственных операций приходилось на часы наиболее высокой работоспособности. Однако распределение периодов высокой и низкой работоспособности в течение суток оказывается индивидуально различным и может зависеть как от типологических особенностей, так и от образа жизни и условий трудовой деятельности. Указанное распределение встречается примерно у 50% людей, у 35% наибольшая работоспособность проявляется в поздние вечерние и даже ночные часы, а у 15% - в раннее утреннее время. Последних называют «жаворонками». Они встают рано и рано ложатся спать, энергично работая в продолжение дневного времени. Людей, продуктивно трудящихся вечерами и до глубокой ночи, называют «совами». Они вынуждены компенсировать недостаток сна тем, что поздно просыпаются, и наиболее работоспособными становятся во второй половине дня. Подобный распорядок времени часто складывается у лиц умственного труда, 'привыкших засиживаться допоздна за работой, особенно творческой, требующей тишины и сосредоточенности.

В суточную периодичность деятельности человека вовлекаются все его физиологические функции. Органы пищеварения готовятся к поступлению пищи с утра. В это время наиболее высока кислотность желудочного сока, а вечером, когда дневное питание завершилось, обкладочные клетки снижают выработку кислоты. Перистальтика желудка и кишечника максимальна днем и идет на убыль с наступлением ночи. Почки, наоборот, к вечеру усиливают *мочеобразование*, выводя накопившиеся за день продукты метаболизма, но снижают свою деятельность в ночное время. *Внутриглазное давление* с наступлением дня повышается, а вечером падает.

В течение суток претерпевают циклические изменения *защитные силы организма*. Так, организм человека более восприимчив к заражению инфекционными заболеваниями в утреннее время. Однако лихорадочная температурная реакция на инфекцию наиболее энергично развивается по вечерам. Медицинская статистика показывает, что эпилептические приступы возникают, как правило, днем, а инфаркты миокарда происходят чаще ночью. Уже отмечалось, что максимальное число родов приходится на ночное время (рис. 25). Ритмы функционального состояния организма человека, видимо, должны учитываться при лечебных мероприятиях. Так, эффективность лекарства можно повысить путем введения в период наиболее высокой чувствительности к нему организма, гормонотерапию следует проводить, сообразуясь с естественным ритмом колебаний активности соответствующего гормона, а лучевое лечение злокачественных новообразований применять в часы наиболее интенсивного митотического деления клеток.



Риг. 25. Периодограмма распределения частоты рождений в разное время суток (Е. Чарлс, 1953)

## § 2. Околосесячная периодичность

Периодические изменения положения Луны относительно Солнца и Земли, динамика земной тени па ее поверхности, действие гравитационных сил, влияющих на интенсивность приливов и отливов, и связанные с ними геофизические явления также оказывают определенное влияние на состояние физиологических функций человека. Возможно, здесь имеет существенное значение? зависящее от фаз Луны ночное освещение, которое изменяется от минимального при первом появлении ее серпа до максимального и фазе полнолуния. Если свет солнечного дня стал в эволюции условием и сигналом активной деятельности, то даже слабый лунный свет тоже может и какой-то мере оказывать активирующее действие. Было высказано предположение, что именно за счет этого на протяжении смены фаз Луны происходит изменение *возбудимости нервной системы*, особенно механизмов инстинктивной деятельности, в частности активности *гипоталамуса*. В фазе полнолуния его нейросекреторные клетки усиленно вырабатывают ре лизинг-фактор, обуславливающий выработку гонадотропинов. Они выбывают развитие и созревание фолликулов в яичнике, в результате чего начинают вырабатываться эстрогены. Одни из эстрогенов выбывают набухание слизистой матки, готовя ее к фиксации оплодотворенного яйца, а если оплодотворения не б1.1 л о, то другие, вырабатываемые желтым телом, образующимся на месте лопнувшего фолликула, нормализуют слизистую матки и угнетают деятельность гипоталамуса и гипофиза по выработке гонадотропинов. Если учесть, что этот сложный эндокринный механизм «запускается» каждый раз, когда возбудимость гипоталамуса достигает достаточно высокого уровня, то становится понятным, почему менструальный цикл у женщин совпадает • при некоторых отклонениях с лунным месяцем.

Наблюдается определенная связь лунных циклов с поведением человека. Общеизвестны явления *лунатизма*, когда особенно чувствительные к действию лунного освещения люди в дни полнолуния, не просыпаясь, выходят па свет Лупы. Их действия в некотором отношении напоминают состояние человека в гипнозе. Лунатик полностью владеет своими движениями, сохраняет равновесие, способен преодолевать препятствия и балансировать в неудобном положении, например, взбираясь на крышу. В такие мгновения опасно будить, поскольку сразу теряется тонкая бессознательная координация движений и он может упасть. Проснувшись, лунатик ничего не помнит, т. е. память о поступках в состоянии лунатизма не сохраняется.

Опубликованы результаты отдельных попыток найти статистические корреляции фаз Луны с некоторыми *патологическими формами поведения*. Так, утверждается, что большинство случаев самоубийств женщин происходит в первую четверть лунного месяца, а на основании статистики преступлений, совершенных за 15 лет в штатах Флорида и Огайо, делается вывод, что частота убийств коррелирует с фазами месячного цикла. Имеются врачебные наблюдения, указывающие на некоторые закономерности протекания ряда болезней на протяжении лунного месяца, в частности их обострение в дни полнолуния. Хирурги отмечают особо обильные кровотечения в области гортани, когда операции совпадают со второй четвертью лунного месяца.

Большой интерес и продолжающиеся до сих пор дискуссии вызвала так называемая *теория биоритмов*, согласно которой у человека с момента рождения наступают ритмические, с около-месячным периодом колебания функционального состояния. Каждый период состоит из фаз подъема и снижения. Утверждается, что различные функции организма человека, определяющие его общее функциональное состояние, колеблются с разным характерным для каждой функции периодом. Так, считают, что физический цикл подъема и снижения мышечной силы, ловкости и выносливости имеет период в 23 дня, эмоциональный цикл радости и огорчений, оптимизма и пессимизма, хорошего и плохого настроения — 28 дней, и, наконец, интеллектуальный цикл высокой и низкой творческой продуктивности, ясного ума и затрудненного мышления проходит развитие в течение 33 дней (рис. 26). Дни перехода от положительной фазы к отрицательной являются критическими, что проявляется в физическом цикле несчастными случаями на производстве и в быту, в эмоциональном — нервными срывами, в интеллектуальном — ухудшением качества умственной работы. Опасность увеличивается, когда критические дни разных циклов совпадают.

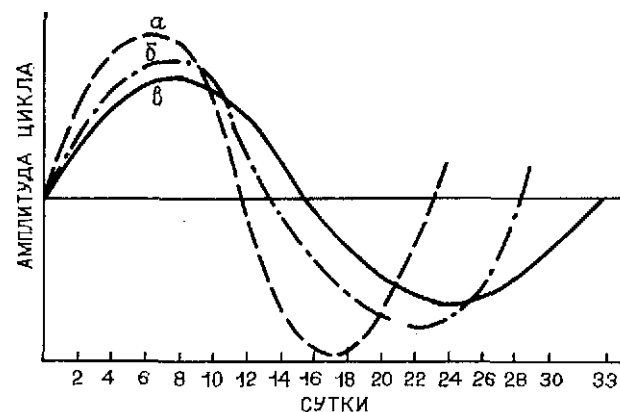


Рис. 26. Предполагаемый ход трех биоритмов с момента рождения: а — эмоциональный; б — интеллектуальный; в — физический (Н. А. Агаджанян, М. М. Горшков, Л. А. Котельник и др., 1978)

Сторонники концепции трех биоритмов считают, что каждый человек может определить свои биоритмы путем следующих вычислений: если возраст, выраженный в днях, прошедших после рождения, разделить на 23, то получится целое число физических циклов, и остаток укажет, в какой фазе цикла человек находится сегодня. Аналогичные подсчеты с делением на 28 и 33 определяют состояния эмоционального и интеллектуального циклов. Например, если человеку 16 дней тому назад исполнилось 36 лет, то общее число дней, прожитых со дня рождения, составит  $365 \times 36 + 9$  (за счет високосных лет) = 13 149. Разделил это число на 23, получим, что за время своей жизни человек испытал 571 полный физический цикл, а сейчас находится в середине его

отрицательной фазы (16-й день). Аналогичный расчет покажет, что это день начала отрицательной фазы эмоционального цикла (17-й день) и интеллектуального цикла (15-й день). Однако трудно представить, чтобы с момента рождения человека, несмотря на разные условия жизни, переживаемые потрясения и т. д., физический, эмоциональный и интеллектуальный циклы не изменяли своей продолжительности и оставались строго постоянными. Тем не менее такой расчет широко используется не только в теоретических исследованиях, но и на практике. Например, спортсменам рекомендуется бороться за установление рекордов в дни положительной полуволны физического цикла (первые 11,5 дни) и не рассчитывать на успех в соревнованиях в дни отрицательной его фазы (вторые 11,5 дня). Большую известность получил опыт японской транспортной компании «Оми рейлвей компани», водителей которой предупреждали об их критических днях, что привело к значительному снижению дорожных происшествий. Конечно, при этом нельзя исключить психологическую роль самого предупреждения о возможной опасности. Система учета биоритмов и принятия мер предосторожности в критические дни применялась и на некоторых советских предприятиях. Результаты были неоднозначными. Не вызывает сомнения, что физическое состояние человека, его настроение и ум не остаются неизменными. В одни дни человек чувствует себя лучше, и другие — хуже. Однако прежде чем объяснить это влиянием биоритмов с фиксированными периодами, а тем более предлагать на данном основании практические рекомендации, нужны тщательные исследования.

### § 3. Годичные и многолетние циклы

В течение года сменяют друг друга четыре сезона — зима, весна, лето и осень. Каждый из них вызывает перестройку всей природы и оказывает — прямо или косвенно — свое характерное влияние на человека. Это влияние сказывается уже в *поведении*, определяемом прежде всего трудовой деятельностью, особенно в сельском хозяйстве. Весной и летом человек более подвижен, чем осенью. Исследование двигательной системы показало, что летом, возрастают координация движений, скорость зрительно-моторной реакции и другие показатели. С временами года оказались связанными и некоторые виды работоспособности человека. В цикле сезонов, отражая главным образом состояние деятельности, закономерно *изменяется протекание всех физиологических функций*. Так, основной обмен повышается весной и снижается осенью и зимой. Частота сердечных сокращений максимальна летом и минимальна зимой. Однако кровяное давление летом понижается, что может зависеть от процессов терморегуляции, которые вызывают расширение периферических, преимущественно кожных сосудов, способствующее усиленной теплоотдаче (табл. 3).

Таблица 3

Артериальное давление жителей Туркменистана в разные сезоны года (Ф. Ф. Султанов, Б. Г. Багиров, 1980)

Пол	Время суток, ч					
	7 - 8		15 - 16	7 - 8		15 - 16
		Зима			Лето	
Женщины	108/63		111/65	102/55		95/55
Мужчины	119/67		117/67	110/64		112/65
		Весна			Осень	

Женщины	107/59		96/58	106/58		98/58
Мужчины	120/78		125/76	114/67		115/68

Обильное потоотделение летом обуславливает уменьшение мочеобразования, а зимой работа почек усиливается. Количество эритроцитов весной и летом у жителей средних широт увеличивается, а у южан может уменьшаться, что отражает особенности жаркого климата: в летние месяцы содержание сахара в крови выше, а аденозинтрифосфорной кислоты и холестерина ниже, чем зимой.

Многочисленные наблюдения врачей свидетельствуют о том, что весной и осенью происходит ослабление *защитных сил* организма. Именно в это время наступает ухудшение состояния хронических больных. Если обострение язвы желудка весной можно рассматривать как проявление весеннего авитаминоза элементарной природы, то причины осеннего ослабления организма остаются менее ясными. Медицинская статистика отмечает преобладание острых заболеваний зимой в утреннее время. Так, из общего числа пациентов «Скорой помощи», поступивших в 8—12 часов, в зимние месяцы было 23%, а в летние — лишь 8%.

На протяжении года проходит цикл ростовых процессов, особенно это проявляется в детском возрасте. Зимой у жителей Севера замедляется прирост веса и размеров тела. Такая ежегодная цикличность может нивелировать прибавку веса, полученную ребенком летом (рис. 27). Описаны периодические годовые изменения работоспособности спортсменов, в которых за точку отсчета принимается день рождения, в частности отмечается снижение спортивных результатов на втором и двенадцатом месяце от этой даты

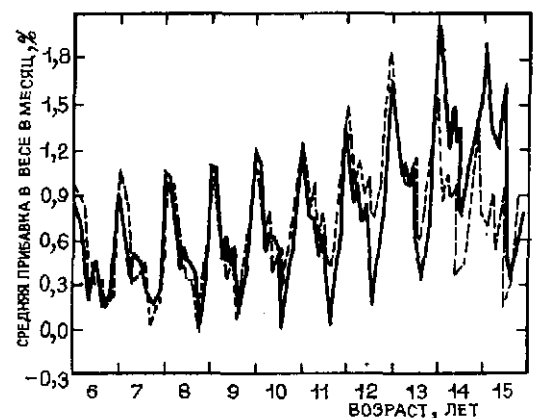


Рис. 27. Сезонные изменения прибавки веса детей (П. Броди, 1945): сплошная линия — мальчики, пунктирная — девочки

Выявлены и *многолетние циклы колебаний состояния физиологических функций человека*. Так, проведенные на протяжении ряда лет наблюдения за участниками спортивных соревнований обнаружили наличие периодов подъема и спада степени подготовленности спортсмена, которые могут растягиваться на несколько лет. Утверждают, что у мужчин такой подъем, а следовательно, и достижение высоких спортивных результатов наступает через каждые три года; у женщин период спада — подъема короче и составляет около двух лет.



Особое значение как мощный экологический фактор имеет природный *цикл активности Солнца*. Астрономические наблюдения за числом пятен на Солнце установили закономерное чередование его радиационного покоя и вспышек активности с периодом от 7 до 16, а в среднем 10—11 лет. Оказалось, что именно с такой периодичностью в годы солнечной активности вспыхивали эпидемии чумы, прослеженные на протяжении 14 столетий (А. Л. Чижевский, 1976). В годы активного Солнца резко возрастали заболевания, особенно связанные с нарушениями нервной регуляции (Л. И. Куприянович, 1970). Так, медицинская статистика показывает в эти годы закономерное ухудшение состояния больных, страдающих гипертонией, стенокардией, спазмами сосудов. По данным «Скорой помощи» Ленинграда и Свердловска, в дни повышенной активности Солнца число обращений по поводу инфаркта миокарда и приступов стенокардии становится больше на 20%. Анализ 30 тыс. поступлений пациентов в психиатрические больницы США показал, что наиболее часто больные госпитализировались в дни повышенной солнечной активности.

Экспериментальное исследование влияния беспокойного Солнца показало, что радиационная активность изменяет рефлекторную возбудимость нервной системы, наступает *снижение скорости двигательных реакции*, что может вызвать аварийные ситуации (Г. Кениг, 1953). Действительно, 7 июля 1966 г., когда повышенная активность Солнца достигла максимума, по данным статистики дорожных происшествий в 10 городах Японии, число аварий резко возросло. Учет автомобильных катастроф показал, что уже в первые дни появления на Солнце интенсивных пятен аварии происходили в 4 раза чаще. Имеются сведения о том, что и на промышленных предприятиях, угольных шахтах в дни повышенной солнечной активности увеличивается производственный травматизм.

Циклы активности Солнца, изменяя магнитное поле Земли, определяют изменчивость многих жизненных процессов, в том числе *процессов роста*. Так, полученные археологами сведения, что рост человека увеличивался до середины IV тысячелетия до нашей эры, затем уменьшался до первых веков нашей эры, а в настоящее время опять стал увеличиваться, связывают с колебаниями уровня солнечной радиации, вызывающими уменьшение или увеличение магнитного поля Земли. Предполагают, что активность Солнца может влиять и на *высшие функции человеческого мозга*. На основании хронологического анализа творческой деятельности 120 писателей, поэтов и композиторов был сделан вывод, что подъем их творчества в основном совпадал с подъемом активности Солнца. Статистическая обработка дат рождения великих людей показала их периодичность с повторением через удвоенный 11-летний цикл интенсивности солнечного излучения. С многолетними периодами попытанного радиоактивного излучения Солнца связывают вспышки спонтанных *мутаций*, проявляющихся у человека в генетически обусловленных миопатиях (рис. 28).

Результаты работ, посвященных влиянию многолетних циклов на организм человека, весьма ограничены и во многом спорны. Здесь, как и в вопросах влияния других циклов на физиологические функции, необходимы дальнейшие исследования.

За последнее время внимание ученых привлекают еще более медленные ритмы, которые, как предполагают, могут быть связаны не только с периодичностью солнечных — земных отношений, но и с цикличностью космических явлений в нашей галактике. Так, например, объясняют 10 — 14-тысячелетний ритм смены холодного и жаркого климата на Земле. Если исходить, из его фазы перехода от вюрмского оледенения к теплomu голоцену, которое хронологически привязывается к легенде о всемирном потопе, и рассматривать ее как полу период цикла, то следует иметь в виду, что следующая фаза похолодания приходится на 2000 годы. Не приближается ли очередная эпоха оледенения, и в какой мере могут его смягчить «парниковый эффект» и другие последствия энергетического воздействия человека на природу, о чем речь будет идти в 11-й главе.

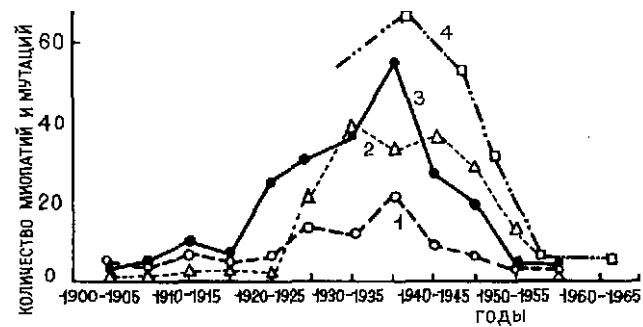


Рис. 28. Период появления мутаций среди жителей разных континентов, совпадающий с числа мутаций у дрозофил (Н. А. Крышова, Н. Г. Озерская, В. М. Милованова и др., 1972). Формы миопатий: 1 — Шарко - Мари и Ландуан — Дежерина; 2 - Эрба; 3 — Дюшенна; 4 - мутации дрозофил

#### § 4. Влияние погоды и изменений среды обитания

Природные циклы, установившиеся под воздействием внешних условий, могут в известных пределах меняться при модификации этих условий. Одним из подобных факторов являются *условия погоды*. В ясный солнечный день человек испытывает общий подъем, у него отличное самочувствие, прилив сил, хорошее настроение, а когда небо покрывается тучами, настроение портится, может наступить упадок сил и плохое самочувствие. Погода придает определенную эмоциональную окраску восприятиям человека. Вид бездонной синевы небес, солнечный свет, зеленые листья на деревьях создают чувство удовлетворения всем происходящим, а серое холодное утро с бесконечным дождем делает все вокруг унылым и безрадостным. Наблюдения за работоспособностью человека в разных погодных условиях показали, что в солнечные дни она оказывается существенно выше, чем в пасмурные.

Высказывалось мнение, что в плохую погоду снижается сопротивляемость организма и чаще возникают заболевания. Погода может влиять и на характер протекания физиологических функций в их суточном цикле. В ясные солнечные дни оно ускоряется, а в хмурые замедляется. Резкие изменения погоды, особенно перепады атмосферного давления, вызывают тревожное состояние, обострение ревматических и суставных болей. У части пациентов, страдающих сердечными заболеваниями, морские ветры вызывают спазмы сосудов.

Переход в иные условия среды обитания в большинстве случаев означает изменение тех внешних воздействий, называемых также *внешними синхроторами*, под влиянием которых сложились установившиеся ритмы колебаний физиологических функций. В первую очередь это относится к их суточным циклам. Чтобы выяснить, насколько эти ритмы, в частности ритмы сна и бодрствования, установившиеся под влиянием смены дня и ночи, закрепились «биологическими часами» организма человека, проводились наблюдения за поведением людей при исключении этого влияния в условиях, обозначаемых как *свободное течение ритмов*. Так, группа студентов на протяжении 3—4 недель находилась в изолированном помещении, где они, не зная о смене дня и ночи, а только руководствуясь своим чувством времени, вставали, включали свет и приступали к дневным занятиям. В соответствующее, по их мнению, время завтракали, обедали и ужинали, а когда считали, что наступила ночь, ложились спать. В результате эксперимента вымелилось, что хотя у испытуемых сохранялись циркадные ритмы смены сна и бодрствования, температуры тела и некоторых обменных процессов, все они протекали с периодом не в 24, а в 25 часов, т. е. определяемые по «биологическим часам» сутки были примерно на час длиннее, чем астрономические.

Длительные наблюдения за свободнотекущими ритмами функций организма человека проводились на спелеологах, находящихся в пещерах без информации о смене дня и ночи в событиях, которые происходили в мире. Первым таким испытуемым был французский спелеолог Мишель Сиффр, который в 1962 г. провел под землей 2 месяца. Следуя своему чувству времени, он ложился спать, вставал, работал, отдыхал. Эти наблюдения также показали, что освобожденные от внешнего воздействия чередования света и темноты, синхронизирующего ритмы физиологических функций с астрономическими сутками, собственные ритмы организма несколько замедлены. Их периоды составили в среднем для частоты сердечных сокращений 24,62 часа, для смены сна и бодрствования — 24,5 часа. Такое сравнительно небольшое запаздывание отхода ко сну и пробуждения, накапливаясь изо дня в день, привело к тому, что уже через месяц Сиффр, думая, что наступил вечер, ложился спать в 8 часов утра, а просыпаясь в полночь, считал, что начался день, и приступал к работе (рис. 29). Смещения акрофаз различных функций (температуры тела, частоты дыхания, состава мочи) и времени сна имели место и у других «пещерных жителей». Так, период свободнотекущих колебаний в

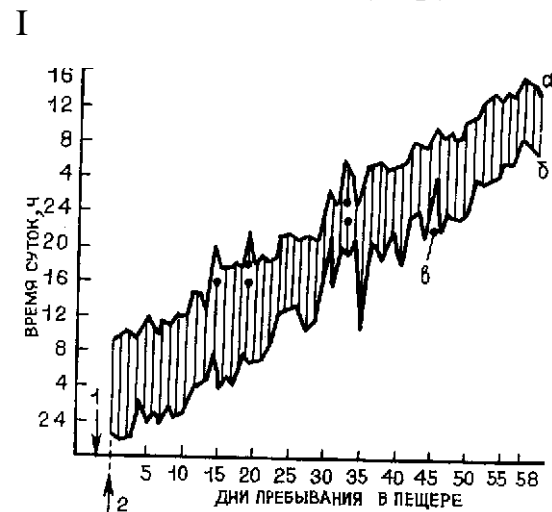


Рис. 29. Смещение времени сна М. Сиффра в период пребывания в пещере (Ф. Хальберг, 1964): а – пробуждение; б – засыпание; в – короткие перерывы сна; 1 – начало пребывания в пещере; 2 – начало наблюдений

среднем составил за 3 месяца у Жоза Лор 24,6 часа, за 4 месяца у Тони Сенни — 24,8 часа, за 6 месяцев у Жана-Пьера Мерте — 24,73 часа. Однако при наличии у спелеолога часов, по которым он мог ориентироваться во времени, за 3 месяца пребывания в пещере никакого смещения акрофаз функций не произошло и период суточного цикла равнялся точно 24 часам (Г. Люс, 1970).

Устранение внешнего синхронизирующего воздействия чередования дневного света и ночной темноты достигалось также пребыванием в условиях *непрерывного освещения*. В этих обстоятельствах выявились значительные индивидуальные различия оценки времени. Так, после двух педель жизни при постоянном свете свободнотекущие ритмы у четырех испытуемых настолько различались, что в то время, когда двое из них завтракали, третий обедал, а четвертый готовился к ужину (Е. Поппель, 1968}. При такой форме эксперимента свободнотекущий ритм также оказывался в большинстве случаев более медленным, чем наблюдающийся в результате влияния естественной смены дня и ночи. Здесь проявляется ведущая роль внешних синхронизаторов, подчиняющих себе более медленные эндогенные ритмы, которые для разных функций могут различаться (Б.

С. Алякринский, 1977). Изредка встречаются случаи, когда свободнотекущий ритм оказывается более быстрым, чем собственный суточный. Они представляют особый интерес в связи с задачами отбора людей для работы в космосе, так как ускоренный свободнотекущий ритм поможет легче адаптироваться к условиям современного космического полета, где рабочие сутки несколько короче астрономических (С. М. Степанова, 1975).

Резкие изменения ритма внешних воздействий приводят к рассогласованию с ним ритмов протекания физиологических функций, и наступает *десинхроноз*. Так, внезапный переход от обычного 24-часового цикла дня и ночи к 18-часовому циклу смены света и темноты вызывал рассогласование различных функций, одни из которых быстрее, а другие медленней; перестраивались на новый синхронизирующий ритм. Подобное рассогласование сопровождается тяжелым общим самочувствием, чувством усталости, сильным недомоганием, головными болями, одышкой, расстройством сна. Однако со временем наступает адаптация, и новый 18-часовой ритм подчиняет себе все больше функций, приводя их к циклу «укороченных» суток.

Длительность такого перехода на новый синхронизирующий ритм обозначается как *время затягивания*. Оно оказывается тем меньшим, чем ближе новый ритм «укороченных» или «удлиненных» суток к естественному 24-часовому, и существенно различается для разных функций. Наиболее быстро, иногда даже в первые дни, перестраиваются цикл смены сна и бодрствования, частота сердечных сокращений. Наиболее медленно, в течение нескольких месяцев, идет перестройка температуры тела и обменных функций. Например, выделение мочой калия и 17-оксикетостероидов продолжало происходить в естественном 24-часовом ритме, несмотря на «укорочение» искусственных суток до 18 часов или «удлинение» до 28 часов. Если протяженность суток составит 16 или 48 часов, то адаптация не наступит (Б. С. Алякринский, 1977). Время затягивания при сменах синхронизирующих ритмов весьма индивидуально и колеблется для разных функций от 1—8 (А. Н. Лицов, 1967) до 10—45 суток (С. И. Степанова, 1975).

Своеобразные перестройки ритмов физиологических функций человека наступают при так называемых *сдвинутых режимах труда и отдыха*. Так, некоторые виды операторской деятельности требуют сменной работы с периодичностью гораздо более частой, чем суточная. На рис. 30 показан случай перестройки физиологических функций человека, работавшего в течение 6 дней в режиме 4 часа дежурства — 4 часа отдыха. В результате наступил десинхроноз и резкий сдвиг акрофаз функций (рис. 30, Б). Даже через месяц нормального распорядка суток (рис. 30, В) акрофазы частоты сердечных сокращений и глубины дыхания оставались сдвинутыми относительно своего исходного положения, хотя показатели кратковременной памяти полностью восстановились (Г. С. Катинас, Н. И. Моисеева, 1980).

Широко распространенная в промышленности и на транспорте двух-трехсменная работа предъявляет человеческому организму высокие требования адаптации к режиму труда. Человек, адаптировавшийся к сменной работе, лишь частично приводит некоторые более подвижные функции своего организма, такие, как смена сна и бодрствования, частота сердечных сокращений и дыхания, в соответствие с ритмом синхронизирующих воздействий рабочей обстановки, сохраняя обычный суточный ритм инертных функции обмена веществ с некоторыми их сдвигами по фазе. Здесь существуют значительные индивидуальные различия. Некоторые люди настолько неспособны адаптироваться к подобным переменам и не успевают перестраивать циклы даже наиболее подвижных функций, что у них развивается тяжелый десинхроноз с нарушением нервных функций. Из 1000 обследованных рабочих 45% не смогли приспособиться по показателям самочувствия и ритмики температуры тела к еженедельному изменению режима работы (П. Андлауер, Б. Метц, 1963). Недаром, как указывает медицинская статистика, среди работающих посменно чаще встречаются случаи гипертонии, язвы желудка и других болезней «на нервной почве» (Г. Люс, 1970). Отсюда вытекает необходимость специального профотбора для сменных работ лиц, обладающих достаточной подвижностью ритм он своих физиологических функций. Специалистами разрабатываются оптимальные режимы труда и отдыха для работающих в три смены с использованием мероприятия

реабилитации (Г. Г. Саноян, Б. А. Душков», 1968).

Особенно остро проблема десинхроноза встала в связи с широким распространением современного воздушного транспорта и задачами космонавтики. *Межконтинентальные перелеты* создают резкое срочное рассогласование, причем не только внешнее, связанное со временем суток, но и внутреннее, за счет различного времени, затягивания отдельных физиологических функции (О. Г. Глазенко, Б. С. Алякринский, 1970). Некоторые исследователи полагают, что пересечение уже двух часовых поясов может вызвать некоторые нарушения суточного ритма функций организма человека (О. И. Степанова, 1974), вопреки прежнему мнению, что пересечение двух трех часовых поясов еще не ведет к десинхронозу (В. П. Гингст, 1970; А. В. Евцихевич, 1970; В. Л. Ярославцев, 1971). Однако изменения сердечной деятельности отмечались уже после пересечения трех часовых поясов, а после пересечения девяти часовых поясов происходили нарушения многих функций (Н. И. Моисеева, 1975).

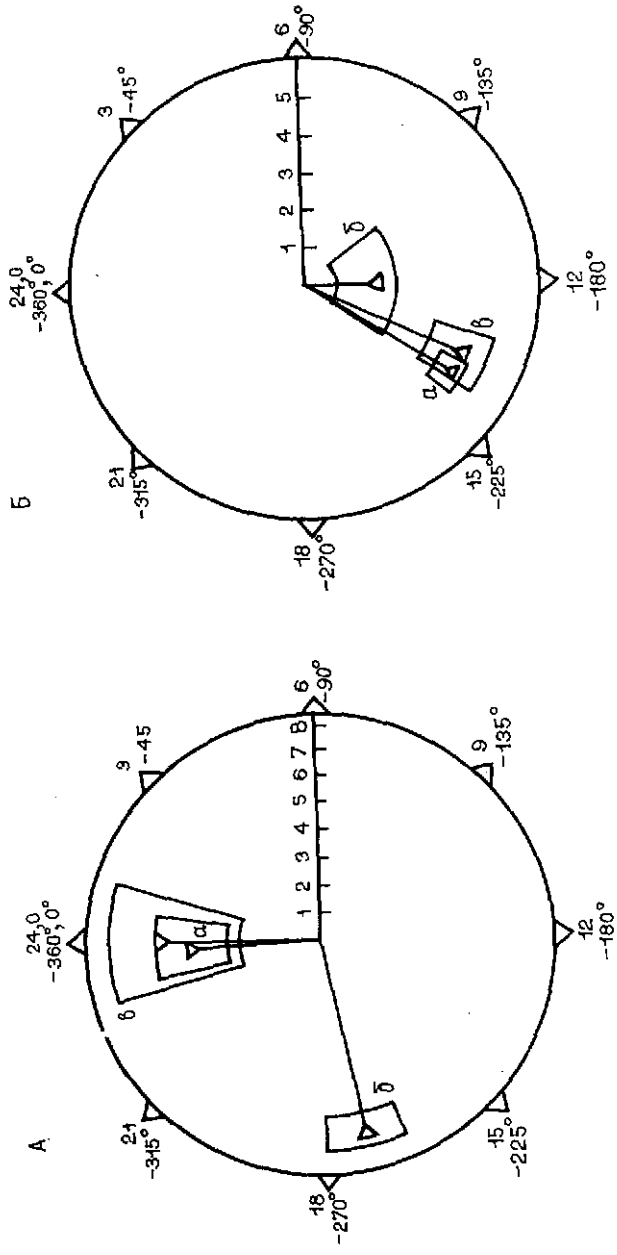
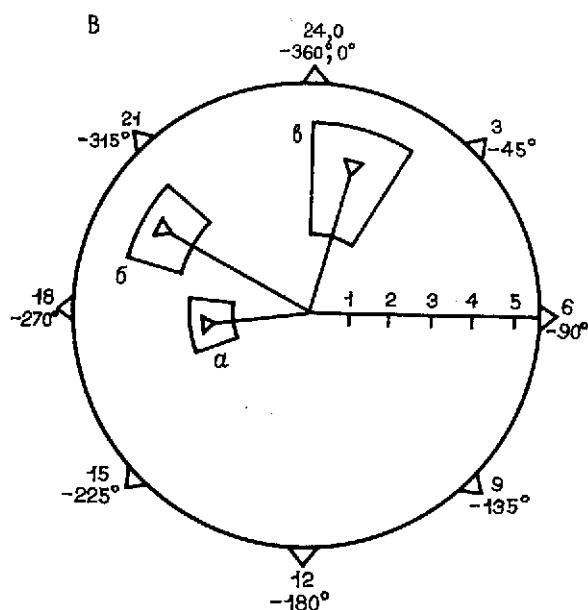


Рис. 30 Влияние изменения режима труда и отдыха на суточный цикл физиологических функций (Г. С. Катинас, И. И. Момсеев, 1980): А — в обычных условиях, В — при 4-часовой сменной работе в дробном, перерулированном виде; В — спустя месяц после возвращения к обычному расписанию дня и ночи. Суточный цикл — 360°, рядом с угловыми значениями стоят часы: а — частота сердечных сокращений; б — глубина дыхания; в — кратковременная память.



Приспособление функций пассажира трансатлантического рейса к новому суточному ритму начинается лишь через несколько дней после прибытия и длится около двух недель для такого показателя, как частота пульса, и до месяца для показателя координации движений (Г. С. Катинас, 1971). На перестройку функций организма в условиях трансмеридионального полета синхронизирующее воздействие оказывает весь комплекс полетной обстановки. Поэтому имитации пересечения часовых поясов лишь путем изменения распорядка дня и освещения оказались менее эффективными, чем реальный полет (В. В. Парин, Р. М. Баевский, В. И. Кудрявцева и др., 1970).

Большое значение для процессов адаптации организма человека к пересечению часовых поясов имеет *направление полетов* относительно движения солнца по небосводу. При перелетах с востока на запад, когда сутки «сжимаются» и собственные ритмы организма «опережают» события местного времени, адаптация к новому суточному распорядку времени облегчается и происходит скорее. Полеты же с запада на восток переносятся труднее, и организм к новым условиям адаптируется медленнее (Н. И. Моисеева, 1975). Так, смещение акрофазы показателя кратковременной памяти у пассажира самолета, летевшего из США в Европу (с запада на восток), только через несколько дней после прибытия достигло нового относительно стабильного уровня, соответствующего европейскому времени сметы дня и ночи. А при полете в обратном направлении (с востока на запад) перестройка на американское распределение времени суток произошла за два дня (рис. 31). После полета советской хоккейной команды на

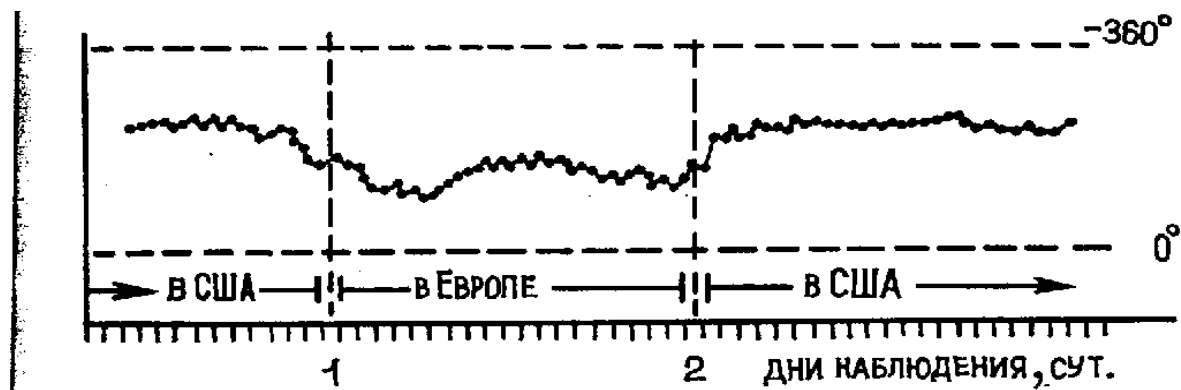


Рис. 31. Сдвиги акрофазы показателя кратковременной памяти при перелете с запада на восток и обратно (Ф. Хальберг, Н. Монтабетти, 1969): 1 — перелет с запада на восток; 2 — перелет с востока на запад

соревнования прославленный вратарь Владислав Третьяк говорил, что лететь в Канаду было гораздо легче, чем возвращаться. Исследование дневной динамики артериального кровяного давления у пассажира, совершившего перелет из Ленинграда на Дальний Восток с пересечением 9 часовых поясов и возвратившегося обратно, показало, что во втором случае восстановление исходного предполетного состояния происходило гораздо быстрее (рис. 32).

Эффекты трансмеридионального десинхронизма имеют существенное значение для *результативности выступлений спортсменов*, переезжающих на большие расстояния в связи со сборами и соревнованиями. Описаны изменения самочувствия и состояния основных физиологических функций у советских хоккеистов, прилетевших на состязания в Канаду, что потребовало максимального напряжения сил для достижения победы (М. И. Изюмов, 1975). Неблагоприятное влияние резкого перехода к другому суточному ритму следует учитывать при прибытии команд из разных стран на международные состязания (М. А. Матова, 1967). Даже переезды в другие города, сопровождающиеся сменой часовых поясов могут снизить тренированность спортсмена (В. Л. Ярославцев, 1971). Наступающие при этом изменения спортивных показателей часто имеют циклический характер. Например, в результате перелета из средней полосы России в Южно-Сахалинск показатели снизились в первые 3 дня, несколько повысились на 4—5-й день, опять снизились на 6—7-й день и полностью восстановились на 8—10 день (Е. А. Грозин, В. А. Нелюбин, В. Н. Пальчевский, 1971).



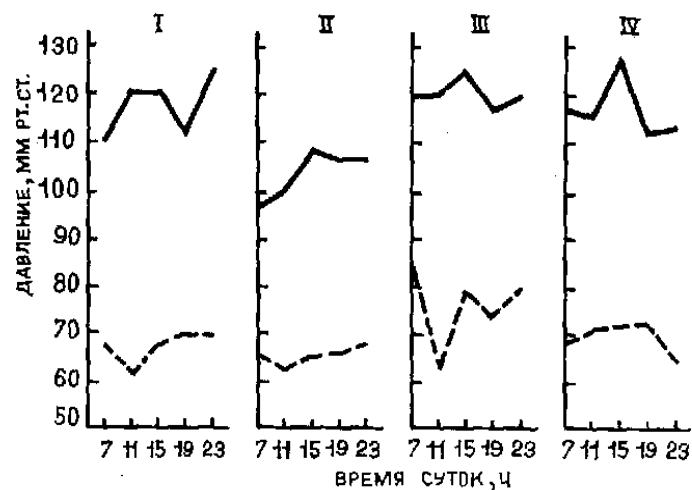


Рис. 32. Суточная динамика артериального давления при перелетах через 9 часовых поясов на восток и обратно (Г. С. Катинас, Н. И. Моисеева, 1980): I - исходное состояние; II - на вторые сутки после полета на восток; III — через 1,5 месяца «после полета»; IV — на вторые сутки после обратного полета на запад. Динамика максимального давления показана сплошной линией, минимального — пунктирно

Для экипажей самолетов, совершающих дальние перелеты с пересечением нескольких часовых поясов, явления десинхроноза приобретают характер профессиональной болезни, серьезно угрожающий здоровью. Наиболее часто возникают жалобы на нарушения сна, головные боли, одышку, расстройства пищеварения, а у стюардесс, кроме того, нарушения менструаций. При медицинском обследовании экипажей самолетов французской авиакомпании «Air France» оказалось, что 41% летного состава жаловался на подобные недомогания. Вероятно, членов экипажей, страдающих десинхронозом, было больше, но многие умолчали об этом из-за боязни потерять место работы (Г. Фаббро, 1970). В целях предупреждения десинхроноза вводится ряд ограничений полетной работы экипажа самолетов дальних рейсов. Так, английская авиакомпания «British Airline» установила предел пересечения часовых поясов — не более 40 за 28 суток (С. Блатт, Д. Квинлан, 1970). Международная организация гражданской авиации (ИКАО), объединяющая 116 стран, разработала следующую формулу зависимости времени отдыха от условий полета:

$$O = \frac{ч}{2} + П + K_{уб} + K_{приб}, \text{ где}$$

O — время отдыха в десятых долях суток; ч — время полета; П — число часовых поясов свыше четырех;  $K_{уб}$  — коэффициенты убытия;  $K_{приб}$  — коэффициент прибытия, определяемые по табл. 4.

Таблица 4

#### Коэффициенты прибытия и убытия самолета

Местное время	Коэффициент	
	убытия	прибытия
8 ч – 11 ч 59 мин	0	4

12 ч – 17 ч 59 мин	1	2
18ч – 21 ч 59 мин	3	0
1 ч – 7 ч 59 мин	4	1

Проблема нормализации циркадных ритмов организма человека возникает и при разработке средств жизнеобеспечения и режима *труда и отдыха космонавтов*. При достаточном обеспечении внешней синхронизации можно сохранить обычный суточный цикл акрофаз основных физиологических функций. Сдвиги во времени синхронизирующих воздействий, прежде всего смены света и темноты, передвигают в соответствующем направлении и акрофазы функций (Б. С. Алякринский, 1975).

Предпринимаются многочисленные попытки решения задачи, как сохранить работоспособность и избежать десинхроноза у людей, которым приходится резко менять привычный ритм своих жизненных функций. Для этого, например, используются методы повышения способности организма быстро перестраиваться на новые ритмы. Такая подвижность адаптационных механизмов достигается их тренировкой путем многократной смены внешних синхронизации в разном ритме, следующих в случайном порядке. Подобное «расшатывание» привычного ритма жизнедеятельности с успехом применил первый покоритель трансатлантического маршрута Вилли Пост (В. Пост, Г. Гетти, 1931), и сегодня этот метод рекомендуется при тренировке космонавтов (С. И. Степанова, 1976). Другим средством приспособления человека к безболезненному переходу на новый ритм жизни может быть перестройка на будущий ритм заранее, до перелета. Для экипажа самолета этот способ вряд ли пригоден ввиду кратковременности пребывания в новых условиях. Однако для подготовки спортсменов к поездке на соревнования целесообразно использовать это средство, например, сместить график тренировок так, чтобы в случае предстоящего перелета на запад они приходились на вторую половину дня, а если предстоит лететь на восток, тренировки следует проводить в утренние часы. Прилететь к месту соревнования желательно заранее, не менее чем за 10 дней, чтобы иметь достаточный резерв времени для адаптации и восстановления оптимальной спортивной формы (В. Л. Ярославцев, 1971). Исследователи предлагают ряд приемов, способствующих более быстрой адаптации к новым условиям суточного цикла. Так, умеренное физическое напряжение, игры, пробежки на остановках и после прилета оказались довольно эффективным средством, позволяющим ускорить перестройки физиологических функций, очевидно, в результате перехода на более высокий уровень энергетики (Д. С. Саркисов, 1973). С переменным успехом применялись адаптогенные препараты, например элеутерококк, или снимающие напряжение снотворные. Их действие на суточный цикл состояния капилляров ногтевого ложа после перелета показано на рис. 33. Благоприятное влияние сна связано с освобождением нервных механизмов саморегуляции функций от разнообразных внешних влияний (Н. И. Моисеева, 1974).

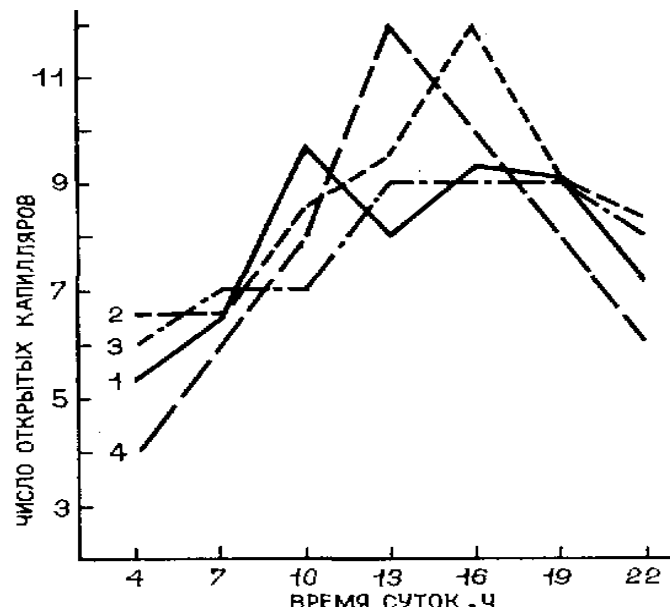


Рис. 33. Влияние элеутерококка и снотворных на изменение суточной динамики капилляров ногтевого ложа 4-го пальца руки при перелете с востока на запад с пересечением 9 часовых поясов (Г. С. Катинас, Н. И. Моисеева, 1980): 1 – исходное состояние; 2 – перелет в обычных условиях; 3 – с приемом элеутерококка; 4 – с приемом снотворных

Задача сохранения здоровья и работоспособности человека при резком переходе к другому суточному циклу решается по-разному для экипажей самолетов и прибывающих для работы в служебные командировки или участия и спортивных соревнованиях. В первом случае не имеет смысла на короткое время до возвращения перестраиваться на новый ритм, а целесообразно сохранять обычный суточный цикл, согласуя с ним свой образ жизни, т. е. поддерживать гомеостаз физических функций организма, несмотря на влияние новой среды. Во втором случае возникает прямо противоположная задача - наиболее эффективно перестроить все функции для полноценной деятельности, т. е. обеспечить гомеокинез в соответствии с условиями новой среды (Г. С. Катинас, Н. И. Моисеева, 1980).

Широко распространенная в промышленности и на транспорте двух-трехсменная работа предъявляет человеческому организму высокие требования адаптации к режиму труда. Человек, адаптировавшийся к сменной работе, лишь частично приводит некоторые более подвижные функции своего организма, такие, как смена сна и бодрствования, частота сердечных сокращений и дыхания, в соответствие с ритмом синхронизирующих воздействий рабочей обстановки, сохраняя обычный суточный ритм инертных функции обмена веществ с некоторыми их сдвигами по фазе. Здесь существуют значительные индивидуальные различия. Некоторые люди настолько неспособны адаптироваться к подобным переменам и не успевают перестраивать циклы даже наиболее подвижных функций, что у них развивается тяжелый десинхроноз с нарушением нервных функций. Из 1000 обследованных рабочих 45% не смогли приспособиться по показателям самочувствия и ритмики температуры тела к еженедельному изменению режима работы (П. Андлауер, Б. Метц, 1963). Недаром, как указывает медицинская статистика, среди работающих посменно чаще встречаются случаи гипертонии, язвы желудка и других болезней «на нервной почве» (Г. Люс, 1970). Отсюда вытекает необходимость специального профотбора для сменных работ лиц, обладающих достаточной подвижностью ритм своих физиологических функций. Специалистами разрабатываются оптимальные режимы труда и отдыха для работающих в три смены с использованием мероприятий

реабилитации (Г. Г. Саноян, Б. А. Душков», 1968).

Особенно остро проблема десинхроноза встала в связи с широким распространением современного воздушного транспорта и задачами космонавтики. *Межконтинентальные перелеты* создают резкое срочное рассогласование, причем не только внешнее, связанное со временем суток, но и внутреннее, за счет различного времени, затягивания отдельных физиологических функции (О. Г. Глазенко, Б. С. Алякринский, 1970). Некоторые исследователи полагают, что пересечение уже двух часовых поясов может вызвать некоторые нарушения суточного ритма функций организма человека (О. И. Степанова, 1974), вопреки прежнему мнению, что пересечение двух трех часовых поясов еще не ведет к десинхронозу (В. П. Гингст, 1970; А. В. Евцихевич, 1970; В. Л. Ярославцев, 1971). Однако изменения сердечной деятельности отмечались уже после пересечения трех часовых поясов, а после пересечения девяти часовых поясов происходили нарушения многих функций (Н. И. Моисеева, 1975).

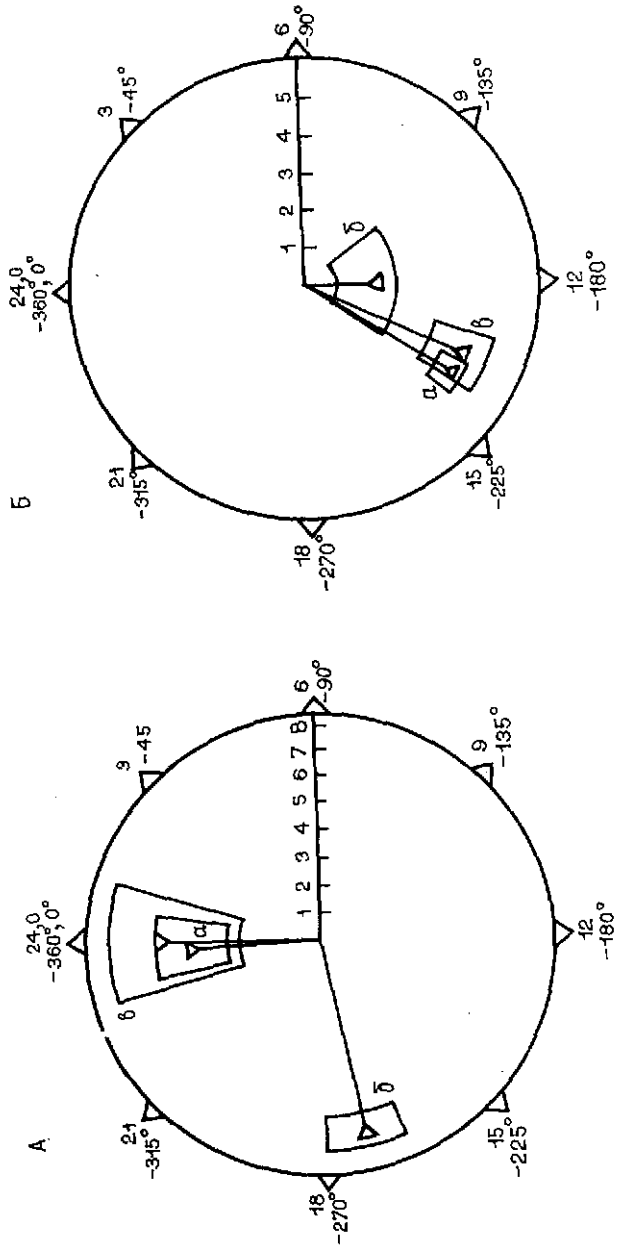
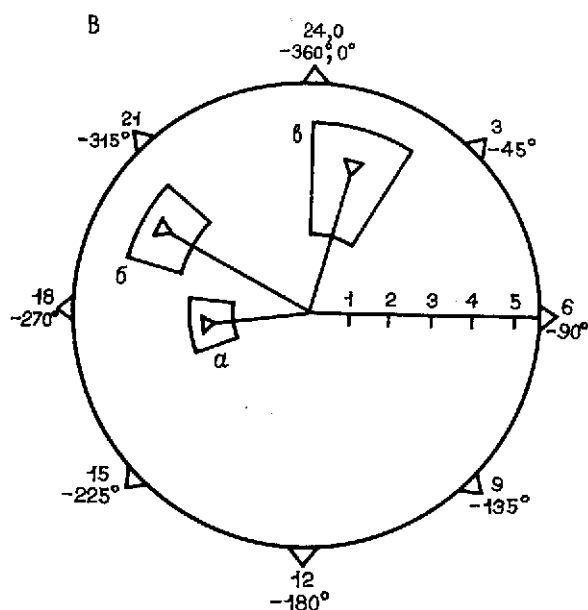


Рис. 30 Влияние изменения режима труда и отдыха на суточный цикл физиологических функций (Г. С. Катинас, И. И. Моисеев, 1980): А — в обычных условиях, В — при 4-часовой сменной работе в дробном, переступленном виде; В — спустя месяц после возвращения к обычному распорядку дня и ночи. Суточный цикл — 360°, рядом с угловыми значениями стоят часы: а — частота сердечных сокращений; б — глубина дыхания; в — кратковременная память.



Приспособление функций пассажира трансатлантического рейса к новому суточному ритму начинается лишь через несколько дней после прибытия и длится около двух недель для такого показателя, как частота пульса, и до месяца для показателя координации движений (Г. С. Катинас, 1971). На перестройку функций организма в условиях трансмеридионального полета синхронизирующее воздействие оказывает весь комплекс полетной обстановки. Поэтому имитации пересечения часовых поясов лишь путем изменения распорядка дня и освещения оказались менее эффективными, чем реальный полет (В. В. Парин, Р. М. Баевский, В. И. Кудрявцева и др., 1970).

Большое значение для процессов адаптации организма человека к пересечению часовых поясов имеет *направление полетов* относительно движения солнца по небосводу. При перелетах с востока на запад, когда сутки «сжимаются» и собственные ритмы организма «опережают» события местного времени, адаптация к новому суточному распорядку времени облегчается и происходит скорее. Полеты же с запада на восток переносятся труднее, и организм к новым условиям адаптируется медленнее (Н. И. Моисеева, 1975). Так, смещение акрофазы показателя кратковременной памяти у пассажира самолета, летевшего из США в Европу (с запада на восток), только через несколько дней после прибытия достигло нового относительно стабильного уровня, соответствующего европейскому времени сметы дня и ночи. А при полете в обратном направлении (с востока на запад) перестройка на американское распределение времени суток произошла за два дня (рис. 31). После полета советской хоккейной команды на

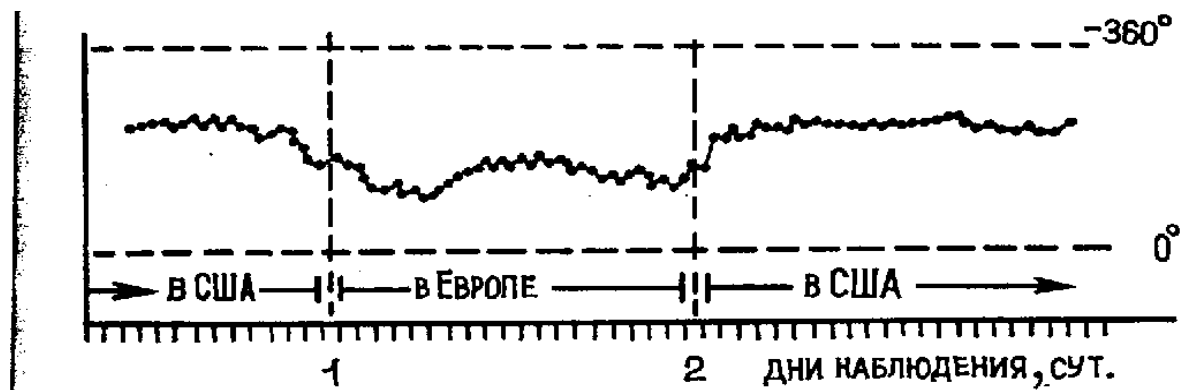


Рис. 31. Сдвиги акрофазы показателя кратковременной памяти при перелете с запада на восток и обратно (Ф. Хальберг, Н. Монтабетти, 1969): 1 — перелет с запада на восток; 2 — перелет с востока на запад

соревнования прославленный вратарь Владислав Третьяк говорил, что лететь в Канаду было гораздо легче, чем возвращаться. Исследование дневной динамики артериального кровяного давления у пассажира, совершившего перелет из Ленинграда на Дальний Восток с пересечением 9 часовых поясов и возвратившегося обратно, показало, что во втором случае восстановление исходного предполетного состояния происходило гораздо быстрее (рис. 32).

Эффекты трансмеридионального десинхроноза имеют существенное значение для *результативности выступлений спортсменов*, переезжающих на большие расстояния в связи со сборами и соревнованиями. Описаны изменения самочувствия и состояния основных физиологических функций у советских хоккеистов, прилетевших на состязания в Канаду, что потребовало максимального напряжения сил для достижения победы (М. И. Изюмов, 1975). Неблагоприятное влияние резкого перехода к другому суточному ритму следует учитывать при прибытии команд из разных стран на международные состязания (М. А. Матова, 1967). Даже переезды в другие города, сопровождающиеся сменой часовых поясов могут снизить тренированность спортсмена (В. Л. Ярославцев, 1971). Наступающие при этом изменения спортивных показателей часто имеют циклический характер. Например, в результате перелета из средней полосы России в Южно-Сахалинск показатели снизились в первые 3 дня, несколько повысились на 4—5-й день, опять снизились на 6—7-й день и полностью восстановились на 8—10 день (Е. А. Грозин, В. А. Нелюбин, В. Н. Пальчевский, 1971).

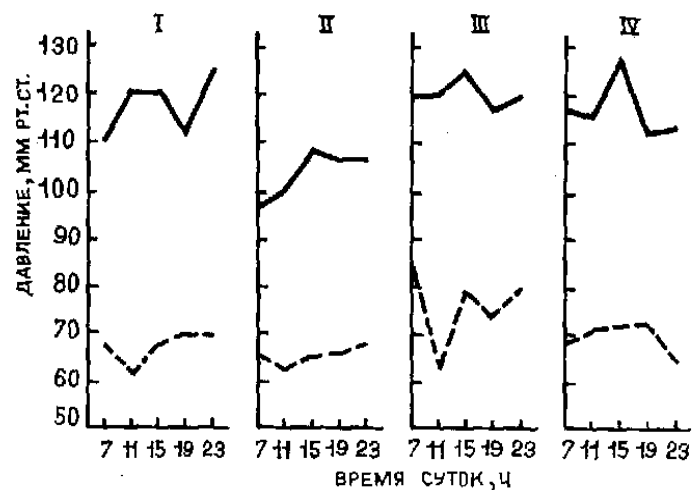


Рис. 32. Суточная динамика артериального давления при перелетах через 9 часовых поясов на восток и обратно (Г. С. Катинас, Н. И. Моисеева, 1980): I - исходное состояние; II - на вторые сутки после полета на восток; III — через 1,5 месяца «после полета; IV — на вторые сутки после обратного полета на запад. Динамика максимального давления показана сплошной линией, минимального — пунктирно

Для экипажей самолетов, совершающих дальние перелеты с пересечением нескольких часовых поясов, явления десинхроноза приобретают характер профессиональной болезни, серьезно угрожающий здоровью. Наиболее часто возникают жалобы на нарушения сна, головные боли, одышку, расстройства пищеварения, а у стюардесс, кроме того, нарушения менструаций. При медицинском обследовании экипажей самолетов французской авиакомпании «Air France» оказалось, что 41% летного состава жаловался на подобные недомогания. Вероятно, членов экипажей, страдающих десинхронозом, было больше, но многие умолчали об этом из-за боязни потерять место работы (Г. Фаббро, 1970). В целях предупреждения десинхроноза вводится ряд ограничений полетной работы экипажа самолетов дальних рейсов. Так, английская авиакомпания «British Airline» установила предел пересечения часовых поясов — не более 40 за 28 суток (С. Блатт, Д. Квинлан, 1970). Международная организация гражданской авиации (ИКАО), объединяющая 116 стран, разработала следующую формулу зависимости времени отдыха от условий полета:

$$O = \frac{ч}{2} + П + K_{уб} + K_{приб}, \text{ где}$$

O — время отдыха в десятых долях суток; ч — время полета; П — число часовых поясов свыше четырех;  $K_{уб}$  — коэффициенты убытия;  $K_{приб}$  — коэффициент прибытия, определяемые по табл. 4.

Таблица 4

#### Коэффициенты прибытия и убытия самолета

Местное время	Коэффициент	
	убытия	прибытия
8 ч – 11 ч 59 мин	0	4



12 ч – 17 ч 59 мин	1	2
18ч – 21 ч 59 мин	3	0
1 ч – 7 ч 59 мин	4	1

Проблема нормализации циркадных ритмов организма человека возникает и при разработке средств жизнеобеспечения и режима *труда и отдыха космонавтов*. При достаточном обеспечении внешней синхронизации можно сохранить обычный суточный цикл акрофаз основных физиологических функций. Сдвиги во времени синхронизирующих воздействий, прежде всего смены света и темноты, передвигают в соответствующем направлении и акрофазы функций (Б. С. Алякринский, 1975).

Предпринимаются многочисленные попытки решения задачи, как сохранить работоспособность и избежать десинхроноза у людей, которым приходится резко менять привычный ритм своих жизненных функций. Для этого, например, используются методы повышения способности организма быстро перестраиваться на новые ритмы. Такая подвижность адаптационных механизмов достигается их тренировкой путем многократной смены внешних синхронизации в разном ритме, следующих в случайном порядке. Подобное «расшатывание» привычного ритма жизнедеятельности с успехом применил первый покоритель трансатлантического маршрута Вилли Пост (В. Пост, Г. Гетти, 1931), и сегодня этот метод рекомендуется при тренировке космонавтов (С. И. Степанова, 1976). Другим средством приспособления человека к безболезненному переходу на новый ритм жизни может быть перестройка на будущий ритм заранее, до перелета. Для экипажа самолета этот способ вряд ли пригоден ввиду кратковременности пребывания в новых условиях. Однако для подготовки спортсменов к поездке на соревнования целесообразно использовать это средство, например, сместить график тренировок так, чтобы в случае предстоящего перелета на запад они приходились на вторую половину дня, а если предстоит лететь на восток, тренировки следует проводить в утренние часы. Прилететь к месту соревнований желательно заранее, не менее чем за 10 дней, чтобы иметь достаточный резерв времени для адаптации и восстановления оптимальной спортивной формы (В. Л. Ярославцев, 1971). Исследователи предлагают ряд приемов, способствующих более быстрой адаптации к новым условиям суточного цикла. Так, умеренное физическое напряжение, игры, пробежки на остановках и после прилета оказались довольно эффективным средством, позволяющим ускорить перестройки физиологических функций, очевидно, в результате перехода на более высокий уровень энергетики (Д. С. Саркисов, 1973). С переменным успехом применялись адаптогенные препараты, например элеутерококк, или снимающие напряжение снотворные. Их действие на суточный цикл состояния капилляров ногтевого ложа после перелета показано на рис. 33. Благоприятное влияние сна связано с освобождением нервных механизмов саморегуляции функций от разнообразных внешних влияний (Н. И. Моисеева, 1974).

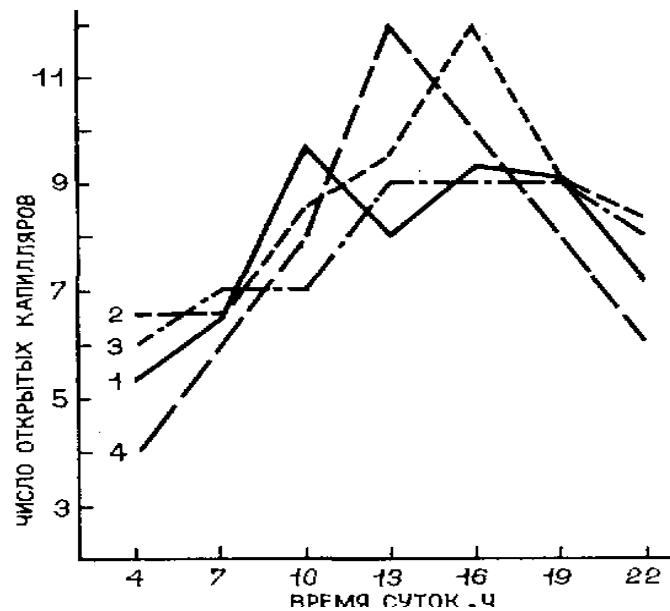


Рис. 33. Влияние элеутерококка и снотворных на изменение суточной динамики капилляров ногтевого ложа 4-го пальца руки при перелете с востока на запад с пересечением 9 часовых поясов (Г. С. Катинас, Н. И. Моисеева, 1980): 1 – исходное состояние; 2 – перелет в обычных условиях; 3 – с приемом элеутерококка; 4 – с приемом снотворных

Задача сохранения здоровья и работоспособности человека при резком переходе к другому суточному циклу решается по-разному для экипажей самолетов и прибывающих для работы в служебные командировки или участия и спортивных соревнованиях. В первом случае не имеет смысла на короткое время до возвращения перестраиваться на новый ритм, а целесообразно сохранять обычный суточный цикл, согласуя с ним свой образ жизни, т. е. поддерживать гомеостаз физических функций организма, несмотря на влияние новой среды. Во втором случае возникает прямо противоположная задача - наиболее эффективно перестроить все функции для полноценной деятельности, т. е. обеспечить гомеокинез в соответствии с условиями новой среды (Г. С. Катинас, Н. И. Моисеева, 1980).

Широко распространенная в промышленности и на транспорте двух-трехсменная работа предъявляет человеческому организму высокие требования адаптации к режиму труда. Человек, адаптировавшийся к сменной работе, лишь частично приводит некоторые более подвижные функции своего организма, такие, как смена сна и бодрствования, частота сердечных сокращений и дыхания, в соответствие с ритмом синхронизирующих воздействий рабочей обстановки, сохраняя обычный суточный ритм инертных функции обмена веществ с некоторыми их сдвигами по фазе. Здесь существуют значительные индивидуальные различия. Некоторые люди настолько неспособны адаптироваться к подобным переменам и не успевают перестраивать циклы даже наиболее подвижных функций, что у них развивается тяжелый десинхроноз с нарушением нервных функций. Из 1000 обследованных рабочих 45% не смогли приспособиться по показателям самочувствия и ритмики температуры тела к еженедельному изменению режима работы (П. Андлауер, Б. Метц, 1963). Недаром, как указывает медицинская статистика, среди работающих посменно чаще встречаются случаи гипертонии, язвы желудка и других болезней «на нервной почве» (Г. Люс, 1970). Отсюда вытекает необходимость специального профотбора для сменных работ лиц, обладающих достаточной подвижностью ритм своих физиологических функций. Специалистами разрабатываются оптимальные режимы труда и отдыха для работающих в три смены с использованием мероприятий

реабилитации (Г. Г. Саноян, Б. А. Душков», 1968).

Особенно остро проблема десинхроноза встала в связи с широким распространением современного воздушного транспорта и задачами космонавтики. *Межконтинентальные перелеты* создают резкое срочное рассогласование, причем не только внешнее, связанное со временем суток, но и внутреннее, за счет различного времени, затягивания отдельных физиологических функции (О. Г. Глазенко, Б. С. Алякринский, 1970). Некоторые исследователи полагают, что пересечение уже двух часовых поясов может вызвать некоторые нарушения суточного ритма функций организма человека (О. И. Степанова, 1974), вопреки прежнему мнению, что пересечение двух трех часовых поясов еще не ведет к десинхронозу (В. П. Гингст, 1970; А. В. Евцихевич, 1970; В. Л. Ярославцев, 1971). Однако изменения сердечной деятельности отмечались уже после пересечения трех часовых поясов, а после пересечения девяти часовых поясов происходили нарушения многих функций (Н. И. Моисеева, 1975).

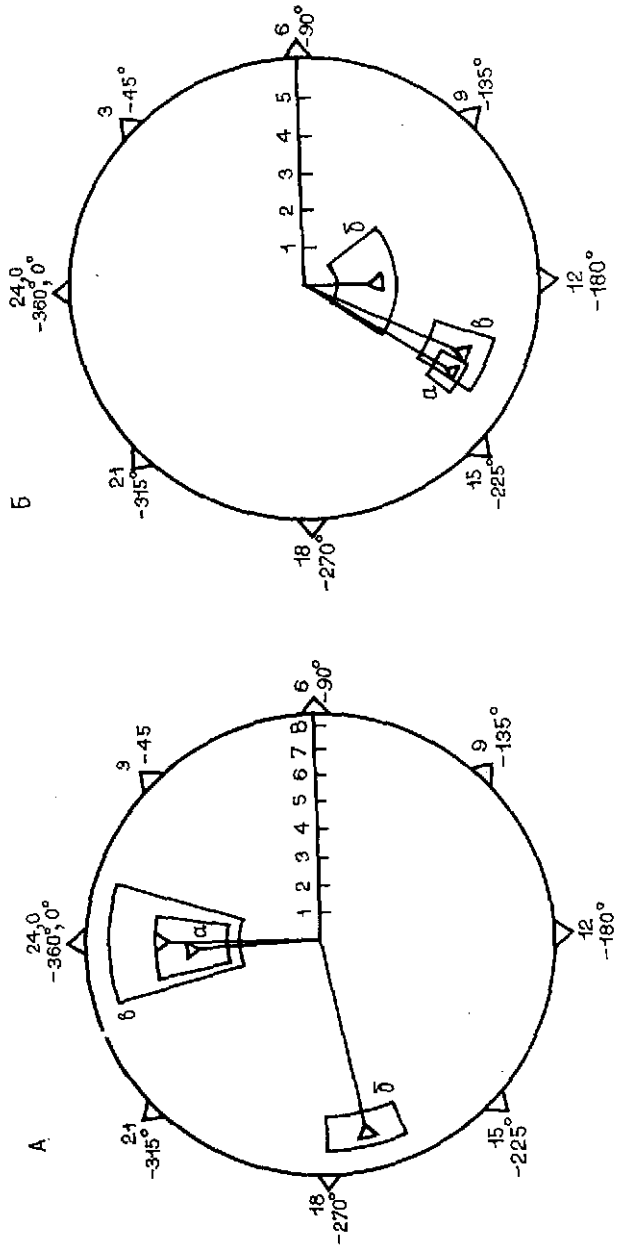
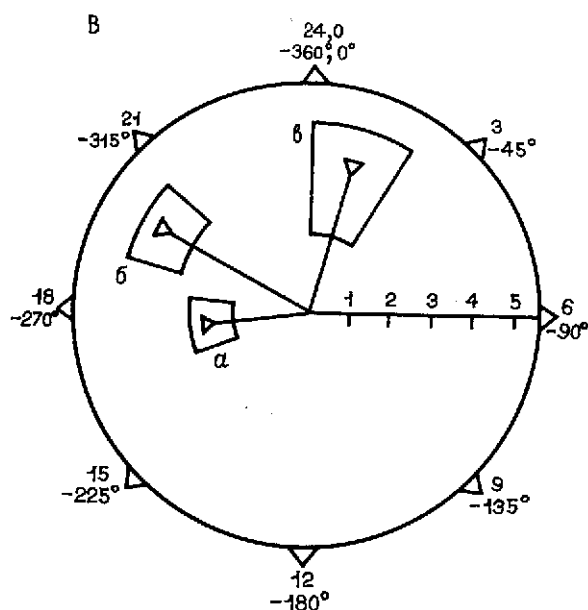


Рис. 30 Влияние изменения режима труда и отдыха на суточный цикл физиологических функций (Г. С. Катинас, И. И. Моисеев, 1980): А — в обычных условиях, В — при 4-часовой сменной работе в дробном, переступленном виде; В — спустя месяц после возвращения к обычному расписанию дня и ночи. Суточный цикл —360°, ритм с угловыми значениями стоит часы: а — частота сердечных сокращений; б — глубина дыхания; в — кратковременная память.



Приспособление функций пассажира трансатлантического рейса к новому суточному ритму начинается лишь через несколько дней после прибытия и длится около двух недель для такого показателя, как частота пульса, и до месяца для показателя координации движений (Г. С. Катинас, 1971). На перестройку функций организма в условиях трансмеридионального полета синхронизирующее воздействие оказывает весь комплекс полетной обстановки. Поэтому имитации пересечения часовых поясов лишь путем изменения распорядка дня и освещения оказались менее эффективными, чем реальный полет (В. В. Парин, Р. М. Баевский, В. И. Кудрявцева и др., 1970).

Большое значение для процессов адаптации организма человека к пересечению часовых поясов имеет *направление полетов* относительно движения солнца по небосводу. При перелетах с востока на запад, когда сутки «сжимаются» и собственные ритмы организма «опережают» события местного времени, адаптация к новому суточному распорядку времени облегчается и происходит скорее. Полеты же с запада на восток переносятся труднее, и организм к новым условиям адаптируется медленнее (Н. И. Моисеева, 1975). Так, смещение акрофазы показателя кратковременной памяти у пассажира самолета, летевшего из США в Европу (с запада на восток), только через несколько дней после прибытия достигло нового относительно стабильного уровня, соответствующего европейскому времени сметы дня и ночи. А при полете в обратном направлении (с востока на запад) перестройка на американское распределение времени суток произошла за два дня (рис. 31). После полета советской хоккейной команды на

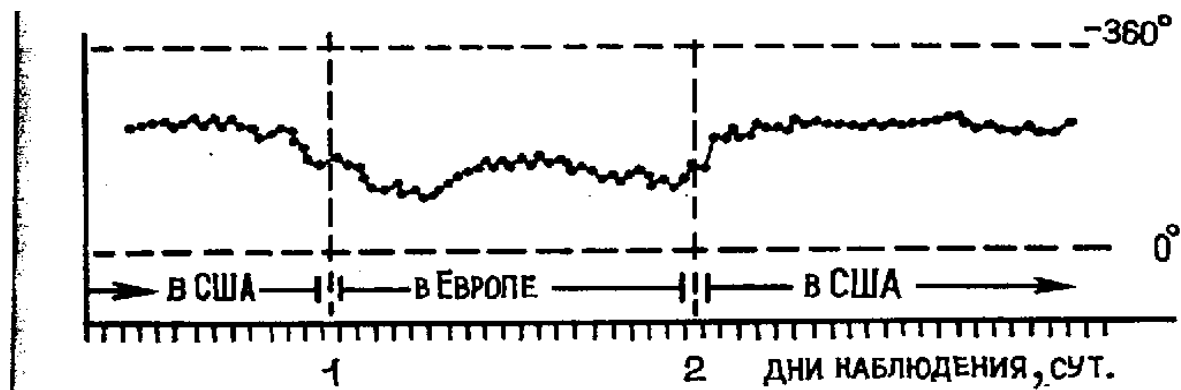


Рис. 31. Сдвиги акрофазы показателя кратковременной памяти при перелете с запада на восток и обратно (Ф. Хальберг, Н. Монтабетти, 1969): 1 — перелет с запада на восток; 2 — перелет с востока на запад

соревнования прославленный вратарь Владислав Третьяк говорил, что лететь в Канаду было гораздо легче, чем возвращаться. Исследование дневной динамики артериального кровяного давления у пассажира, совершившего перелет из Ленинграда на Дальний Восток с пересечением 9 часовых поясов и возвратившегося обратно, показало, что во втором случае восстановление исходного предполетного состояния происходило гораздо быстрее (рис. 32).

Эффекты трансмеридионального десинхрониза имеют существенное значение для *результативности выступлений спортсменов*, переезжающих на большие расстояния в связи со сборами и соревнованиями. Описаны изменения самочувствия и состояния основных физиологических функций у советских хоккеистов, прилетевших на состязания в Канаду, что потребовало максимального напряжения сил для достижения победы (М. И. Изюмов, 1975). Неблагоприятное влияние резкого перехода к другому суточному ритму следует учитывать при прибытии команд из разных стран на международные состязания (М. А. Матова, 1967). Даже переезды в другие города, сопровождающиеся сменой часовых поясов могут снизить тренированность спортсмена (В. Л. Ярославцев, 1971). Наступающие при этом изменения спортивных показателей часто имеют циклический характер. Например, в результате перелета из средней полосы России в Южно-Сахалинск показатели снизились в первые 3 дня, несколько повысились на 4—5-й день, опять снизились на 6—7-й день и полностью восстановились на 8—10 день (Е. А. Грозин, В. А. Нелюбин, В. Н. Пальчевский, 1971).

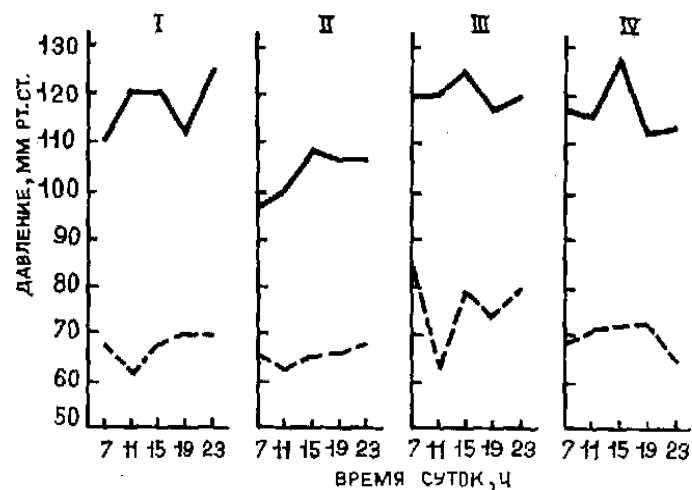


Рис. 32. Суточная динамика артериального давления при перелетах через 9 часовых поясов на восток и обратно (Г. С. Катинас, Н. И. Моисеева, 1980): I - исходное состояние; II - на вторые сутки после полета на восток; III — через 1,5 месяца «после полета; IV — на вторые сутки после обратного полета на запад. Динамика максимального давления показана сплошной линией, минимального — пунктирно

Для экипажей самолетов, совершающих дальние перелеты с пересечением нескольких часовых поясов, явления десинхроноза приобретают характер профессиональной болезни, серьезно угрожающий здоровью. Наиболее часто возникают жалобы на нарушения сна, головные боли, одышку, расстройства пищеварения, а у стюардесс, кроме того, нарушения менструаций. При медицинском обследовании экипажей самолетов французской авиакомпании «Air France» оказалось, что 41% летного состава жаловался на подобные недомогания. Вероятно, членов экипажей, страдающих десинхронозом, было больше, но многие умолчали об этом из-за боязни потерять место работы (Г. Фаббро, 1970). В целях предупреждения десинхроноза вводится ряд ограничений полетной работы экипажа самолетов дальних рейсов. Так, английская авиакомпания «British Airline» установила предел пересечения часовых поясов — не более 40 за 28 суток (С. Блатт, Д. Квинлан, 1970). Международная организация гражданской авиации (ИКАО), объединяющая 116 стран, разработала следующую формулу зависимости времени отдыха от условий полета:

$$O = \frac{ч}{2} + П + K_{уб} + K_{приб}, \text{ где}$$

O — время отдыха в десятых долях суток; ч — время полета; П — число часовых поясов свыше четырех;  $K_{уб}$  — коэффициенты убытия;  $K_{приб}$  — коэффициент прибытия, определяемые по табл. 4.

Таблица 4

**Коэффициенты прибытия и убытия самолета**

Местное время	Коэффициент	
	убытия	прибытия
8 ч – 11 ч 59 мин	0	4

12 ч – 17 ч 59 мин	1	2
18ч – 21 ч 59 мин	3	0
1 ч – 7 ч 59 мин	4	1

Проблема нормализации циркадных ритмов организма человека возникает и при разработке средств жизнеобеспечения и режима *труда и отдыха космонавтов*. При достаточном обеспечении внешней синхронизации можно сохранить обычный суточный цикл акрофаз основных физиологических функций. Сдвиги во времени синхронизирующих воздействий, прежде всего смены света и темноты, передвигают в соответствующем направлении и акрофазы функций (Б. С. Алякринский, 1975).

Предпринимаются многочисленные попытки решения задачи, как сохранить работоспособность и избежать десинхроноза у людей, которым приходится резко менять привычный ритм своих жизненных функций. Для этого, например, используются методы повышения способности организма быстро перестраиваться на новые ритмы. Такая подвижность адаптационных механизмов достигается их тренировкой путем многократной смены внешних синхронизации в разном ритме, следующих в случайном порядке. Подобное «расшатывание» привычного ритма жизнедеятельности с успехом применил первый покоритель трансатлантического маршрута Вилли Пост (В. Пост, Г. Гетти, 1931), и сегодня этот метод рекомендуется при тренировке космонавтов (С. И. Степанова, 1976). Другим средством приспособления человека к безболезненному переходу на новый ритм жизни может быть перестройка на будущий ритм заранее, до перелета. Для экипажа самолета этот способ вряд ли пригоден ввиду кратковременности пребывания в новых условиях. Однако для подготовки спортсменов к поездке на соревнования целесообразно использовать это средство, например, сместить график тренировок так, чтобы в случае предстоящего перелета на запад они приходились на вторую половину дня, а если предстоит лететь на восток, тренировки следует проводить в утренние часы. Прилететь к месту соревнований желательно заранее, не менее чем за 10 дней, чтобы иметь достаточный резерв времени для адаптации и восстановления оптимальной спортивной формы (В. Л. Ярославцев, 1971). Исследователи предлагают ряд приемов, способствующих более быстрой адаптации к новым условиям суточного цикла. Так, умеренное физическое напряжение, игры, пробежки на остановках и после прилета оказались довольно эффективным средством, позволяющим ускорить перестройки физиологических функций, очевидно, в результате перехода на более высокий уровень энергетики (Д. С. Саркисов, 1973). С переменным успехом применялись адаптогенные препараты, например элеутерококк, или снимающие напряжение снотворные. Их действие на суточный цикл состояния капилляров ногтевого ложа после перелета показано на рис. 33. Благоприятное влияние сна связано с освобождением нервных механизмов саморегуляции функций от разнообразных внешних влияний (Н. И. Моисеева, 1974).



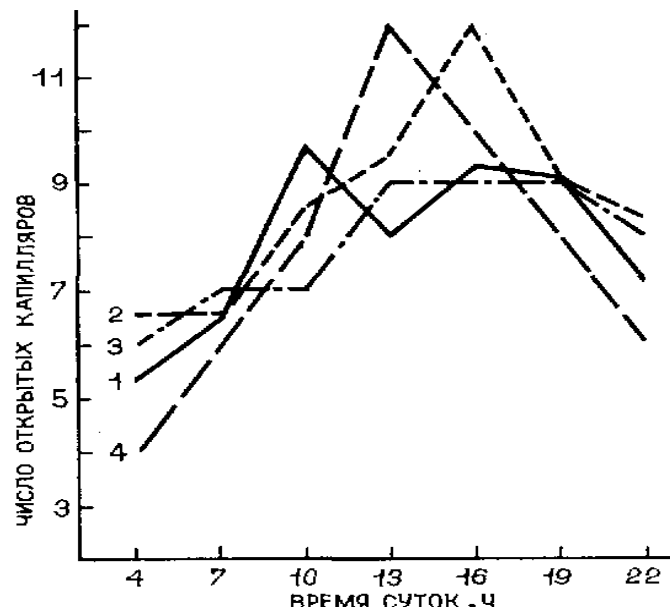


Рис. 33. Влияние элеутерококка и снотворных на изменение суточной динамики капилляров ногтевого ложа 4-го пальца руки при перелете с востока на запад с пересечением 9 часовых поясов (Г. С. Катинас, Н. И. Моисеева, 1980): 1 – исходное состояние; 2 – перелет в обычных условиях; 3 – с приемом элеутерококка; 4 – с приемом снотворных

Задача сохранения здоровья и работоспособности человека при резком переходе к другому суточному циклу решается по-разному для экипажей самолетов и прибывающих для работы в служебные командировки или участия и спортивных соревнованиях. В первом случае не имеет смысла на короткое время до возвращения перестраиваться на новый ритм, а целесообразно сохранять обычный суточный цикл, согласуя с ним свой образ жизни, т. е. поддерживать гомеостаз физических функций организма, несмотря на влияние новой среды. Во втором случае возникает прямо противоположная задача - наиболее эффективно перестроить все функции для полноценной деятельности, т. е. обеспечить гомеокинез в соответствии с условиями новой среды (Г. С. Катинас, Н. И. Моисеева, 1980).

Широко распространенная в промышленности и на транспорте двух-трехсменная работа предъявляет человеческому организму высокие требования адаптации к режиму труда. Человек, адаптировавшийся к сменной работе, лишь частично приводит некоторые более подвижные функции своего организма, такие, как смена сна и бодрствования, частота сердечных сокращений и дыхания, в соответствие с ритмом синхронизирующих воздействий рабочей обстановки, сохраняя обычный суточный ритм инертных функции обмена веществ с некоторыми их сдвигами по фазе. Здесь существуют значительные индивидуальные различия. Некоторые люди настолько неспособны адаптироваться к подобным переменам и не успевают перестраивать циклы даже наиболее подвижных функций, что у них развивается тяжелый десинхроноз с нарушением нервных функций. Из 1000 обследованных рабочих 45% не смогли приспособиться по показателям самочувствия и ритмики температуры тела к еженедельному изменению режима работы (П. Андлауер, Б. Метц, 1963). Недаром, как указывает медицинская статистика, среди работающих посменно чаще встречаются случаи гипертонии, язвы желудка и других болезней «на нервной почве» (Г. Люс, 1970). Отсюда вытекает необходимость специального профотбора для сменных работ лиц, обладающих достаточной подвижностью ритм своих физиологических функций. Специалистами разрабатываются оптимальные режимы труда и отдыха для работающих в три смены с использованием мероприятий

реабилитации (Г. Г. Саноян, Б. А. Душков», 1968).

Особенно остро проблема десинхроноза встала в связи с широким распространением современного воздушного транспорта и задачами космонавтики. *Межконтинентальные перелеты* создают резкое срочное рассогласование, причем не только внешнее, связанное со временем суток, но и внутреннее, за счет различного времени, затягивания отдельных физиологических функции (О. Г. Глазенко, Б. С. Алякринский, 1970). Некоторые исследователи полагают, что пересечение уже двух часовых поясов может вызвать некоторые нарушения суточного ритма функций организма человека (О. И. Степанова, 1974), вопреки прежнему мнению, что пересечение двух трех часовых поясов еще не ведет к десинхронозу (В. П. Гингст, 1970; А. В. Евцихевич, 1970; В. Л. Ярославцев, 1971). Однако изменения сердечной деятельности отмечались уже после пересечения трех часовых поясов, а после пересечения девяти часовых поясов происходили нарушения многих функций (Н. И. Моисеева, 1975).

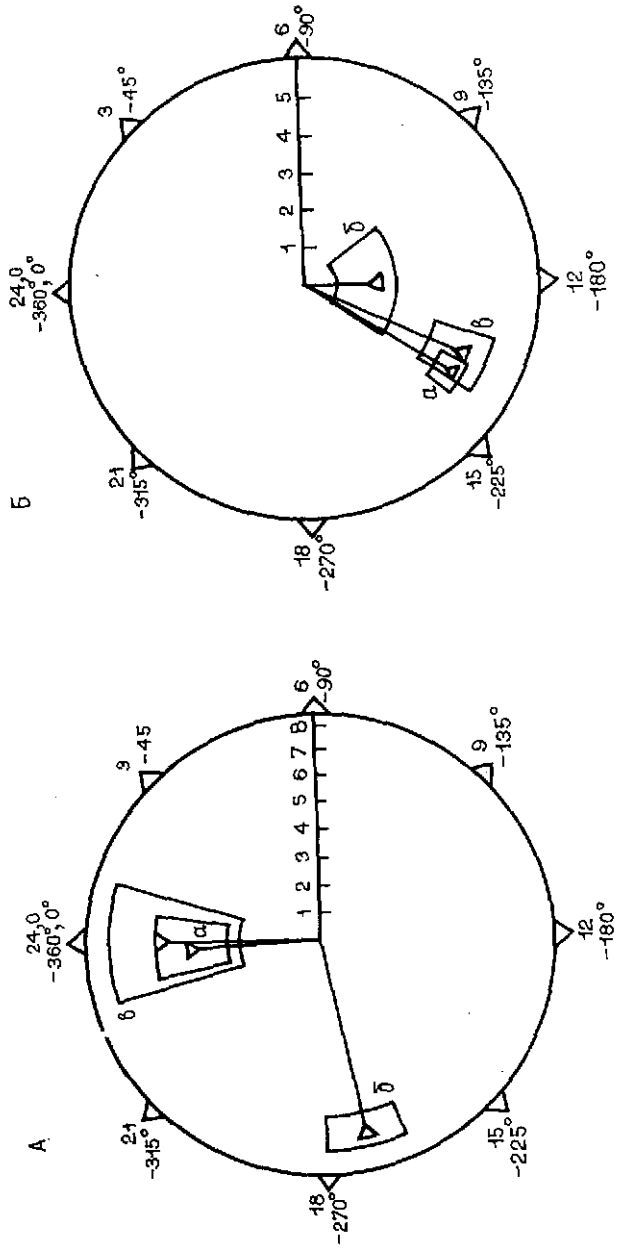
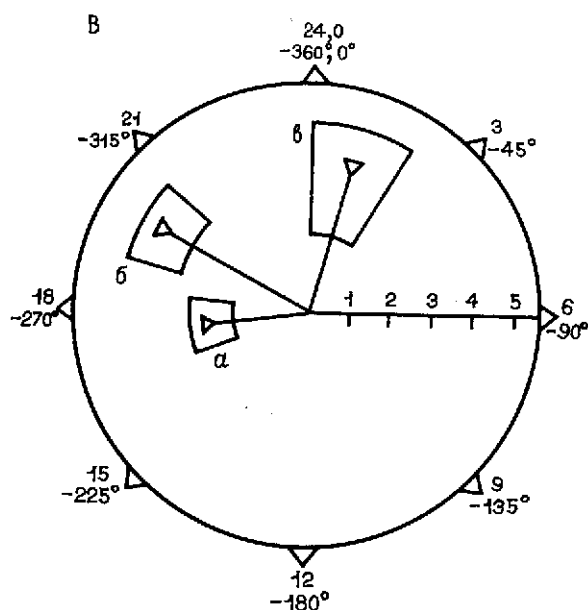


Рис. 30 Влияние изменения режима труда и отдыха на суточный цикл физиологических функций (Г. С. Катинас, И. И. Моисеев, 1980): А — в обычных условиях, В — при 4-часовой сменной работе в дробном, перерулированном виде; В — спустя месяц после возвращения к обычному расписанию дня и ночи. Суточный цикл — 360°, рядом с угловыми значениями стоят часы; а — частота сердечных сокращений; б — глубина дыхания; в — кратковременная память.



Приспособление функций пассажира трансатлантического рейса к новому суточному ритму начинается лишь через несколько дней после прибытия и длится около двух недель для такого показателя, как частота пульса, и до месяца для показателя координации движений (Г. С. Катинас, 1971). На перестройку функций организма в условиях трансмеридионального полета синхронизирующее воздействие оказывает весь комплекс полетной обстановки. Поэтому имитации пересечения часовых поясов лишь путем изменения распорядка дня и освещения оказались менее эффективными, чем реальный полет (В. В. Парин, Р. М. Баевский, В. И. Кудрявцева и др., 1970).

Большое значение для процессов адаптации организма человека к пересечению часовых поясов имеет *направление полетов* относительно движения солнца по небосводу. При перелетах с востока на запад, когда сутки «сжимаются» и собственные ритмы организма «опережают» события местного времени, адаптация к новому суточному распорядку времени облегчается и происходит скорее. Полеты же с запада на восток переносятся труднее, и организм к новым условиям адаптируется медленнее (Н. И. Моисеева, 1975). Так, смещение акрофазы показателя кратковременной памяти у пассажира самолета, летевшего из США в Европу (с запада на восток), только через несколько дней после прибытия достигло нового относительно стабильного уровня, соответствующего европейскому времени сметы дня и ночи. А при полете в обратном направлении (с востока на запад) перестройка на американское распределение времени суток произошла за два дня (рис. 31). После полета советской хоккейной команды на

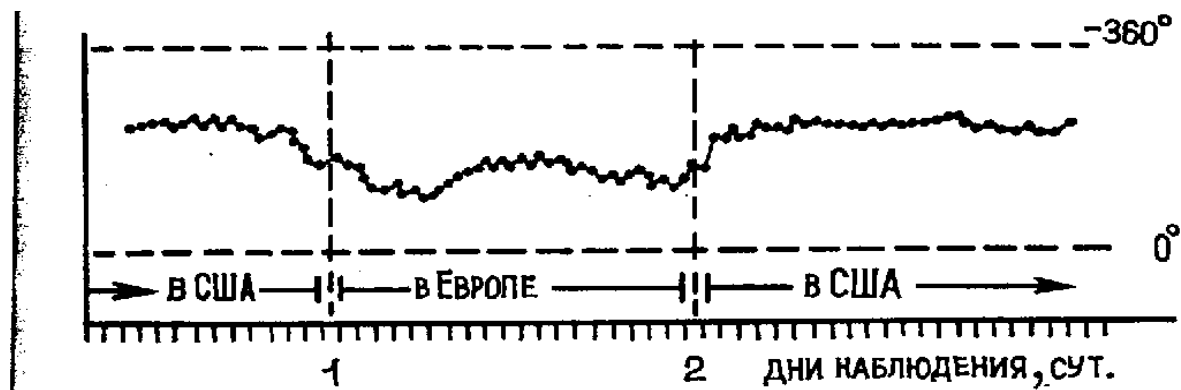


Рис. 31. Сдвиги акрофазы показателя кратковременной памяти при перелете с запада на восток и обратно (Ф. Хальберг, Н. Монтабетти, 1969): 1 — перелет с запада на восток; 2 — перелет с востока на запад

соревнования прославленный вратарь Владислав Третьяк говорил, что лететь в Канаду было гораздо легче, чем возвращаться. Исследование дневной динамики артериального кровяного давления у пассажира, совершившего перелет из Ленинграда на Дальний Восток с пересечением 9 часовых поясов и возвратившегося обратно, показало, что во втором случае восстановление исходного предполетного состояния происходило гораздо быстрее (рис. 32).

Эффекты трансмеридионального десинхроноза имеют существенное значение для *результативности выступлений спортсменов*, переезжающих на большие расстояния в связи со сборами и соревнованиями. Описаны изменения самочувствия и состояния основных физиологических функций у советских хоккеистов, прилетевших на состязания в Канаду, что потребовало максимального напряжения сил для достижения победы (М. И. Изюмов, 1975). Неблагоприятное влияние резкого перехода к другому суточному ритму следует учитывать при прибытии команд из разных стран на международные состязания (М. А. Матова, 1967). Даже переезды в другие города, сопровождающиеся сменой часовых поясов могут снизить тренированность спортсмена (В. Л. Ярославцев, 1971). Наступающие при этом изменения спортивных показателей часто имеют циклический характер. Например, в результате перелета из средней полосы России в Южно-Сахалинск показатели снизились в первые 3 дня, несколько повысились на 4—5-й день, опять снизились на 6—7-й день и полностью восстановились на 8—10 день (Е. А. Грозин, В. А. Нелюбин, В. Н. Пальчевский, 1971).

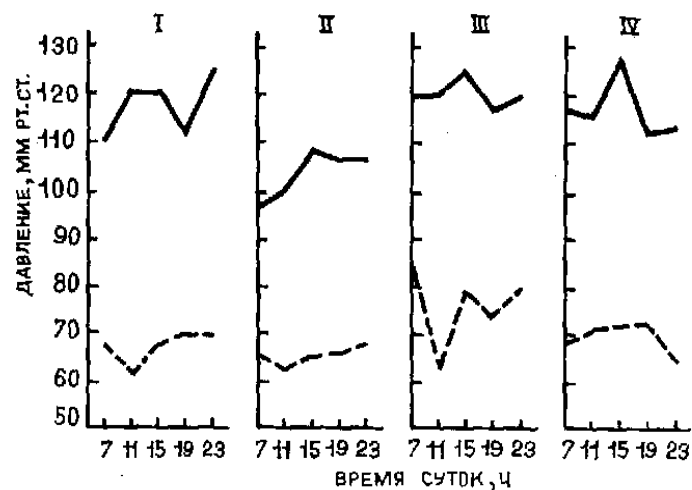


Рис. 32. Суточная динамика артериального давления при перелетах через 9 часовых поясов на восток и обратно (Г. С. Катинас, Н. И. Моисеева, 1980): I - исходное состояние; II - на вторые сутки после полета на восток; III — через 1,5 месяца «после полета; IV — на вторые сутки после обратного полета на запад. Динамика максимального давления показана сплошной линией, минимального — пунктирно

Для экипажей самолетов, совершающих дальние перелеты с пересечением нескольких часовых поясов, явления десинхроноза приобретают характер профессиональной болезни, серьезно угрожающий здоровью. Наиболее часто возникают жалобы на нарушения сна, головные боли, одышку, расстройства пищеварения, а у стюардесс, кроме того, нарушения менструаций. При медицинском обследовании экипажей самолетов французской авиакомпании «Air France» оказалось, что 41% летного состава жаловался на подобные недомогания. Вероятно, членов экипажей, страдающих десинхронозом, было больше, но многие умолчали об этом из-за боязни потерять место работы (Г. Фаббро, 1970). В целях предупреждения десинхроноза вводится ряд ограничений полетной работы экипажа самолетов дальних рейсов. Так, английская авиакомпания «British Airline» установила предел пересечения часовых поясов — не более 40 за 28 суток (С. Блатт, Д. Квинлан, 1970). Международная организация гражданской авиации (ИКАО), объединяющая 116 стран, разработала следующую формулу зависимости времени отдыха от условий полета:

$$O = \frac{ч}{2} + П + K_{уб} + K_{приб}, \text{ где}$$

O — время отдыха в десятых долях суток; ч — время полета; П — число часовых поясов свыше четырех;  $K_{уб}$  — коэффициенты убытия;  $K_{приб}$  — коэффициент прибытия, определяемые по табл. 4.

Таблица 4

#### Коэффициенты прибытия и убытия самолета

Местное время	Коэффициент	
	убытия	прибытия
8 ч – 11 ч 59 мин	0	4

12 ч – 17 ч 59 мин	1	2
18ч – 21 ч 59 мин	3	0
1 ч – 7 ч 59 мин	4	1

Проблема нормализации циркадных ритмов организма человека возникает и при разработке средств жизнеобеспечения и режима *труда и отдыха космонавтов*. При достаточном обеспечении внешней синхронизации можно сохранить обычный суточный цикл акрофаз основных физиологических функций. Сдвиги во времени синхронизирующих воздействий, прежде всего смены света и темноты, передвигают в соответствующем направлении и акрофазы функций (Б. С. Алякринский, 1975).

Предпринимаются многочисленные попытки решения задачи, как сохранить работоспособность и избежать десинхроноза у людей, которым приходится резко менять привычный ритм своих жизненных функций. Для этого, например, используются методы повышения способности организма быстро перестраиваться на новые ритмы. Такая подвижность адаптационных механизмов достигается их тренировкой путем многократной смены внешних синхронизации в разном ритме, следующих в случайном порядке. Подобное «расшатывание» привычного ритма жизнедеятельности с успехом применил первый покоритель трансатлантического маршрута Вилли Пост (В. Пост, Г. Гетти, 1931), и сегодня этот метод рекомендуется при тренировке космонавтов (С. И. Степанова, 1976). Другим средством приспособления человека к безболезненному переходу на новый ритм жизни может быть перестройка на будущий ритм заранее, до перелета. Для экипажа самолета этот способ вряд ли пригоден ввиду кратковременности пребывания в новых условиях. Однако для подготовки спортсменов к поездке на соревнования целесообразно использовать это средство, например, сместить график тренировок так, чтобы в случае предстоящего перелета на запад они приходились на вторую половину дня, а если предстоит лететь на восток, тренировки следует проводить в утренние часы. Прилететь к месту соревнования желательно заранее, не менее чем за 10 дней, чтобы иметь достаточный резерв времени для адаптации и восстановления оптимальной спортивной формы (В. Л. Ярославцев, 1971). Исследователи предлагают ряд приемов, способствующих более быстрой адаптации к новым условиям суточного цикла. Так, умеренное физическое напряжение, игры, пробежки на остановках и после прилета оказались довольно эффективным средством, позволяющим ускорить перестройки физиологических функций, очевидно, в результате перехода на более высокий уровень энергетики (Д. С. Саркисов, 1973). С переменным успехом применялись адаптогенные препараты, например элеутерококк, или снимающие напряжение снотворные. Их действие на суточный цикл состояния капилляров ногтевого ложа после перелета показано на рис. 33. Благоприятное влияние сна связано с освобождением нервных механизмов саморегуляции функций от разнообразных внешних влияний (Н. И. Моисеева, 1974).

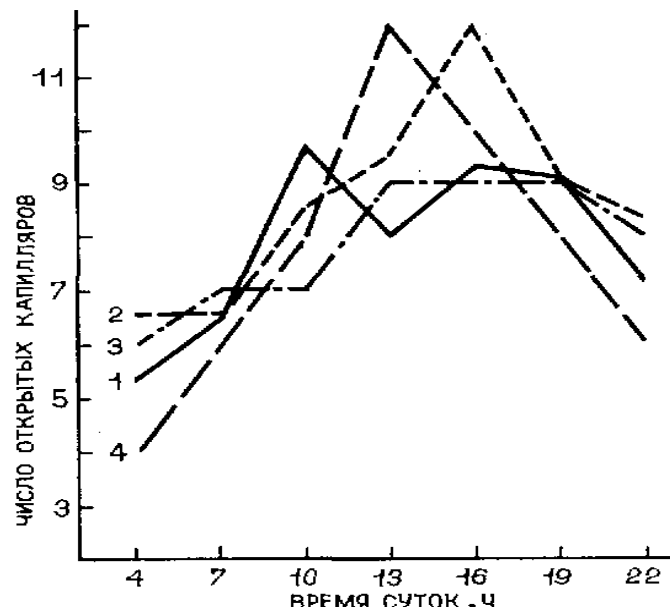


Рис. 33. Влияние элеутерококка и снотворных на изменение суточной динамики капилляров ногтевого ложа 4-го пальца руки при перелете с востока на запад с пересечением 9 часовых поясов (Г. С. Катинас, Н. И. Моисеева, 1980): 1 – исходное состояние; 2 – перелет в обычных условиях; 3 – с приемом элеутерококка; 4 – с приемом снотворных

Задача сохранения здоровья и работоспособности человека при резком переходе к другому суточному циклу решается по-разному для экипажей самолетов и прибывающих для работы в служебные командировки или участия и спортивных соревнованиях. В первом случае не имеет смысла на короткое время до возвращения перестраиваться на новый ритм, а целесообразно сохранять обычный суточный цикл, согласуя с ним свой образ жизни, т. е. поддерживать гомеостаз физических функций организма, несмотря на влияние новой среды. Во втором случае возникает прямо противоположная задача - наиболее эффективно перестроить все функции для полноценной деятельности, т. е. обеспечить гомеокинез в соответствии с условиями новой среды (Г. С. Катинас, Н. И. Моисеева, 1980).

Широко распространенная в промышленности и на транспорте двух-трехсменная работа предъявляет человеческому организму высокие требования адаптации к режиму труда. Человек, адаптировавшийся к сменной работе, лишь частично приводит некоторые более подвижные функции своего организма, такие, как смена сна и бодрствования, частота сердечных сокращений и дыхания, в соответствие с ритмом синхронизирующих воздействий рабочей обстановки, сохраняя обычный суточный ритм инертных функции обмена веществ с некоторыми их сдвигами по фазе. Здесь существуют значительные индивидуальные различия. Некоторые люди настолько неспособны адаптироваться к подобным переменам и не успевают перестраивать циклы даже наиболее подвижных функций, что у них развивается тяжелый десинхроноз с нарушением нервных функций. Из 1000 обследованных рабочих 45% не смогли приспособиться по показателям самочувствия и ритмики температуры тела к еженедельному изменению режима работы (П. Андлауер, Б. Метц, 1963). Недаром, как указывает медицинская статистика, среди работающих посменно чаще встречаются случаи гипертонии, язвы желудка и других болезней «на нервной почве» (Г. Люс, 1970). Отсюда вытекает необходимость специального профотбора для сменных работ лиц, обладающих достаточной подвижностью ритм своих физиологических функций. Специалистами разрабатываются оптимальные режимы труда и отдыха для работающих в три смены с использованием мероприятий



реабилитации (Г. Г. Саноян, Б. А. Душков», 1968).

Особенно остро проблема десинхроноза встала в связи с широким распространением современного воздушного транспорта и задачами космонавтики. *Межконтинентальные перелеты* создают резкое срочное рассогласование, причем не только внешнее, связанное со временем суток, но и внутреннее, за счет различного времени, затягивания отдельных физиологических функции (О. Г. Глазенко, Б. С. Алякринский, 1970). Некоторые исследователи полагают, что пересечение уже двух часовых поясов может вызвать некоторые нарушения суточного ритма функций организма человека (О. И. Степанова, 1974), вопреки прежнему мнению, что пересечение двух трех часовых поясов еще не ведет к десинхронозу (В. П. Гингст, 1970; А. В. Евцихевич, 1970; В. Л. Ярославцев, 1971). Однако изменения сердечной деятельности отмечались уже после пересечения трех часовых поясов, а после пересечения девяти часовых поясов происходили нарушения многих функций (Н. И. Моисеева, 1975).

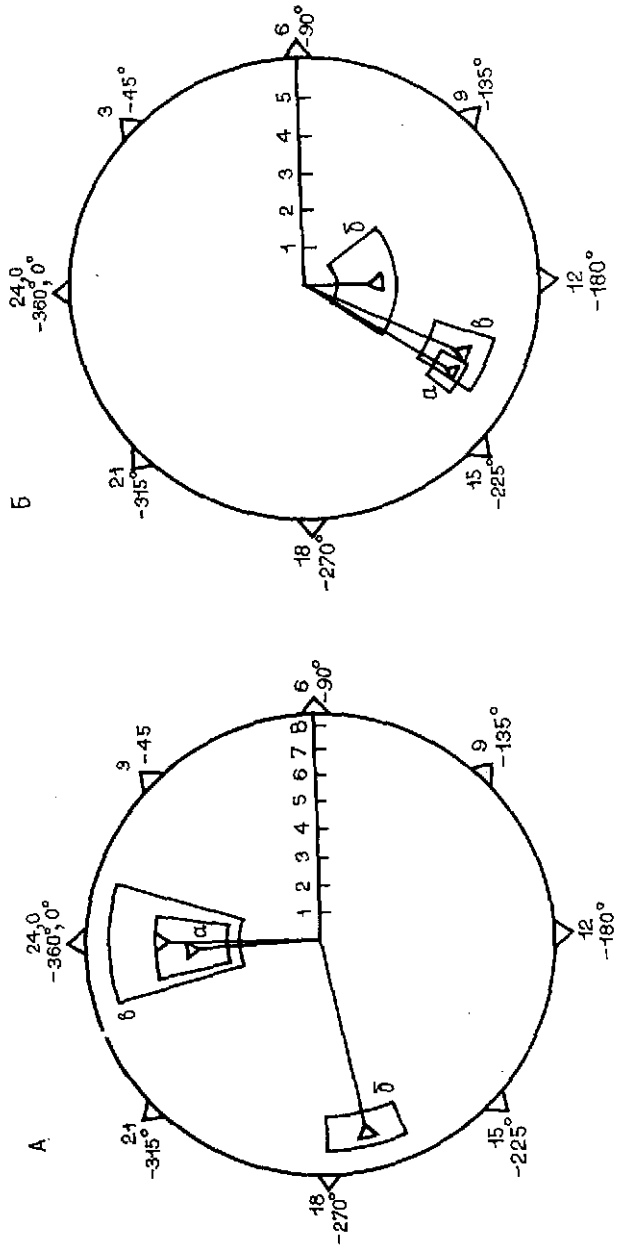
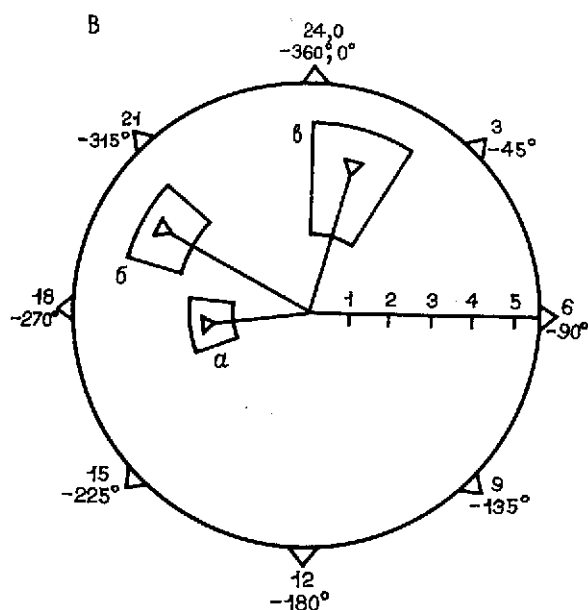


Рис. 30 Влияние изменения режима труда и отдыха на суточный цикл физиологических функций (Г. С. Катинас, И. И. Момсеев, 1980): А — в обычных условиях, В — при 4-часовой сменной работе в дробном, перерулированном виде; В — спустя месяц после возвращения к обычному распорядку дня и ночи. Суточный цикл — 360°, рядом с угловыми значениями стоят часы: а — частота сердечных сокращений; б — глубина дыхания; в — кратковременная память.



Приспособление функций пассажира трансатлантического рейса к новому суточному ритму начинается лишь через несколько дней после прибытия и длится около двух недель для такого показателя, как частота пульса, и до месяца для показателя координации движений (Г. С. Катинас, 1971). На перестройку функций организма в условиях трансмеридионального полета синхронизирующее воздействие оказывает весь комплекс полетной обстановки. Поэтому имитации пересечения часовых поясов лишь путем изменения распорядка дня и освещения оказались менее эффективными, чем реальный полет (В. В. Парин, Р. М. Баевский, В. И. Кудрявцева и др., 1970).

Большое значение для процессов адаптации организма человека к пересечению часовых поясов имеет *направление полетов* относительно движения солнца по небосводу. При перелетах с востока на запад, когда сутки «сжимаются» и собственные ритмы организма «опережают» события местного времени, адаптация к новому суточному распорядку времени облегчается и происходит скорее. Полеты же с запада на восток переносятся труднее, и организм к новым условиям адаптируется медленнее (Н. И. Моисеева, 1975). Так, смещение акрофазы показателя кратковременной памяти у пассажира самолета, летевшего из США в Европу (с запада на восток), только через несколько дней после прибытия достигло нового относительно стабильного уровня, соответствующего европейскому времени сметы дня и ночи. А при полете в обратном направлении (с востока на запад) перестройка на американское распределение времени суток произошла за два дня (рис. 31). После полета советской хоккейной команды на

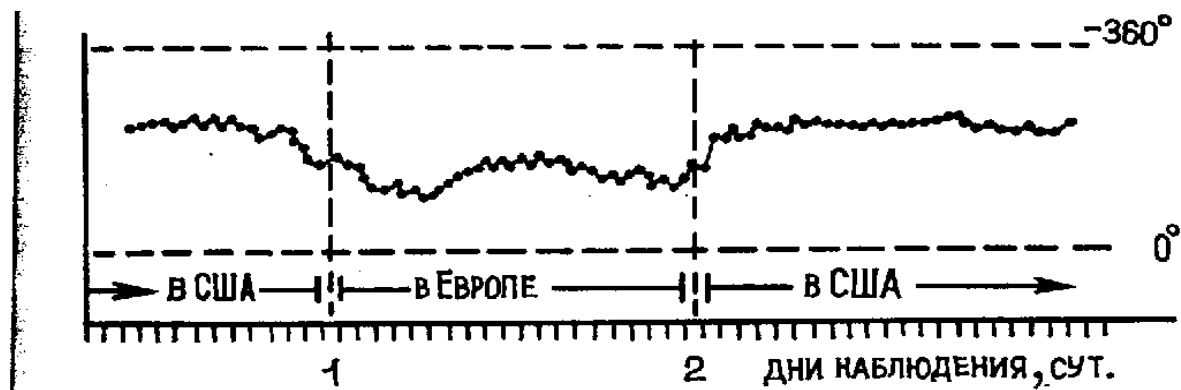


Рис. 31. Сдвиги акрофазы показателя кратковременной памяти при перелете с запада на восток и обратно (Ф. Хальберг, Н. Монтабетти, 1969): 1 — перелет с запада на восток; 2 — перелет с востока на запад

соревнования прославленный вратарь Владислав Третьяк говорил, что лететь в Канаду было гораздо легче, чем возвращаться. Исследование дневной динамики артериального кровяного давления у пассажира, совершившего перелет из Ленинграда на Дальний Восток с пересечением 9 часовых поясов и возвратившегося обратно, показало, что во втором случае восстановление исходного предполетного состояния происходило гораздо быстрее (рис. 32).

Эффекты трансмеридионального десинхроноза имеют существенное значение для *результативности выступлений спортсменов*, переезжающих на большие расстояния в связи со сборами и соревнованиями. Описаны изменения самочувствия и состояния основных физиологических функций у советских хоккеистов, прилетевших на состязания в Канаду, что потребовало максимального напряжения сил для достижения победы (М. И. Изюмов, 1975). Неблагоприятное влияние резкого перехода к другому суточному ритму следует учитывать при прибытии команд из разных стран на международные состязания (М. А. Матова, 1967). Даже переезды в другие города, сопровождающиеся сменой часовых поясов могут снизить тренированность спортсмена (В. Л. Ярославцев, 1971). Наступающие при этом изменения спортивных показателей часто имеют циклический характер. Например, в результате перелета из средней полосы России в Южно-Сахалинск показатели снизились в первые 3 дня, несколько повысились на 4—5-й день, опять снизились на 6—7-й день и полностью восстановились на 8—10 день (Е. А. Грозин, В. А. Нелюбин, В. Н. Пальчевский, 1971).

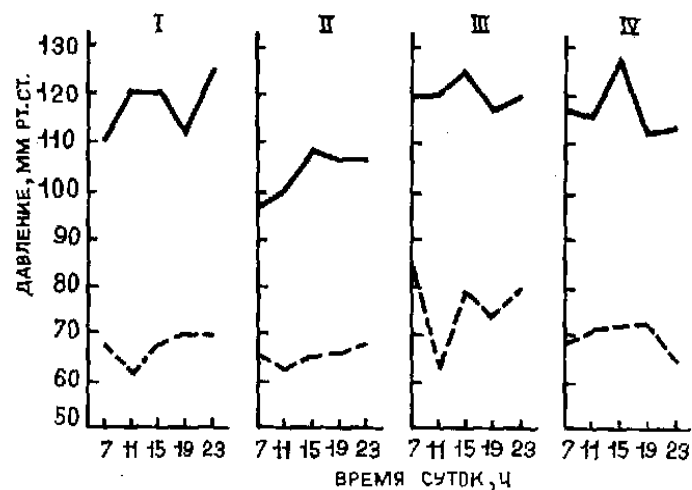


Рис. 32. Суточная динамика артериального давления при перелетах через 9 часовых поясов на восток и обратно (Г. С. Катинас, Н. И. Моисеева, 1980): I - исходное состояние; II - на вторые сутки после полета на восток; III — через 1,5 месяца «после полета; IV — на вторые сутки после обратного полета на запад. Динамика максимального давления показана сплошной линией, минимального — пунктирно

Для экипажей самолетов, совершающих дальние перелеты с пересечением нескольких часовых поясов, явления десинхроноза приобретают характер профессиональной болезни, серьезно угрожающий здоровью. Наиболее часто возникают жалобы на нарушения сна, головные боли, одышку, расстройства пищеварения, а у стюардесс, кроме того, нарушения менструаций. При медицинском обследовании экипажей самолетов французской авиакомпании «Air France» оказалось, что 41% летного состава жаловался на подобные недомогания. Вероятно, членов экипажей, страдающих десинхронозом, было больше, но многие умолчали об этом из-за боязни потерять место работы (Г. Фаббро, 1970). В целях предупреждения десинхроноза вводится ряд ограничений полетной работы экипажа самолетов дальних рейсов. Так, английская авиакомпания «British Airline» установила предел пересечения часовых поясов — не более 40 за 28 суток (С. Блатт, Д. Квинлан, 1970). Международная организация гражданской авиации (ИКАО), объединяющая 116 стран, разработала следующую формулу зависимости времени отдыха от условий полета:

$$O = \frac{ч}{2} + П + K_{уб} + K_{приб}, \text{ где}$$

O — время отдыха в десятых долях суток; ч — время полета; П — число часовых поясов свыше четырех;  $K_{уб}$  — коэффициенты убытия;  $K_{приб}$  — коэффициент прибытия, определяемые по табл. 4.

Таблица 4

#### Коэффициенты прибытия и убытия самолета

Местное время	Коэффициент	
	убытия	прибытия
8 ч – 11 ч 59 мин	0	4

12 ч – 17 ч 59 мин	1	2
18ч – 21 ч 59 мин	3	0
1 ч – 7 ч 59 мин	4	1

Проблема нормализации циркадных ритмов организма человека возникает и при разработке средств жизнеобеспечения и режима *труда и отдыха космонавтов*. При достаточном обеспечении внешней синхронизации можно сохранить обычный суточный цикл акрофаз основных физиологических функций. Сдвиги во времени синхронизирующих воздействий, прежде всего смены света и темноты, передвигают в соответствующем направлении и акрофазы функций (Б. С. Алякринский, 1975).

Предпринимаются многочисленные попытки решения задачи, как сохранить работоспособность и избежать десинхроноза у людей, которым приходится резко менять привычный ритм своих жизненных функций. Для этого, например, используются методы повышения способности организма быстро перестраиваться на новые ритмы. Такая подвижность адаптационных механизмов достигается их тренировкой путем многократной смены внешних синхронизации в разном ритме, следующих в случайном порядке. Подобное «расшатывание» привычного ритма жизнедеятельности с успехом применил первый покоритель трансатлантического маршрута Вилли Пост (В. Пост, Г. Гетти, 1931), и сегодня этот метод рекомендуется при тренировке космонавтов (С. И. Степанова, 1976). Другим средством приспособления человека к безболезненному переходу на новый ритм жизни может быть перестройка на будущий ритм заранее, до перелета. Для экипажа самолета этот способ вряд ли пригоден ввиду кратковременности пребывания в новых условиях. Однако для подготовки спортсменов к поездке на соревнования целесообразно использовать это средство, например, сместить график тренировок так, чтобы в случае предстоящего перелета на запад они приходились на вторую половину дня, а если предстоит лететь на восток, тренировки следует проводить в утренние часы. Прилететь к месту соревнования желательно заранее, не менее чем за 10 дней, чтобы иметь достаточный резерв времени для адаптации и восстановления оптимальной спортивной формы (В. Л. Ярославцев, 1971). Исследователи предлагают ряд приемов, способствующих более быстрой адаптации к новым условиям суточного цикла. Так, умеренное физическое напряжение, игры, пробежки на остановках и после прилета оказались довольно эффективным средством, позволяющим ускорить перестройки физиологических функций, очевидно, в результате перехода на более высокий уровень энергетики (Д. С. Саркисов, 1973). С переменным успехом применялись адаптогенные препараты, например элеутерококк, или снимающие напряжение снотворные. Их действие на суточный цикл состояния капилляров ногтевого ложа после перелета показано на рис. 33. Благоприятное влияние сна связано с освобождением нервных механизмов саморегуляции функций от разнообразных внешних влияний (Н. И. Моисеева, 1974).

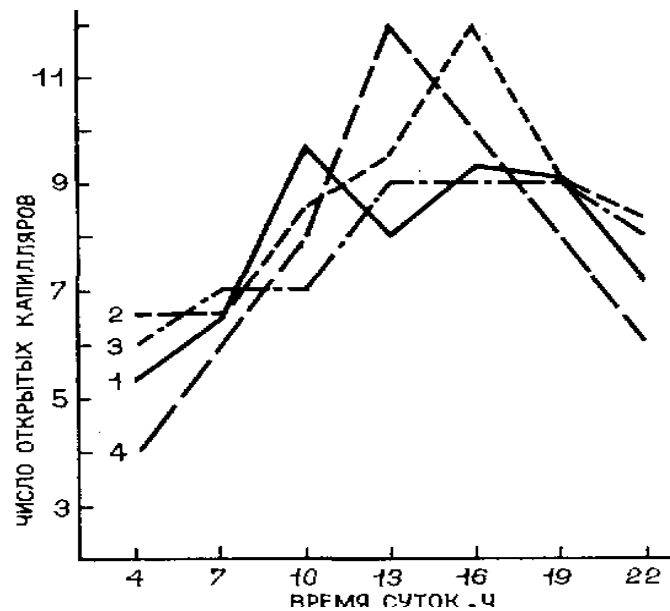


Рис. 33. Влияние элеутерококка и снотворных на изменение суточной динамики капилляров ногтевого ложа 4-го пальца руки при перелете с востока на запад с пересечением 9 часовых поясов (Г. С. Катинас, Н. И. Моисеева, 1980): 1 – исходное состояние; 2 – перелет в обычных условиях; 3 – с приемом элеутерококка; 4 – с приемом снотворных

Задача сохранения здоровья и работоспособности человека при резком переходе к другому суточному циклу решается по-разному для экипажей самолетов и прибывающих для работы в служебные командировки или участия и спортивных соревнованиях. В первом случае не имеет смысла на короткое время до возвращения перестраиваться на новый ритм, а целесообразно сохранять обычный суточный цикл, согласуя с ним свой образ жизни, т. е. поддерживать гомеостаз физических функций организма, несмотря на влияние новой среды. Во втором случае возникает прямо противоположная задача - наиболее эффективно перестроить все функции для полноценной деятельности, т. е. обеспечить гомеокинез в соответствии с условиями новой среды (Г. С. Катинас, Н. И. Моисеева, 1980).

Широко распространенная в промышленности и на транспорте двух-трехсменная работа предъявляет человеческому организму высокие требования адаптации к режиму труда. Человек, адаптировавшийся к сменной работе, лишь частично приводит некоторые более подвижные функции своего организма, такие, как смена сна и бодрствования, частота сердечных сокращений и дыхания, в соответствие с ритмом синхронизирующих воздействий рабочей обстановки, сохраняя обычный суточный ритм инертных функции обмена веществ с некоторыми их сдвигами по фазе. Здесь существуют значительные индивидуальные различия. Некоторые люди настолько неспособны адаптироваться к подобным переменам и не успевают перестраивать циклы даже наиболее подвижных функций, что у них развивается тяжелый десинхроноз с нарушением нервных функций. Из 1000 обследованных рабочих 45% не смогли приспособиться по показателям самочувствия и ритмики температуры тела к еженедельному изменению режима работы (П. Андлауер, Б. Метц, 1963). Недаром, как указывает медицинская статистика, среди работающих посменно чаще встречаются случаи гипертонии, язвы желудка и других болезней «на нервной почве» (Г. Люс, 1970). Отсюда вытекает необходимость специального профотбора для сменных работ лиц, обладающих достаточной подвижностью ритм своих физиологических функций. Специалистами разрабатываются оптимальные режимы труда и отдыха для работающих в три смены с использованием мероприятий

реабилитации (Г. Г. Саноян, Б. А. Душков», 1968).

Особенно остро проблема десинхроноза встала в связи с широким распространением современного воздушного транспорта и задачами космонавтики. *Межконтинентальные перелеты* создают резкое срочное рассогласование, причем не только внешнее, связанное со временем суток, но и внутреннее, за счет различного времени, затягивания отдельных физиологических функции (О. Г. Глазенко, Б. С. Алякринский, 1970). Некоторые исследователи полагают, что пересечение уже двух часовых поясов может вызвать некоторые нарушения суточного ритма функций организма человека (О. И. Степанова, 1974), вопреки прежнему мнению, что пересечение двух трех часовых поясов еще не ведет к десинхронозу (В. П. Гингст, 1970; А. В. Евцихевич, 1970; В. Л. Ярославцев, 1971). Однако изменения сердечной деятельности отмечались уже после пересечения трех часовых поясов, а после пересечения девяти часовых поясов происходили нарушения многих функций (Н. И. Моисеева, 1975).



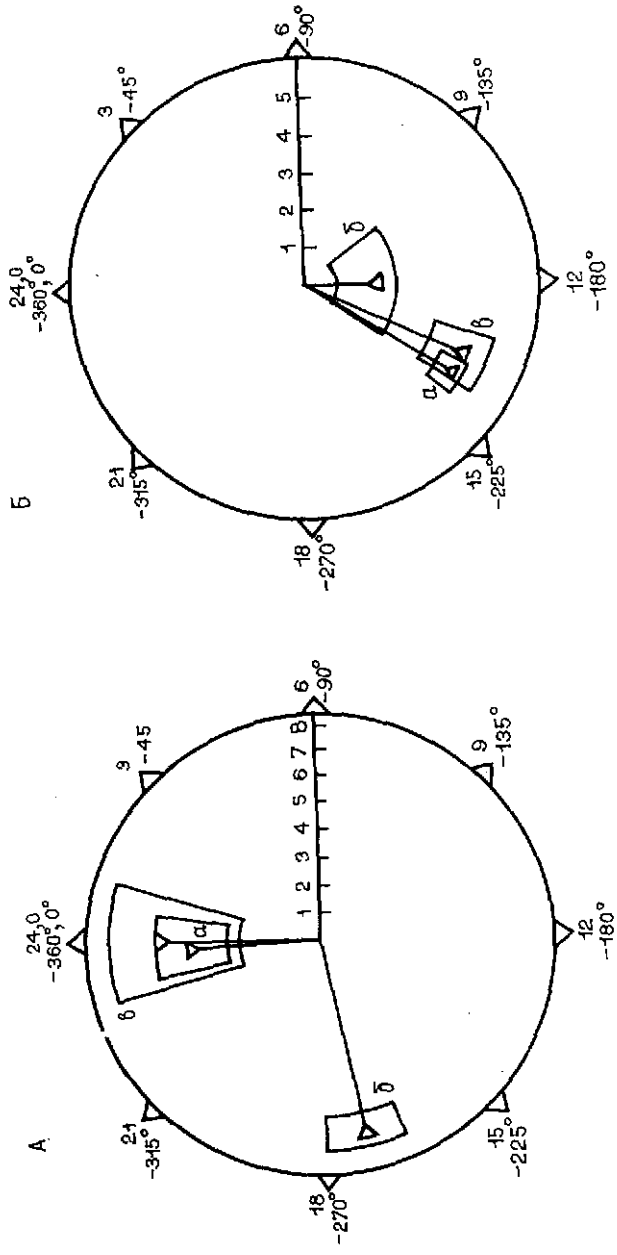
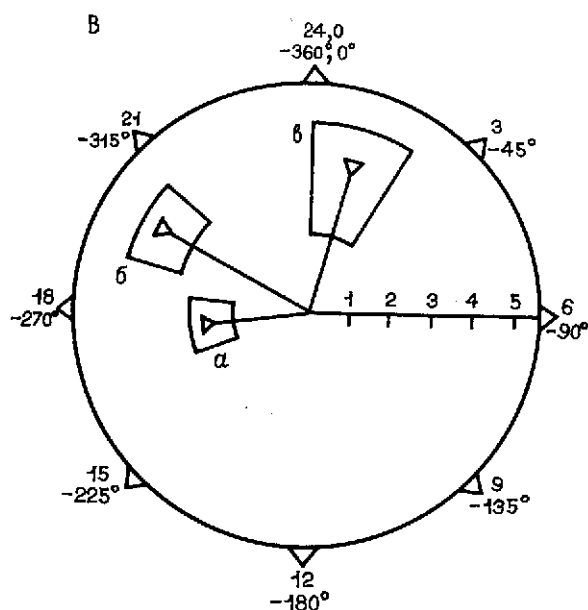


Рис. 30 Влияние изменения режима труда и отдыха на суточный цикл физиологических функций (Г. С. Катинас, И. И. Момсеев, 1980): А — в обычных условиях, В — при 4-часовой сменной работе в дробном, перерулированном виде; В — спустя месяц после возвращения к обычному расписанию дня и ночи. Суточный цикл — 360°, рядом с угловыми значениями стоят часы: а — частота сердечных сокращений; б — глубина дыхания; в — кратковременная память.



Приспособление функций пассажира трансатлантического рейса к новому суточному ритму начинается лишь через несколько дней после прибытия и длится около двух недель для такого показателя, как частота пульса, и до месяца для показателя координации движений (Г. С. Катинас, 1971). На перестройку функций организма в условиях трансмеридионального полета синхронизирующее воздействие оказывает весь комплекс полетной обстановки. Поэтому имитации пересечения часовых поясов лишь путем изменения распорядка дня и освещения оказались менее эффективными, чем реальный полет (В. В. Парин, Р. М. Баевский, В. И. Кудрявцева и др., 1970).

Большое значение для процессов адаптации организма человека к пересечению часовых поясов имеет *направление полетов* относительно движения солнца по небосводу. При перелетах с востока на запад, когда сутки «сжимаются» и собственные ритмы организма «опережают» события местного времени, адаптация к новому суточному распорядку времени облегчается и происходит скорее. Полеты же с запада на восток переносятся труднее, и организм к новым условиям адаптируется медленнее (Н. И. Моисеева, 1975). Так, смещение акрофазы показателя кратковременной памяти у пассажира самолета, летевшего из США в Европу (с запада на восток), только через несколько дней после прибытия достигло нового относительно стабильного уровня, соответствующего европейскому времени сметы дня и ночи. А при полете в обратном направлении (с востока на запад) перестройка на американское распределение времени суток произошла за два дня (рис. 31). После полета советской хоккейной команды на

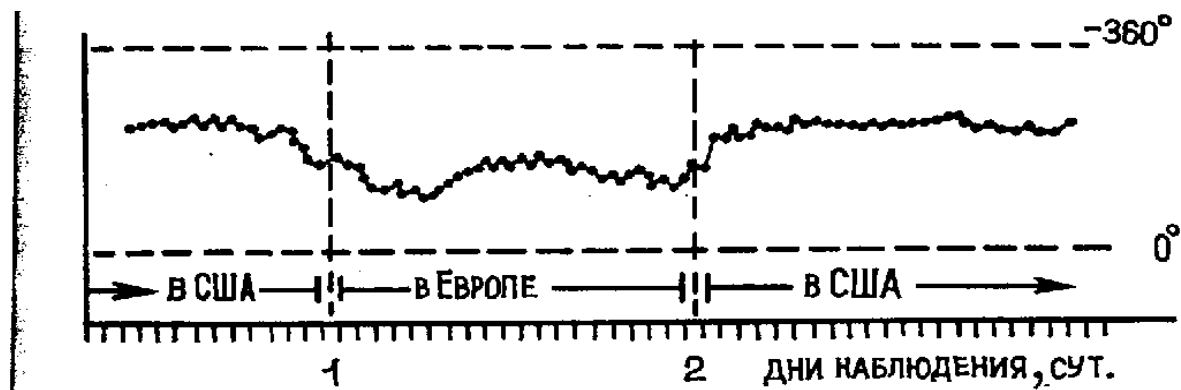


Рис. 31. Сдвиги акрофазы показателя кратковременной памяти при перелете с запада на восток и обратно (Ф. Хальберг, Н. Монтабетти, 1969): 1 — перелет с запада на восток; 2 — перелет с востока на запад

соревнования прославленный вратарь Владислав Третьяк говорил, что лететь в Канаду было гораздо легче, чем возвращаться. Исследование дневной динамики артериального кровяного давления у пассажира, совершившего перелет из Ленинграда на Дальний Восток с пересечением 9 часовых поясов и возвратившегося обратно, показало, что во втором случае восстановление исходного предполетного состояния происходило гораздо быстрее (рис. 32).

Эффекты трансмеридионального десинхрониза имеют существенное значение для *результативности выступлений спортсменов*, переезжающих на большие расстояния в связи со сборами и соревнованиями. Описаны изменения самочувствия и состояния основных физиологических функций у советских хоккеистов, прилетевших на состязания в Канаду, что потребовало максимального напряжения сил для достижения победы (М. И. Изюмов, 1975). Неблагоприятное влияние резкого перехода к другому суточному ритму следует учитывать при прибытии команд из разных стран на международные состязания (М. А. Матова, 1967). Даже переезды в другие города, сопровождающиеся сменой часовых поясов могут снизить тренированность спортсмена (В. Л. Ярославцев, 1971). Наступающие при этом изменения спортивных показателей часто имеют циклический характер. Например, в результате перелета из средней полосы России в Южно-Сахалинск показатели снизились в первые 3 дня, несколько повысились на 4—5-й день, опять снизились на 6—7-й день и полностью восстановились на 8—10 день (Е. А. Грозин, В. А. Нелюбин, В. Н. Пальчевский, 1971).

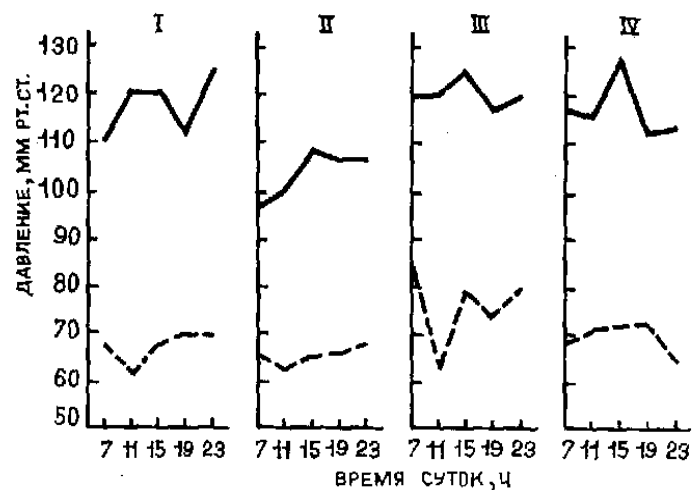


Рис. 32. Суточная динамика артериального давления при перелетах через 9 часовых поясов на восток и обратно (Г. С. Катинас, Н. И. Моисеева, 1980): I - исходное состояние; II - на вторые сутки после полета на восток; III — через 1,5 месяца «после полета; IV — на вторые сутки после обратного полета на запад. Динамика максимального давления показана сплошной линией, минимального — пунктирно

Для экипажей самолетов, совершающих дальние перелеты с пересечением нескольких часовых поясов, явления десинхроноза приобретают характер профессиональной болезни, серьезно угрожающий здоровью. Наиболее часто возникают жалобы на нарушения сна, головные боли, одышку, расстройства пищеварения, а у стюардесс, кроме того, нарушения менструаций. При медицинском обследовании экипажей самолетов французской авиакомпании «Air France» оказалось, что 41% летного состава жаловался на подобные недомогания. Вероятно, членов экипажей, страдающих десинхронозом, было больше, но многие умолчали об этом из-за боязни потерять место работы (Г. Фаббро, 1970). В целях предупреждения десинхроноза вводится ряд ограничений полетной работы экипажа самолетов дальних рейсов. Так, английская авиакомпания «British Airline» установила предел пересечения часовых поясов — не более 40 за 28 суток (С. Блатт, Д. Квинлан, 1970). Международная организация гражданской авиации (ИКАО), объединяющая 116 стран, разработала следующую формулу зависимости времени отдыха от условий полета:

$$O = \frac{ч}{2} + П + K_{уб} + K_{приб}, \text{ где}$$

O — время отдыха в десятых долях суток; ч — время полета; П — число часовых поясов свыше четырех;  $K_{уб}$  — коэффициенты убытия;  $K_{приб}$  — коэффициент прибытия, определяемые по табл. 4.

Таблица 4

#### Коэффициенты прибытия и убытия самолета

Местное время	Коэффициент	
	убытия	прибытия
8 ч – 11 ч 59 мин	0	4

12 ч – 17 ч 59 мин	1	2
18ч – 21 ч 59 мин	3	0
1 ч – 7 ч 59 мин	4	1

Проблема нормализации циркадных ритмов организма человека возникает и при разработке средств жизнеобеспечения и режима *труда и отдыха космонавтов*. При достаточном обеспечении внешней синхронизации можно сохранить обычный суточный цикл акрофаз основных физиологических функций. Сдвиги во времени синхронизирующих воздействий, прежде всего смены света и темноты, передвигают в соответствующем направлении и акрофазы функций (Б. С. Алякринский, 1975).

Предпринимаются многочисленные попытки решения задачи, как сохранить работоспособность и избежать десинхроноза у людей, которым приходится резко менять привычный ритм своих жизненных функций. Для этого, например, используются методы повышения способности организма быстро перестраиваться на новые ритмы. Такая подвижность адаптационных механизмов достигается их тренировкой путем многократной смены внешних синхронизации в разном ритме, следующих в случайном порядке. Подобное «расшатывание» привычного ритма жизнедеятельности с успехом применил первый покоритель трансатлантического маршрута Вилли Пост (В. Пост, Г. Гетти, 1931), и сегодня этот метод рекомендуется при тренировке космонавтов (С. И. Степанова, 1976). Другим средством приспособления человека к безболезненному переходу на новый ритм жизни может быть перестройка на будущий ритм заранее, до перелета. Для экипажа самолета этот способ вряд ли пригоден ввиду кратковременности пребывания в новых условиях. Однако для подготовки спортсменов к поездке на соревнования целесообразно использовать это средство, например, сместить график тренировок так, чтобы в случае предстоящего перелета на запад они приходились на вторую половину дня, а если предстоит лететь на восток, тренировки следует проводить в утренние часы. Прилететь к месту соревнования желательно заранее, не менее чем за 10 дней, чтобы иметь достаточный резерв времени для адаптации и восстановления оптимальной спортивной формы (В. Л. Ярославцев, 1971). Исследователи предлагают ряд приемов, способствующих более быстрой адаптации к новым условиям суточного цикла. Так, умеренное физическое напряжение, игры, пробежки на остановках и после прилета оказались довольно эффективным средством, позволяющим ускорить перестройки физиологических функций, очевидно, в результате перехода на более высокий уровень энергетики (Д. С. Саркисов, 1973). С переменным успехом применялись адаптогенные препараты, например элеутерококк, или снимающие напряжение снотворные. Их действие на суточный цикл состояния капилляров ногтевого ложа после перелета показано на рис. 33. Благоприятное влияние сна связано с освобождением нервных механизмов саморегуляции функций от разнообразных внешних влияний (Н. И. Моисеева, 1974).

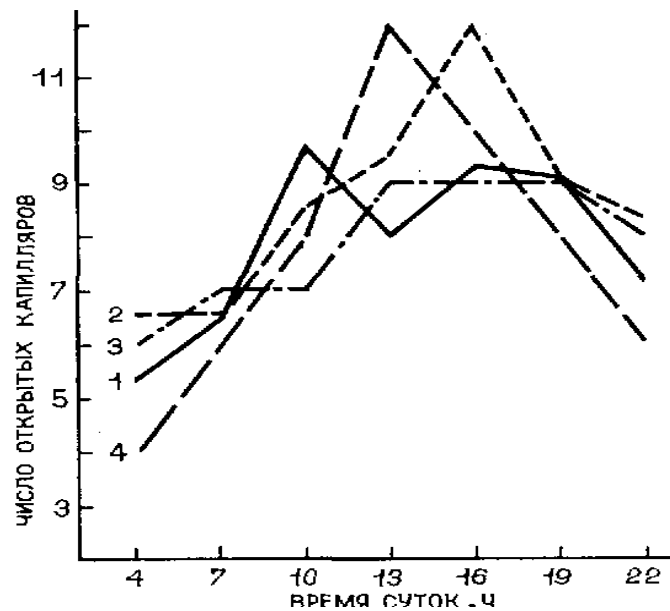


Рис. 33. Влияние элеутерококка и снотворных на изменение суточной динамики капилляров ногтевого ложа 4-го пальца руки при перелете с востока на запад с пересечением 9 часовых поясов (Г. С. Катинас, Н. И. Моисеева, 1980): 1 – исходное состояние; 2 – перелет в обычных условиях; 3 – с приемом элеутерококка; 4 – с приемом снотворных

Задача сохранения здоровья и работоспособности человека при резком переходе к другому суточному циклу решается по-разному для экипажей самолетов и прибывающих для работы в служебные командировки или участия и спортивных соревнованиях. В первом случае не имеет смысла на короткое время до возвращения перестраиваться на новый ритм, а целесообразно сохранять обычный суточный цикл, согласуя с ним свой образ жизни, т. е. поддерживать гомеостаз физических функций организма, несмотря на влияние новой среды. Во втором случае возникает прямо противоположная задача - наиболее эффективно перестроить все функции для полноценной деятельности, т. е. обеспечить гомеокинез в соответствии с условиями новой среды (Г. С. Катинас, Н. И. Моисеева, 1980).

Широко распространенная в промышленности и на транспорте двух-трехсменная работа предъявляет человеческому организму высокие требования адаптации к режиму труда. Человек, адаптировавшийся к сменной работе, лишь частично приводит некоторые более подвижные функции своего организма, такие, как смена сна и бодрствования, частота сердечных сокращений и дыхания, в соответствие с ритмом синхронизирующих воздействий рабочей обстановки, сохраняя обычный суточный ритм инертных функции обмена веществ с некоторыми их сдвигами по фазе. Здесь существуют значительные индивидуальные различия. Некоторые люди настолько неспособны адаптироваться к подобным переменам и не успевают перестраивать циклы даже наиболее подвижных функций, что у них развивается тяжелый десинхроноз с нарушением нервных функции. Из 1000 обследованных рабочих 45% не смогли приспособиться по показателям самочувствия и ритмики температуры тела к еженедельному изменению режима работы (П. Андлауер, Б. Метц, 1963). Недаром, как указывает медицинская статистика, среди работающих посменно чаще встречаются случаи гипертонии, язвы желудка и других болезней «на нервной почве» (Г. Люс, 1970). Отсюда вытекает необходимость специального профотбора для сменных работ лиц, обладающих достаточной подвижностью ритм он своих физиологических функций. Специалистами разрабатываются оптимальные режимы труда и отдыха для работающих в три смены с использованием мероприятия реабилитации (Г. Г. Саноян, Б. А. Душков», 1968).

Особенно остро проблема десинхроноза встала в связи с широким распространением современного воздушного транспорта и задачами космонавтики. *Межконтинентальные перелеты* создают резкое срочное рассогласование, причем не только внешнее, связанное со временем суток, но и внутреннее, за счет различного времени, затягивания отдельных физиологических функции (О. Г. Глазенко, Б. С. Алякринский, 1970). Некоторые исследователи полагают, что пересечение уже двух часовых поясов может вызвать некоторые нарушения суточного ритма функций организма человека (О. И. Степанова, 1974), вопреки прежнему мнению, что пересечение двух трех часовых поясов еще не ведет к десинхронозу (В. П. Гингст, 1970; А. В. Евцихевич, 1970; В. Л. Ярославцев, 1971). Однако изменения сердечной деятель кости отмечались уже после пересечения трех часовых поясов, а после пересечения девяти часовых поясов происходили нарушения многих функций (Н. И. Моисеева, 1975).

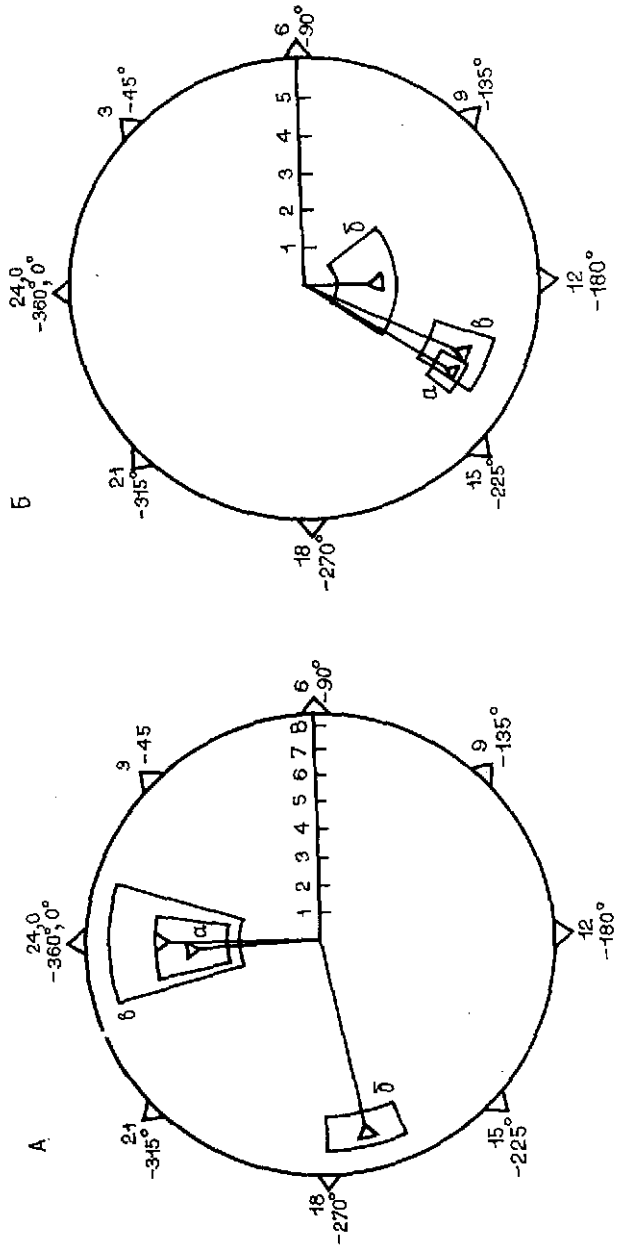
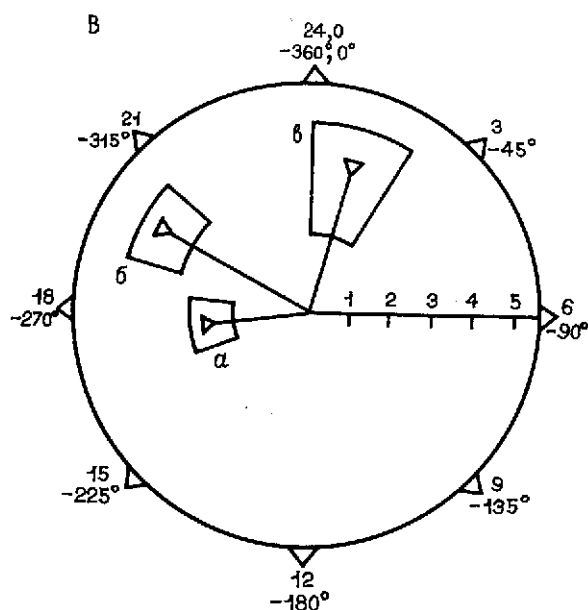


Рис. 30 Влияние изменения режима труда и отдыха на суточный цикл физиологических функций (Г. С. Катинас, И. И. Моисеев, 1980): А — в обычных условиях; Б — при 4-часовой сменной работе в дробном, перестроенном виде; В — спустя месяц после возвращения к обычному расписанию дня и ночи. Суточный цикл — 360°, рядом с угловыми значениями стоят часы: а — частота сердечных сокращений; б — глубина дыхания; в — кратковременная память.





Приспособление функций пассажира трансатлантического рейса к новому суточному ритму начинается лишь через несколько дней после прибытия и длится около двух недель для такого показателя, как частота пульса, и до месяца для показателя координации движений (Г. С. Катинас, 1971). На перестройку функций организма в условиях трансмеридионального полета синхронизирующее воздействие оказывает весь комплекс полетной обстановки. Поэтому имитации пересечения часовых поясов лишь путем изменения распорядка дня и освещения оказались менее эффективными, чем реальный полет (В. В. Парин, Р. М. Баевский, В. И. Кудрявцева и др., 1970).

Большое значение для процессов адаптации организма человека к пересечению часовых поясов имеет *направление полетов* относительно движения солнца по небосводу. При перелетах с востока на запад, когда сутки «сжимаются» и собственные ритмы организма «опережают» события местного времени, адаптация к новому суточному распорядку времени облегчается и происходит скорее. Полеты же с запада на восток переносятся труднее, и организм к новым условиям адаптируется медленнее (Н. И. Моисеева, 1975). Так, смещение акрофазы показателя кратковременной памяти у пассажира самолета, летевшего из США в Европу (с запада на восток), только через несколько дней после прибытия достигло нового относительно стабильного уровня, соответствующего европейскому времени сметы дня и ночи. А при полете в обратном направлении (с востока на запад) перестройка на американское распределение времени суток произошла за два дня (рис. 31). После полета советской хоккейной команды на

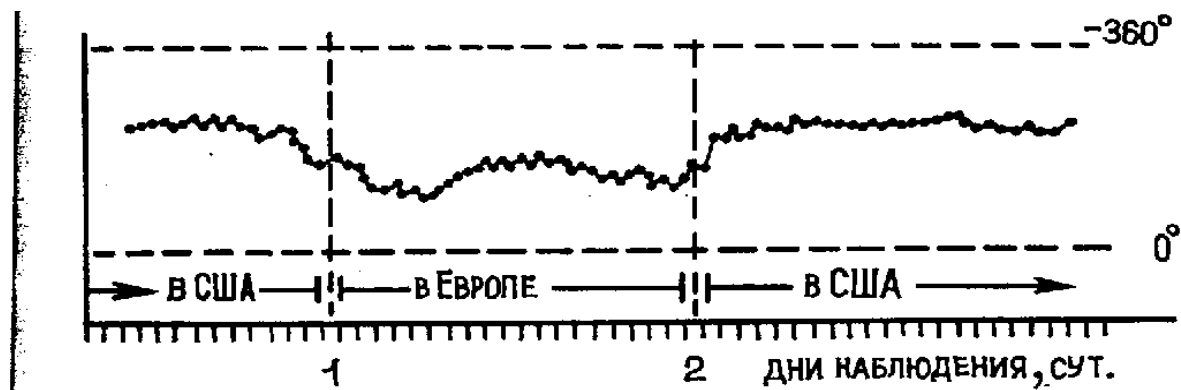


Рис. 31. Сдвиги акрофазы показателя кратковременной памяти при перелете с запада на восток и обратно (Ф. Хальберг, Н. Монтабетти, 1969): 1 — перелет с запада на восток; 2 — перелет с востока на запад

соревнования прославленный вратарь Владислав Третьяк говорил, что лететь в Канаду было гораздо легче, чем возвращаться. Исследование дневной динамики артериального кровяного давления у пассажира, совершившего перелет из Ленинграда на Дальний Восток с пересечением 9 часовых поясов и возвратившегося обратно, показало, что во втором случае восстановление исходного предполетного состояния происходило гораздо быстрее (рис. 32).

Эффекты трансмеридионального десинхронизма имеют существенное значение для *результативности выступлений спортсменов*, переезжающих на большие расстояния в связи со сборами и соревнованиями. Описаны изменения самочувствия и состояния основных физиологических функций у советских хоккеистов, прилетевших на состязания в Канаду, что потребовало максимального напряжения сил для достижения победы (М. И. Изюмов, 1975). Неблагоприятное влияние резкого перехода к другому суточному ритму следует учитывать при прибытии команд из разных стран на международные состязания (М. А. Матова, 1967). Даже переезды в другие города, сопровождающиеся сменой часовых поясов могут снизить тренированность спортсмена (В. Л. Ярославцев, 1971). Наступающие при этом изменения спортивных показателей часто имеют циклический характер. Например, в результате перелета из средней полосы России в Южно-Сахалинск показатели снизились в первые 3 дня, несколько повысились на 4—5-й день, опять снизились на 6—7-й день и полностью восстановились на 8—10 день (Е. А. Грозин, В. А. Нелюбин, В. Н. Пальчевский, 1971).

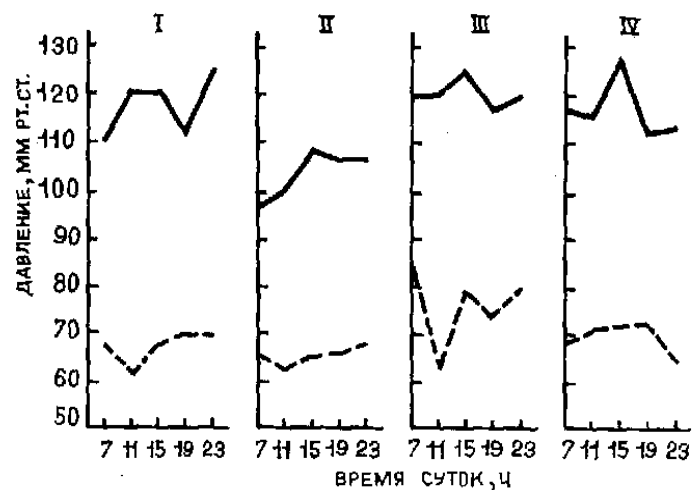


Рис. 32. Суточная динамика артериального давления при перелетах через 9 часовых поясов на восток и обратно (Г. С. Катинас, Н. И. Моисеева, 1980): I - исходное состояние; II - на вторые сутки после полета на восток; III — через 1,5 месяца «после полета»; IV — на вторые сутки после обратного полета на запад. Динамика максимального давления показана сплошной линией, минимального — пунктирно

Для экипажей самолетов, совершающих дальние перелеты с пересечением нескольких часовых поясов, явления десинхроноза приобретают характер профессиональной болезни, серьезно угрожающий здоровью. Наиболее часто возникают жалобы на нарушения сна, головные боли, одышку, расстройства пищеварения, а у стюардесс, кроме того, нарушения менструаций. При медицинском обследовании экипажей самолетов французской авиакомпании «Air France» оказалось, что 41% летного состава жаловался на подобные недомогания. Вероятно, членов экипажей, страдающих десинхронозом, было больше, но многие умолчали об этом из-за боязни потерять место работы (Г. Фаббро, 1970). В целях предупреждения десинхроноза вводится ряд ограничений полетной работы экипажа самолетов дальних рейсов. Так, английская авиакомпания «British Airline» установила предел пересечения часовых поясов — не более 40 за 28 суток (С. Блатт, Д. Квинлан, 1970). Международная организация гражданской авиации (ИКАО), объединяющая 116 стран, разработала следующую формулу зависимости времени отдыха от условий полета:

$$O = \frac{ч}{2} + П + K_{уб} + K_{приб}, \text{ где}$$

O — время отдыха в десятых долях суток; ч — время полета; П — число часовых поясов свыше четырех;  $K_{уб}$  — коэффициенты убытия;  $K_{приб}$  — коэффициент прибытия, определяемые по табл. 4.

Таблица 4

**Коэффициенты прибытия и убытия самолета**

Местное время	Коэффициент	
	убытия	прибытия
8 ч – 11 ч 59 мин	0	4

12 ч – 17 ч 59 мин	1	2
18ч – 21 ч 59 мин	3	0
1 ч – 7 ч 59 мин	4	1

Проблема нормализации циркадных ритмов организма человека возникает и при разработке средств жизнеобеспечения и режима *труда и отдыха космонавтов*. При достаточном обеспечении внешней синхронизации можно сохранить обычный суточный цикл акрофаз основных физиологических функций. Сдвиги во времени синхронизирующих воздействий, прежде всего смены света и темноты, передвигают в соответствующем направлении и акрофазы функций (Б. С. Алякринский, 1975).

Предпринимаются многочисленные попытки решения задачи, как сохранить работоспособность и избежать десинхроноза у людей, которым приходится резко менять привычный ритм своих жизненных функций. Для этого, например, используются методы повышения способности организма быстро перестраиваться на новые ритмы. Такая подвижность адаптационных механизмов достигается их тренировкой путем многократной смены внешних синхронизации в разном ритме, следующих в случайном порядке. Подобное «расшатывание» привычного ритма жизнедеятельности с успехом применил первый покоритель трансатлантического маршрута Вилли Пост (В. Пост, Г. Гетти, 1931), и сегодня этот метод рекомендуется при тренировке космонавтов (С. И. Степанова, 1976). Другим средством приспособления человека к безболезненному переходу на новый ритм жизни может быть перестройка на будущий ритм заранее, до перелета. Для экипажа самолета этот способ вряд ли пригоден ввиду кратковременности пребывания в новых условиях. Однако для подготовки спортсменов к поездке на соревнования целесообразно использовать это средство, например, сместить график тренировок так, чтобы в случае предстоящего перелета на запад они приходились на вторую половину дня, а если предстоит лететь на восток, тренировки следует проводить в утренние часы. Прилететь к месту соревнования желательно заранее, не менее чем за 10 дней, чтобы иметь достаточный резерв времени для адаптации и восстановления оптимальной спортивной формы (В. Л. Ярославцев, 1971). Исследователи предлагают ряд приемов, способствующих более быстрой адаптации к новым условиям суточного цикла. Так, умеренное физическое напряжение, игры, пробежки на остановках и после прилета оказались довольно эффективным средством, позволяющим ускорить перестройки физиологических функций, очевидно, в результате перехода на более высокий уровень энергетики (Д. С. Саркисов, 1973). С переменным успехом применялись адаптогенные препараты, например элеутерококк, или снимающие напряжение снотворные. Их действие на суточный цикл состояния капилляров ногтевого ложа после перелета показано на рис. 33. Благоприятное влияние сна связано с освобождением нервных механизмов саморегуляции функций от разнообразных внешних влияний (Н. И. Моисеева, 1974).

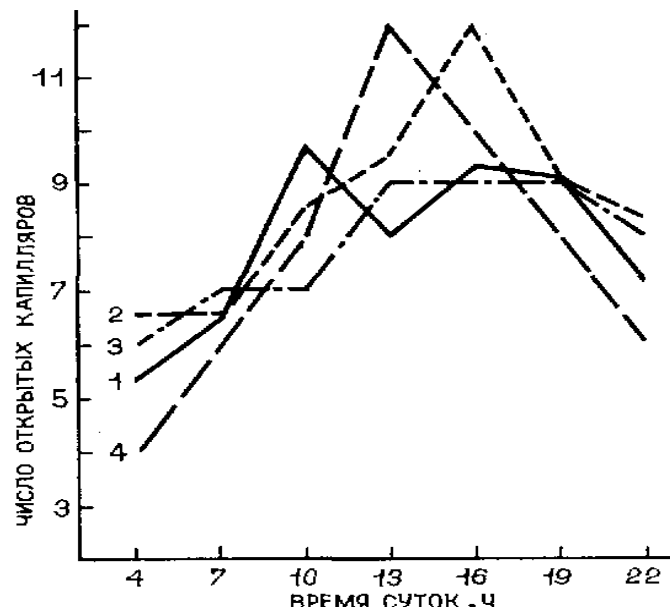


Рис. 33. Влияние элеутерококка и снотворных на изменение суточной динамики капилляров ногтевого ложа 4-го пальца руки при перелете с востока на запад с пересечением 9 часовых поясов (Г. С. Катинас, Н. И. Моисеева, 1980): 1 – исходное состояние; 2 – перелет в обычных условиях; 3 – с приемом элеутерококка; 4 – с приемом снотворных

Задача сохранения здоровья и работоспособности человека при резком переходе к другому суточному циклу решается по-разному для экипажей самолетов и прибывающих для работы в служебные командировки или участия и спортивных соревнованиях. В первом случае не имеет смысла на короткое время до возвращения перестраиваться на новый ритм, а целесообразно сохранять обычный суточный цикл, согласуя с ним свой образ жизни, т. е. поддерживать гомеостаз физических функций организма, несмотря на влияние новой среды. Во втором случае возникает прямо противоположная задача - наиболее эффективно перестроить все функции для полноценной деятельности, т. е. обеспечить гомеокинез в соответствии с условиями новой среды (Г. С. Катинас, Н. И. Моисеева, 1980).

Широко распространенная в промышленности и на транспорте двух-трехсменная работа предъявляет человеческому организму высокие требования адаптации к режиму труда. Человек, адаптировавшийся к сменной работе, лишь частично приводит некоторые более подвижные функции своего организма, такие, как смена сна и бодрствования, частота сердечных сокращений и дыхания, в соответствие с ритмом синхронизирующих воздействий рабочей обстановки, сохраняя обычный суточный ритм инертных функции обмена веществ с некоторыми их сдвигами по фазе. Здесь существуют значительные индивидуальные различия. Некоторые люди настолько неспособны адаптироваться к подобным переменам и не успевают перестраивать циклы даже наиболее подвижных функций, что у них развивается тяжелый десинхроноз с нарушением нервных функций. Из 1000 обследованных рабочих 45% не смогли приспособиться по показателям самочувствия и ритмики температуры тела к еженедельному изменению режима работы (П. Андлауер, Б. Метц, 1963). Недаром, как указывает медицинская статистика, среди работающих посменно чаще встречаются случаи гипертонии, язвы желудка и других болезней «на нервной почве» (Г. Люс, 1970). Отсюда вытекает необходимость специального профотбора для сменных работ лиц, обладающих достаточной подвижностью ритм своих физиологических функций. Специалистами разрабатываются оптимальные режимы труда и отдыха для работающих в три смены с использованием мероприятий

реабилитации (Г. Г. Саноян, Б. А. Душков», 1968).

Особенно остро проблема десинхроноза встала в связи с широким распространением современного воздушного транспорта и задачами космонавтики. *Межконтинентальные перелеты* создают резкое срочное рассогласование, причем не только внешнее, связанное со временем суток, но и внутреннее, за счет различного времени, затягивания отдельных физиологических функции (О. Г. Глазенко, Б. С. Алякринский, 1970). Некоторые исследователи полагают, что пересечение уже двух часовых поясов может вызвать некоторые нарушения суточного ритма функций организма человека (О. И. Степанова, 1974), вопреки прежнему мнению, что пересечение двух трех часовых поясов еще не ведет к десинхронозу (В. П. Гингст, 1970; А. В. Евцихевич, 1970; В. Л. Ярославцев, 1971). Однако изменения сердечной деятельности отмечались уже после пересечения трех часовых поясов, а после пересечения девяти часовых поясов происходили нарушения многих функций (Н. И. Моисеева, 1975).

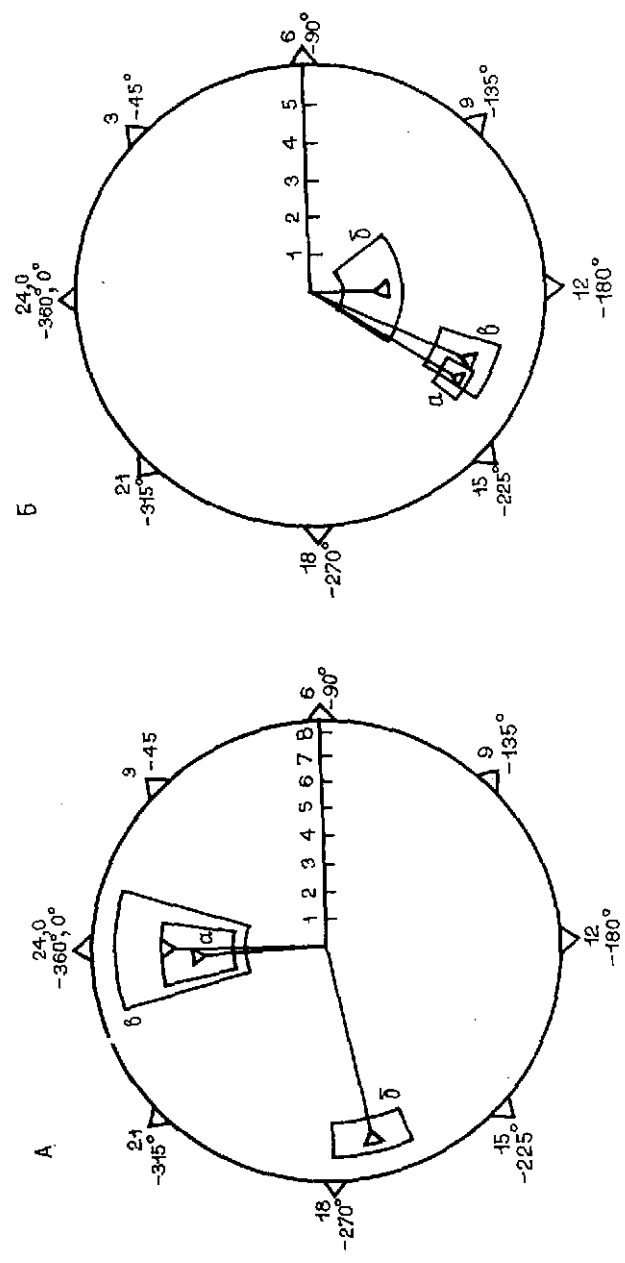
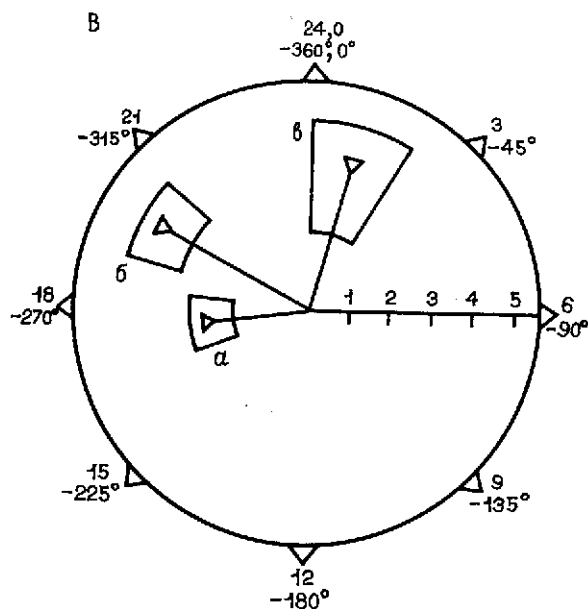


Рис. 30 Влияние изменения режима труда и отдыха на суточный цикл физиологических функций (Г. С. Катинас, И. И. Моисеев, 1980); А — в обычных условиях; Б — при 4-часовой сменной работе в дробном, переступающем шаг; В — спустя месяц после возвращения к обычному расписанию дня и ночи. Суточный цикл — 360°, рядом с углами значениями стоят часы; а — частота сердечных сокращений; б — глубина дыхания; в — кратковременная память.



Приспособление функций пассажира трансатлантического рейса к новому суточному ритму начинается лишь через несколько дней после прибытия и длится около двух недель для такого показателя, как частота пульса, и до месяца для показателя координации движений (Г. С. Катинас, 1971). На перестройку функций организма в условиях трансмеридионального полета синхронизирующее воздействие оказывает весь комплекс полетной обстановки. Поэтому имитации пересечения часовых поясов лишь путем изменения распорядка дня и освещения оказались менее эффективными, чем реальный полет (В. В. Парин, Р. М. Баевский, В. И. Кудрявцева и др., 1970).

Большое значение для процессов адаптации организма человека к пересечению часовых поясов имеет *направление полетов* относительно движения солнца по небосводу. При перелетах с востока на запад, когда сутки «сжимаются» и собственные ритмы организма «опережают» события местного времени, адаптация к новому суточному распорядку времени облегчается и происходит скорее. Полеты же с запада на восток переносятся труднее, и организм к новым условиям адаптируется медленнее (Н. И. Моисеева, 1975). Так, смещение акрофазы показателя кратковременной памяти у пассажира самолета, летевшего из США в Европу (с запада на восток), только через несколько дней после прибытия достигло нового относительно стабильного уровня, соответствующего европейскому времени смоты дня и ночи. А при полете в обратном направлении (с востока на запад) перестройка на американское распределение времени суток произошла за два дня (рис. 31). После полета советской хоккейной команды на



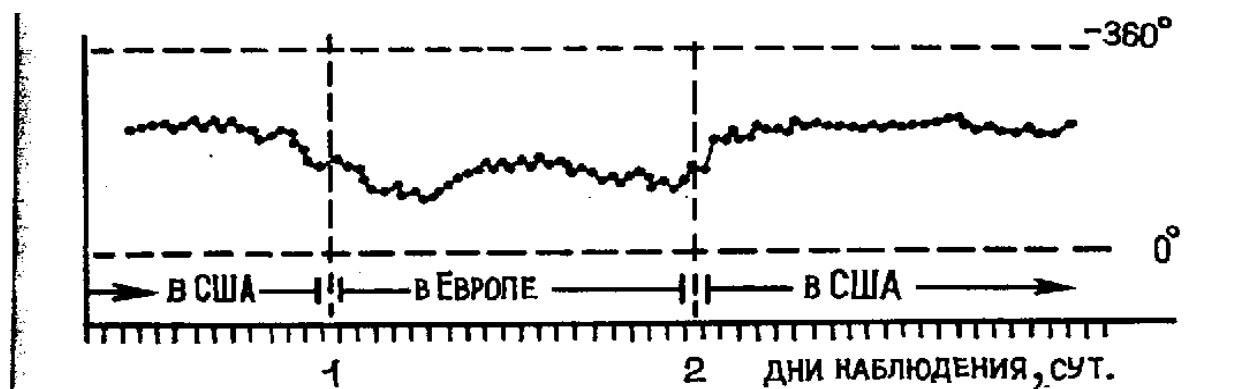


Рис. 31. Сдвиги акрофазы показателя кратковременной памяти при перелете с запада на восток и обратно (Ф. Хальберг, Н. Монтабетти, 1969): 1 — перелет с запада на восток; 2 — перелет с востока на запад

соревнования прославленный вратарь Владислав Третьяк говорил, что лететь в Канаду было гораздо легче, чем возвращаться. Исследование дневной динамики артериального кровяного давления у пассажира, совершившего перелет из Ленинграда на Дальний Восток с пересечением 9 часовых поясов и возвратившегося обратно, показало, что во втором случае восстановление исходного предполетного состояния происходило гораздо быстрее (рис. 32).

Эффекты трансмеридионального десинхроноза имеют существенное значение для *результативности выступлений спортсменов*, переезжающих на большие расстояния в связи со сборами и соревнованиями. Описаны изменения самочувствия и состояния основных физиологических функций у советских хоккеистов, прилетевших на состязания в Канаду, что потребовало максимального напряжения сил для достижения победы (М. И. Изюмов, 1975). Неблагоприятное влияние резкого перехода к другому суточному ритму следует учитывать при прибытии команд из разных стран на международные состязания (М. А. Матова, 1967). Даже переезды в другие города, сопровождающиеся сменой часовых поясов могут снизить тренированность спортсмена (В. Л. Ярославцев, 1971). Наступающие при этом изменения спортивных показателей часто имеют циклический характер. Например, в результате перелета из средней полосы России в Южно-Сахалинск показатели снизились в первые 3 дня, несколько повысились на 4—5-й день, опять снизились на 6—7-й день и полностью восстановились на 8—10 день (Е. А. Грозин, В. А. Нелюбин, В. Н. Пальчевский, 1971).

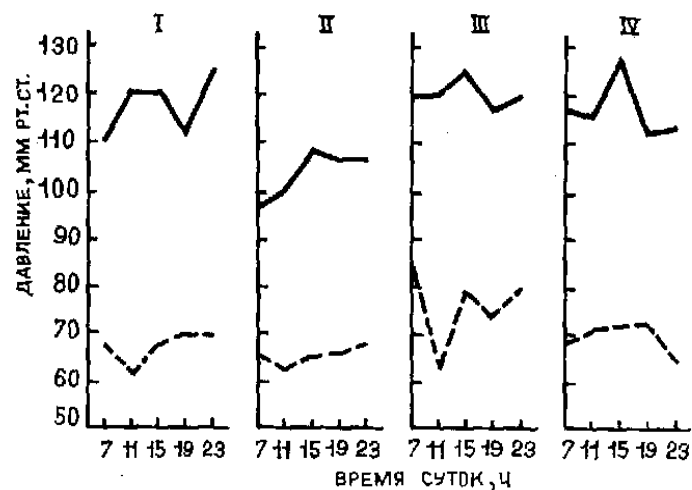


Рис. 32. Суточная динамика артериального давления при перелетах через 9 часовых поясов на восток и обратно (Г. С. Катинас, Н. И. Моисеева, 1980): I - исходное состояние; II - на вторые сутки после полета па восток; III — через 1,5 месяца «после полета; IV — на вторые сутки после обратного полета на запад. Динамика максимального давления показана сплошной линией, минимального — пунктирно

Для экипажей самолетов, совершающих дальние перелеты с пересечением нескольких часовых поясов, явления десинхроноза приобретают характер профессиональной болезни, серьезно угрожающий здоровью. Наиболее часто возникают жалобы на нарушения сна, головные боли, одышку, расстройства пищеварения, а у стюардесс, кроме того, нарушения менструаций. При медицинском обследовании экипажей самолетов французской авиакомпании «Air France» оказалось, что 41% летного состава жаловался на подобные недомогания. Вероятно, членов экипажей, страдающих десинхронозом, было больше, но многие умолчали об этом из-за боязни потерять место работы (Г. Фаббро, 1970). В целях предупреждения десинхроноза вводится ряд ограничений полетной работы экипажа самолетов дальних рейсов. Так, английская авиакомпания «British Airline» установила предел пересечения часовых поясов — не более 40 за 28 суток (С. Блатт, Д. Квинлан, 1970). Международная организация гражданской авиации (ИКАО), объединяющая 116 стран, разработала следующую формулу зависимости времени отдыха от условий полета:

$$O = \frac{ч}{2} + П + K_{уб} + K_{приб}, \text{ где}$$

O — время отдыха в десятых долях суток; ч — время полета; П — число часовых поясов свыше четырех;  $K_{уб}$  — коэффициенты убытия;  $K_{приб}$  — коэффициент прибытия, определяемые по табл. 4.

Таблица 4

**Коэффициенты прибытия и убытия самолета**

Местное время	Коэффициент	
	убытия	прибытия
8 ч – 11 ч 59 мин	0	4
12 ч – 17 ч 59 мин	1	2

18ч – 21 ч 59 мин	3	0
1 ч – 7 ч 59 мин	4	1

Проблема нормализации циркадных ритмов организма человека возникает и при разработке средств жизнеобеспечения и режима *труда и отдыха космонавтов*. При достаточном обеспечении внешней синхронизации можно сохранить обычный суточный цикл акрофаз основных физиологических функций. Сдвиги во времени синхронизирующих воздействий, прежде всего смены света и темноты, передвигают в соответствующем направлении и акрофазы функций (Б. С. Алякринский, 1975).

Предпринимаются многочисленные попытки решения задачи, как сохранить работоспособность и избежать десинхроноза у людей, которым приходится резко менять привычный ритм своих жизненных функций. Для этого, например, используются методы повышения способности организма быстро перестраиваться па новые ритмы. Такая подвижность адаптационных механизмов достигается их тренировкой путем многократной смены внешних синхронизации в разном ритме, следующих в случайном порядке. Подобное «расшатывание» привычного ритма жизнедеятельности с успехом применил первый покоритель трансатлантического маршрута Вилли Пост (В. Пост, Г. Гетти, 1931), И сегодня этот метод рекомендуется при тренировке космонавтов (С. И. Степанова, 1976). Другим средством приспособления человека к безболезненному переходу на новый ритм жизни может быть перестройка на будущий ритм заранее, до перелета. Для экипажа самолета этот способ вряд ли пригоден ввиду кратковременности пребывания в новых условиях. Однако для подготовки спортсменов к поездке на соревнования целесообразно использовать это средство, например, сместить график тренировок так, чтобы в случае предстоящего перелета на запад они приходились на вторую половину дня, а если предстоит лететь на восток, тренировки следует проводить в утренние часы. Прилететь к месту соревнования желательно заранее, не менее чем за 10 дней, чтобы иметь достаточный резерв времени для адаптации и восстановления оптимальной спортивной формы (В. Л. Ярославцев. 1971). Исследователи предлагают ряд приемов, способствующих более быстрой адаптации к новым условиям суточного цикла. Так, умеренное физическое напряжение, игры, пробежки на остановках и после прилета оказались довольно эффективным средством, позволяющим ускорить перестройки физиологических функций, очевидно, в результате перехода на более высокий уровень энергетики (Д. С. Саркисов, 1973). С переменным успехом применились адаптогенные препараты, например элеутерококк, или снимающие напряжение снотворные. Их действие на суточный цикл состояния капилляров ногтевого ложа после перелета показано па рис. 33. Благотворное влияние сна связано с освобождением нервных механизмом саморегуляции функций от разно образных внешних влияний (Н. И. Моисеева, 1974).

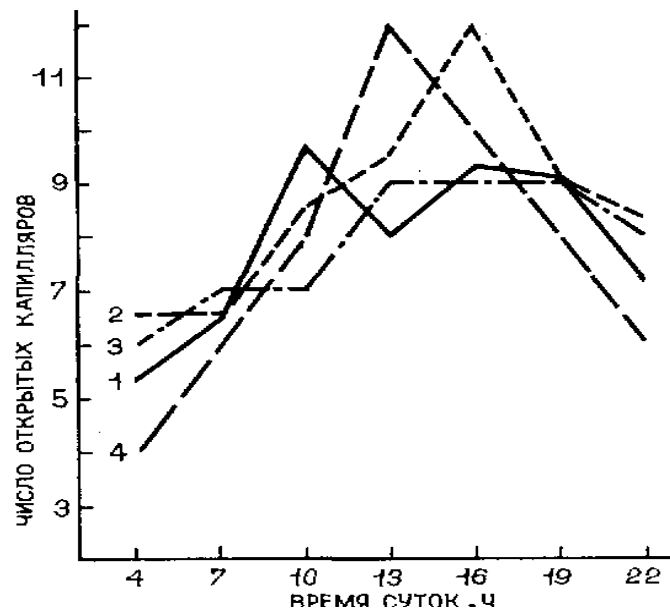


Рис. 33. Влияние элеутерококка и снотворных на изменение суточной динамики капилляров ногтевого ложа 4-го пальца руки при перелете с востока на запад с пересечением 9 часовых поясов (Г. С. Катинас, Н. И. Моисеева, 1980): 1 – исходное состояние; 2 – перелет в обычных условиях; 3 – с приемом элеутерококка; 4 – с приемом снотворных

Задача сохранения здоровья и работоспособности человека при резком переходе к другому суточному циклу решается по-разному для экипажей самолетов и прибывающих для работы в служебные командировки или участия и спортивных соревнованиях. В первом случае не имеет смысла на короткое время до возвращения перестраиваться на новый ритм, а целесообразно сохранять обычный суточный цикл, согласуя с ним свой образ жизни, т. е. поддерживать гомеостаз физических функций организма, несмотря на влияние новой среды. Во втором случае возникает прямо противоположная задача - наиболее эффективно перестроить все функции для полноценной деятельности, т. е. обеспечить гомеокинез в соответствии с условиями новой среды (Г. С. Катинас, Н. И. Моисеева, 1980).

## Глава 6. ЖИЗНЬ ЧЕЛОВЕКА В ЖАРКОМ КЛИМАТЕ



Сегодня на нашей планете практически не осталось места, где бы не жили люди. Человечество распространилось по всей поверхности и сумело приспособиться к самым разным климатическим - географическим условиям, используя средства активной защиты от вредных воздействий и создавая искусственную среду обитания. Однако полностью исключить климатические влияния на организм человека невозможно. В странах жаркого климата проживает значительная часть населения Земли, и постоянное воздействие данного экологического фактора накладывает определенный отпечаток на жителей этих регионов мира.

### **§ 1 Особенности жаркого климата**

Жаркий климат характеризуется высокой температурой, возникающей в результате интенсивной солнечной радиации. В первую очередь это относится к полосе широт, близких к экватору. В зависимости от влажности воздуха меняется характер климата: жаркий климат сухой пустыни (аридный) создает совершенно иные экологические условия, чем жаркий климат влажных тропиков (юмидный).

Сухие пустыни занимают более 1/5 всей поверхности земной суши, причем такие, как африканская Сахара, имеют громадные размеры. В Советском Союзе жаркие сухие пустыни занимают значительную территорию в Среднеазиатских республиках.

Для аридной климатической зоны жарких пустынь характерно малое количество осадков и быстрое их испарение в сухой воздух из поверхностных слоев песчаной почвы. Это происходит потому, что под прямыми горячими лучами солнца воздух и почва сильно нагреваются, влага не удерживается в почве и не конденсируется в воздухе. Поскольку количество осадков в аридной зоне составляет менее 30 мм в год, влаги очень мало. Влажность воздуха чрезвычайно низкая — 12 – 20%. Отсутствие облаков создает условия,

благоприятствующие действию солнечной радиации.

В пустынях аридного климата температура воздуха летом в среднем достигает не менее 30°C, а во многих случаях значительно выше. Так, в Сахаре столбик термометра поднимается до 70°C, а в Средней Азии — до 50 – 60°C. Максимальная жара наступает около 14 часов; ночью температура резко падает, достигая минимума к 4 - 6 часам утра. Резкие суточные колебания температуры могут происходить с размахом до 30 - 50°C. Этому способствует ночное охлаждение почвы и воздуха за счет энергичного испарения в сухой воздух и интенсивной радиации тепла в безоблачное небо.

Для юмидной климатической зоны тропиков характерно наряду с постоянно, на протяжении всего года, высокой температурой обилие осадков, насыщающих воздух водяными парами. В зоне тропического климата находится многие районы Африки. Южной Азии и Латинской Америки. Хотя здесь максимальная температура воздуха не достигает таких подъемов, как в жарких сухих пустынях, и в среднем составляет 27—31°C. она удерживается на данном уровне днем и ночью, летом и зимой. Очень высокая влажность воздуха, составляющая в среднем 85 – 87%, препятствует охлаждению почвы как путем испарения, так и путем радиации тепла.

## **§2. Телосложение, поведение и условия жизни человека**

Обитатели жарких сухих пустынь имеют облик худощавых, стройных людей высокого роста (Г. Блум, 1961). Такое телосложение, видимо, определилось как в связи с особенностями питания и водного баланса, так и в порядке морфологического приспособления к *усиленной теплоотдаче* с поверхности тела. Однако подобный внешний вид достаточно четко выражен лишь у арабских аборигенов пустыни Сахары, жители же сухих пустынь разных континентов имеют свои конституциональные особенности, которые отражают расовые и племенные, экономические и социальные различия. Так, телосложение аборигенов пустынь Средней Азии, Северной Америки и Австралии оказывается совершенно разным. Известную роль в этом сыграли переселения племен и народов.

*Одежда* обитателей аридных зон приспособлена к защите тела от перегревания. Таковы отражающие солнечные лучи белые бурнусы кочевников Сахары и дхоти индийцев. Среди народов Средней Азии распространены ватные или шерстяные халаты с широкими рукавами и разрезом на груди, обеспечивающие хорошую циркуляцию воздуха, особенно во время движений, что создает благоприятные условия теплообмена при работе. Подобная теплая одежда предохраняет от охлаждения, а при температуре воздуха, превышающей температуру человеческого тела и, защищает от перегревания, задерживая приток наружного тепла.

Многовековой опыт жителей пустынь, выработал конструкции жилища, приспособленные к условиям сухого жаркого климата. Это легкие, хорошо вентилируемые шатры кочевников в оазисах Сахары или глинобитные с внутренним двориком, получающие прохладу от деревьев и воды протекающих арыков строения жителей Средней Азии. Распорядок дня жителей жаркого сухого климата также приспособлен к его особенностям. В часы наибольшего зноя (12—18 часов) жизнь замирает. Вся трудовая деятельность, а также прием пищи происходят утром или вечером, в относительно прохладное время.

Среднеазиатские республики нашей страны осваивают пустыни для нужд народного хозяйства. Каракумский канал дал воду в самые отдаленные уголки пустыни. Там, где раньше простирались безжизненные пески, теперь живут люди, собирают урожай, пасется скот, в том числе знаменитые каракульские овцы. Однако неучет экологических особенностей при строительстве канала нанес значительный ущерб природе, ухудшил условия жизни людей. Архитектура современных построек учитывает местные климатические особенности, а водопроводные и канализационные сети, холодильные установки и кондиционеры обеспечивают, несмотря на жаркий климат, создание оптимальных условий труда и быта.

Среди обитателей жарких влажных тропиков выделяются своим обликом чернокожие африканцы. Как и жители жарких сухих пустынь, они обладают высоким ростом и относительно длинными конечностями, что создаст оптимальное отношение поверхности тела к его массе. Открытые окружающему воздуху тонкие длинные руки и ноги, особенно выраженные у западных африканцев, способствуют лучшей теплоотдаче. Антропологические исследования показали, что отношение длины конечностей к весу тела у жителей Мозамбика на 20 — 30% больше, чем у европейцев. Для облика африканца характерны широкий нос, толстые губы и курчавые жесткие волосы на голове, завитки которых обеспечивают свободную циркуляцию воздуха. Подкожный жировой слой развит в меньшей степени, чем у европейцев (рис. 34), что облегчает теплоотдачу. Черный пигмент кожи —

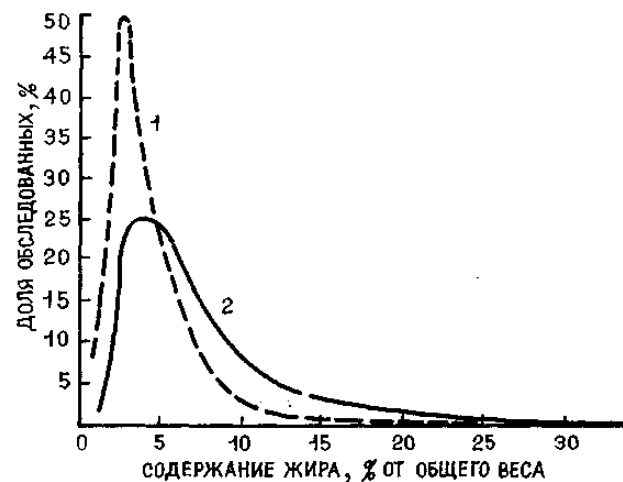


Рис. 34. Подкожный жировой слой у африканцев (1) и европейцев (2) (Дас. Ньюмен, 1956)

меланин - поглощает солнечные лучи и защищает организм от глубокого проникновения радиации. Это поглощение более эффективно для коротковолновой части спектра и менее действенно для его длинноволновой части. Как видно из рис. 35, кожа черного африканца отражает синие лучи в 4 раза слабее, чем кожа белого европейца, но для красных лучей, количество которых вдвое меньше синих. Эта разница становится незначительной. Однако признак черной кожи не является обязательным для всех коренных жителей тропиков. Так, американские индейцы, живущие в тропических зонах континента, имеют цвет кожи своих соплеменников, обитающих в зонах умеренного климата, а для жителей Индии и индокитайских стран характерна относительно светлая кожа. Вместе с тем в умеренном климате Тасмании живут люди с темной кожей. Здесь также может иметь значение история переселений народов и их смешения с аборигенами.

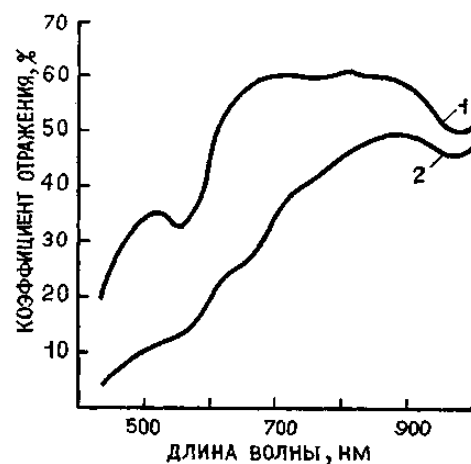


Рис. 35. Поглощение лучей света разной длины волны по показателям рефлексометрии кожи европейца (1) и африканца (2) (Н. Барникот, 1957)

Коренные обитатели тропиков часто ограничиваются набедренными повязками, открывая, остальную поверхность тела для свободного теплообмена. С развитием культуры они все больше используют легкую просторную одежду из белой ткани, а в городах распространяется одежда европейского типа. Поселения в джунглях состоят из деревянных, хорошо вентилируемых хижин, часто на сваях, предохраняющих от сырости, создаваемой влажной почвой. В тропиках дневной зной переносится особенно тяжело. Данным обстоятельством колонизаторы обосновывали так называемую теорию «тропической усталости», согласно которой европеец не приспособлен к работе в этих условиях и быстро устает, а туземец может работать в любую жару. Этим оправдывалась жестокая эксплуатация местного населения колоний и развивающихся стран.

### § 3. Терморегуляция

В организации терморегуляторной функции человека проявляются особенности, отражающие экологию его обезьяноподобных предков, обитателей тропиков. Закрепленные генетически, эти особенности сохранились у современного человека и выражаются *более развитой системой регулирования отдачи тепла* по сравнению с системой его образования. В частности, у человека хорошо развита реакция кожных сосудов и потовых желез, резко увеличивающих отдачу тепла, и значительно более слабы реакции обмена веществ по усилению его образования. Физиологические механизмы поддержания постоянной температуры тела представлены в табл. 5.

Таблица 5

#### Основные физиологические механизмы терморегуляции (А. Д. Слоним, 1980)

Увеличение образования тепла	Увеличение отдачи тепла	Уменьшение отдачи тепла
Произвольные движения	Потоотделение	Сужение кожных сосудов
Мышечная дрожь	«Невидимое» испарение воды кожей	
Тонус мускулатуры	Усиленное дыхание	Снижение теплопроводности тканей



Несократительный термогенез	Расширение кожных сосудов	Противоточный обмен тепла между артериями и венами
Специфическое динамическое действие пищи	Увеличение поверхности тела	Уменьшение поверхности тела

В жарком сухом климате пустынь потребность в теплоотдаче резко возрастает ввиду того, что кроме образования тепла основного обмена и при мышечной деятельности организм получает значительное *дополнительное количество тепла извне* за счет нагревания тела при соприкосновении с горячим воздухом, действия прямой и отраженной от нагретой почвы солнечной радиации. Поступление такого экзогенного тепла в организм человека, находящегося в жаркой пустыне, может превышать естественное эндогенное теплообразование в 3,5 раза (Э. Адольф, 1952). Внешняя температура может быть выше температуры тела. Этим объясняется парадоксальный, на первый взгляд, уже упоминавшийся факт, что обитатели среднеазиатских жарких пустынь носят теплую одежду, ватные халаты и войлочные шляпы.

Вместе с тем характерная для жарких пустынь сухость воздуха способствует интенсивному испарению. Поэтому наиболее эффективным и нередко единственным способом теплоотдачи в условиях жаркой сухой пустыни является потоотделение. Об определяющей роли потоотделения для отдачи тепла в условиях пустынь говорят наблюдения, в которых отмечают облегчение состояния испытуемых, снимающих одежду на солнце. По-видимому, теплоотдача за счет нарастающего потоотделения и устранение препятствий к обновлению воздуха, насыщенного испаряющимся потом, перекрывает возникающее при этом поступление экзогенного тепла солнечных лучей.

В условиях сухих жарких пустынь человек может терять значительное количество нота, скрытая теплота испарения которого должна обеспечить тепловой баланс организма. При умеренной работе в теле человека образуется около 200 ккал/ч эндогенного тепла, в жарком сухом климате к ним может добавиться примерно 400 ккал/ч экзогенного тепла. В результате возникает необходимость каждый час выводить из тела 600 ккал тепла, иначе через 1,5 — 2 часа наступит перегревание, тепловой удар и смерть (рис. 36). Поскольку при испарении 1 г нота отдается 0,6 ккал тепла, чтобы вывести 600 ккал, необходимо испарение с поверхности кожи л пота. Следовательно, *в течение жаркого дня человек может потерять до 8—12 л пота*. Такие величины дневного потоотделения наблюдались, например, у моряков при плавании через Суэцкий канал и Красное море.

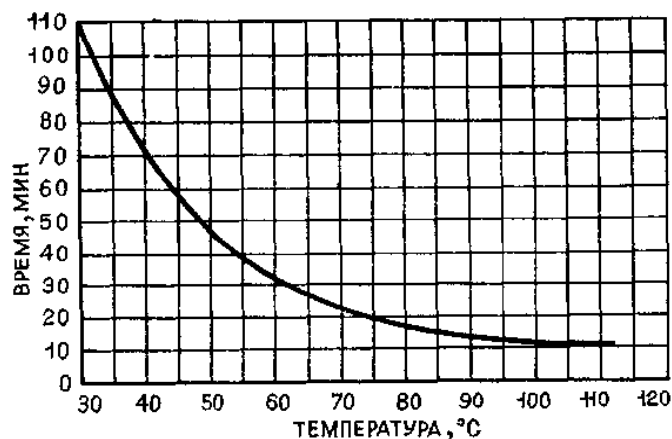


Рис. 36. Время, в течение которого человек может эффективно работать в условиях высоких температур окружающей среды (М. Шарп, 1971)

Расчеты теплового баланса жителей климатической зоны, включающей южный район Западного Таджикистана, юг Узбекистана и юго-восточную часть Туркмении, показали, что для поддержания постоянной температуры тела умеренно работающий человек должен выделять в среднем 900 мл пота в час. В метеорологических условиях Ашхабада потери пота за рабочий день составили 6,7 л, а в условиях Ташкента — 6 л (Б. А. Айзенштат, 1973). В потоотделительных реакциях на высокую внешнюю температуру определенную роль играет условно-рефлекторный компонент (Н. В. Данилов, А. Ю. Юнусов, 1948). Повторное воздействие тепла и работа при повышенной температуре приводят к тому, что выделение пота увеличивается. Однако по истечении некоторого времени пребывания в этих условиях наступает угнетение потоотделения, которое прежде всего касается избыточного пота, особенно стекающего с кожи, а не участвующего в теплоотдаче своим испарением. При высокой внешней температуре, вызвавшей обильное потоотделение, его угнетение может наступить уже через 15 мин (Р. Энан. 1972).

Приспособленность коренных жителей жарких стран к местным климатическим условиям проявляется, в частности, и в том, что у них такое угнетение сопровождает все потоотделение, делая его экономичным. Оно не допускает состояния «проливного пота», бесполезного для теплоотдачи, а ограничивает его выделение минимальным количеством, создающим тонкий, увлажняющий кожу слой испаряющейся жидкости. Кроме того, сам пот оказывается более жидким и содержит органические и неорганические компоненты в значительно меньшей концентрации. Поэтому обитатели стран жаркого климата по сравнению с жителями средней полосы на один и тот же объем теплоотдачи расходуют меньше воды и солей. В этом одна из причин их выносливости при жаре. Резкие дневные и ночные перепады температуры, характерные для жаркого сухого климата, требуют соответствующих перестроек терморегуляции, в том числе осуществляемой потоотделением. Баланс прихода и расхода тепла при этом изменяется с некоторым запаздыванием, следовательно, имеет место своего рода *тепловая инерция*. У коренных жителей эти перестройки происходят быстрее, и тепловая инерция оказывается значительно меньшей. Приспосабливаясь к ночному похолоданию, они реагируют на него не только уменьшением отдачи тепла, но и мобилизацией механизмов теплообразования, которая дает эффект увеличения на 30 ккал/ч. Вместе с тем при потоотделении увлажнение кожи подавляет транспирацию воды из ее глубоких слоев. Следует иметь в виду, что отдача тепла, даже если внешняя температура превышает температуру тела, сопровождается актами выделения экскрементов мочи.

Солнечные лучи и горячий воздух пустынь нагревают радиационным и конвекционным путем кожу и, снижая температурный градиент из глубины к поверхности тела, тем самым затрудняют отдачу тепла его проведением. Наблюдения показали, что после

непродолжительного пребывания на солнце разница между кожной и ректальной температурой, составлявшая до этого 3,4° С (37,3 — 33,9° С), снизилась до 2,5° С. При длительной инсоляции температура кожи может приближаться к величине температуры окружающего воздуха, в связи с чем практически прекращается выход тепла из глубины тела и создается угроза перегревания. Так, у нефтяников, ведущих буровые работы в Каракумской пустыне, в начале рабочего дня температура кожи лба в среднем равнялась 33,5° С, груди — 33,9, кисти — 33,4° С, но после нескольких часов работы на открытом воздухе она повысилась: на коже лба — до 35,5° С, груди — 35,7, кисти — до 35,5° С (Ф. Ф. Султанов, Г. М. Ключкова, 1972).

Терморегуляция обитателей стран жарких влажных тропиков решает в основном те же задачи усиленной теплоотдачи, которые возникают и в условиях сухого жаркого климата. Однако она имеет свои особенности, определяемые высоким содержанием паров воды в воздухе, что затрудняет испарение и снижает *эффективность потоотделения* для теплоотдачи. Возможно, этим объясняется обилие потовых желез у чернокожих африканцев по сравнению не только с европейцами, но даже с индийцами (табл. 6).

Таблица 6

**Число потовых желез на 1 см<sup>2</sup> кожи взрослого мужчины  
(Дж. Уайнер, 1979)**

Популяция	Число обследованных, чел	Область тела						
		Живот	Кисть руки	Предплечье	Плечо	Тыльная сторона стопы	Стопа	Бедро
Европеец	29	69	206	98	85	132	87	59
Индиец	19	89	209	97	91	152	91	62
Африканец (Западная Африка)	26	94	240	109	119	175	78	85

Однако и здесь достигается «экономичность» потоотделения путем угнетения излишнего выделения и уменьшения в нем концентраций солей. Например, у обитателей тропической области Австралии 1 л пота содержал всего 1 г хлоридов, в то время как у жителей Лондона концентрация хлоридов оказалась более чем вдвое выше (Д. Ли, 1964). Поскольку во влажных тропиках не возникает столь резких колебаний дневной и ночной температуры, как в пустынях, у местных жителей не вырабатывается приспособительный механизм быстрой перестройки терморегуляции, поэтому при переходе из одной температурной среды в другую они обнаруживают явления значительной тепловой инерции. Обитателям тропиков несвойственна чувствительность к охлаждению тела, присущая жителям умеренного климата и особенно сухих жарких пустынь с их холодными ночами. Если у обнаженного европейца реакция усиления метаболизма начинается при понижении температуры воздуха до 29,3° С, то у чернокожего африканца она наступает уже при 28° С.

При значительном повышении внешней температуры может наступить *перегревание*, ведущее к глубокому расстройству физиологических функций организма человека, особенно не приспособленного к этим условиям, которое может повлечь за собой летальный исход. Первые признаки перегревания проявляются субъективно в общем ухудшении самочувствия, потере аппетита, вялости, резком снижении работоспособности, а объективно — в повышении температуры тела, учащении дыхания и сердечных сокращений, обильном потоотделении, ухудшении психофизиологических показателей деятельности нервной системы. Особая чувствительность нервной системы

к гипертермии определяется ее интенсивным метаболизмом. За 1 мин в нервной клетке образуется  $0,27 \cdot 10^{-7}$  кал, которые, если их вовремя не отвести, поднимут температуру клетки на  $2,16^\circ \text{C}$ , что совершенно расстроит всю ее деятельность (К. П. Иванов, 1972).

Дальнейшее перегревание вызывает болезненные симптомы — нарастают головные боли, головокружение, нарушаются движения, развивается одышка. Как способ усиления теплоотдачи резко расширяются кожные капилляры, что при замедлении кровотока создает синюшное окрашивание кожи. Если перегревание не остановить, то при дальнейшем повышении температуры тела возникает тепловой удар, человек бледнеет, внезапно теряет сознание (рис. 37), падает сердечная деятельность, прекращается потоотделение, и при углубляющемся расстройстве жизненно важных функций организма может наступить смерть.

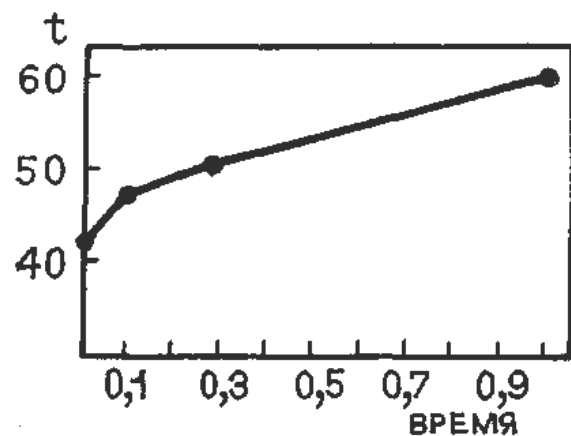


Рис. 37. Вероятность потери сознания при пребывании в течение часа в условиях высокой температуры воздуха (В. И. Медведев, 1979)

По сравнению с жителями средней полосы обитатели жаркого климата более устойчивы к перегреванию и менее подвержены тепловым ударам. Первая помощь при перегревании и тепловом ударе состоит в том, чтобы ликвидировать условия избыточного накопления тепла: экзогенного (высокая температура окружающей среды) и эндогенного (мышечная деятельность). Следует также усилить отдачу тепла в прохладной ванне или под душем.

В отличие от теплового *солнечный удар* происходит в результате действия солнечных лучей на открытую голову. При этом температура тела может незначительно повышаться или даже оставаться нормальной. Солнечный удар не связан, как тепловой, с общим перегреванием, а вызывается местным повышением температуры мозга, которая может достигать  $40^\circ \text{C}$  и выше (И. А. Арнольди, 1962). Ему предшествует нарастающее недомогание, развивается общая слабость, появляются головная боль, путаность мыслей, которые обрываются потерей сознания. Профилактика солнечного удара состоит в защите головы от интенсивной инсоляции. Это следует иметь в виду не только для условий жаркого климата, так как случаи солнечного удара наблюдаются и в средней полосе у лиц, длительно остающихся на ярком солнце без головных уборов.

Поскольку в жарком климате основная отдача тепла тела идет через потоотделение, форсированное выделение пота, обусловленное большой жарой, может вызвать серьезные нарушения функции организма, вплоть до смертельного исхода. Эти нарушения связаны прежде всего с *обезвоживанием*. Вся жизнь и деятельность клеток и тканей организма протекает в водной среде, в которой идут биохимические реакции и осуществляется гуморальная регуляция, поддерживающая их структуру. Как уже упоминалось, человек в тропиках может терять за день до 10 л пота. Для восполнения этих потерь организм вынужден расходовать свою собственную воду. Экспериментальные

исследования дегидратации показали, что вначале расходуется вода межклеточных пространств, затем плазмы крови и, наконец, содержимого клеток тканей (А. Ю. Юнусов, М. Г. Мирзакаримова, 1971).

Нехватка воды, испаряемой с потом, должна периодически восполняться питьем. Однако в данном случае питье воды оказывает сложное влияние на водный баланс организма, поскольку с потом теряются не только вода, но и находящиеся в нем соли и органические вещества. Тем самым нарушается изотоничность тканей, выпитая вода лишь сдвигает их осмотические условия в сторону гипотонии. Чем больше пьет оказавшийся в жарком климате человек, тем больше потеет, но не утоляет своей жажды. При этом может развиваться тяжелое состояние «*питьевой болезни*» с явлениями неукротимой жажды, проливного пота, общей слабости, желудочно-кишечных, а иногда и двигательных расстройств.

Особенно резко выраженные явления обезвоживания наблюдаются при недостатке воды в результате вынужденного ограничения питья, как это случается в условиях безводной пустыни. При потере за счет воды веса тела на 15 — 20% кожа сморщивается, глаза нападают, кровь сгущается, моча становится более концентрированной, но выделяется ее мало, сердечные сокращения слабеют, кровяное давление падает, появляется рвота, возникают двигательные нарушения и расстройства восприятия, наступает помрачение сознания, и дальнейшее развитие событий ведет к летальному исходу.

В странах жаркого климата для питья широко используются *осмотически активные натуральные напитки*. Таковы распространенные в Южной Америке соки грейпфрутов и апельсинов, «молоко» кокосовых орехов в Африке, арбузы и дыни, зеленый чай в Средней Азии. Для предупреждения острого обезвоживания в результате избыточного потения, нарушающего водно-солевой баланс, употребляют газированную, с добавкой солей воду. При тяжелой дегидратации в вену или под кожу вводится физиологический раствор в больших количествах.

#### § 4. Кровообращение, дыхание, обмен веществ, питание и пищеварение

Подобно прочим жизненно важным системам, система кровообращения приспособилась к функционированию в условиях жаркого климата. В соответствии с необходимостью усиленной отдачи тепла у коренных жителей наблюдается более высокий температурный градиент от глубоких тканей к поверхности за счет обильного кровоснабжения кожи. Широкое русло кровотока через сеть кожных сосудов обуславливает более свободный отток крови от артерий, а следовательно, более низкий уровень артериального кровяного давления. Так, отмечалось, что у обитателей Филиппинских островов артериальное давление было на 10 — 20 мм рт. ст. ниже, чем у европейцев (Г. Ф. Ланг, 1929). Аналогичные результаты получены при обследовании населения жарких стран Среднего Востока (М. Розенберг, 1930). Измерение кровяного давления у 6 тыс. жителей Ферганской долины показало цифры, значительно более низкие, чем принятые в качестве нормы для средней полосы (П. А. Черныш, 1951).

Возрастание емкости сосудистой системы, обусловленное усиленным кровенаполнением сосудов кожи, повлекло за собой *увеличение объема циркулирующей крови*. Такое увеличение в динамике можно было наблюдать у участников путешествия из Англии в тропические районы Центральной Америки (Дж. Баркрофт, 1937). Так, у одного из путешественников объем циркулирующей крови был в Кембридже 4,6 л, а в Панаме — 5,9 л, у другого соответственно 4,4 и 6,5 л, у третьего - 4,6 и 6,1 л. По-видимому, объем циркулирующей крови возрастал за счет мобилизации ее резервов, депонированных в системе печени и в селезенке. Чтобы перекачать возросший объем крови, *сердце увеличивает минутную отдачу*, и так как это происходит за счет систол, то *частота его сокращений снижается*. Более низкий уровень кровяного давления отмечается у обитателей стран жаркого климата, что может быть следствием выброса крови в широкое сосудистое русло. Такая «экологическая гипотония» объясняет, почему среди коренных жителей Ташкента случаи гипертонической болезни встречаются гораздо реже, чем в городах умеренного климата (З. Т. Умидова, 1949). Однако высказывалось мнение, что низкое кровяное

давление у жителей жарких районов может указывать на ослабление сердечных сокращений (Б. Г. Багиров, 1969).

Характерные для жаркого сухого климата резкие перепады дневной и ночной температуры наряду с дневной активностью человека отражаются на уровне кровяного давления. Наиболее низкие его величины приходятся на вторую половину ночи и ранние утренние часы; к 12 — 13 часам давление повышается в среднем на 8 — 10 мм рт. ст., а после 15—16 часов начинает снижаться. Кроме суточных, наблюдаются и закономерные сезонные колебания. Падение артериального кровяного давления в летнее время является частью взаимосвязанных приспособительных перестроек системы кровообращения. Заполнение расширенного, главным образом за счет кожной сети, сосудистого русла увеличивает количество циркулирующей крови и минутную отдачу сердца не столько путем учащения сокращений, сколько резким возрастанием систолического объема (табл. 7).

Таблица 7

**Сезонные изменения показателей гемодинамики у жителей Ташкента (А. Ю. Тилис, 1960)**

Показатель	Зима	Лето
Частота сердечных сокращений, мин	69 <sup>±</sup> 7,9	70 <sup>±</sup> 6,8
Максимальной артериальное давление, мм рт. ст.	117 <sup>±</sup> 8,9	107 <sup>±</sup> 5,2
Минимальное артериальное давление, мм рт. ст.	69 <sup>±</sup> 4,1	60 <sup>±</sup> 3,7
Венозное давление, мм вод. ст.	124 <sup>±</sup> 4,2	101 <sup>±</sup> 5,1
Скорость кровотока, с	16,3 <sup>±</sup> 0,4	14,4 <sup>±</sup> 0,3
Количество циркулирующей крови, мл/кг	49 <sup>±</sup> 1,2	53,1 <sup>±</sup> 1,4
Минутная отдача сердца, л	3,86 <sup>±</sup> 0,31	4,23 <sup>±</sup> 0,33
Объем систолы сердца, мл	53,6 <sup>±</sup> 4,2	60,0 <sup>±</sup> 4,7

В условиях тропического климата состав крови человека претерпевает некоторые изменения, в частности, отмечается *низкое содержание гемоглобина*. Так, обследование аборигенов Нигерии показало, что у них в 100 мл крови содержится гемоглобина на 1—2 г меньше, чем у англичан (Д. Дилл, Дж. Уилсон, Ф. Холл и др. 1940). Этот факт нельзя объяснить недостаточным питанием, поскольку такое различие подтвердилось при сравнении содержания гемоглобина в крови черных и белых солдат армии США (Д. Басс, Р. Джампьеро, Е. Бускирк, 1959). Следует заметить, что количество гемоглобина в крови резко снижается при разрушении эритроцитов малярийными

плазмодиями и эндемичность малярии во многих странах жаркого влажного климата может иметь некоторое отношение к происхождению данных различий. Высказывалось предположение, что обнаруженная в эритроцитах африканцев с признаками серповидно-клеточной анемии разновидность гемоглобина является результатом мутации, имеющей приспособительное значение, так как эти эритроциты при внедрении паразита сразу разрушаются, предотвращая его созревание (А. Аллисон, 1954).

В отличие от животных, реагирующих на жару учащением дыхания, у человека в жарком климате *не развивается существенной одышки*. Эта его особенность связана с потоотделением как основным путем теплоотдачи. Вместе с тем усиленное образование и выделение пота повышает осмотическое давление плазмы крови, что снижает чувствительность дыхательного центра к естественным его раздражителям. Поэтому некоторое увеличение содержания углекислоты во вдыхаемом воздухе и даже небольшой сдвиг реакции в сторону кислотности не вызывают существенного учащения дыхания.

У обитателей как сухого жаркого, так и тропического климата основной обмен оказывается сниженным по сравнению с тратами энергии жителей средней полосы (Р. Лемер, 1963). Исследование основного обмена у индийцев и европейцев показало, что у первых он на 10% ниже, чем у вторых (М. Мальхотра, С. Рамасвален, С. Рей, 1960). Однако наблюдалось и повышение основного обмена у жителей тропиков, например у африканцев Дакара, что может быть следствием потребления в пищу растений, соли которых вызывают активную деятельность щитовидной железы. В зависимости от внешних условий он может значительно уменьшаться, например у жителей Узбекистана при высокой температуре окружающего воздуха основной обмен снижается на 15 — 31% (А. Ю. Юнусов, 1971). В этом, очевидно, выражается приспособительное ограничение механизма химической терморегуляции в условиях высоких внешних температур (А. Д. Слоним, 1952). Уменьшение трат энергии основного обмена отражает действительно сниженную деятельность механизма образования тепла, что подтверждается снижением реакции усиления теплопродукции при охлаждении у жителей жаркого климата. Для аборигенов жарких пустынь Восточной Африки, традиционная пища которых содержит мало белков, недостаток их специфического динамического действия на основной обмен может быть также одной из причин его уменьшения. Ученые предполагают, что существенное значение для снижения уровня обменных процессов имеет тот факт, что условия жаркого климата подавляют активность щитовидной железы, которая вместе с надпочечниками интенсифицирует обмен веществ.

Особенности обмена в жарком климате проявляются в *тратах энергии на выполняемую работу*. Так, приводятся наблюдения за дыхательным газообменом у мужчин и женщин, занимающихся физической работой в местности сухого жаркого климата, показавшие, что количество потребляемого кислорода у них было меньше, чем бывает при выполнении аналогичной работы в условиях умеренного климата (Л. Бруха, П. Смит, Р. де Лани и др., 1961). Однако более поздние наблюдения показали, что интенсивная физическая нагрузка при высокой внешней температуре вызывает более значительные траты энергии, чем выполняемая при умеренной температуре (Т. Д. Симонович, М. Х. Назармухамедова, Л. И. Старцева и др., 1970). Установлено, что даже небольшая мышечная деятельность при большой жаре приводит к повышению температуры тела, которое обычно не вызывает неприятных ощущений. При этом увеличивается и температурный коэффициент обменных процессов (А. Д. Слоним, 1952). В результате без предшествующих субклеточных явлений может наступить перегревание, приводящее к неожиданному тепловому удару. Многовековой опыт обитателей жаркого климата учит избегать физической работы во время дневной жары, поэтому переходы в сухих пустынях приурочиваются к прохладному ночному времени. Под действием тепла *угнетается синтез белка* и усиливается его распад, в результате чего возрастают уровень остаточного азота в крови и выделение азотистых продуктов с мочой и потом (Ф. Ф. Султанов, 1973).

В условиях жаркого климата *потребность в питании оказывается сниженной*. Низкий уровень трат энергии в покое обеспечивается пищей меньшей калорийности: в жаркое время года количество калорий уменьшается примерно на 10% дневного рациона. Используются продукты питания преимущественно растительного происхождения. Ограниченное потребление белков уменьшает возможность усиления обмена за счет их специфического динамического действия. Также ограничено использование жиров животного происхождения,

угнетающих желудочное пищеварение, и без того подавленное высокой температурой окружающей среды. По-видимому, широкое распространение на юге разных острых приправ вызвано необходимостью стимулировать пищеварительные процессы. В частности, исследователи отмечают, что в условиях тропиков, где высокая внешняя температура сочетается с большой влажностью воздуха, употребление лука, чеснока, перца способствует восстановлению угнетенного пищеварения.

Примером специфического рациона питания обитателей пустынь может служить пища кочевников Сахары, которые делают большие переходы, ограничиваясь финиками и лепешками. Однако в республиках Средней Азии такие традиционные блюда, как плов, шурпа или бешбармак, содержат немало жира и белка, что компенсируется применением острых приправ и обильным употреблением овощей и фруктов. Жители жарких стран обычно едят утром и вечером, избегая дневной жары. На основании проведенных исследований был рекомендован следующий режим питания: прохладным утром — плотный завтрак; жарким днем — овощи и фрукты; вечером, когда спадает зной, — обед; перед сном — немного кисломолочных продуктов (И. А. Арнольди, 1962).

Как уже упоминалось, *питье пресной воды в жару не утоляет жажды*, а лишь усиливает потоотделение и потерю солей. Поэтому жители сухого жаркого климата употребляют для утоления жажды жидкости, содержащие соли, растительные соки, некоторые экстрактивные вещества, о которых говорилось выше. Кроме того, в Узбекистане в качестве утоляющего жажду напитка известен кисломолочный продукт гурд. Во всех республиках Средней Азии широко используется зеленый кокчай. Он не только утоляет жажду, но и усиливает выделение желудочного сока, а также обладает бактерицидным действием, богат витамином Р и способствует накоплению витамина С (Р. Ахмедов, Э. С. Белова, В. А. Ходжиматов, 1965). Станный, на первый взгляд, но распространенный во многих странах обычай пить в жару горячий ай оказывается средством более быстрого покрытия водного дефицита и значительного (до 30%) снижения образования тепла при мышечной работе (Р. П. Ольнянская, 1950). При обильном потоотделении рекомендуется питье газированной подсоленной воды.

В условиях жаркого климата пищеварение человека претерпевает определенные изменения. Так, при высокой внешней температуре, вызывающей значительное выделение пота, слюноотделение уменьшается, слюна становится более вязкой. По мере потери организмом воды выделение слюны постепенно уменьшается, а когда ее дефицит достигает 8% веса тела полностью прекращается (Э. Адольф, 1952). У коренных жителей реакция торможения секреции слюны на повышение внешней температуры менее выражена, чем у приезжих из мест умеренного климата (К. М. Смирнов, Е. Л. Склярчик, 1957). Эта же зависимость наблюдается и в отношении *желудочного сока* — у обитателей жарких районов желудочное сокоотделение меньше угнетается высокой внешней температурой (П. К. Усаев, 1963). Угнетение секреции желудочного сока обычно сопровождается снижением его кислотности, однако у местного населения пустыни Каракумы даже в самую большую летнюю жару желудочный сок не снижал свою кислотность (Н. Е. Кузнецов, 1951). Приспособление желудочной секреции к условиям тропиков проявилось в том, что в период летней жары в Индии кислотность у коренных жителей по сравнению с приезжими снижалась незначительно (С. Гануер, К. Дар Гупта, 1935).

Тропический климат вызывает уменьшение секреции всех *пищеварительных соков*, что ведет к потере аппетита и отказу от мясной пищи (Р. Чопра, 1963). Низкой кислотностью и малой бактерицидностью желудочного сока некоторые авторы объясняют распространение в жарких районах Средней Азии гипоацидных гастритов (И. А. Кассирский, 1935) и желудочно-кишечных инфекционных заболеваний (А. Ю. Юнусов, Г. Ф. Коротько, 1962). Многие нарушения пищеварения, возникшие под влиянием высокой температуры окружающей среды, связывают с угнетением моторной, эвакуационной и всасывательной функции желудочно-кишечного тракта (К. Р. Рахимов, 1976). Однако имеются указания на то, что высокая температура не всегда подавляет моторные функции желудочно-кишечного тракта (К. Р. Рахимов, 1980). Здесь многое зависит от приспособленности организма человека к жизни в жарком климате.



## § 5. Акклиматизация прибывающих в зоны жаркого климата

Вопросы акклиматизации к условиям жаркого климата имеют большое практическое значение, связанное с миграцией населения Советского Союза в субтропические районы и освоением сухих пустынь, а также ввиду расширения международных связей и задач оказания помощи развивающимся странам. При переезде на временное или постоянное местожительство в районы жаркого климата человек испытывает его влияние на все физиологические функции. От того, насколько успешно организм приспособится к этим условиям, зависит его здоровье и работоспособность. Поэтому знание закономерностей и свойств перестроек основных функций в процессе акклиматизации имеет важное значение для облегчения и создания оптимальных условий труда и быта.

Изучение динамики приспособительных изменений функций организма человека, оказавшегося в сухой жаркой пустыне, позволило выделить четыре фазы процесса акклиматизации (А. Д. Слоним, 1980). Первая фаза сверхкомпенсации характеризуется бурной реакцией дыхания, кровообращения, потоотделения и других функций и несет в себе элементы неспецифического напряжения — стресса. Во второй фазе происходит перестройка функций применительно к новым условиям путем сокращения избыточных реакций до уровня, требуемого новым состоянием гомеостаза. В третьей, которую именуют фазой энергетической адаптации, организм приспособляется к более экономному способу функционирования, ограничению потерь воды и солей с потом, уменьшению трат энергии на мышечную работу и т. д. Наконец, четвертая фаза завершает процесс акклиматизации стабилизацией новых гомеостатических параметров на основе перестроенных нервных и гуморальных регуляций применительно к условиям жаркого климата.

Продолжительность течения этих фаз чрезвычайно варьирует как индивидуально, так и в отношении разных функций. Описаны случаи, когда все показатели теплообмена и гемодинамики людей, прибывших из Подмосковья в Среднюю Азию, уже через 20 — 30 дней перестроились на уровень, близкий к показателям местных жителей (П. А. Соломко, 1960). Наряду с этим отмечались и гораздо более длительные сроки акклиматизации, особенно по показателям обмена веществ, отдельные из которых стабилизируются на новом уровне лишь через несколько месяцев (Ф. Сульман, Н. Гиршман, И. Пфейфер, 1962).

Изучение механизмов наступающих при этом изменений показало, что в начальной стадии акклиматизации срочно развиваются неспецифические реакции, использующие гуморальные механизмы, с образованием симпатических аминов и кортикостероидов, снижающие чувствительность тканей к температуре и вызывающие общее повышение устойчивости организма. Затем наступает стадия развития специфических терморегуляторных реакций, а срочные неспецифические, дорого обходящиеся организму, идут на убыль (Ф. Ф. Султанов, 1986).

*Скорость акклиматизации* зависит и от того, в условиях какого климата приезжие жили раньше. Так, пребывание на солнце в день приезда в Ташкент вызвало потоотделение у приехавших из северных областей Советского Союза в 10 раз, а у прибывших из средней полосы в 4 раза большее, чем у местных жителей, но после двух лет акклиматизации количество выделяемого пота у всех стало одинаковым (А. Ю. Юнусов, Ф. М. Исмангалиева, 1972). Одно из важных проявлений акклиматизации состоит в повышении эффективности отдачи тепла. Например, в течение 30 дней приспособления к работе в пустыне увеличивалось количество пота (в первые дни — 6,25 л, на 30-й день — 7,09 л), ускорялось начало его выделения (на лбу: в первые дни — через 7,2 мин, на 22-й день — через 3,0 мин), уменьшалась доля избыточного бесполезно стекающего пота (в первые дни — 80%, на 24-й день — 40%) (А. Ю. Тилис, П. А. Соломко, 1968). Такое усиление теплоотдачи за счет повышения эффективности потоотделения позволяет уменьшить нагревание тела при интенсивной физической нагрузке в пустыне (ректальная температура в первые дни — 39,4° С, в последние дни — 38,2° С).

Потоотделение при адаптации к жаре возрастает главным образом за счет *увеличения количества работающих желез*, а не усиления секреции каждой из них (В. Ладелл, 1957). При акклиматизации происходит перераспределение зон интенсивного потоотделения в сторону конечностей, более выгодных для теплоотдачи по отношению массы к поверхности и наличию своеобразных

*артериовенозных теплообменников.* В результате 18—35-дневной адаптации к теплу доля потоотделения на конечностях возрастает от 28—42% до 34—54% общего количества выделенного пота (В. Хёфлер, 1968). Изменениям потоотделения всегда предшествуют сосудистые реакции (И. Родди, Дж. Шефард, Р. Уилен, 1957). В процессе акклиматизации *уменьшаются потери солей* с потом. Так, в первые два дня пребывания в жарком сухом климате пот содержал 0,63% хлоридов, а к концу месяца только 0,21%; общая суточная потеря хлоридов с потом составила в первый день 40,0 г, а к концу месяца — 15,6 г (А. Ю. Тилис, П. А. Соломко, 1968). Через 2 года жизни в условиях жаркого сухого климата водносолевой обмен приезжих практически сравнивается с таковым у местных жителей (Ф. Ф. Султанов, А. Х. Бабаева, А. И. Фрейнк, 1976).

В процессе акклиматизации перестройка системы кровообращения прежде всего направлена на увеличение переноса тепла, образующегося в теле, к его кожной поверхности. Это достигается *возрастанием объема циркулирующей крови и расширением русла сосудов кожи.* Однако, как уже отмечалось, в первой фазе акклиматизации возникают избыточные реакции, и дальнейшая их динамика часто принимает фазный характер (табл. 8).

У 20 мужчин в возрасте 18 — 21 года, впервые приехавших в жаркие районы Средней Азии, артериальное давление в первые три дня после приезда колебалось в пределах 115 —120 мм рт. ст. (максимальное) и 70—80 мм (минимальное); через 7 дней у 15 из них давление снизилось до 100 и 65 мм ртутного столба соответственно, и только через 4 — 5 месяцев у всех обследуемых давление стабилизировалось на уровне 110 и 70 мм, свойственном местным жителям (Ф. Ф. Султанова, А. С. Данешвар, 1969). Наблюдения за акклиматизацией приезжающих в Ташкент показали, что *снижение максимального и минимального артериального*

Таблица 8

**Некоторые показатели гемодинамики при акклиматизации в Туркмении лиц, прибывших с Украины (Ф. Ф. Султанов, Б. Г. Багиров, 1980)**

Показатель	День					
	1-й	3-й	9-й	15-й	20-й	62-й
Максимальное артериальное давление, мм рт. ст.	126+8	116+7	111+8	115+4	114 + 4	113+8
Минимальное артериальное давление, мм рт. ст.	67 + 6	65+2	67 + 7	63+5	64 + 5	66+4
Частота сердечных сокращений в минуту	95±8	78+6	80±8	76+5	72+6	68+6
Систолическая отдача сердца, мл	78+4	75 + 7	70+6	76+5	75+5	72+6

Минутный объем крови, л	7,4+0,6	5,8+0,4	5,9+0,4	5,7+0,5	5,4+0,4	4,9+0,3
Периферическое сопротивление, дин/см	880+62	1130+78	1136+95	1103+65	1163+74	1319+90

давления может происходить без изменений пульсового (С. Р. Дихтяр, Т. И. Данилова, 1935).

В первые дни акклиматизации у приезжих из средней полосы возникает учащение сердечных сокращений. Такая тахикардия наблюдается у 360 человек, прибывших из Московской области для работы в пустыне Каракумы (С. И. Сперанский, 1955), и у молодых здоровых людей, приехавших в Туркмению (П. А. Соломко, 1960). Однако по мере акклиматизации частота сокращений сердца возвращается к исходным средним значениям. Это обстоятельство, а также отсутствие тахикардии при постепенном переходе от умеренного к жаркому климату, наблюдавшиеся, например, при путешествии из Германии в Центральную Америку, приводят к заключению, что учащение сердечных сокращений возникает как временная реакция на острое воздействие высокой температуры. В условиях влажного тропического климата тахикардия и резкое падение кровяного давления могут вызвать у человека, не успевшего акклиматизироваться, тяжелое состояние с потерей сознания (К. Уайндхем, 1951).

Акклиматизация жителей умеренного климата, оказавшихся в условиях тропиков, отражается и на составе крови. Так, у европейцев, проживших 22 — 36 месяцев в тропической Африке (Гвинея), было значительно снижено образование эритроцитов и уменьшено содержание гемоглобина, как и у аборигенов-африканцев (И. Захаров, И. Дзиковски, 1977). Потеря большого количества солей при интенсивном потоотделении нарушает солевой состав крови. Однако в процессе акклиматизации складываются регуляторные механизмы, устраняющие эти нарушения и *обеспечивающие осмотические свойства и ионный баланс крови*, необходимые для жизни в новых условиях. Об эффективности этих регуляций говорят результаты опытов с двухчасовым пребыванием на солнце людей, в разной степени приспособленных к жаре. У местных жителей значительных изменений в электролитном составе крови не отмечалось, у приезжих из средней полосы содержание натрия в крови возросло на 22,1%, а у прибывших из северных районов — на 70%, содержание калия уменьшилось соответственно на 19,7 и 23% (А. Ю. Юнусов, 1971).

В сложном вопросе о физиологических механизмах акклиматизации остается еще много неясностей, нет единого мнения об их природе и приспособительном значении. Некоторые исследователи рассматривают развивающиеся при адаптации реакции как проявление неспецифического адаптивного синдрома (Г. Сельё, 1949). Однако их взаимосвязанность и последовательность развития имеют специфический характер механизма определенной целенаправленности, осуществляющего *поддержание постоянства внутренней среды организма в условиях жаркого климата* (Ф. Ф. Султанов, А. Х. Бабаева, А. И. Фрейнк, 1976). Эти условия характеризуются затрудненным выведением избытка эндогенного тепла, к которому добавляется значительное количество экзогенного, в связи с чем встает основная гомеостатическая задача поддержания постоянства температуры тела путем усиления теплоотдачи. Прежде всего возникают реакции кровообращения, выносящие эндогенное тепло на поверхность тела (рис. 38).

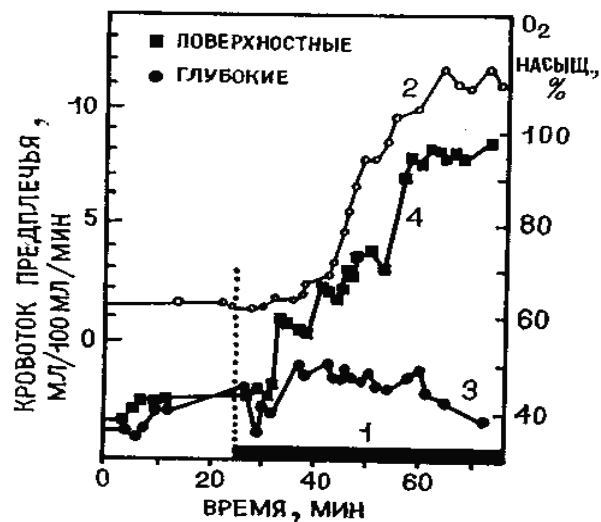


Рис. 38. Усиление тока крови и ее насыщения кислородом в сосудах предплечья при согревании тела человека (И. Родди, Дж. Шевард, Р. Уилан, 1956): 1 — период согревания; 2 — кровоток в предплечье; 3 — насыщение кислородом крови из глубоких вен; 4 — насыщение кислородом крови из поверхностных вен

Однако они не в состоянии решить эту задачу. Тогда приводится в действие главный способ усиления теплоотдачи путем испарения больших масс нота. Возникающая при этом потеря значительного количества воды и солей в свою очередь ставит новую гомеостатическую задачу поддержания постоянства изотонии и изотонии внутренней среды.

В процесс решения задач гомеостаза вовлекается все больше функций организма, сдвиги параметров которых ставят все новые задачи поддержания их постоянства. Таким образом, складывается сложная цепь взаимосвязанных приспособительных реакций, которые организуются нейрогуморальными механизмами управления, перестроенными на поддержание иного уровня гомеостаза адекватно новым климатическим условиям. Перестройка происходит главным образом в нервных центрах терморегуляции, сосудодвигательном, сердечной деятельности, потоотделительном и эндокринной системе гипофиза, надпочечников, щитовидной железы, которые связаны между собой через гипоталамус и его нейросекреторные структуры.

Поскольку форсированный вынос тепла кровью из глубины тела в кожные сосуды начинается до повышения его температуры, можно предположить, что механизм этих реакций кровообращения связан с рефлексом от терморцепторов кожи при измененной возбудимости центров регуляции просвета сосудов и сердечной деятельности. В процессе акклиматизации неизбежно формируется и условно-рефлекторный механизм приведения в действие реакций расширения кожных сосудов и увеличения минутного объема крови, перекачиваемой сердцем. При хорошем функциональном состоянии сердца минутный объем увеличивается за счет возрастания систолической отдачи, а при относительной слабости миокарда — за счет учащения систол. Отсутствие сезонных колебаний минутного объема может свидетельствовать о завершении процесса акклиматизации к сухому жаркому климату (А. Д. Слоним, 1949). Эти перестройки кровообращения через рецепторы сосудов и гипоталамические центры вызывают реакции гуморальных регуляторов, в первую очередь гормонов гипофиза и надпочечников.

Потоотделение также может начинаться условно-рефлекторно, по различным сигналам внешней среды (Н. В. Данилов, А. Ю. Юнусов, 1948), но *после появления реакции кровообращения*. Затем вступают в действие базовые рефлекс от терморцепторов кожи, внутренних органов и центров гипоталамуса. Последние имеют особое значение в начале акклиматизации, когда потоотделение вызывается лишь повышением температуры тела (В. Ладелл, 1951). Высказывались также предположения, что местное нагревание кожи путем прямого

действия тепла или освобождения медиаторов в окончаниях потоотделительных нервов может возбуждать деятельность потовых желез. В процессе адаптации потоотделения к условиям жаркого климата важную роль играют гормональные механизмы регуляции, в частности деятельность коры надпочечников (Г. Конн, 1949). Нарастающая в результате усиленного потоотделения потеря воды и солей вызывает интенсивное *выделение альдостерона*, который ограничивает выведение натрия с мочой и, возможно, влияет на состав пота, уменьшая в нем концентрацию солей (Н. А. Юдаев, 1955). Однако существует мнение, что последнее нельзя считать доказанным (Ф. Ф. Султанов, 1973). С точки зрения некоторых ученых, изменения солевого состава пота определяются водно-электролитным состоянием кожи (А. Ю. Юнусов, М. Г. Мирзакаримова, 1971).

Оценка деятельности *коры надпочечников* по экскреции 17-оксикортикостероидов с мочой показала их возможное участие в механизме адаптации к жаркому климату. Было установлено, что после трех месяцев акклиматизации фракция гидрокортизона выросла в 3 раза, а активность П-дегидрогеназы и редуктаз печени снизилась (Г. Н. Иванова, 1973). Однако автор отмечает, что через 15 месяцев происходит восстановление этих показателей. Функциональная проба нагрузкой адренокортикотропным гормоном показала снижение глюкокортикоидной и андрогенной функций надпочечников.

Вопрос о роли *щитовидной железы* в механизме адаптации к высокой внешней температуре осложняется ввиду отсутствия сезонных изменений тиреоидной активности по белково-связанному коду (Ф. Ф. Султанов, Г. М. Ключкова, 1972). Поэтому было высказано предположение, что ее влияние на обмен осуществляется опосредованно в условиях измененной чувствительности энергетических процессов в митохондриях (Ф. Ф. Султанов, А. Х. Бабаева, А. И. Фрейнк, 1976).

Определенное отношение к механизму акклиматизации имеет влияние *адреногломерулотопического гормона эпифиза*, который вместе с альдостероном осуществляет «консервацию» воды и солей в организме (Р. Кенин, 1963). Видимо, в этом механизме участвуют и тучные клетки, связанные с такими гуморальными регуляторами метаболизма, как гистамин, серотонин, гепарин и другие, поскольку в экспериментах на животных адаптация к высокой внешней температуре выражалась снижением их стрессовых реакций (Ф. Ф. Султанов, 1973).

Наблюдения за реакциями обмена веществ у испытуемых, находящихся в термокамере при 34 — 36° С и относительной влажности 80%, показали, что при низкокалорийном суточном рационе питания (1800 калорий) глюкокортикоидные функции коры надпочечников и траты энергии снижаются, а при высококалорийном рационе (4000 калорий) они повышаются. Эти результаты могут быть основанием для рекомендаций ограничивать калорийность пищи как одно из средств облегчения адаптации к жаркому климату.

Хотя механизмы акклиматизационных перестроек физиологических функций человека, оказавшегося в условиях жаркого климата, до конца не изучены, имеющиеся сведения и народный опыт дают основания для рекомендаций, способствующих более быстрой и эффективной акклиматизации. Прежде всего следует вначале *избегать больших тепловых нагрузок*, которые могут вызвать тепловой удар и необратимый срыв системы адаптивной терморегуляции. Акклиматизация происходит наиболее эффективно при постепенном наращивании таких нагрузок. Необходимо помнить об аналогичных реакциях организма на высокую внешнюю температуру и на мышечную работу. Поэтому, с одной стороны, при физической работе в жару организм испытывает опасную двойную нагрузку, а с другой стороны, практика показала, что наиболее эффективная акклиматизация достигается при сочетании действия постепенно повышаемой температуры и умеренных физических нагрузок (Ф. Ф. Султанов, Л. Х. Бабаева, А. И. Фрейнк, 1976). Некоторые исследователи считают, что женщины по ряду причин труднее, чем мужчины, акклиматизируются в жарких зонах (Р. Фоке, Р. Голдсмит, Д. Ридд и др., 1963). Об особенностях жилищ и одежды, распорядка дня и питания на юге было сказано выше. К этому можно добавить, что для успешной акклиматизации необходимо также облегчать теплоотдачу гигиеническим уходом за кожей, прохладными обмываниями под душем, защищать глаза дымчатыми очками и закрывать голову от прямых солнечных лучей.

## Глава 7. ЖИЗНЬ ЧЕЛОВЕКА В ХОЛОДНОМ КЛИМАТЕ



По сравнению с густонаселенными районами жаркого климата местности холодного климата до недавнего времени были малолюдными. Однако геологические открытия, позволившие обнаружить природные богатства Севера и сделать их доступными, привлекают к нему все больше людей. Часть из них приезжает на время и составляет контингент сезонных работников, а часть оседает и порадует местное население. Особенно интенсивно в связи с освоением гигантских запасов газа и нефти, добычей алмазов и золота, распитием промышленности заселяются северные районы Сибири. Быстро растут заполярные города Воркута, Норильск. Магадан. Важную роль играет Байкало-Амурская магистраль, от которой строятся ветви, идущие дальше на Север. Сегодня большое значение приобретает задача изучения влияния холодного климата на организм человека и условий адаптации к нему.

### § I. Климатические особенности

В зону холодного климата входят районы Арктики и Антарктики, а также прилегающих к ним территорий. Часто их называют «высокими широтами», термином, который был принят на Международной конференции в Женеве (1964) для обозначения ч северном полушарии областей, лежащих севернее 66°33 с. ш.

Холодный климат характеризуется прежде всего *низкой температурой*, так как ввиду малой высоты солнца над горизонтом

солнечные лучи проходят длительный путь в атмосфере, поглощающей значительную часть их тепловой энергии. Большое влияние оказывают и местные условия. В Арктике зимой температура падает до  $-50^{\circ}$ , но «полночь холода» находится в Сибири, в районе Оймякона, где ртутный столбик опускается до  $70^{\circ}$  мороза. Зато летом в Сибири температура поднимается гораздо выше, чем в Арктике.

Низкое положение солнца приводит к тому, что в зимние месяцы оно находится ниже горизонта, а в летние не опускается за его линию. Поэтому другая особенность холодного климата, характерная для Заполярья - *непрерывная полярная ночь в течение зимы и непрерывный полярный день в течение лета*. В зависимости от широты продолжительность полярного дня и полярной ночи, а также их переходов в виду сумерек будет различной. Так, на острове Диксон полярная ночь длится 81 день, а в Норильске всего 45 дней. Если солнце опускается немного ниже горизонта, наступают так называемые белые ночи. Распределение разных видов освещенности по календарным срокам в зависимости от широты северного полушария представлено в табл. 9.

Длительная полярная ночь и ослабление солнечной радиации при низком положении солнца над горизонтом обуславливают *недостаток ультрафиолетовых лучей, необходимых для организма человека*. Периоды «ультрафиолетового голодания» в среднем длятся на широте  $50^{\circ}$  с конца ноября до середины января, достигая 60 дней, а на широте  $70^{\circ}$  — с конца сентября до середины марта, приблизительно 180 дней. Большое значение при этом имеют погодные условия, особенно облачность и выпадение снега.

Особенностью климата полярных районов является *минимальная напряженность магнитного поля Земли* на ее полюсах, которая облегчает проникновение космических жестких лучей и вызывает ионизацию воздуха, «северное сияние» и другие эффекты. И полярных и приполярных районах происходят мощные магнитные возмущения, отражающие как магнитные бури на Солнце, так и местные процессы колебаний геомагнитной активности. С этим связан и высокий уровень зарядов атмосферного электричества.

Таблица 9

**Годовое распределение освещенности на Севере (З. М. Прик, 1965)**

Широта, град	Белые ночи	Полярный день	Полярная ночь		Количество полярных дней	Количество полярных ночей	Количество полярных ночей без сумерек
			с сумерками	без сумерек			
66	12.05-12.08	13.05-30.07	-	-	17	-	-
70	28.04-15.08	17.05-27.07	25.11-17.01	-	71	53	-
74	16.04-28.04	02.05-12.08	09.11-02.02	0,3.12-10.01	102	85	38
78	05.04-10.09	19.04-24.08	27.10-15.02	13.11-29.01	127	111	77
82	26.03-18.09	08.04-04.08	16.10-26.02	31.10-11.02	149	133	103
86	16.03-28.09	29.03-15.09	06.10-08.03	19.10-23.02	170	153	127
90	06.03-09.10	19.03-25.09	25.09-09.03	09.10-06.03	190	175	148

Характерными для холодного климата являются *сильные ветры, вызывающие метели и пургу*. Они возникают в результате резких колебаний атмосферного давления при температурных контрастах районов вечной мерзлоты, ледовых массивов и открытого моря.

## § 2. Телосложение, поведение и условия жизни человека

В то время как у жителей жарких стран усиленная отдача тепла обусловлена увеличением поверхности тела на единицу его массы, обитатели холодного климата ограничивают потери тепла благодаря более низкому отношению поверхности к массе тела.

*Телосложение* типичных аборигенов Заполярья отличается округлостью форм, сглаженностью черт лица, уменьшенными надбровными дугами, коротким широким носом, суженными глазными щелями. Как правило, у них массивная коренастая фигура и при одинаковом с жителями умеренного пояса росте они имеют больший вес. Сохранению тепла тела способствует сильное развитие подкожной жировой клетчатки.

В ранних описаниях *поведения*, характерного для аборигенов севера Сибири и эскимосов Аляски, подчеркивались их инертность, медлительность движений и погружение в сон во время длительной полярной ночи. Однако уже охота на морского зверя демонстрировала быстроту и точность действий северного охотника. Влияние холодного климата на поведение как местных жителей, так и приезжих проявляется в экономичности движений, которая воспитывается условиями большого расхода энергии на поддержание температуры тела и ограничением ее ресурсов для деятельности.

Многовековой опыт обитателей Севера принял к оптимальной для условий холодного климата *меховой одежде*. Ее теплоизолирующие свойства определяются тем, что между упругими волосками меха содержится значительный объем неподвижного воздуха, который ввиду своей плохой теплопроводности препятствует потере тепла. Раньше такую одежду носили мехом внутрь, прямо на тело, что было крайне негигиенично, но необходимо, ибо в противном случае наружный воздух мог проникать между волосками и нарушать неподвижность теплоизолирующего воздушного слоя (рис. 39, а). Предпринимаются попытки заменить меха синтетическими материалами, но и сегодня меховая одежда остается незаменимой, а при ее ношении мехом внутрь надевают плотное нижнее белье.

Старые *жилища* северян типа шалашей, «иглу», для постройки которых использовались олени шкуры и снег, заменяются сборными деревянными и кирпичными современными домами. Условия вечной мерзлоты осложняют проблему жилищ прежде всего тем, что отопление согревает лишь верхние слои воздуха в помещении, пол которого остается холодным.





Рис. 39. меховая одежда  
коренных жителей Севера (а)  
и современные дома с откры-  
тым цоколем на вечной мерз-  
лоте (б) (Н. А. Арнольди,  
1962)

а



б

Другая трудность состоит в том, что таяние грунта вечной мерзлоты под теплым домом вызывает его осадку, нередко приводящую к разрушению. Советские строители преодолели оба эти затруднения, возводя в заполярных городах *многоэтажные дома на сваях с открытым цоколем* (рис. 39,б).

Хозяйственное освоение Севера нашей страны, интенсивное развитие нефтегазовой промышленности, добычи полезных ископаемых, транспорта и средств связи, БАМ и Северный морской путь, строительство современных городов улучшают условия труда и быта. Однако

местные *климатические условия* накладывают свой отпечаток на образ жизни северян. Так, в периоды полярного дня и полярной ночи распорядок труда и отдыха, бодрствования и сна регулируется искусственно, по московскому времени, и лишь переходные периоды по естественной суточной смене дня и ночи. Наличие вечной мерзлоты обуславливает особые требования к охране труда всех занятых в отраслях народного хозяйства, когда возникает угроза охлаждения. В этих случаях весьма эффективным оказывается *лучистое обогревание источниками инфракрасных лучей*. Для предупреждения явлений «ультрафиолетового голодания» организуются регулярные облучения кварцевыми лампами, в первую очередь детей, в специальных фотариях. Воздействие холодного климата на организм человека усиливается по мере его продвижения к более высоким широтам и достигает (чрезвычайной) степени в приполярных районах Арктики и Антарктики.

### § 3 Терморегуляция

В противоположность условиям жаркого климата, когда перегруженный внешним теплом организм человека требует его усиленной отдачи, условия холодного климата вызывают большую потерю тепла организмом и ставят задачу его сохранения для поддержания постоянной температуры тела. Поэтому в терморегуляции коренных жителей Севера процессы отдачи тепла (физическая терморегуляция) отходят на задний план, а *ведущую роль приобретают процессы образования тепла* (химическая терморегуляция). Холод вызывает усиление обмена веществ, связанное с увеличением затрат энергии на поддержание постоянного уровня температуры тела, необходимого для гомеотермного организма. Это выражается прежде всего в изменении основного обмена, уровень которого возрастает. Более подробно на изменениях основного обмена мы остановимся в дальнейшем.

Источниками дополнительного образования эндогенного тепла в организме являются следующие: 1. *Произвольные сокращения* скелетных мышц. Общеизвестно, что на холоде согреваются, подпрыгивая и похлопывая руками, и что, выполняя физическую работу, человек переносит мороз, который не выдержал бы, оставаясь неподвижным. 2. *Непроизвольные сокращения* мускулатуры в виде дрожания. 3. Усиление обменных процессов в мышцах и внутренних органах, так называемый *несократительный термогенез*.

Приспособление деятельности мускулатуры к холоду проявляется и в перестройке метаболизма мышечного сокращения. В результате увеличивается образование тепла при каждом сокращении (К. П. Иванов, 1972). Электромиографические исследования показали, что электрическая активность скелетных мышц при длительном действии холода вначале возрастает, а потом снижается, хотя образование тепла остается повышенным (Е. Селлерс, Дж. Скотт, Н. Томас, 1954). В этом, очевидно, проявляется переход от сократительного к несократительному термогенезу.

При мышечном дрожании происходит значительная внешняя механическая работа, и почти вся развиваемая при этом энергия переходит в тепло. Интенсивная холодная дрожь может увеличить частоту сердечных сокращений (рис. 40) и образование

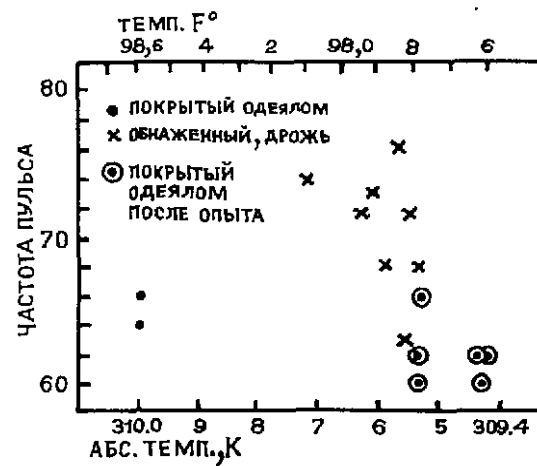


Рис. 40. Влияние вызванной холодом дрожи на частоту сердечных сокращений у человека (Дж. Баркрофт, 1937)

тепла в организме человека. Теплообразование возрастает в 2 - 3 раза, а на короткое время — в 4 — 5 раз больше, чем его образуется в покое на уровне основного обмена. Основные теплообразовательные процессы происходят главным образом в тонически работающей мускулатуре, поддерживающей позу, например в мышцах шеи или спины (А. Д. Слоним, 1971). Теплообразование в мышцах конечностей менее эффективно, так как через большую их поверхность выработанное тепло легко теряется. Определенное участие в образовании тепла принимает жевательная мускулатура. Эти мышцы включаются в термогенез при значительном охлаждении тела, и когда они начинают дрожать, у человека «зуб на зуб не попадает».

Наряду с мышцами важными источниками несократительного электрогенеза при действии холода становятся легкие и печень. При усиленном потреблении кислорода мышцами, продуцирующими тепло, возникающая периферическая гипоксия вызывает в ткани легких образование тепла за счет окислительных процессов, прямо использующих кислород альвеолярного воздуха, которые могут превышать основной обмен в 8—9 раз (Б. Бострем, В. Лохнер, 1955). Это дает основание считать легкие активным механизмом химической теплорегуляции (К. С. Тринчер, 1960). Усиление образования тепла в легких зависит от деятельности печени (О. Мертенс, Г. Рейн, 1945), где так же, как и в легких, окисляются продукты, главным образом жирового обмена (А. А. Покровский, 1974). Этим объясняют большое потребление жира жителями Севера, а также гипертрофию печени без признаков патологии, наблюдаемую у эскимосов (Ф. Мове, 1959), чукчей и ненцев (Г. М. Данишевский, 1968).

Наряду с усиленной деятельностью системы химической теплорегуляции, обеспечивающей выработку повышенного количества тепла, у коренных жителей зон холодного климата свертываются и ограничивают объем своей работы системы физической теплорегуляции, уменьшаются тем самым потери тепла. Такое уменьшение достигается многими средствами. Практически *сходит на нет отдача тепла потоотделением*. Имеются указания на то, что бездеятельность потовых желез приводит к их атрофии. *Ограничивается приток крови к коже*. Первая реакция кожи на холод — ее побледнение в результате сужения сосудов. При дальнейшем охлаждении, когда возникает угроза местного обморожения, сосуды резко расширяются, и увеличенный в десятки раз кровоток быстро согревает кожу, которая краснеет. Однако если охлаждение продолжается и потери тепла, выносимого кровью из глубоких частей организма, могут привести к нарушению жизненно важного постоянства температуры его внутренней среды, наступает вторичное сужение сосудов, главным образом артериол, а кровь, оставшаяся в капиллярах, принимает венозный характер. У человека, вышедшего на сильный мороз, щеки сначала бледнеют, потом на них появляется румянец. Если же румянец сменяется синюшностью, это означает, что организм исчерпал резервы тепла и прекращает

согревание.

Отдача тепла проведением с поверхности тела в окружающую среду зависит от разницы их температур. У коренных жителей Севера температура кожи ниже, чем у жителей средних широт, и намного ниже, чем у обитателей зон жаркого климата. Самую низкую температуру имеет кожа конечностей. Так как именно через них идет большой поток отдаваемого тепла, уменьшение температурного градиента между кожей конечностей и окружающей холодной средой снижает теплоотдачу. Приспособление конечностей к холоду проявляется и в том, что у эскимосов, например, руки, которые постоянно подвергаются холодным воздействиям, обеспечиваются более обильным кровоснабжением, чем другие части тела, за счет снижения реакции сосудосуживания (Ж. Леблан, 1962). Сохранению тепла в организме и уменьшению его потерь через кожу способствует своеобразный теплообменник, образованный близостью артерий и вен в конечностях. Тепло артериальной крови, переданное венам, возвращается в организм, а не выносится через кожные сосуды и кожу наружу.

Через легкие и верхние дыхательные пути также происходит отдача тепла. При этом теряется около десятой части общей теплопродукции в покое (С. Ингельстедт, 1956). Вдыхание холодного воздуха вызывает сокращение гладкой мускулатуры бронхов и ограничение воздуха, проходящего через легкие; в результате потери тепла при испарении с влажной поверхности дыхательных путей и при согревании выдыхаемого воздуха уменьшаются. Снижение объема легочной вентиляции компенсируется увеличением коэффициента использования кислорода из воздуха, проходящего через легкие (М. А. Якименко, К. Я. Ткаченко, К. П. Иванов и др., 1971).

Перестройка системы терморегуляции у человека, обитающего в условиях холодного климата, касается как нервных, так и гуморальных ее механизмов. Описанные выше реакции кровоснабжения и дыхания свидетельствуют об *изменении реактивности сосудодвигательного и дыхательного центров*, деятельность которых направляется сигналами от центра терморегуляции. В свою очередь терморегуляторный центр получает измененную информацию, в частности от холодных рецепторов кожи, которые у северян реагируют на холод не как на экстремальное событие, а как на постоянное, обычное явление. С этим обстоятельством, возможно, связано уменьшение у жителей Севера числа функционирующих холодных кожных рецепторов (В. А. Безбородов, Л. М. Курилова, В. А. Макарычев, 1969). Отсюда более высокая выносливость при холоде, которая позволяет обитателям холодных местностей легче его переносить. Так, по наблюдениям ученых, аборигены холодных районов Австралии могут спокойно спать без одежды при очень низкой температуре, даже приближающейся к нулю (Дж. Уайнер, 1980).

Чувствительность терморегуляции организма человека к понижению температуры окружающей среды оценивается по ее *критическому значению*. У северян критическое значение внешней температуры, при которой у обнаженного человека наступает компенсаторное усиление теплообразования, оказывается ниже, чем у жителей средних широт. Возможности терморегуляции ограничиваются, с одной стороны, максимально допустимым форсированием процессов обмена веществ, а с другой - пределом мобилизации средств, минимизирующих потери тепла организмом. Поэтому при длительном пребывании человека на сильном морозе с ветром терморегуляторный центр вначале организует защиту таких уязвимых для холода мест, как лицо и конечности, увеличивая их кровоснабжение, но когда резервы теплообразования подходят к концу, он прекращает их снабжение теплой кровью, обрекая на обморожение. Если холод продолжает действовать, а резервы образования тепла исчерпаны, то начинает снижаться температура глубоких частей тела и нарушение температурного гомеостаза приводит к расстройству жизненно важных функций организма.

*Расстройство деятельности нервной системы*, при понижении температуры тела проявляется прежде всего и развитии охранительного торможения высших отделов мозга. Сознание затуманивается, человек перестает ощущать холод и погружается в сон. Затем перестают работать центральные механизмы управления двигательной активностью и регуляции вегетативных процессов. Можно предположить, что все эти нарушения становятся необратимыми, когда выходят из строя центры терморегуляции. — организм прекращает борьбу с холодом и человек погибает. При какой степени охлаждения тела наступают необратимые нарушения терморегуляции, оказалось возможным судить по захваченным в конце войны архивам концентрационного лагеря Дахау, известного как лагерь смерти, в котором были

уничтожены десятки тысяч человек. Здесь фашистские изуверы ставили бесчеловечные эксперименты на людях, в том числе изучали действие холода на организм человека. Некоторые результаты зверских экспериментов на четырех заключенных, которые закончились их смертью, представлены на рис. 41. Охлаждение тела жертв путем погружения в холодную воду вызывало падение температуры поверхности (кожа) и глубины (прямая кишка) тела. При снижении температуры до  $25^{\circ}\text{C}$  на коже и  $30^{\circ}\text{C}$  в прямой кишке охлаждение было прекращено. Через некоторое время кожа стала согреваться, и ее температура поднялась. Однако ректальная температура продолжала падать, отражая развитие необратимого нарушения

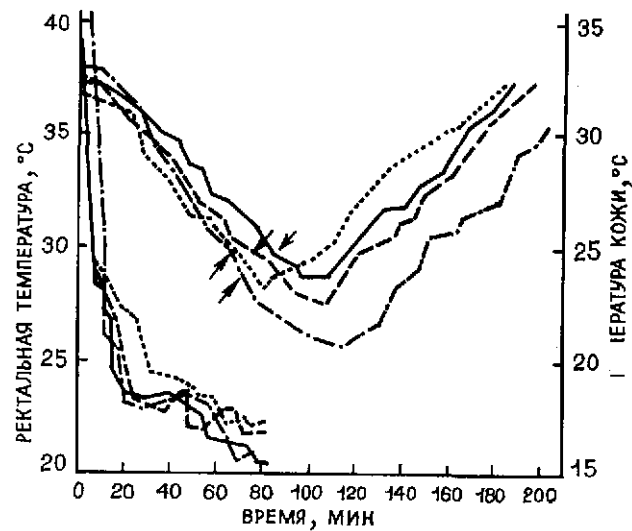


Рис. 41. Изменения ректальной и кожной температуры четырех заключенных концлагеря Дахау, погруженных в холодную воду ( $5^{\circ}\text{C}$ ) (Р. Александер, 1946). Стрелки указывают момент вынимания из воды

процессов терморегуляции, которые привели к смерти жертв этого изуверского эксперимента.

#### § 4. Обмен веществ и энергии, питание, пищеварение, кровообращение, дыхание

Экологические особенности жизни человека в холодном климате приспособили деятельность физиологических функций его организма к условиям окружающей среды.

У северян произошла перестройка обмена веществ, энергии, поскольку терморегуляция вызвала необходимость отвечать на холод усиленным образованием тепла. В многочисленных исследованиях отечественных и зарубежных авторов показано, что у коренных обитателей Севера *траты энергии основного обмена усилены* и происходят на более высоком уровне, нежели у жителей средних широт. Так, комплексная экспедиция Академии медицинских наук СССР и отдела полярной медицины Главсевморпути (1946—1950 гг.) установила, что у береговых чукчей основной обмен повышен на 8 — 15% по сравнению с принятой нормой. Исследования основного обмена у американских эскимосов показали, что он на 35 — 40% превышает норму для жителей умеренного климата (А. Браун, Г. Берд, Л. Баг и др., 1954). При этом потребление кислорода у испытуемых оказалось также выше на 35%. Повышенные значения величины основного обмена обнаружены у якутов и чукчей, живущих в районе бухты Провидения. У последних повышение достигало 15—20%.

Наряду с приведенными данными имеются наблюдения, где отмечены противоположные результаты. Так, основной обмен оставался в пределах нормы у аборигенов холодных районов Австралии (К. Хикс, Г. Мур, К. Элдридж, 1934) и у жителей Лапландии на севере Норвегии (К. Андерсен, И. Лойнинг, Дж. Нелмс и соавт., 1960). Возможно, здесь сыграли роль особенности образа жизни, например теплая меховая одежда. Отмечены и случаи отсутствия повышения основного обмена у зимовщиков полярных экспедиций (В. В. Борискин, 1973), по-видимому, в результате хорошего оборудования зимовки, которое защищает человека от влияющего на химическую терморегуляцию действия холода (И. И. Тихомиров, 1974).

Такие противоречивые результаты исследований изменений основного обмена под влиянием холодного климата, очевидно, объясняются различными условиями и сезонами наблюдений, разными сроками и степенью адаптации, этническими и индивидуальными особенностями испытуемых. Особое значение имеет *срок адаптации* к условиям жизни в холодной среде. Следует отметить, что резкое повышение основного обмена у прибывающих на Север происходит лишь в первое время, а затем его величина уменьшается и стабилизируется на постоянном уровне.

С учетом всех указанных обстоятельств можно считать доказанным повышение основного обмена у живущих в зонах холодного климата. Конечно, и разных районах нашей планеты у представителей различных этнических групп такое повышение может быть выражено и разной степени.

У коренных жителей Севера *основной обмен изменяется по сезонам полярного года*. Исследования эскимосов Канады (М. Браун, 1950) и Аляски (А. Бартоп, О. Эдхолм, 1957) свидетельствуют о его снижении в летние месяцы, что можно объяснить потеплением и меньшей потребностью в теплообразовании. Вместе с тем у обитателей некоторых северных районов, которые в условиях полярной ночи большую часть времени спят, наблюдалось снижение основного обмена зимой (О. Уилсон, 1965).

Усиленное образование тепла в условиях холода у аборигенов Севера происходит главным образом путем *окисления жиров*, имеющих высокую калорийную ценность по сравнению с углеводами и низкое специфически динамическое действие на обмен по сравнению с белками (К. С. Тринчер, 1960). Выше уже отмечалось значение жира, который откладывается в подкожной клетчатке для теплоизоляции, уменьшающей потери тепла. В то время как жители умеренного климата в качестве активного энергетического материала используют углеводы, северяне употребляют жир, что, по-видимому, определяется условиями холодного климата, требующего усиленного теплообразования и ограничения теплоотдачи, а также особенностями питания. Жировой обмен у коренных жителей Севера приобрел ряд особенностей, некоторые из них отражены в табл. 10.

Как видно из табл. 10, у коренных северян кровь содержит гораздо больше общих липидов, фосфолипидов и свободных жирных

кислот, характеризующих высокий уровень липидного обмена. Меньшее содержание липопротеидов низкой и очень низкой плотности, в виде которых переносится эндогенный жир, указывает на то, что организм использует в основном не собственный, а экзогенный жир, содержащийся в обычной для северян пище. Высокое содержание в пище непредельных жирных кислот облегчает окисление липидов, что связано с относительно малым количеством холестерина в крови. Видимо, такая особенность жирового обмена у коренных жителей обусловила неоднократно отмечавшиеся при их обследовании факты отсутствия или слабой выраженности явлений атеросклероза, а также редкость ишемической болезни сердца и инфарктов миокарда.

Таблица 10

**Биохимические показатели крови,  
характеризующие жировой обмен (Л. Е. Панин. 1980)**

Контингент обследованных	Общие липиды, мг%	Свободные жирные кислоты, экв/л	Холестерин, мг%	Фосфолипиды, мг%	Липопротеиды низкой и очень низкой плотности, мг%	17 оксикортикостероиды, мг%
Аборигены Севера нганасаны	428	322	120	181	397	21
Жители Новосибирска	374	245	140	131	469	20

Лицам, приезжающим для работы на Север, повышенную потребность в жирах следует компенсировать экзогенными липидами с высоким содержанием непредельных жирных кислот. Исследования биохимических механизмов выработки энергии для физической работы и холодовой адаптации показали, что при этом происходит переключение энергетического обмена с углеводного на жировой (Л. Е. Панин, 1980).

Стабильность уровня *кортикостероидных гормонов* в крови свидетельствует о том, что такое состояние метаболизма жиров является для аборигенов Севера нормой. Однако когда они попадают в условия умеренного климата, например при переезде гренландских эскимосов в Данию, то в связи с переходом на менее жирную пищу начинается использование эндогенных жиров, возникает реакция кортикостероидных гормонов, повышается содержание в крови липопротеидов низкой и очень низкой плотности, а также холестерина, и создаются условия для развития атеросклеротической патологии.

В своеобразных геомагнитных и радиационных условиях Севера особое значение приобретает вопрос о свободнорадикальных процессах, в частности перекисном окислении липидов. Их накопление, влияя на мембраны митохондрий, лизосом, макросом и других структур клеток, нарушает деятельность ферментов, ход важных метаболических превращений и может вызвать явления мышечной дистонии, гемолиза эритроцитов и др. (А. Таппель, 1962). По-видимому, как приспособление к этим условиям в организме аборигенов Севера вырабатывается мощная система *антиоксидантов*. Так, исследование антиокислительной активности липидов крови у населения разных районов Сибири показало, что самой высокой она была у коренных жителей Якутии (133 ч/г·мл), вдвое меньше у жителей Новосибирска (63 ч/г·мл), а у практически здоровых людей, приехавших в поселок Диксон имела нулевое значение (В. П. Казначеев, В. В.

Ляхович, В. Ю. Куликов, 1980). Важную роль в деятельности антиоксидантной системы играют витамины, особенно Е и, возможно, А, содержание которых в крови аборигенов намного превышает таковое у приезжих (табл. 11).

Таблица 11

**Содержание некоторых витаминов в составе крови населения Севера (В. П. Казначеев, В. В. Ляхович, В. Ю. Куликов, 1980)**

Группа обследованных	Витамин Е, мг%	Витамин А, мкг%	Каротин, мкг%,
Коренные жители	0,75	71,5	33,6
Приезжие	0,59	37,4	78,5

Менее детально, чем жировой обмен, исследовался у аборигенов Севера *обмен белков и углеводов*. Особенностью последнего является, в частности, высокое содержание в крови молочной кислоты, что, видимо, связано не с использованием углеводов как энергетического материала, а с низкой активностью ферментов гликолиза, зависящей от дефицита водорастворимых витаминов, и том числе В<sub>1</sub> (Л. Е. Папин, 1980). Поскольку гибкость белковых молекул возрастает при понижении температуры, было высказано предположение, что одним из механизмов достижения высокой работоспособности в условиях холода может быть повышение конформационной лабильности белков (В. Я. Александров, 1975).

С активной ролью *аскорбиновой кислоты* в приспособлении обмена веществ к условиям холодного климата связано относительно высокое содержание витамина С в крови коренного населения Крайнего Севера (В. С. Лукьянов, И. Н. Пушкина, 1961). Его большой расход зимой может привести к весеннему гиповитаминозу (Г. М. Данишевский, 1968}. Отсутствие ультрафиолетовой радиации в течение полярной ночи создаст у северян дефицит витамина Д, чем, по-видимому, объясняется большое число заболеваний рахитом именно зимой (Г. М. Данишевский, 1968).

Особенности функционирования эндокринной системы в холодном климате проявляются главным образом в отношении регуляции энергетических процессов. Так, по показателям связанного с белком йода у эскимосов отмечалась *повышенная функция щитовидной железы*, тироксин которой, как известно, повышает основной обмен (Г. Готтшальк, Д. Риггс, 1952). Однако в наблюдениях с применением изотопа <sup>131</sup>I не было найдено существенных различий в активности щитовидной железы у аборигенов Аляски и приезжих из Европы.

В организации приспособления обмена веществ и энергии к условиям жизни в холоде, в том числе регуляции жирового обмена, играющего особую роль в теплообразовании, принимают участие *гормоны надпочечников и гипофиза* (М. П. Мошкин, Ю. П. Шорин, 1980). На деятельность эндокринной системы жителей Заполярья влияют многие геофизические факторы, особенно изменения магнитного поля Земли, вызывающие заметные гормональные сдвиги через 1-2 суток после повышения магнитной активности (Н. П. Неверова, 1973).

*Питание* коренного населения районов холодного климата отражает, с одной стороны, экологически определенные возможности использования местных пищевых продуктов, главным образом животного происхождения, а с другой — потребность в высококалорийной пище. В результате сложился традиционный характер питания северных народов с преобладанием жирной мясной пищи. Исследователи отмечали, что эскимосы, занимающиеся охотой на морского зверя и оленеводством, могли съесть до 8 кг жира и мяса в день (Г. Синклер, 1953). С такой пищей они получали полноценные белки, большое количество жирорастворимых витаминов и аскорбиновой кислоты, которой богато мясо северного оленя, питающегося ягелем, содержащим много витамина С. Потребность в жирной пище сохранилась и



после того, как жители Севера стали снабжаться привозными продуктами, обычными для средних широт. Так, советские тундровые; чукчи, получающие хлеб, масло, сахар и разнообразные консервы, продолжали ежедневно потреблять до 1 кг жирного оленьего мяса.

С давних времен, когда удача или неудача охоты определяли наличие пищи, у многих северных народов осталась тенденции к нерегулярному питанию. Американские эскимосы, например, потребляли изо дня в день разное количество жира, мяса и хлеба (рис. 42). При этом в дни «мясного изобилия» количество съеденного жира уменьшалось. Характерно, что изменения калорийности суточного рациона в основном коррелировали с количеством съедаемого жира, что лишний раз подтверждает его особое значение в приспособлении обмена веществ и энергии к условиям холодного климата.

Рацион питания во многом зависит от образа жизни и пищи их ресурсов. Изучение количественного и качественного состава еды группы эскимосов, охотников на морским зверем, показало, что колебания потребления моржового мяса составили в сутки от 150 до 650 г, жира — от 35 до 245 г, хлеба — от 0 до 430 г, а и группе эскимосов, питающихся свежей олениной, потреблялось мяса от 570 до 1110 г, жира — от 0 до 173 г и хлеба — от 140 до 200 г. В мерной грум по суточный рацион имел калорийность к среднему 2500 ккал, в том числе за счет жира — 1000 ккал, во второй — 3250 ккал, и;1 них за счет жира — 2700 ккал (М. Браун, 1950). Современный житель сонорных районов Сибири ежедневно потребляет в среднем 124 г белка, 206 г жира и 245 г углеводов, что дает около 3500 ккал, которые идут на покрытие повышенных трат энергии.

*Пищеварение* аборигенов Севера отражает особенности их питания. Казалось бы, большое количество жира и мяса в пище создает противоречивое влияние стимуляции желудочного сокоотделения продуктами расщепления белков и его торможения жиром. Однако полноценное усвоение пищи свидетельствует о хорошем приспособлении секреторной и моторной деятельности желудочно-кишечного тракта к этим условиям.

*Кровообращение* у обитателей холодного климата имеет особенности, определяемые задачами терморегуляции,— физической, требующей уменьшения отдачи тепла через сосудистые сплетения кожи, и химической, использующей теплотворную способность жиров, снижающей уровень холестерина и возможность атеросклеротических отложений в сосудах. Последнее обстоятельство обуславливает *низкий уровень кровяного давления*, сохраняющийся и в пожилом возрасте. Наличие низкого по сравнению с жителями умеренных широт артериального давления отмечали у эскимосов Аляски И. Манн (1962), у чукчей и советских эскимосов — И. С. Кандрор (1968), у финских лопарей — А. Эрикссон (1971), у канадских индейцев — Г. Шефер

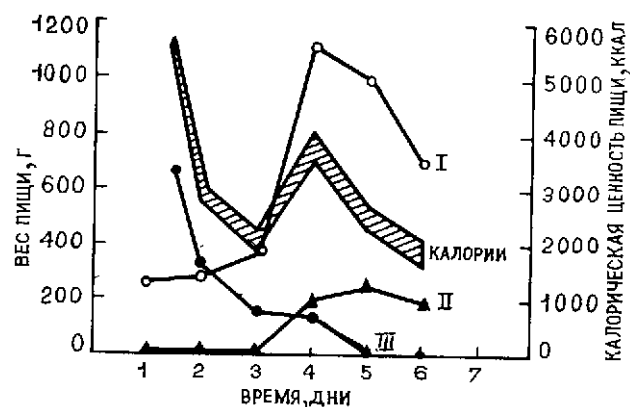


Рис. 42. Суточный рацион эскимоса на протяжении недели (А. Бартон, О. Эдхолм, 1957): I — нежирное мясо; II — хлеб; III — жир

(1971) - У эскимосов Лабрадора и Гренландии и возрасте 50 — 60 лет максимальное давление в среднем равнялось 129 мм рт. ст., а минимальное — 76 мм, и возрасте же старше 60 лет максимальное не превышало 140 мм рт. ст. Обследование аборигенов Таймыра, где живут долганы, нганасаны и эвенки, показало, что у них до 40-летнего возраста максимальное артериальное давление составляло в среднем 116 мм рт. ст., минимальное — 60 мм, а в более старшем возрасте соответственно 122 и 60 мм рт. ст. Все упомянутые ученые отмечали, что артериальная гипертония на Севере встречается очень редко. Эта особенность, хотя и в меньшей степени, сохраняется при переходе к другому образу жизни. Так, при исследовании жителей Кольского полуострова гипертония была обнаружена у 13,2% русского населения и только у 7% потомков местной народности саами (К. И. Меньшиков, 1965). Медицинские наблюдения за такими аборигенами Сибири, как эвенки и тофлары, за 5 лет не выявили ни одного случая инфаркта миокарда (К. Р. Седов, 1970).

Для коренных жителей Севера характерны *умеренная частота сердечных сокращений*, более выраженная у мужчин, и замедление пульса с1, возрастом. Выявленные при электрокардиографическом исследовании случаи патологических изменений миокарда были вторичными после инфекционных заболеваний; минутная отдача сердца соответствовала принятым нормам и закономерно уменьшилась с возрастом. Все это свидетельствует о хорошем функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы (В. И. Турчинский, Н. П. Неверова, П. И. Шургал, 1980).

## § 5. Акклиматизация прибывающих на Север

Как уже отмечалось, вопросы акклиматизации человека в условиях холодного климата приобретают чрезвычайно важное значение в связи с массовой миграцией населения для разработки богатств осваиваемых районов севера Сибири, навигацией по Северному морскому пути, работой на полярных станциях Арктики и Антарктики. Север предъявляет к организму человека жесткие требования, с которыми он не всегда справляется, что приводит к специфической заболеваемости и текучести населения. Поэтому изучение приспособительных перестроек физиологических функций становится основой мероприятий, направленных на обеспечение здоровья и работоспособности человека в необычных для него условиях.

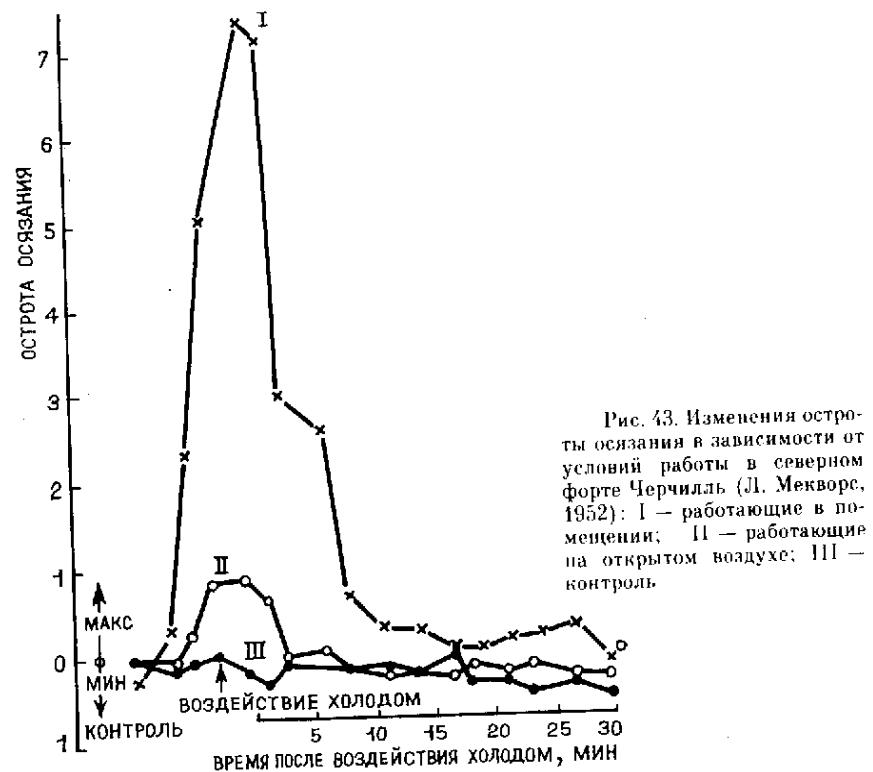
*Терморегуляция* при переходе от умеренного к холодному климату перестраивается, обеспечивая поддержание постоянства температуры тела в новых условиях. Механизмы химической и физической регуляции происходящего при этом теплообмена подробно рассмотрены выше. Ведущим в акклиматизационных приспособлениях организма является *повышение основного обмена*. В отличие от стабильно повышенного уровня трат энергии основного обмена у аборигенов Севера, у приезжих он колеблется, зависит от сроков и условий акклиматизации и от индивидуально различных реакций на холод. Наблюдения за динамикой основного обмена у испытуемых, приехавших в Арктику, показали, что за первые 3 недели основной обмен у них вырос, достигая у некоторых более 140% от исходного, а затем он начал снижаться, принимая у отдельных лиц значения ниже исходных (Ж. Мармет, Е. Гранджан, 1955). В других случаях повышение основного обмена у прибывших в Арктику регистрировалось в течение года (И. С. Кандрор, 1961).

Многолетние наблюдения за приезжими показали, что основной обмен заметно возрастал через 3 — 4 месяца, через 2 года устанавливался на уровне 15--30% выше исходного, в последующие же годы несколько снижался и оставался повышенным на 10—15%. Вместе с тем у многих приезжих отмечалось не только отсутствие его повышения, но даже снижение (А. Д. Слоним, 1971). Результаты, полученные при обследовании зимовщиков полярных экспедиций, дали повод ставить под сомнение усиление основного обмена в условиях Севера (В. В. Борискин, 1973). Однако большинство ученых подтверждают наличие такого повышения, особенно резко выраженного и первое время. Его отсутствие объясняется тем, что испытуемые не подвергались<sup>TM</sup> сильному действию холода, вызывающему реакцию химической терморегуляции. По мере акклиматизации уменьшается сезонная изменчивость основного обмена. Если в первый год пребывания на Севере разница его значений весной и осенью составляла 4,4%, то на третий год она снизилась до 1,8% (М. М. Канторович, 1975).

Перестраиваются и механизмы *физической терморегуляции*, обеспечивая сокращение отдачи тепла. Так, уже после трех месяцев пребывания на Севере сосуды кожи реагируют на охлаждение, более сильным сужением, понижая ее температуру до 29,9° С вместо прежних 32,3° С. (П. П. Неверова, Т. И. Андропова, 1969). Одновременно возрастает подвижность реакций расширения сосудов. Так, у проживших в Арктике год кожа согревается после пробного охлаждения вдвое быстрее (И. С. Кандрор, 1968). Большое значение для регулирования отдачи тепла через кожу и ее температуры имеет тренировка реакций кожных сосудов, поэтому у приезжих, работающих на открытом воздухе, кожа сопротивлялась холоду лучше, чем у находящихся большую часть времени в помещениях. Проба с погружением пальца в холодную воду показала, что у первых его температура снижалась в меньшей степени. Поскольку чувствительность кожной рецепции зависит не только от состояния соответствующих нервных центров, но и от состояния кожи, она может дать косвенные суждения о кожной температуре. У работающих в помещении холод вызвал глубокое онемение пальцев, в то время как у находящихся на открытом воздухе изменения были незначительными (рис. 43).

*Обмен веществ и энергии* при акклиматизации перестраивает свою энергетическую базу в сторону вес большего использования жиров, имеющих в условиях холодного климата ряд преимуществ перед углеводами. Обследование группы практически здоровых людей, прибывших в Норильск из Новосибирска, выявило возрастание содержания в крови свободных жирных кислот уже и первую неделю на 40%, а холестерина через две недели на 60% (Ю. П. Гичев, И. В. Поляков, В. И. Хаснулин и др., 1975). В процессе акклиматизации липидный обмен возрастает, а углеводный снижается (В. П. Казначеев, Л. Е. Панин, Л. А. Коваленко, 1976). В табл. 12 отражены изменения основных компонентов липидного обмена приезжих в зависимости от сроков пребывания на Севере и сезонов года.

Из данных табл. 12 видно, что по показателям содержания в крови общих липидов и свободных жирных кислот обмен приезжих сдвинулся в сторону большего использования жиров, характерного для условий жизни на Севере. Однако возраст и содержание липопротеидов низкой и очень низкой плотности, что указывает на использование эндогенного жира в отличие от обмена аборигенов, использующих преимущественно легкоокисляемый экзогенный жир пищи. С превращением эндогенного жира связано увеличение содержания холестерина в крови, создающее условия, благоприятствующие развитию атеросклеротических изменений, которые прежде всего отражаются на функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы. Возможно, что это служит одной из причин распространения среди приезжей части населения Севера артериальной гипертонии и ишемии миокарда. Отсюда задача исключительной практической важности — поиск средств ускорения перестройки обмена веществ от нерационального использования депонированных в организме жиров к непосредственному окислению пищевых, достигнутой коронными жителями Севера в процессе многовековой приспособительной эволюции.



В табл. 12 также отражены сезонные изменения *жирового обмена*. В соответствии с потребностями расхода энергии на теплообразование содержание общих липидов и свободных жирных кислот повышается в период холодной полярной ночи и уменьшается во время полярного дня. Обратные отношения сезонных изменений содержания липопротеидов низкой и очень низкой плотности, а также практически постоянный уровень холестерина в крови связаны с особенностями метаболизма эндогенного жира.

Как уже отмечалось, геомагнитные и радиационные явления в Заполярье создают условия для свободнорадикальных процессов, в частности *перекисного окисления липидов*, изменяющего их энергетический метаболизм и свойства клеточных мембран, в структуру которых они входят.

Таблица 12

**Показатели липидного обмена в крови людей  
в разные сроки их пребывания на Севере (Л. Е. Панин, 1980)**

Компонент	Срок проживания в Норильске, мес.				Жители Новосибирска
	1-2	6	12	24	
Общие липиды, мг%	701/379	699/495	559/400	652/511	372/476
Свободные жирные	519/292	544/201	503/326	458/302	245/283

кислоты, экв/л					
Липопротеиды низкой и очень низкой плотности, мг%	471/518	486/450	490/525	493/560	479/483

Примечание. В числителе — в период полярной ночи, в знаменателе — в период полярного дня.

Это существенно влияет на процессы акклиматизации и, возможно, является одной из причин патологических состояний, например, обмена и сердечно-сосудистой системы, и комплекса явлений, составляющих *«синдром полярного напряжения»* (В. П. Казначеев, 1975). Вначале у прибывших на Север резко возрастает уровень свободнорадикального состояния перекисленных липидов, затем мобилизуемые организмом антиокислители, к которым принадлежат витамины Е, С и фосфолипиды, начинают подавлять процессы перекисного окисления (рис. 44). Однако при этом содержание холестерина, также относящегося к антиоксидантам, резко возрастает.

В отличие от обмена жиров, возрастающего по мере акклиматизации приезжих, *углеводный обмен* у них в среднем даже несколько угнетается, особенно в зимний период (табл. 13). Углеводы в качестве источника энергии теплообразования отходят на задний план. Напротив, полярный день, создающий условия, более близкие к тем, в которых ранее находились приезжие, вызывал определенное повышение уровня углеводного обмена. Переломным в динамике изменения его показателей был шестимесячный срок пребывания на Севере. Высокое содержание в крови молочной кислоты указывает на затруднение процессов гликолиза, наблюдавшееся и у аборигенов как результат низкой активности гликолитических ферментов, обусловленной недостатком витамина В<sub>1</sub>.

У приезжающих на Север отмечаются некоторые изменения *белкового обмена*. Возрастает содержание в крови глобулинов (Т. И. Андропова, 1969), что может быть следствием повышенной активности системы иммунитета. В то же время содержание альбуминов снижается, поскольку они, как менее ценные белки, в случае необходимости частично используются в качестве дополнительного энергетического материала (Л. Е. Панин, 1980).

Рис. 44. Особенности окисления липидов в процессе адаптации к условиям Севера (Ю. П. Гичев, 1980): ПОЛ — перекисное окисление липидов,  $E=233$  нм; АОА — антиокислительная активность, ч-мл/г; Ф — фосфолипиды; X — холестерин, мг%

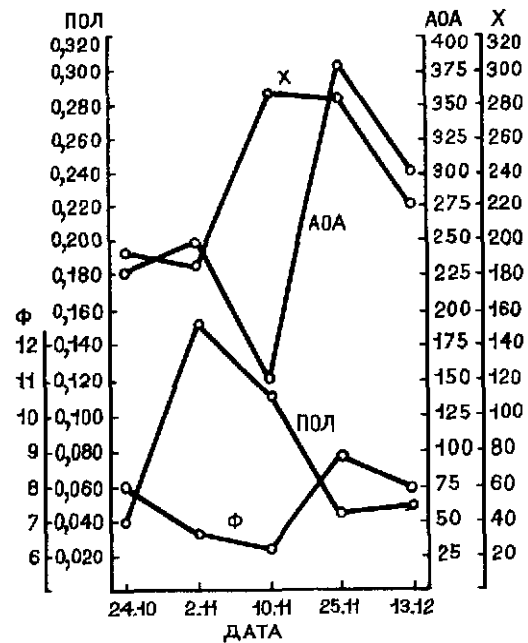


Таблица 13

**Показатели углеводного обмена в крови людей и разные сроки их пребывания на Севере (Л. Е. Панин, 1980)**

Показатель, мг%	Срок проживания в Норильске, мес.				Жители Новосибирска
	1-2	6	12	24	
Сахар	82/128	65/105	73/111	91/127	92/92
Пировиноградная кислота	0,6/1,5	0,7/1,8	0,7/1,4	0,8/2,1	0,9/1,0
Молочная	14,0/18,4	13,7/15,7	13,7/17,3	15,2/16,8	12,5/13,0

Примечание. В числителе — в период полярной ночи, в знаменателе — в период полярного дня.

Имеются указания на уменьшение *активности ферментов*, особенно окислительных, и содержания в крови водорастворимых витаминов, в частности аскорбиновой кислоты, наблюдающееся в начале акклиматизации. Во время полярной ночи их количество в крови несколько увеличивается. Исследование микроэлементов крови обнаружило у приезжих пониженное содержание цинка, магния, натрия; железо и калий оставались в пределах нормы, а содержание меди было повышенным. Возможность с помощью разнообразных микроэлементов повысить эффективность лечения гиповитаминозов обуславливает необходимость их всестороннего изучения (Л. Е. Панин, 1980).

*Питание* людей, прибывающих в районы холодного климата, отражает особенности формирующегося при усиленном теплообразовании липидного обмена. Многие исследователи отмечают, что, оказавшись в Арктике, человек начинает испытывать влечение к жирной

пище. Описаны случаи, когда ранее вызывавшие отвращение богатые жиром блюда поедались с удовольствием (Ж. Фразье, 1045). При этом может развиваться своеобразное состояние «жирового голода» (Г. Митчел, Н. Гликман, К. Лимберт и др., 1946). Удовлетворение данной потребности и увеличение калорийности съедаемой пищи придают рациону питания приезжих некоторые свойства рациона северян, выработанные многовековым опытом.

*Пищеварение* у прибывающих на Север протекает в неблагоприятных условиях холода, измененного рациона питания, влияния длительных периодов полярных ночи и дня, а возможно, и состава питьевой воды. Обследование 500 практически здоровых молодых мужчин, приехавших в Амдерму, показало нарастающее угнетение перистальтики желудка, особенно выраженное во время полярной ночи (Л. Н. Котолевская, 1970). Секретция желудочного сока имела у них и у жителей Мурманска, как постоянных, так и временных, резко выраженный сезонный характер. Кислотность сока и его переваривающая сила во время полярной ночи уменьшались более чем вдвое. Видимо, с этим связана отмечаемая у жителей холодной зоны высокая заболеваемость гастритами с пониженной кислотностью желудочного сока. Таким образом, процессы пищеварения претерпевают на Севере существенные изменения, которые следует учитывать при разработке режимов питания.

*Кровообращение* при акклиматизации в холодных районах одним из первых реагирует на новые условия среды. Частота сердечных сокращений и пределах первого года увеличивается, после чего пульс замедляется (И. С. Кандор, 1968). Систематическое обследование группы молодых мужчин, приехавших в Заполярье, показало, что в первые недели пульс равнялся в среднем 66 ударам в минуту, через 6 месяцев — 55, через год — только 50 ударам в минуту. Соответственно уменьшилась реакция пульса на физическую нагрузку приседанием — 108,95 и 91 удар в минуту (М. И. Мочалова, 1969). Однако у разных групп зимовщиков Антарктиды наблюдалось увеличение (Н. Р. Деряпа, 1965) или отсутствие существенных изменений частоты сердечных сокращений (В. В. Борискин, 1973) в течение года. Сведения о сезонных изменениях частоты сокращений сердца противоречивы. Одни авторы наблюдали во время полярной ночи их замедление (Н. В. Палеев, 1961; Т. Уилсон, 1965), а другие (М. М. Канторович, 1958; И. С. Кандор, 1968) — учащение.

Большинство исследователей отмечают у приезжих *повышение артериального кровяного давления*, нарастающего по мере увеличения срока жизни в условиях Севера (А. Д. Слоним, Р. П. Ольнянская, С. О. Руттенбург, 1949; В. П. Казначеев, 1980). По-видимому, с этим связан средний высокий уровень артериального давления у современного состава жителей Якутии (И. Р. Петров, 1972). Противоречия в вопросе о сезонных изменениях артериального давления были разрешены в наблюдениях за одними и теми же испытуемыми в разные сезоны. Оказалось, что во время полярной ночи происходит повышение минимального давления и сравнительно мало меняется максимальное. Данные табл. 14 отражают результаты наблюдений за большой группой испытуемых (685 молодых мужчин), имеющих разный стаж пребывания на Крайнем Севере (Норильск), в которых прослеживается закономерная зависимость возрастания артериального давления по мере пребывания в условиях холода. Эта тенденция сохраняется и у их потомков, во всяком случае у первого поколения. Очевидно, в эти сроки не может произойти такая перестройка регуляции сердца и сосудов, которая обусловила нормотонию аборигенов.

Таблица 14

**Динамика показателей артериального давления в зависимости от срока пребывания на Севере (В. И. Турчинский, Н. П. Неверова, Ш. И. Шургая, 1980)**

Длительность проживания на Крайнем Севере	Величина артериального давления, мм рт. ст.		
	Максимальное	Минимальное	Среднее динамическое

1—6 мес	120,9	70,9	88,4
7-13 »	121,7	72,9	89,2
17-30 »	123,4	74,4	90,8
3 - 6 лет	124,6	76,5	93,9
10 лет и более	128,1	82,3	99,7
Первое поколение «северян»	131,1	85,0	100,8
Аборигены (нганасаны)	123,5	71,3	89,1

По мере увеличения срока жизни на Севере возрастает периферическое сопротивление сосудов, а также скорость кровотока. Так, у людей, приехавших в Мурманск и Амдерму, через 14-28 месяцев время круговорота крови уменьшилось с 17,5-14,6 с до 13,9-13,4 с (М. И. Мочалова, 1972). У жителей Архангельска скорость кровотока оказалась вдвое большей, чем у жителей Ленинграда (Н. П. Неверова, 1972). Однако минутная отдача сердца у новоселов Севера снижается. Например, за три месяца пребывания в Амдерме минутная отдача уменьшилась с 4700 до 3800 мл, через 6 месяцев возросла до 4200 мл, но не достигла исходного уровня. Снижение минутной отдачи отмечалось и по время полярной ночи (Н. П. Неверова, 1970). Сезонные изменения обнаруживают также сосудистые реакции, в частности, сужение сосудов кожи на холод было более выражено осенью (М. М. Канторович, 1975).

Большинство жалоб приезжающих связано с состоянием системы кровообращения. К ним относится сердцебиение и боли в области сердца, одышка и слабость, особенно проявляющиеся в первые месяцы после приезда. Во время полярной ночи и в дни с плохой погодой неблагоприятные симптомы усиливаются (Н. Р. Деряпа, 1976). После, уменьшения в первые годы акклиматизации эти жалобы вновь нарастают и проявляются у потомства приезжих (В. И. Турчинский, 1976). Такая неадекватность изменений состояния сердечно-сосудистой системы по сравнению с ее состоянием у аборигенов Севера при естественной акклиматизации и существенная роль сердечно-сосудистых нарушений в краевой патологии вызывают необходимость глубокого изучения ее причин и средств нормализации.

*Кровь* прибывших и районы холодного климата исследовалась главным образом в отношении содержания эритроцитов и их функций. Число эритроцитов и количество гемоглобина зависело от питания и состояния здоровья, высоты обитания, времени года. Так, однообразие пищевых продуктов и распространение гель-минтозов, по-видимому, обусловили уменьшение числа эритроцитов и количества гемоглобина, обнаруженное у жителей севера Норвегии (В. Борхардт, 1927). Отмечено в среднем понижение числа эритроцитов и количества гемоглобина у зимовщиков полярных станций и жителей равнин Арктики (И. С. Кандрор, 1968; В. В. Борискин, 1973) и их повышение у зимовщиков в условиях высокогорья Центральной Антарктиды (В. Ф. Гаршенин, 1969). Вместе с тем наблюдения за экипажем антарктической китобойной флотилии «Советская Украина» показали увеличение эритроцитов (до рейса — 4,4 млн/мм<sup>3</sup>, в Антарктиде — 5,2, после возвращения — 4,7 млн/мм<sup>3</sup>), но уменьшение количества гемоглобина с 15 до 14,4 г% в Антарктиде (Ф. Н. Денисюк, 1966). Имеются сведения, хотя и противоречивые, о сезонных изменениях показателей красной крови. С ними связано повышение кислородной емкости крови, протекающее по-разному у жителей различных районов Заполярья. В крови обитателей Севера вновь появляется форма гемоглобулина, обычно отсутствующая у взрослых, которая обеспечивает у плода высокое сродство к кислороду. Содержание такого фетального гемоглобина у жителей Магадана в 4 раза больше, чем у населения Московской области (А. П. Авцын, Н. Д. Володин, А. А. Жаворонков, 1974). Снижение содержания протромбина и замедление свертывания крови наблюдались у зимующих в Арктике (В. А. Попов, 1965) и Антарктике (Р. К. Калуженко, 1972).

*Дыхание* под влиянием климатических условий Севера резко изменяется. Приезжие первое время часто страдают от явлений затрудненного, частого судорожного дыхания с уменьшением экскурсии грудной клетки, резко усиливающихся даже при небольших физических напряжениях, которые получили название «полярной одышки» (К. Линдгард, 1910). Основные причины ее возникновения -



спазм бронхов и торможение вдоха при попадании в легкие морозного воздуха, ограничение переноса кислорода кровью ввиду уменьшения числа эритроцитов и количества гемоглобина при увеличении потребности в нем в результате возрастания трат энергии на теплообразование, а также изменения активности окислительных ферментов и недостаток витаминов группы В. Столь острое состояние обычно продолжается в течение трех месяцев со дня приезда и сопровождается уменьшением жизненной емкости легких (Н. П. Неверова, Т. И. Андропова, М. И. Молчанова. 1972). После сглаживания острых явлений полярной одышки затруднение дыхания продолжается. Исследования, показали, что при физической нагрузке оно вызвало жалобы у 42% жителей Амдермы, прибывших 3 месяца назад, у 55% находившихся здесь 6 месяцев и у 70% проживающих 2 года и более (А. С. Кононов. 1970). У жителей Мурманска явления затрудненного дыхания при физической нагрузке были выражены гораздо слабее. Жалобы были зарегистрированы у 4,2% приезжих, у 10,3% проживших 8 месяцев, а у находившихся там 16 месяцев количество жалоб снизилось до 6,3%. В зимнее время полярная одышка усиливается и дыхательная функция ухудшается вплоть до нарушения ритма дыхания (Г. М. Данишевский, 1980).

Детальное изучение изменений внешнего дыхания в процессе акклиматизации новоселов Амдермы и Мурманска (Н. П. Неверова, З. И. Барбашова, А. С. Кононов, 1980) позволило установить определенные закономерности динамики его показателей. Так, частота дыхания уменьшилась у приехавших в Мурманск за 16 месяцев пребывания в нем с 16,04 до 14,1 вдохов в минуту. Жизненная емкость легких вначале снижалась, но потом восстанавливалась: за 3 месяца пребывания в Амдерме она уменьшилась с 4003 до 3821 мл, а еще через 3 месяца почти вернулась к исходной величине. Возрастала абсолютная величина дыхательного объема, его доли в общей жизненной емкости легких увеличилась у новоселов Мурманска за 8 месяцев с 9,7 до 12,1%. Отмечался прогрессивный рост минутного объема дыхания. Если при первом определении он составлял 6,6 л, то через 3 месяца — 7,4, через 6 месяцев — 8,0, у проживающих в Амдерме 2 года - 9,0, у проживающих 3 года — 8,6 л. Менее значительными были изменения минутного объема дыхания у приехавших в Мурманск.

В соответствии с такой динамикой легочной вентиляции изменялся и газообмен в легких. Например, минутный объем поглощения кислорода у новоселов Амдермы за 6 месяцев проживания увеличился с 237 до 262 мл, через 24 месяца — до 293 мл, а через 30 месяцев был равен 274 мл. Все показатели были подвержены сезонным изменениям. Таким образом, несмотря на явления полярной одышки, затруднения дыхания и временного уменьшения жизненной емкости легких, дыхание, приспособившись к условиям Севера и форсируя спой минутный объем за счет дополнительного, обеспечивает повышенное поступление кислорода, требуемое высоким уровнем трат энергии для жизни в холодном климате,.

Процессы адаптации организмов зимовщиков на антарктических станциях исследовались экспедицией отдела экологической физиологии Научно-исследовательского института экспериментальной медицины АМН СССР. Наряду с динамикой вегетативных функций, характерной для их приспособления к условиям Севера, выявились некоторые особенности влияния утих условий на поведение и состояние нервной системы зимовщиков. Хотя острота зрения снизилась, уменьшился и разностный температурный порог. За время зимовки у сотрудников антарктических станций отмечался сдвиг психоневротического статуса в сторону возрастания нейротизма и отрицательных показателей экстраверсии (рис. 45). Строгое соблюдение распорядка дня сыграло роль внешнего синхронизирующего фактора, и зимовщики как в течение полярного дня, так и в течение полярной ночи спали в среднем около 8 часов в определенное время суток.

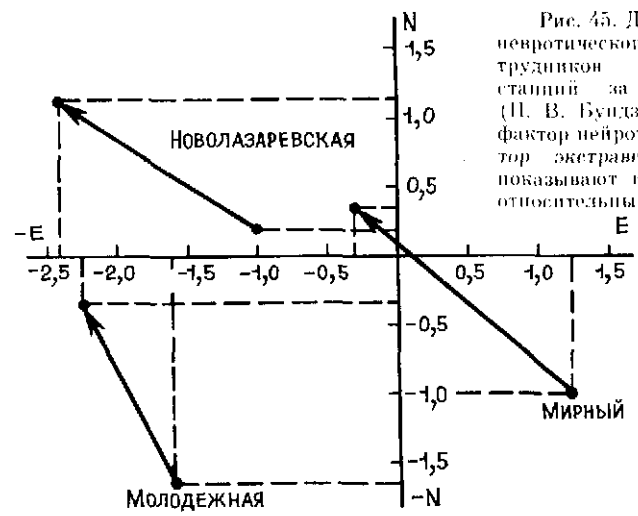


Рис. 45. Динамика психоневротического статуса сотрудников антарктических станций за год зимовки (П. В. Бундзен, 1972): N - фактор нейротизма, E - фактор экстраверсии. Стрелки показывают их изменения в относительных единицах



С давних времен человек осваивал горные местности. Горы служили для него источником полезных ископаемых, надежным убежищем от нашествий врагов. Несмотря на своеобразие условий, человек научился выращивать там полезные растения и пасти скот. Сегодня функции гор чрезвычайно многолики: они служат базой горнорудной промышленности, в горах располагаются многолюдные курорты, по их склонам проходят живописные туристские маршруты, на горные вершины поднимаются альпинисты. Население горных районов весьма многочисленно — только в Советском Союзе в них живет около 10 млн человек. Это делает задачу изучения влияния условий высокогорья на организм человека и его адаптации к ним в высшей степени актуальной.

### **§ I. Особенности горного климата**

Ведущим экологическим фактором горного климата нарастающим с высотой, является *низкое барометрическое давление воздуха*. Оно обуславливает недостаток кислорода, ведущий к гипоксии. Так, на высоте 5000 м человек получает во вдыхаемом воздухе вдвое меньше кислорода, чем при дыхании на уровне моря, благодаря чему данная высота оказывается практически предельной (за редкими исключениями) для обитания людей. Другой особенностью высокогорья являются *холод и частые ветры*. Наконец, путь в горах лежит

через крутые подъемы и спуски, что требует *постоянных и значительных физических усилий*. Вместе с тем горному климату свойственно и благоприятное влияние. Дыхание чистым воздухом, величественные картины снежных вершин, яркие краски цветения альпийских лугов дают мощный эмоциональный заряд, способствующий психическому и телесному здоровью человека.

В горах на человека действуют кроме основных и дополнительные климатические факторы. К ним относятся обусловленная прозрачностью чистого горного воздуха *интенсивная солнечная радиация*, возникающие в связи с высотой и снегами *скопления атмосферного электричества*, изменения *влажности воздуха* и прочие моменты. Местные особенности климата могут влиять на действие высоты. Например, изменения в организме человека, возникающие в горах Камчатки при подъеме на 1500 м, наступают на Кавказе лишь при достижении высоты 2500 м.

Горы занимают более 20% поверхности пашей планеты. Наиболее крупными горными районами являются Анды и Кордильеры и Америке. Килиманджаро в Африке. Гималаи в Азии. Альпы в Европе. В Советском Союзе находятся горы Памира, Тянь-Шаня, Камчатки, Урала, Карпат и Кавказа. Такие союзные республики, как среднеазиатские, например Таджикистан, и кавказские, в частности Армения, большей частью своей территории расположены в горах.

Горные климатические условия резко меняются в зависимости от высоты. Для характеристики горных местностей была предложена система их классификации с учетом влияния на организм человека и хозяйственного использования (Н. А. Агаджанян, 1968). Так, местности, находящиеся до 500 м над уровнем моря, обозначаются как *низменность*, от 500 до 1000 м - *плоскогорье*, от 2000 до 3000 — *среднегорье*, от 3000 до 5000 м *высокогорье*. Если условия плоскогорья и низкогорья мало чем отличаются от условий, в которых живет на низменности 9/10 всего человечества, то уже среднегорье вызывает в организме человека приспособительные изменения, а высокогорье предъявляет к нему жесткие требования, приводящие к глубокой перестройке физиологических функций. При восхождении на высоту более 5000 м, вплоть до высочайшей вершины планеты — Джомолунгмы (8848 м), человек оказывается в экстремальных условиях, которые выходят за пределы его акклиматизационных возможностей и требуют применения специального снаряжения.

## **§ 2. Телосложение, поведение, образ жизни человека**

Усиленные дыхательные движения, связанные с низким парциальным давлением кислорода во вдыхаемом воздухе, привели к тому, что грудная клетка горцев стала широкой. Передвижение в горах, преодоление крутых подъемов, перенос тяжестей вручную там, где трудно проложить дорогу, обусловили хорошее развитие мускулатуры без жировых отложений. Поэтому для горцев характерна худощавая стройная фигура, а горное солнце покрывает лицо медно-красным загаром. Легкая одежда и обувь соответствуют подвижному образу жизни жителей гор, традиционная бурка защищает от ночного холода.

Жизнь в горах, где за каждой скалой может подстерегать внезапная опасность, где в любой момент возможен сход лавин, выработала решительность и быстроту действий. Суровая природа и разобщенность труднодоступных горных селений породили известные обычаи чрезвычайного гостеприимства и неприкосновенности гостя. Вечером солнце быстро скрывается за горами, рано темнеет, поэтому горцы издревле, рано ложились спать. Однако современные жители горных местностей нашей страны сменили дымные сакли на благоустроенные дома, где электрический свет делает их независимыми от естественного освещения.

Археологические исследования в Андах, на Памире показали, что древние племена, живущие высоко в горах, имели развитое хозяйство. Об этом свидетельствуют обнаруженные памятники материальной культуры. Так, на Восточном Памире на высоте 4000 м таджикские археологи нашли остатки правильно распланированного города, в котором был водопровод, а дома отапливались. Хорошо сохранились разнообразные орудия труда ремесленников, в частности, занимающихся изготовлением изделий из серебра.

Сегодня высокогорье с его запасами полезных ископаемых все более осваивается. Развитие горнорудной промышленности.

строительство фабрик, заводов, электростанций и различных предприятий обуславливают его интенсивное заселение. Уже сейчас на высоте более 3000 м на всех континентах живет около 30 млн человек.

### § 3. Дыхание

Значение пониженного давления кислорода как ведущего фактору постоянного влияния условий высокогорья на организм человека определило особенности дыхания горцев. Наиболее ярко они проявляются в системе внешнего дыхания. У коренных обитателей гор *объем вентиляции легких* гораздо больше, чем у жителей равнин. Это достигается преимущественно нутром *учащения дыхания*. Так, экспедиция в Перуанских Андах обнаружила, что у жителей поселка на горе Морокоча (высота 4540 м) минутная вентиляция легких достигала в среднем 6,19 л при частоте дыхания 17,9, в то время как у жителей Лимы, находящейся на уровне моря, она составляла 4,58 л при обычной частоте дыхания 12—13 в минуту (А. Хуртадо, 1960). Учащение дыхания у горцев связано с высокой чувствительностью дыхательного центра и низким порогом раздражения хеморецепторов, являющимся приспособлением организма к гипоксии (М. М. Миррахимов, 1967). Исследования легочной вентиляции и других показателей внешнего дыхания у жителей советских республик Средней Азии в горных районах Памира и Тянь-Шаня показали закономерное возрастание этих показателей у обитателей более высокой местности (табл. 15).

Дыхание разреженным воздухом при быстром выходе кислорода в кровь приводит также *к большому падению его напряжения от трахеи до альвеол*, доходящему на высоте 4540 м до 37 мм рт. ст., в то время как перепад на уровне моря составляет всего 21 мм рт. ст. При помощи гипервентиляции горцы значительно уменьшают этот перепад, улучшая условия использования кислорода вдыхаемого воздуха. Другая особенность легочной вентиляции у аборигенов гор состоит в том, что, хотя дыхательный объем у них мало чем отличается от такового у жителей равнин,

Таблица 15

#### **Зависимость вентиляции легких и напряжении газов в альвеолах от высоты обитания испытуемых (Ж. С. Дубинина, Е. Г. Коченкова. 1972)**

Местность	Высота, м	Число дыханий в минуту л/мин	Вентиляция легких, л/мин	Напряжение кислорода мм рт. ст.	Напряжение углекислоты, мм рт. ст.
Фрунзе	760	13,6	4,1	82	38
Нарын	2028	16,7	4,8	62	34
Мургаб	3600	17,9	6,4	52	31

жизненная емкость легких оказывается увеличенной на счет *возрастания остаточного объема* (К, Ю. Ахмедов, 1971). При этом открытие до того находящихся в спавшемся состоянии альвеол и возрастание кровенаполнения легочных капилляров улучшают условия диффузии кислорода из легких в кровь.

Свойственная горцам компенсаторная гипервентиляция увеличивает не только доставку в кровь кислорода, но и выведение из крови углекислоты. Поэтому ее содержание в артериальной крови оказывается пониженным. Как показали исследования, проведенные в Гималаях и Андах на высоте 2160—4880 м, степень этого понижения, как и вызывающей его гипервентиляции, зависит от высоты (С. Лахири, 1968). Уменьшение содержания в крови углекислоты, стимулирующей деятельность дыхательного центра, не нарушает дыхания, так как компенсируется повышением его возбудимости. У аборигенов высокогорья удерживается в пределах нормы и реакция крови до высот 4800 м благодаря компенсаторному уменьшению содержания бикарбонатов (А. Хуртадо, Г. Асте-Салазар, 1948). При этом уже у обитателей средних высот оказывается увеличенным щелочной резерв, объем которого еще больше возрастает у жителей больших высот. Так, объемный процент щелочного резерва крови у коренных жителей населенных пунктов Тянь-Шаня и Памира, расположенных на разной высоте, оказался во Фрунзе (высота 760 м) — 59,3, в Оше (1020) - 64,0, Рыбачьем (1650) - 67,7, Нарыне (2020) - 63,0 и Кызыл-Джаре (2500 м) — 67,0 (М. М. Миррахимов, 1964). Однако на еще больших высотах может развиваться кислородная задолженность, снижающая щелочный резерв.

Приспособление к дыханию на высотах состоит и в создании условий, облегчающих переход кислорода из альвеолярного воздуха в кровь. К ним относятся уже упоминавшееся *раскрытие спавшихся альвеол*, увеличивающее площадь диффузии кислорода, *повышенная диффузионная способность мембран и обильное кровоснабжение*, обусловленное сильно развитой сетью легочных капилляров. Например, у горцев, обитающих на высоте 3100 м, диффузионная способность легких составляет 83 мл/мин, а объем крови в легочных капиллярах — 89 мм, в то время как у живущих на берегу моря показатели соответственно были 66 мл/мин и 80 мм (К. де Графф, Ф. Гровер, В. Хеммонд и др., 1970).

В результате приспособительных изменений дыхательной функции переход кислорода из воздуха альвеол в кровь облегчается настолько, что градиент напряжения на этом участке его пути близок к нулю, в то время как у жителей равнин он колеблется в пределах 7 — 10 мм рт. ст. Градиент напряжения кислорода у обитателей высокогорья и местности на уровне моря изображен на рис. 46. У горцев перепад от трохеи к альвеолам, хотя и

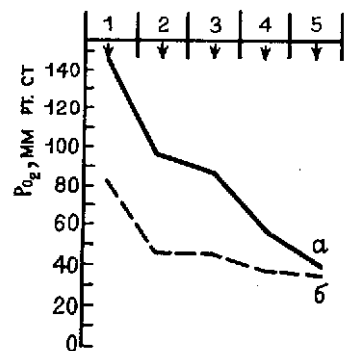


Рис 46. Градиенты напряжения кислорода от трахеального воздуха (1) к альвеолярному (2), артериальной крови (3), крови капилляров легких (4), смешанной венозной крови (5); а — жители Лимы, 150 м над уровнем моря; б жители Морокоча, 4540 м, (А. Хуртадо, Р. Кларк, 1960)

менее резкий благодаря гипервентиляции, но еще довольно значительный, практически отсутствует при переходе от альвеол к артериальной

крови и крайне незначителен при переходе к капиллярной и смешанной венозной крови.

Несмотря на все компенсаторные механизмы, способствующие газообмену, напряжение кислорода в крови, артериальной и капиллярной и тем более смешанной венозной, остается пониженным. Возникает *хроническая гипоксия*. Парциальное давление кислорода составляет в смешанной венозной крови у горцев 35 мм рт. ст. при 42 мм рт. ст. у жителей равнин. Однако такая хроническая гипоксия обитателей высокогорья не приводит, как это можно было ожидать, к нарушениям здоровья и работоспособности. Наглядное подтверждение этому дают аборигены Перуанских Анд, которые на высоте более 4500 м, где равнинный житель задыхается, выполняют тяжелую работу в горных рудниках и в свободное время любят играть в футбол. Такая удивительная способность организма обитателей высокогорья к полноценному выполнению своих функций в условиях пониженного содержания кислорода в крови обеспечивается приспособительными перестройками кровоснабжения легких, особенностями их тканевого дыхания и свойств крови.

Это приспособление выражается прежде всего в усиленном *развитии капиллярных сетей* в тканях, особенно в мышечной. Тем самым возрастает поверхность газообмена между кровью и тканями, увеличивается ее пропускная способность. Другой механизм приспособления тканей к гипоксии состоит в том, что происходит *перестройка ферментативных процессов*, интенсифицирующих окислительные процессы при низком напряжении кислорода в крови. Так, в биопсированных мышцах горцев оказалось больше миоглобина и отмечена более высокая активность дыхательных ферментов в митохондриях (Б. Рейнафарж, 1962). Последнее имеет особое значение для компенсации гипоксических условий, поскольку адаптированная к ним дыхательная система митохондрий способна полностью насыщаться кислородом уже при минимальных значениях его напряжения в крови (Л. Хуртадо, 1963). С другой стороны, тканевое дыхание у жителей высокогорья оказывается более эффективным, очевидно, и потому, что сами ткани в процессе функционирования могут обходиться *меньшим количеством кислорода* (М. М. Миррахимов, 1964). Существует предположение, что это связано с перестройкой регуляторной деятельности щитовидной железы. В результате ткани организма горца получают необходимое им количество кислорода, расход которого на больших высотах даже увеличивается.

#### **§ 4. Кровь, кровообращение, обмен веществ и энергии, питание, пищеварение**

Кровь аборигенов высоких гор также отражает их адаптацию к дыханию разреженным воздухом. Пониженное парциальное давление кислорода компенсируется особым развитием средств его переноса от альвеолярного воздуха к тканям. Выше уже были упомянуты приспособительное возрастание поверхности альвеол за счет увеличения остаточного объема легких, усиление их проницаемости для диффузии кислорода и расширение капиллярной сети, обеспечивающее обильное их кровоснабжение. Но и сама кровь горцев имеет ряд особенностей. Прежде всего *повышенное количество эритроцитов и гемоглобина* делает транспорт кислорода от легких к тканям более эффективным, что было описано еще в прошлом веке (А. Н. Лавринович, 1898) и подтверждено многими последующими исследованиями. Такая приспособительная особенность крови выявляется у живущих на высоте около 2000 м и нарастает при больших высотах. Рис. 47 дает представление о том, как развивается такое нарастание до высоты 4650 м и что на малых высотах — от 800 до 1500 м — количество эритроцитов и гемоглобина мало отличается от показателей жителей предгорья.

Большое число эритроцитов в крови горцев является результатом усиленной их продукции костным мозгом, из которого в кровь очень скоро поступают юные формы в виде ретикулоцитов. Усиленное кроветворение подтверждается тем фактом, что процент ретикулоцитов в крови аборигенов высокогорья в полтора раза выше, чем у обитателей равнин. Первоначальное предположение, что усиленное кроветворение вызывается непосредственным влиянием гипоксической крови на костный мозг, сменилось гипотезой об *эритропоэтинах* — активаторах эритроидных клеток костного мозга, которые вырабатываются в почках (Дж. Скули, Л. Мальман, 1972; Е. Ф. Морщакова, А. Д. Павлов, 1974). Эритропоэтиновая активность крови горцев во много раз выше, чем у жителей равнин.

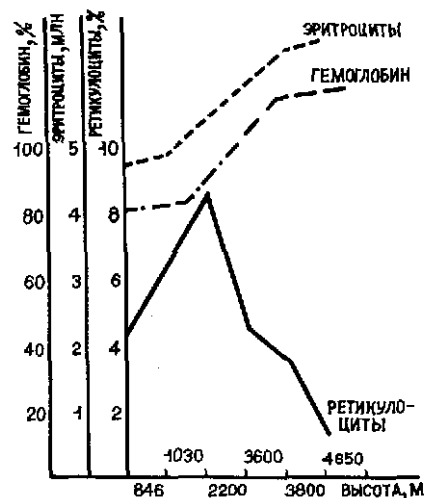


Рис. 47. Количество эритроцитов, гемоглобина и ретикулоцитов у постоянных жителей разных высот Памира (Ю. Р. Бободжанов, 1964)

Считают, что эритропоэтины ускоряют и созревание ретикулоцитов в крови. Действительно, у обитателей больших высот созревание ретикулоцитов происходит вдвое быстрее. Под влиянием этих стимуляторов кроветворения общая скорость выработки эритроцитов в условиях гипоксии увеличивается в несколько раз. С увеличением количества эритроцитов у коренных жителей гор связано наблюдавшееся у них возрастание общего *объема циркулирующей крови*. Его зависимость от добавившегося объема массы кровяных клеток подтверждается тем, что объем плазмы при этом не только не был увеличен, но даже оказался уменьшенным. В табл. 16 отражено изменение этих показателей красной крови у горцев, проживающих в районах различной высоты.

У аборигенов высокогорья увеличены не только численность, но и *размеры эритроцитов*. Так, исследование крови у индейцев Перу, живущих на высоте 3730 м, показало, что у них средний диаметр эритроцита равнялся 7,86 мкм, в то время как у жителей равнины он составлял 7,48 мкм. *Осмотическая резистентность* эритроцитов, определяющая их устойчивость к гемолизу, у обитателей высоты 3750 м соответствовала принятым нормам, а у коренных жителей высокогорья Перуанских Анд (4540 м) была повышена (А. Хуртадо, К. Мерино, Е. Дельгадо, 1945). Однако наблюдалось также уменьшение и разнообразие размеров эритроцитов, например у горцев Памира, живущих на высоте 4220 м (О. Н. Павлова, 1973). Поскольку с повышением количества гемоглобина в крови увеличилось число эритроцитов, концентрация гемоглобина в каждом эритроците оказалась сниженной. Зависимость показателей от высоты представлена в табл. 17.

Таблица 16

**Некоторые гематологические показатели крови  
у коренного населения разных высот  
(М. М. Миррахимов, Н. Я. Юсупова, А. Р. Раимжанов, 1971)**



Показатель	Тянь-Шань			Памир	
	Фрунзе, 760 м	Нарын, 2020 м	Сусамыр, 2200 м	Кызыл-Джар, 2500 м	Мургаб, 3600 м
Количество эритроцитов, $10^{12}$ в 1 л	4,79	4,77	4,94	4,65	5,45
Количество гемоглобина, г/дл	15,1	15,9	16,2	15,2	18,5
Гематокрит	45,5	47,0	58,0	51,0	61,0
Процент ретикулоцитов	0,35	0,50	0,50	0,52	0,51
Эритропоэтиновая активность сыворотки, усл. ед.	14,4	45,0	50,0	67,5	77,9
Объем циркулирующей крови, л/м <sup>3</sup>	2,93	2,80	2,84	3,02	3,57
Объем плазмы, л/м <sup>3</sup> .	1,58	1,48	1,23	1,45	1,35

В крови жителей высокогорья было обнаружено (Д. Гурзин, Х. Вержнье, Н. Гуттирец, 1975) *повышенное количество метгемоглобина* — 5% при 2% у жителей равнин. Приспособительное значение этого повышения, возможно, состоит в том, что метгемоглобин сдвигает влево кривую диссоциации оксигемоглобина, которая при высотной гипоксии оказывается сдвинутой вправо (К. Ленфон, Ж. Торренс, К. Рейнафарж, 1969), и, таким образом, повышенное количество метгемоглобина облегчает захват кислорода гемоглобином. Исследование крови горных жителей Памира (3800—4200 м) показало увеличение числа лимфоцитов и уменьшение числа нейтрофилов, значительная часть которых была резко сегментирована (Т. Г. Чернова, 1966).

Таблица 17

**Морфология и свойства эритроцитов  
у коренных жителей разных высот  
(М. М. Миррахимов, Н. Я. Юсупова, А. Р. Раимжанов, 1980)**

Показатель	Тянь-Шань			Памир	
	Фрунзе, 760 м	Нарын, 2020 м	Сусамыр, 2200 м	Кызыл-Джар, 2500 м	Мургаб, 3600 м
Средний объем	97,4	100,6	123,1	101,2	110,7

эритроцита, мкм <sup>3</sup>					
Среднее содержание гемоглобина в эритроцитах, %	31,4	31,4	31,7	32,9	34,4
Средняя концентрация гемоглобина в эритроцитах, %	33,5	33,1	27,0	29,3	32,3

Эти особенности белой крови наблюдались у индейцев Перуанских Анд (А. Хуртадо, К. Мерино, Е. Дельгадо, 1945). Однако наблюдения за горцами Тянь-Шаня на высоте до 3200 м таких перестроек белой крови не обнаружили (М. М. Миррахимов, 1964).

Большинство исследователей отмечают у аборигенов высокогорья *увеличение числа тромбоцитов* в крови (Э. ван Лир, К. Стикней, 1967; В. А. Исабаева, 1972), хотя были сообщения и об отсутствии изменений их численности на Памире (О. Н. Павлова, 1937) и в Андах (Г. Халтгрэн, Р. Гровер, 1968). Тем не менее и у тех, и у других наблюдалось повышение свертываемости крови (А. Хуртадо, 1932; Ю. Р. Бободжанов, 1966). Проверенный детальный анализ основных компонентов системы свертывания • крови у коренных жителей гор Памира и Тянь-Шаня (В. А. Исабаева, 1972; В. П. Сергеев, 1970) показал, что на средних высотах (до 2500 м) становится более активной *система свертывания*, которая проявляется в повышении толерантности плазмы к гепарину, укорочении времени «К» тромбопластограммы, повышении эластичности сгустка крови в усиленном потреблении протромбина, повышении концентрации фибриногена и уменьшении содержания свободного гепарина. Вместе с тем активируется и система противосвертывания, что проявляется в повышении фибринолитической способности крови. У людей, живущих на более значительных высотах (3600—4200 м), *система противосвертывания* преобладает над деятельностью системы свертывания. Повышение активности системы и противосвертывания крови может иметь приспособительное значение обеспечения свободного кровотока по свойственной горцам широкой сети капилляров.

Очевидно, этим объясняется сравнительная редкость заболеваний горцев, связанных с тромбированием сосудов. Компоненты процесса свертывания крови у горцев, живущих на разной высоте, значительно отличаются друг от друга (табл. 18).

В крови аборигенов высокогорья находят повышенную концентрацию *билирубина* (А. Хуртадо, 1932). Это может указывать на ускоренное разрушение эритроцитов, интенсивное образование гемоглобина и функциональное состояние печени. Повышена также вязкость крови, что зависит от увеличения массы вышедших в кровь эритроцитов и концентрации белков плазмы. Так, у перуанских индейцев на высоте 4540 м вязкость крови в среднем равнялась 8,6, в то время как у жителей равнин она была 5,1 (А. Хуртадо, 1932). Следует иметь в виду, что показатели крови, как и других физиологических функций, зависят от климатических особенностей горных районов, приспособление к которым складывалось у коренного населения по-разному. В этом может заключаться причина разных результатов изучения приспособительных реакций на высоту у горцев Анд, Памира, Тянь-Шаня и Кавказа.

Таблица 18

**Показатели системы свертывания крови у постоянных жителей разных высот Памира и Тянь-Шаня (В. И. Исабаева, 1972)**

Место исследования	Высота, м	Биохимические показатели			Тромбоэластография		
		ТПГ, млн	ФН, мг%	ФА, %	Р, мин	К, мин	МА, мм
Москва, равнина	0	15,0	302	14,3	11,1	3,6	63
Тянь-Шань, надгорье	760	14,3	312	18,0	2,0	3,4	60
Тянь-Шань, высокогорье	2200	11,3	405	24,4	9,29	2,4	49
Памир, высокогорье	4500	17,2	288	24,0	11,5	4,4	47

Кровообращение у аборигенов высокогорья отражает особенности дыхания разреженным воздухом. На высотах низкое парциальное давление кислорода рефлекторно вызывает *сужение легочных артериол*, и кровяное давление в малом круге повышается (У. Эйлер, Г. Лильестранд, 1946; М. М. Миррахимов, 1971; Г. Бадер, 1973). О природе этих рефлексов высказывались разные мнения. Одни авторы считают рефлексогенной зоной сами легкие (Г. Дьюк, Е. Киллик, 1952), другие — каротидные и аортальные хеморецепторы (А. Кемпбелл, Ф. Кокберн, Г. Девич и др., 1967). Большинство исследователей поддерживают первое мнение, предполагая, что такая реакция осуществляется по механизму аксон-рефлекса (В. В. Парин, Ф. З. Меерсон, 1965). Прямое доказательство этого было получено путем катетеризации полостей сердца у коренных жителей Морокоча в Андах на высоте 4540 м (А. Ротта, А. Канепа, А. Хуртадо и др., 1956). Считают, что приспособительное значение реакции заключается в выравнивании объемов крови, проходящей через верхушку и основание легких. Суживаются главным образом сосуды нижних долей легких, что увеличивает кровоток в их верхних долях, обычно хуже снабженных кровью (А. Даусон, 1972).

Наряду с рефлекторным здесь действует и *гуморальный механизм* с учетом катехоламинов, гистамина (В. А. Волынцева, 1974), ангиотензина (С. Беркоф), простагландинов (С. Сайд, Т. Йошида, С. Китамура и др., 1974). Считают также, что сокращение легочных сосудов вызывается сдвигом реакции крови в кислую сторону. Это доказывается тем, что уменьшение концентрации водородных ионов в крови снижает спазм легочных сосудов (Г. Лильестранд, 1958).

Другим видом прямого влияния гипоксических факторов на сосуды легких могут быть возникающие при этом изменения концентрации *аденозинтрифосфорной кислоты и ионов кальция* (А. Фишман, 1974). Повышению давления способствует и наступающее на высотах увеличение количества эритроцитов, что приводит к возрастанию объема циркулирующей крови (О. Н. Нарбеков, 1970). Увеличенная вязкость крови горцев может оказывать на давление в малом круге лишь незначительное влияние {Д. Пеньялоза, Ф. Сайм, Н. Бангеро и др., 1962}. Имеет значение и свойственная им повышенная реактивность сосудов (М. М. Миррахимов, 1976).

В результате постепенно развивающейся гипертрофии мышечного слоя стенок легочных артерий (Ж, Ариас-Стелла, М. Салданья, 1962), и, возможно, вен (К. Вагенворт, Н. Вагенворт, 1976) местная *гипертензия в малом круге кровообращения* принимает у жителей гор стойкий характер. Возникает гипертрофия миокарда правого желудочка (Н. М. Федоскин, 1974). Однако главную роль в поддержании давления крови в сосудах легких, по-видимому, играет рефлекс на гипоксию вдыхаемого воздуха. Вдыхание чистого кислорода может снимать спазм легочных сосудов {М. М. Миррахимов, Т. Ф. Калько, Ж. С. Дубинина и др., 1980}. Некоторое повышение давления в сосудах легких наблюдается у аборигенов уже на высоте 1600 м (С. Блаунт, И. Фокель, 1968) и достигает значительной выраженности начиная с

высоты 2000—2500 м (М. М. Миррахимов, 1971).

Повышение давления в артериях малого круга кровообращения имеет местный характер и не распространяется на сосуды большого круга. Артериальное кровяное давление в сосудах большого круга у коренных жителей высокогорья не повышено, а в некоторых случаях даже немного понижено (Б. И. Мамкин, Н. Е. Шилина, Г. Хульгрен, 1970; Р. О. Хамзамулин, 1975). Такое понижение системного давления крови, очевидно, вызывается рефлекторно из легких, артерии которых испытывают избыточное напряжение {М. М. Миррахимов, 1971}. Другая причина пониженного давления крови заключается в свойственном горцам широком развитии сети капилляров в тканях, которые создают условия усиленного оттока крови из артерий (А. Фрисанчо, 1965).

Капилляроскопическое исследование показало наряду с увеличением числа функционирующих петель капилляров расширение их отрезков, примыкающих к артериолам (Л. М. Погосбемян, 1973). Вероятно, с этими особенностями гемодинамики связана редкая встречаемость гипертонической болезни среди жителей больших высот {К. Д. Абдулин, 1!)Б'Г>}. Хотя объем циркулирующей крови у них увеличен за счет повышенного количества эритроцитов, скорость кровотока оказалась меньшей, чем у жителей равнин {М. М. Миррахимов, В. Я. Гринштейн, 1966}. Такое замедление тока крови способствует лучшему ее газообмену с тканями, капилляры которых обнаружили у горцев повышенную проницаемость.

У аборигенов высокогорья отмечены приспособительные изменения сердечной деятельности. Повышенное давление крови в легочных артериях вызывает у них уже упомянутую выше *гипертрофию правого желудочка сердца*, установленную при рентгенологических (А. Ротта, 1947), электрокардиографических (А. Д. Джайлобасв, 1965; Р. Прайор, 1970; П. А. Самсонова, 1974) и векторкардиографических (Д. Пеньялоза, Ф. Сайм, 1969; Р. И. Руденко, 1973) исследованиях.

Частота сердечных сокращений у аборигенов высокогорья мало чем отличается от таковой равнинных жителей, а иногда оказывается пониженной (А. Д. Слоним, О. Г. Понугаева, О. И. Марголина и др., 1949). Такая *относительная брадикардия* создает условия для лучшего наполнения сердца кровью, особенно при повышенном давлении крови в венах (Н. А. Агаджлпян, М. М. Миррахимов, 1970). По показателям вектор-кардиографии у горцев, живущих на высоте 2200—2500 м, наблюдались только признаки начинающейся гипертрофии левого желудочка, а на высотах 3600 и 4200 — 4500 м она была выражена более чем у половины испытуемых (Р. И. Руденко, 1973). Однако другие авторы отрицали гипертрофию левого желудочка (Г. Бадер, 1973). При поликардиографическом исследовании фазовой структуры систолы гипертрофированного правого желудочка у жителей Памира на высотах 3600—4200 м было обнаружено удлинение фазы напряжения левого желудочка, укорочение периода изгнания крови, замедление подъема внутри желудочкового давления, уменьшение внутрисистолического показателя и увеличение индекса напряжения миокарда и объема систолического выброса крови (З. М. Кудайбердиев, 1970). Сходная структура фаз систолы правого желудочка отмечалась у горцев Памира на высоте 3200 и 3600 м.

Основные показатели кровообращения у постоянных жителей среднегорья по сравнению с жителями равнин представлены на рис.

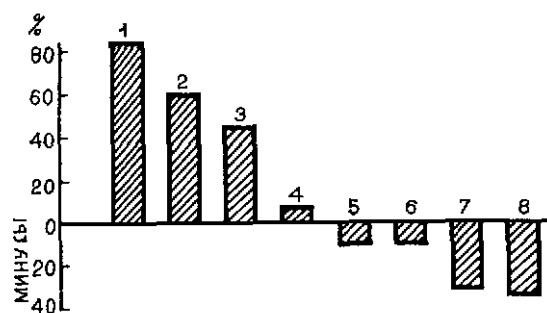


Рис. 48. Показатели кровообращения жителей среднегорья (С. М. Бедалова, 1969): 1 - минутный объем крови; 2 - систолический объем; 3 – венозное давление; 4 – частота пульса; 5 – минимальное артериальное давление; 6 – максимальное артериальное давление; 7 – время кругооборота крови; 8 – артериовенозная разница

Обмен веществ и энергии у коренных жителей гор также имеет особенности, связанные с условиями их жизни, к которым адаптировались системы дыхания и кровообращения. Так, основной обмен у проживающих на небольших высотах почти не отличается от обмена у жителей равнин или оказывается меньшим (А. Д. Слоним, О. И. Марголина и др., 1962). Однако *начиная с уровня средних высот (2000-3000 м) траты энергии основного обмена возрастают* (табл. 19).

Таблица 19

**Основной обмен и потребление кислорода у коренных жителей разных высот (Ж. С. Дубинина, Е. Г. Коченкова, 1972 (1); М. М. Миррахимов, 1964 (2); Ж. С. Дубинина, А. Д. Джайлобаев, Е. Г. Коченкова, Г Ф. Шмидт, 1973 (3); Д. Г. Филатова, 1961 (4))**

Местность	Высота, м	Поглощение кислорода, мл/мин	Процент к среднему должному	Основной обмен, ккал	Процент к среднему должному
Фрунзе (1)	760	225	97	1587	97
Рыбачье (2)	1650	199	88	1300	81
Район озера Иссык-Куль (3)	1700	207	94	1600	86
Сусамыр (4)	2200	241	107	1707	107
Теплокмоченка (4)	2400	-	-	-	118
Мургаб (1)	3600	264	126	1834	121

По-видимому, горный рельеф местности, крутые подъемы и спуски, холодные ветры и усиленная работа дыхательной мускулатуры требуют в течение всей жизни горца значительных затрат энергии, что и отражается на его основном обмене, имеющем у живущих на больших высотах высокий уровень. Так как источником энергии, вырабатываемой в организме, в конечном итоге являются окислительные процессы, об интенсивности обменных процессов можно судить по поглощению кислорода. Судя по данным табл. 19, потребность в

кислороде у жителей предгорья и высот до 2000 м несколько снижена, а у обитателей более высоких местностей возрастает, как и величина основного обмена.

Выше была рассмотрена адаптация дыхания и кровообращения у аборигенов высокогорья к оптимальному снабжению тканей кислородом в условиях его низкого парциального давления во вдыхаемом воздухе. Она достигается увеличением вентиляции легких за счет учащения дыхания; возрастанием поверхности газообмена путем включения новых альвеол при мобилизации остаточного объема легких; усилением диффузионной способности легочных мембран; повышением транспортных возможностей кропи посредством увеличения количества и размеров эритроцитов, облегчения выхода кислорода и ткани путем развития избыточных сетей капилляров, повышения активности тканевых дыхательных ферментов; перестройкой метаболизма, позволяющей обходиться меньшим количеством кислорода. Высокая эффективность этих приспособлений проявляется в том, что, несмотря на гипоксические условия переноса кислорода на всех этапах его пути к тканям, аборигены высокогорья отличаются выносливостью и способны выполнять тяжелую физическую работу.

Проблемы адаптации организма к гипоксическим условиям высокогорья были предметом обсуждения на специальных конференциях и симпозиумах. Так, на 3-м Всесоюзном симпозиуме «Кровообращение в условиях высокогорной и экспериментальной гипоксии», проходившем в г. Фрунзе- (1980 г.), были рассмотрены вопросы органной макро- и микрогемодинамики при острой гипоксии, изменения при этом реактивности сосудов мозга, микроциркуляции крови в легких, индивидуальных различий адаптации кровообращения к гипоксии, ее влияния на кровоснабжение скелетных мышц, на трансмембранный транспорт кальция в стенках сосудов и другие вопросы приспособления кровообращения к условиям высокогорья (С. Б. Данияров, 1987).

## § 5 Акклиматизация человека в горах

Задача охраны здоровья жителей высокогорья, миграция населения, связанная с освоением горных районов и разработкой полезных ископаемых, массовый характер современного альпинизма делают проблему акклиматизации к полноценной жизни в горах весьма актуальной. Организм человека в условиях высокогорной гипоксии перестраивает все свои функции для «борьбы за кислород» (З. И. Барбашова, 1960).

Дыхание человека, попавшего в горы, немедленно реагирует на разреженный воздух *увеличением вентиляции легких*, которое начинается уже с высоты 1000 м, преимущественно за счет более глубокого вдоха (И. Хензаль, 1968). На высоте около 2000 м к нему присоединяется *учащение дыхания* (А. Д. Джайлобаев. 1965). Через 3—4 недели пребывания в горах дыхание начинает замедляться и объем вентиляции легких уменьшается, не достигая, однако, исходного уровня. По мере подъема на высоту частота и объем дыхания возрастают (табл. 20).

Таблица 20

### Изменения дыхания человека при подъеме на высоту (К. Хаустон, Р. Рили, 1958)

Высота, м	Атмосферное давление, мм	Число дыханий в минуту	Объем вентиляции легких, л/мин
0	760	12,0	6,8
2700-3600	543-453	11,5	9,3

4200-4800	446-412	12,5	10,3
5150-5600	388-370	13,0	11,8
5700-6000	364-349	10,8	12,3
6300-6600	335-321	15,3	14,3

На высоте более 3000 м может нарушаться ритм дыхания: после нескольких вдохов возникает пауза. Причину такого дыхания, похожего на чейн-стоксовское усматривают в том, что усиленная вентиляция вымывает из крови углекислоту, необходимую для поддержания ритмического возбуждения дыхательного центра. В этом случае возникает группа дыхательных движений, и все повторяется (М. Е. Маршак, 1961). Другой причиной может быть изменение раздражения хеморецепторов под влиянием гипоксии порогов (А. И. Хомазюк, 1963).

Более тяжелые нарушения могут возникать у лиц, не прошедших акклиматизации, при подъеме более чем на 3000 м. Появляются симптомы *острой горной болезни* — головная боль, головокружение, тошнота и рвота, расстройства психики. По мере пребывания на высоте симптомы болезни обычно ослабевают (М. М. Миррахимов, 1971). Причинами этого заболевания считают вызванный гипоксией сдвиг реакции крови в щелочную сторону (Г. Грей, А. Бриан, Р. Фрейзер и др., 1971), что может вызвать отек головного мозга (Р. Уилсон, 1973), задержку воды в организме (Т. Курье, П. Картер, В. Чемпион, 1976). Еще более опасен высокогорный острый отек легких, который может наступить при быстром подъеме на высоты свыше 3000 м при чрезмерном повышении давления в сосудах легких и резком увеличении проницаемости легочных капилляров (М. М. Миррахимов, 1971). Особенно часто такие расстройства возникают у впервые поднимающихся на большие высоты. Предупреждение этих и других осложнений зависит от строгого соблюдения режима постепенной акклиматизации, причем необходимо учитывать барометрическое давление и создаваемое им напряжение кислорода и углекислоты в альвеолах на высоте, к которой происходит акклиматизация (табл. 21).

Таблица 21

**Парциальное давление кислорода и углекислоты в альвеолярном воздухе на различных высотах**  
(Э. ван Лир, К, Стикней, 1967 (1); Р. И. Ковалева, Ж. С. Дубинина, 1967 (2); М. М. Миррахимов, 1972 (3); Н. А. Агаджанян, М. М. Миррахимов, 1967 (4); Ж. С. Дубинина, Е. Г. Коченкова, 1972 (5))

Место исследования	Высота, м	Барометрическое давление, мм рт. ст.	Напряжение кислорода, мм рт. ст.	Напряжение углекислоты, мм рт. ст.
Уровень моря (1)	0	760	100	42
Фрунзе (2)	760	690	90	40
Колорадо Спрингс (1)	1800	620	79	36
Сусамыр, Тянь-Шань (4)	2200	594	54	33
Перевал Туя-Ашу,	3200	530	55	32

Тянь-Шань (4)				
Мургаб, Памир (5)	3600	497	55	28
Вершина горы Пайк, Колорадо (1)	4300	460	53	28
Северная седловина Эвереста, Гималаи (1)	6400	335	39	19
Вершины Эвереста (5)	7850	288	32	15
То же (1)	8848	240	24	15

Первое срочное приспособление организма к дыханию разреженным воздухом в виде гипервентиляции легких дает начало цепи перестроек дыхания, кровообращения, обмена веществ и других функций, которые обеспечивают полноценную жизнь человека в условиях гипоксии. Вентиляция легких, возрастающая по мере восхождения на высоты, уменьшает градиент парциального давления кислорода между вдыхаемым воздухом и альвеолами. Тем самым в альвеолах создается максимально возможное напряжение кислорода в условиях данного барометрического давления и облегчается его переход в кровь. Во время высокогорной экспедиции в Перу при барометрическом давлении 457 мм рт. ст. па долю кислорода приходилось 98 мм рт. ст., а его напряжение в альвеолах составляло 38,5 мм рт. ст. Углубление дыхания поднимало напряжение в альвеолах до 52-55 мм рт. ст., что повышало насыщение крови кислородом с 65 до 85% (Дж. Баркрофт, 1937).

Однако усиленная вентиляция легких способствует не только поступлению кислорода в кровь, но и *выведению из нее углекислоты*. Поэтому в самом начале акклиматизации углубленное дыхание сопровождается падением содержания углекислоты в крови и сдвигом ее реакции в щелочную сторону. Такой сдвиг организм компенсирует соответствующим выведением через почки избыточных щелочей, в частности бикарбонатов (Н. Гледхилл, Г. Верно, Дж. Демпси, 1975). При этом *понижается щелочной резерв крови*. В течение дальнейшего пребывания в горах реакция крови нормализуется, что достигается прежде всего выравниванием соотношения углекислоты и бикарбонатов. Определенное значение для устранения алкалоза имеет повышение содержания молочной кислоты, особенно при мышечной деятельности. При этом перенос сниженного объема углекислоты кровью осуществляется меньшим количеством бикарбонатов при мобилизации других транспортных средств.

В процессе акклиматизации изменяется структура дыхательного акта. В первые дни пребывания на высокогорье увеличение вентиляции легких происходило за счет дыхательного, дополнительного, но главным образом остаточного объемов (Г, Е. Владимиров, Г. Ф. Милашкевич, А. В. Рикль и др., 1936). Однако алкалоз, быстро развивающийся в условиях гипоксии, может сохраняться длительное время, что зависит от состояния почек, выводящих избыток щелочей (Г, Чиуди, 1957). Повышенная щелочность, влияя на способность гемоглобина к окислению, изменяет форму кривой диссоциации оксигемоглобина в зависимости от парциального давления кислорода (К. М. Выков, Э. Э. Мартинсон, 1933). При дальнейшем пребывании на высотах сдвиги в крови несколько сглаживаются, но остаются на уровне, отличающемся от показателей равнинных жителей, хотя и не достигающем таковых у аборигенов гор. В процессе акклиматизации на больших высотах в крови накапливаются недоокисленные продукты обмена веществ и возрастает уровень вакат-кислорода, указывая на кислородное голодание (Н. Л. Агаджанян, М. М. Миррахимов, 1970).



По мере пребывания на высоте *дыхательный объем* начинает возвращаться к исходному, не доходя, однако, до его значений, дополнительный вдох не изменяется, резервный выдох уменьшается, а остаточный продолжает увеличиваться. Общая *емкость* легких возрастает главным образом за счет остаточного объема, который существенно увеличивается. Например, у лиц, поднявшихся на высоту 4260 м, за 7 дней остаточный объем увеличился на 20% (С. Тенней, Г. Раан, Р. Стенд и др., 1953). Причиной такого увеличения, происходящего за счет снижения резервного объема, может быть повышение в условиях гипоксии инспираторного тонуса дыхательной мускулатуры (М. М. Миррахимов, Т. Ф. Калько, Ж. С. Дубинина и др., 1980). Данная «*функциональная эмфизема*» имеет большое приспособительное значение, поскольку включается в газообмен альвеолы, до того находившейся в спавшемся состоянии, и создается своего рода объемный амортизатор, сглаживающий колебания в содержании газов в альвеолах и крови. При дальнейшей акклиматизации достигнутое увеличение легочных объемов сохраняется на уровне, более высоком, чем у жителей равнин, но более низком, чем у аборигенов высокогорья.

У людей, впервые попавших на большую высоту (выше 4000 м), жизненная емкость легких несколько уменьшается (А. Хуртадо, 1932), что также может зависеть от повышения тонуса мышц вдоха. Вдыхание кислорода восстанавливало ее исходную величину (А. Леви, 1932). Наблюдения за изменением легочных объемов во время пребывания на высоте 3600 м (пос. Мургаб) показали, что жизненная емкость легких в первые 10 дней почти не изменялась, а на 6-й неделе заметно увеличилась (К. Ю. Ахмедов, 1971). При длительном пребывании в горах жизненная емкость легких продолжает нарастать за счет расширения объема грудной клетки и повышения емкости альвеол, дыхание становится более редким и глубоким. Увеличение легочных объемов и емкостей становится стойким и обеспечивает более высокое напряжение кислорода и сравнительно низкое напряжение углекислоты в альвеолах. Однако все эти показатели внешнего дыхания не достигают уровня, характерного для коренных жителей гор.

Акклиматизация к жизни в горах при низком давлении кислорода в конечном итоге означает такую перестройку функций организма, которая сможет обеспечить человеку кислородное снабжение, достаточное для полноценной деятельности. Выше было показано, как перестраивается в этом направлении система внешнего дыхания, облегчая газообмен в легких. В результате достигается максимальное в этих условиях насыщение крови кислородом, которое на разных высотах, естественно, будет различным: от 95% у жителей предгорья до 85% на высоте 3000 м. Тем не менее благодаря адаптации крови и сердечно-сосудистой системы ткани человека, прибывшего в горы, получают кислород в количестве, необходимом для энергетического обеспечения жизненных процессов.

Вначале перестраивающийся организм требует повышенного кислородного снабжения. Наряду с обычными тратами энергии основного обмена появляются дополнительные, возникающие в условиях гипоксии. Особое значение в этом отношении приобретает мышечная деятельность (А. Д. Слоним, 1963). *Усиленная работа дыхательных мышц и повышение тонуса скелетной мускулатуры, поддерживающей позу тела, требуют существенных затрат энергии* (К. П. Иванов, 1968}. Эти требования, а также повышение интенсивности многих метаболических процессов в условиях гипоксии обуславливают первоначальный рост затрат энергии основного обмена (табл. 22).

Таблица 22

**Потребление кислорода и основной обмен в начале акклиматизации**

**в горах (Р. Гровер, 1963 (1); А. З. Колчинская, 1964 (2);**

**В. Г. Амадуни, 1975 (3); А. Д. Джайлобаев, 1965 (4);**

**Н. А. Агаджанян, М. М. Миррахимов, 1970 (5); К. Ю. Ахмедов, 1971 (6); Ж. С. Дубинина, Е. Г. Коченкова, 1972 (7))**

Место	Высота,	Объем	Процентный	Основной	Процентный
-------	---------	-------	------------	----------	------------

исследования	м	поглощенного кислорода, мл/мин	показатель (+ от исходного)	обмен, ккал	показатель (+ от исходного)
Денвер (1)	1750	222	+5	Нет свед.	Нет свед.
Терскол (2)	2000	257	+12		
Джермук (3)	2080	151	-16	1157	-15
Сусамыр (4)	2200	240	+6	1573	+8
Перевал Гуя-Ашу (4)	3200	241	+8	1587	+9
То же (5)	3200	284	+12	Нет свед.	Нет свед.
Мургаб (6)	3600	254	+2	1770	+2
То же (7)	3600	282	+10	1932	+9
Гора Эванс (1)	4290	234	+10	Нет свед.	Нет свед.

По мере акклиматизации происходят изменения газообмена, связанные со снятием избыточных реакций, перестройкой метаболизма и ведущие к более экономному расходованию кислорода. У поднявшихся на разные высоты, обосновавшихся в разных климатических районах и проживших в горах разное время изменения протекают неодинаково. Общей для них является тенденция к минимизации трат энергии при новой структуре гомеостаза. Данная тенденция наглядно проявилась, например, в результатах исследования газообмена в легких людей, приехавших в разное время в высокогорный поселок Мургаб. В течение первого года их показатели были следующими: 17,7 дыханий в минуту, 9,6 л объема легочной вентиляции, 57,8 мм рт. ст. давления в альвеолах кислорода и 27,0 мм рт. ст. углекислоты. Через 2 года эти показатели оказались соответственно 17,2; 10,2; 58,1; 27,4; через 3 года — 17,5; 9,9; 57,5; 27,9, а у проживших здесь более 5 лет — 19,2; 8,4; 52,2; 30,9 (Ж. С. Дубинина, Е. Г. Коченкова. 1972). О динамике поглощения кислорода и трат энергии основного обмена в процессе акклиматизации дает представление табл. 23.

Как видно из данных табл. 23, по мере пребывания человека в горах, как правило, происходит *уменьшение ранее, возросшего потребления кислорода и трат энергии основного обмена*, особенно на больших высотах (пос. Мургаб).

Таблица 23

**Поглощение кислорода и процесс основного обмена у людей с разными сроками проживания в горах (А. Д. Джайлобаев, 1965 (1); Ж. С. Дубинина, Е. Г. Коченкова, 1972 (2); М. М. Миррахимов, 1964 (3); К. Ю. Ахмедов, 1971(4))**

Место исследования	Высота, м	Срок пребывания на высоте, годы	Поглощение кислорода, мл/мин	Процентный показатель от исходного	Основной обмен, ккал	Процентный показатель от исходного
Рыбачье (1)	1650	0,5-1	200	93	1274	79
		2-5	199	87	1267	78
		5	190	88	1260	82
Перевал Туя-Ашу (3)	3200	2-5	221	94	1570	94
		5	228	99	1540	93
Пос. Мургаб (4)	3600	1-3	238	90	1620	93
Пос. Мургаб (2)	3600	1	270	114	1745	112
		2	263	111	1860	111
		3	237	102	1684	102

присоединяются холод, ветры, необходимость преодолевать подъемы и спуски, неизбежные в горной местности. На очень больших высотах требования к организму возрастают настолько, что он уже не в состоянии их удовлетворить. Человек не может акклиматизироваться и подвергается опасности острой горной болезни, высокогорного острого отека легких, очаговой дистрофии сердечной мышцы, кровоизлияния в сетчатку глаза. В лучшем случае он продержится до тех пор, пока не истощатся резервные возможности организма, расход которых возрастает с высотой. Поэтому на высоте около 7000 м люди в состоянии находиться только короткое время (Л. Пью, 1963). Даже тренированные альпинисты могли безболезненно оставаться на высоте 6500 м не более 5 недель (К. Мишель, Дж. Милледж, 1963). Успешная акклиматизация равнинных жителей, прибывших в горы, протекает на высотах не более 4500 — 5200 м. При этом они все-таки не достигают показателей, характерных для коренных горцев. У альпинистов преодоление больших высот с помощью кислородных приборов создает совершенно иные условия дыхания, исключая гипоксию и связанные с ней перестройки, и может сочетаться с их акклиматизацией к пребыванию на высоте, где расположен базовый лагерь. Однако известны случаи, когда отдельные альпинисты достигали высоты 8000 метров при подъеме на Эверест без кислородных приборов (ленинградец В. С. Балыбердин, поляк В. Кучучка, японец Н. Уэмура).

Кровь человека, поднявшегося на горные высоты, претерпевает изменения, приспособляющие ее в условиях гипоксии к наиболее эффективному транспорту газон между альвеолами и тканями организма. Это достигается прежде всего срочным *выбросом в сосуды из кровяных депо дополнительной массы крови*, в результате постепенно возрастает количество эритроцитов — главных переносчиков кислорода (Н. А. Агаджанян, М. М. Миррахимов, 1970). В зависимости от высоты, образа жизни, питания, местных климатических и других условий реакция красной крови на подъем в горы может сильно варьировать и по-разному протекать во время дальнейшего пребывания в этой местности. Динамика показателей гемоглобина в ряде случаев не соответствовала изменениям числа эритроцитов, когда включалась в циркуляцию депонированная кровь со зрелыми эритроцитами, насыщенными гемоглобином, и когда при усиленном кроветворении такого насыщения не достигалось.

Общая тенденция изменений показателей красной крови в процессе акклиматизации состоит в том, что они направлены в сторону

Такое снижение трат энергии отражает переход метаболических процессов на более экономичный способ обмена веществ в условиях гипоксии. Определенное значение для нормализации основного обмена имеет также наступающее в процессе акклиматизации уменьшение вначале напряженного тонуса скелетной мускулатуры (Л. Д. Слоним, О. Г. Понугаева, О. И. Марголина и др., 1949) и снижение функций щитовидной железы, о чем говорит ослабление симптомов базедовой болезни (Л. Г. Филатова, 1961).

Поднимаясь все выше и горы, человек включает все свои приспособительные механизмы компенсации сдвигов, которые вызываются нарастающей гипоксией. К ней как ведущему фактору условий высокогорья

характерных для аборигенов значений. В табл. 24 отражено изменение числа эритроцитов и количества гемоглобина в зависимости от сроков пребывания на разной высоте.

Уже на сравнительно небольшой высоте (1650 м), в Рыбачьем, за 6 месяцев акклиматизации показатели красной крови достигли значений, близких к таковым у обитателей даже более высоких местностей. Дальнейшее пребывание в течение 5 лет не только не прибавило числа эритроцитов, но даже уменьшило их. Колебания количества гемоглобина завершились возвращением к показателю 6-месячного срока адаптации, который остается ниже свойственного коренным жителям. Лишь при акклиматизации в местностях, расположенных выше -3000 м (перевал Туя-Ашу, Мургаб), число эритроцитов нарастает, превышая показатели аборигенов. Примечательно, что хотя количество гемоглобина в крови на этих высотах в процессе акклиматизации повышается, но в отличие от числа эритроцитов не достигает показателей аборигенов этих мест. Видимо, форсированная выработка эритроцитов превышает возможности их снабжения гемоглобином.

Таблица 24

**Динамика числа эритроцитов и количества гемоглобина у лиц, акклиматизирующихся на разных высотах (М. М. Миррахимов, 1964 (1); Б. Я. Гринштейн, 1965 (2); А. Р. Раимжанов, 1969 (3))**

Место исследования	Высота, м	Срок пребывания на высоте	Число эритроцитов, $10^{12}$ в 1 л	Количество гемоглобина, г/жд
Рыбачье, Тянь-Шань (1)	1650	До 6 мес	4,70	15,0
		От 6 мес до 2 лет	4,70	16,1
		От 2 до 5 лет	4,70	14,6
		Более 5 лет	4,60	15,0
Сусамыр, Тянь-Шань (1)	2200	До 6 мес	4,49	15,2
		От 6 мес до 2 лет	4,59	14,5
		От 2 до 5 лет	4,08	15,4
		Более 5 лет	4,76	15,9
Перевал Туя-Ашу, Тянь-Шань (1)	3200	До 6 мес	4,74	15,6
		От 6 мес до 2 лет	4,78	15,7
		От 2 до 5 лет	4,70	15,5
		Более 5 лет	4,88	15,9
Мургаб, Памир (2, 3)	3600	До 6 мес	5,37	14,8
		От 6 мес до 2 лет	5,57	17,4
		От 2 до 5 лет	5,44	17,3
		Более 5 лет	5,71	16,1

Сравнение динамики числа эритроцитов и количества гемоглобина при акклиматизации в горах Тянь-Шаня показало, что вначале

увеличивается количество гемоглобина, очевидно, за счет повышения его содержания в эритроцитах и лишь потом возрастает их число. Однако при акклиматизации в горах Кавказа подобного разрыва не наблюдалось. В первые дни пребывания на высотах Памира (2500—3600 м) и Тянь-Шаня. (3200 м) отмечалось даже небольшое уменьшение числа эритроцитов, за которым следовало его увеличение. Об усиленной выработке эритроцитов можно судить по содержанию в крови их предшественников — ретикулоцитов и стимуляторов кроветворения — эритропоэтинов. Из данных табл. 25 видно, что в исходном состоянии количество ретикулоцитов составляет меньше, чем 0,5%, а активность сыворотки крови имеет отрицательную величину. Но уже в первые дни акклиматизации эритропоэтическая активность становится положительной и стимулирует костный мозг к ускоренному образованию эритроцитов, которые в незрелой форме ретикулоцитов выходят в кровь.

Таблица 25

**Динамика числа ретикулоцитов и эритропоэтической активности сыворотки крови в течение первого месяца акклиматизации на Памире и Тянь-Шане (М. М. Миррахимов, Н. Я. Юсупова, А. Р. Раимжанов, 1980)**

Место исследования	Высота, м	Количество дней пребывания на высоте	Ретикуло-циты, %	Эритропоэтическая активность сыворотки крови, усл. ед.
Предгорье Тянь-Шаня	760	-	0,46	-23,7
Перевал Туя-Ашу, Тянь-Шань	3200	3 - 4	0,59	+58,0
		9 - 10	0,93	+108,7
		20 - 21	1,12	+171,8
		29 - 30	1,25	+180,5
Предгорье Памира, исходное обследование Мургаб, Памир	760 - 102	-	0,34	-38,0
	3600	3 - 4	0,84	+63,3
		9 - 10	1,12	+108,3
		20 - 21	1,58	+220,0

В процессе высокогорной акклиматизации меняются не только число эритроцитов, но и их морфология и свойства. Исследователями в первые дни отмечалось уменьшение, а потом увеличение размера эритроцитов (А. Ванетти, Г. Марквальдер, 1939). Возможно, так достигается рост их дыхательной поверхности: сначала за счет более выгодного отношения поверхности к массе клетки, а затем путем интенсификации кроветворения. Фазный характер имеет и динамика осмотической резистентности эритроцитов. В первые дни пребывания на высоте она оказывается сниженной, а потом возрастает, повышая свою исходную величину (З. И. Барбашова, Г. И. Григорьева, 1968). Возможно, что в этом проявляется вначале разрушение старых эритроцитов, а потом преобладают молодые, более устойчивые к изменениям осмотических условий.

Исследования состава крови акклиматизирующихся в горах не выявили определенных закономерностей в динамике численности лейкоцитов ввиду противоречивых результатов. Некоторые исследователи отмечают, что после двухгодичного пребывания на высотах 3507

и 4030 м в крови повысилась концентрация белков, главным образом за счет глобулинов (Х. Брахмачари, М. Молотра, С. Жозеф и др., 1972). Свертываемость крови « процессе акклиматизации на разных высотах изменяется по-разному. Так, наблюдения на высоте 2500 м (пос. Кызыл-Джар) показали, что у приезжих свертываемость вначале возрастала, о чем свидетельствовали повышении толерантности плазмы крови к гепарину, высокий уровень потребления протромбина, укорочение времени «а» тромбозластограммы, повышение эластичности кровяного сгустка, далее активировалось противосвертывание, а спустя год выявилось *преобладание системы свертывания* (В. А. Исабаева. 1972). Акклиматизация в выше расположенных районах сопровождалась преимущественной *активацией противосвертывающей системы*. Имеются противоречивые сведения об изменении при этом в крови числа тромбоцитов.

На рис. 49 отражена динамика характеристик системы свертывания крови в процессе адаптации к пребыванию в течение месяца на высоте 3200 м.

Еще одна из первых высокогорных экспедиций в Анды отметила, что при подъеме на высоту 4300 м насыщение гемоглобина кислородом происходит более интенсивно. Это выражается сдвигом кривой диссоциации оксигемоглобина в зависимости от парциального давления кислорода вверх и влево (Дж. Баркрофт, А. Бингер, Ф. Доггард и др., 1922). Однако дальнейшие исследования показали сложный характер динамики сродства гемоглобина к кислороду в условиях гипоксии. Изучение действия гипоксии на ферментные системы крови выявило повышение их активности и осуществлении окислительных процессов (Е. М. Крепс, Н. А. Вержбинская, Е. В. Чирковская и др., 1956).

Чтобы избежать горной болезни, был предложен метод так называемой *ступенчатой адаптации*, основанный на изучении сдвигов показателей крови и дыхания во времени (Н. Н. Сиротинин, 1933). Преимущества этого способа горных восхождений становятся очевидными, если сравнить картину крови двух групп испытуемых, одна из которых сразу совершила восхождение из Фрунзе (760 м) на перевал Туя-Ашу (3200 м), а другая сделала на этом пути 12-дневную остановку на промежуточной высоте в Сусамыре (2200 м). В то время как в первой группе на 2 -3-й день пребывания на перевале число эритроцитов даже снизилось ( $4,44 \times 10^{12}$  л) по сравнению с исходным ( $4,94 \times 10^{12}$  л) и умеренно возросло на 7—9-й день ( $5,13 \times 10^{12}$  л), во второй группе число эритроцитов без первоначального снижения резко нарастало от исходного ( $4,99 \times 10^{12}$  л) на 2 —3-й день ( $5,14 \times 10^{12}$  л) и на 7—9-й день значительно опережало ( $5,52 \times 10^{12}$  л) показатели первой группы.

Кровообращение при акклиматизации к высокогорью пере-

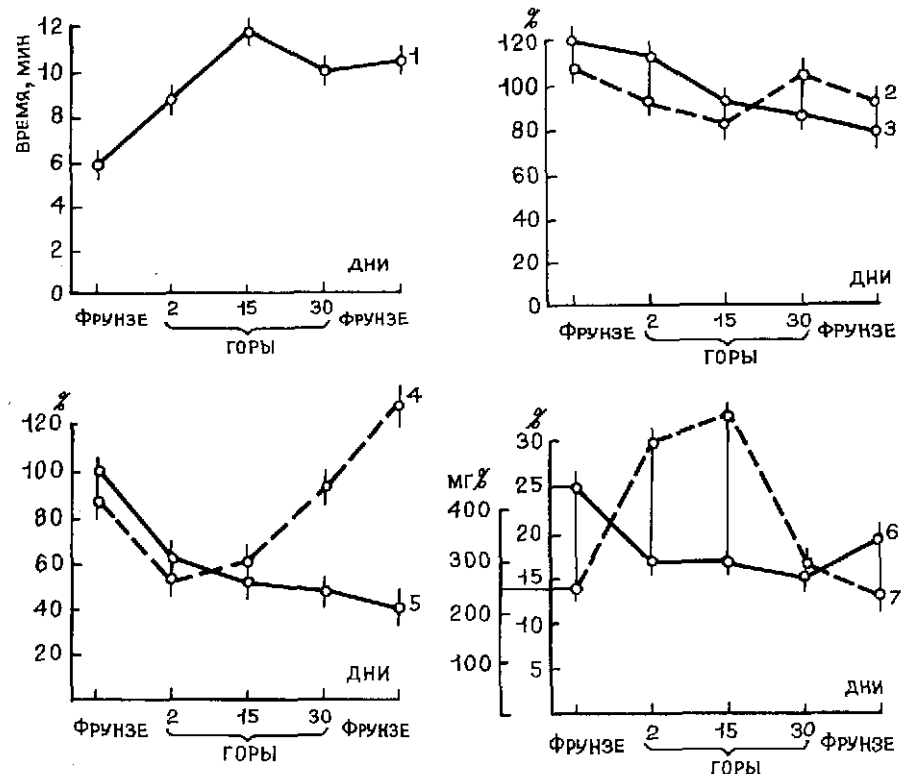


Рис. 49. Изменение показателей свертывания крови при месячной адаптации к высоте 3200 м (А. В. Маджуга, 1971): 1 – толерантность плазмы к гепарину; 2 — фактор У; 3 — протромбин; 4 – антитромбин; 5 — гепарин; 6 – фибринолиз; 7 – фиброноген.

страивается в соответствии с изменениями в деятельности системы дыхания и функций крови. Кик только человек оказывается в условиях дыхания разреженным воздухом и возникает описанный выше рефлекс сужения легочных сосудов, кровяное давление в малом круге кровообращения сразу поднимается. Продолжая нарастать, оно достигает максимального значения и течение суток (И. Северинхаус, 1971). В условиях гипоксии на значительной высоте повышается реактивность сосудов легких, и многие, обычно индифферентные, воздействия теперь вызывают в малом круге резкие прессорные эффекты (М. М. Миррахимов, 1971). Наблюдения в течение 30-дневной адаптации к пребыванию на перевале Туя-Ашу (3200 м) показали, что легочная гипертензия достигла максимума на 3-й день, после чего постепенно уменьшалась, но и через месяц не пришла к исходной величине давления, измеренного во Фрунзе на высоте 760 м (М. М. Миррахимов, Р. О. Хамзамулин, Т. М. Мураталиев, 1977).

В ходе дальнейшей акклиматизации сердце приспособляется к усиленной работе правого желудочка, преодолевающего повышенное сопротивление кровотоку через легкие. Наступает гипертрофия миокарда правого желудочка (К. А. Гафаров, 1974). Однако все эти изменения в системе кровообращения, особенно *легочная гипертензия и гипертрофия правого желудочка*, оказываются обратимыми и при возвращении к условиям обычного барометрического давления исчезают (А. Абрахам, Дж. Кей, Р. Коул и др., 1971). Описаны случаи такого восстановления даже после пребывания людей на высоте в течение двух лет.

Организм адаптируется к гипоксии путем срочной мобилизации крови из кровяных депо, а затем увеличением массы эритроцитов (Н. А. Агаджанян, М. М. Миррахимов, 1979), что приводит к *возрастанию объема циркулирующей крови*. В связи с этим увеличивается *минутная отдача сердца* (О. Н. Нарбеков, 1970), которая возрастает в первое время акклиматизации на счет учащения сердечных

сокращений, а по мере тренировки сердечной мышцы — за счет увеличения объема систолы. Включение все новых механизмов компенсации влияния гипоксии приводит к тому, что по показателям электрокардиограммы и баллистокардиограммы уже кратковременное пребывание на высоте вызывает усиление сократительной способности миокарда (И. П. Плотников, 1963). Большая нагрузка на сердце в условиях гипоксии может привести к изменению фазовой структуры систолы, получившему название *синдрома острого утомления миокарда* (З. М. Кудайбердиев, 1970). Минутная отдача сердца и частота его сокращений спустя некоторое время снижаются, приближаясь к исходным значениям.

Увеличение объема циркулирующей крови влияет и на большой круг кровообращения. Уже в первые дни после прибытия в горы кровяное давление в плечевой артерии немного повышается (М. Х. Бобоходжаев, В. Г. Машковский, 1975). При этом увеличивается не только систолическое, но и диастолическое давление. Наблюдается повышение тонуса периферических артерий, о чем можно судить по возрастанию скорости распространения по ним пульсовой волны (З. М. Кудайбердиев, 1970). Некоторые исследователи отмечали, что при подъеме на большие высоты Памира и Тянь-Шаня в первые дни снижалось давление крови в венах (М. М. Миррахимов, 1964). При возросшей минутной отдаче сердца это может означать увеличение емкости венозных резервуаров, очевидно, связанное с постепенным возвращением части циркулирующей крови в свои депо. К приспособительным перестройкам кровообращения в условиях гипоксии относится и перераспределение крови между сосудистыми областями. Увеличивается кровоснабжение мозга (И. Северинхаус, Г. Чиоди, Е. Эгор и др., 1966), уменьшается кровоснабжение конечностей (Г. Альбрехт, Е. Альбрехт, 1969).

Экспериментальные исследования кровообращения и дыхания мозга в процессе двухмесячной адаптации к высоте 3200 м показали, что наиболее резкие сдвиги наступают в первые дни недели, после чего начинается постепенное возвращение к исходному уровню (рис. 50).

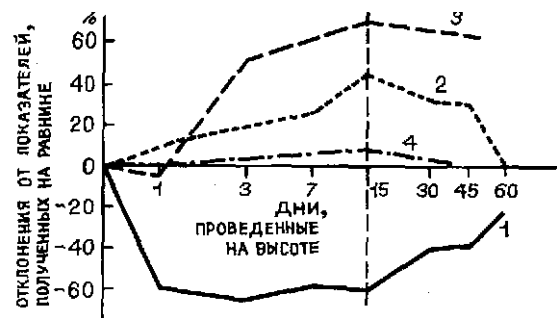


Рис. 50. Динамика напряжения кислорода (1), окислительно-восстановительного потенциала (2), регионарного кровотока (3) и температуры коры мозга (4) при адаптации к высоте 3200 м (А. А. Айдаралиев, В. А. Березовский, М. Д. Джунушев, 1970)

Учет всех этих обстоятельств необходим для успешной акклиматизации человека в горной местности.

Недавно ученые Киргизского научно-исследовательского института кардиологии академик М. Миррахимов и зав. лабораторией генетики человека А. Ибрагимов обнаружили, что приспособленность жителей гор к условиям их жизни имеет генетическую природу, что выявляется по отношению гетерохроматина и эуроматина в хромосоме.



## Глава 9. ЖИЗНЬ ЧЕЛОВЕКА В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ



Экстремальными называют условия необычной среды, в которой действуют чрезвычайные неадекватные раздражители, оказывающие вредоносное воздействие на организм (П. Д. Горизонтов, Н. Н. Сиротинин, 1973). Парадокс состоит в том, что эти опасные для организма человека условия создал и продолжает создавать сам человек. К ним относятся действия магнитных и электромагнитных полей, проникающей радиации, перегрузок ускорения и невесомости в космическом полете, подводной деятельности и укачивания на морском, наземном и воздушном транспорте.

### § 1. Магнитные и электромагнитные поля

К естественному магнитному полю Земли человек добавил искусственные, гораздо более сильные поля. Проблема магнитной защиты космонавтов также делает вопрос о действии магнитного поля на живой организм весьма актуальным. Масштабы выработки энергии и ее передачи по линиям высокого напряжения, развитие средств связи и электронной техники привели к тому, что окружающая среда насыщена электромагнитными волнами широкого диапазона частот, которые непрерывно пронизывают наше тело. Производственная деятельность человека повышает естественный уровень радиоактивности, в результате чего он сталкивается со значительными ее мощностями в практике лучевой терапии и при выходе в космос. Трудности адаптации организма к этим экстремальным условиям заключаются и в том, что они отсутствовали, когда в процессе эволюции вырабатывались приспособления живых существ к воздействию среды, поэтому не возникли органы чувств, помогающие их обнаружить.

*Постоянное магнитное поле*, превышающее уровень естественного земного магнетизма, к которому приспособлены живые организмы, оказывает на человека разностороннее влияние. С одной стороны, накапливаются сведения о его *неблагоприятном действии* на лиц, профессия которых связана с длительным пребыванием в магнитных полях. Так, ученым было отмечено, что при работе в магнитном поле, достигающем напряженности 150 Э в области головы и 5000 Э в области рук, наступали местные сосудистые расстройства, снижение кровяного давления, изменения сердечного ритма и электрокардиограммы, происходил сдвиг вегетативной регуляции и сторону преобладания парасимпатических влияний. При воздействии поля 1000 Э в течение 15-60 мин на руку в крови уменьшалось количество ионов калия, натрия и хлоридов (А. М. Вялов, В. П. Духанова, 1969). Отмечались также жалобы на головные боли, быстро развивающееся утомление, потливость, высокую температуру кожных покровов. На основании обследования 1500 лиц, работающих в условиях магнитного поля, было предложено установить допустимые уровни облучения магнитным полем. Ниже приведены предельно допустимые нормы действия магнитных полей на человека (в числителе величина поля, в знаменателе — градиент поля, единица измерения дана в эрстедах):

Все тело . . . . .	300/5 – 20
Руки . . . . .	700/10 - 20

С другой стороны, известны успешные результаты применения *магнитотерапии при различных заболеваниях*. Многочисленные наблюдения за действием магнитных полей на организм человека освещались на конференциях и симпозиумах специалистов, публиковались в монографиях и сборниках. Медицинским аспектам проблемы была посвящена Всесоюзная научно-практическая конференция «Магнитобиология и магнитотерапия в медицине», состоявшаяся в 1980 г. в Витебске.

Проведение наблюдений на человеке ограничено условием исключения возможности причинить ему вред. Поэтому более полные сведения о влиянии постоянного магнитного поля на живые организмы были получены в экспериментах на животных. Было доказано его прямое воздействие на *нервную систему*, изменения поведения, угнетение безусловных и условных рефлексов, развитие в электрической активности мозга коррелятов тормозных процессов (Ю. А. Холодов, 1966, 1975; С. Н. Лукьянова, 1970; Е. Кузман, И. Пелье, Я. Месарош, 1971). В ЭЭГ появляются большие медленные волны (рис. 51). В *крови* наблюдались ретикулоцитоз и фазные изменения количества клеток красной и белой крови (Дж. Барноти, 1960; А. И. Дернов, П. И. Сенкевич, Г. А. Лемеш, 1968; А. Д. Павлов, З. Н. Нахильницкая, С. А. Гребенников и др., 1978).

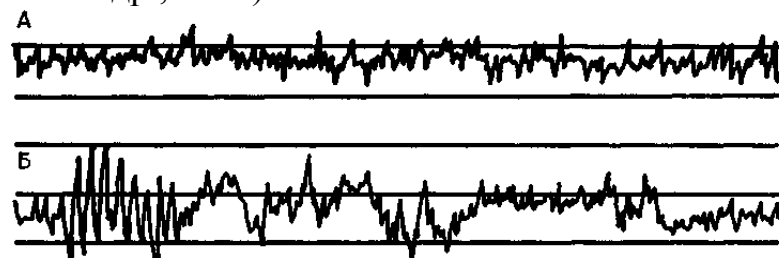


Рис. 51. Изменения ЭЭГ крысы под действием постоянного магнитного поля (Ю. А. Холодов, 1982): А — исходное состояние; В — действие поля в 400 мТ

Постоянное магнитное поле при разной напряженности и длительности действия *угнетает окислительные процессы*, что проявляется в уменьшении потребления кислорода, снижении активности окислительно-восстановительных потенциалов и концентрации свободных радикалов (М. А. Шишло, Б. И. Лекторский, 1966; Л. А. Пирузян, Л. Х. Барсегян, О. М. Мухортова, 1971; М. П. Ямко, 1975). Среди *желез внутренней секреции* наиболее чувствительными к постоянному магнитному полю оказались половые. Так, у самцов наступало резкое угнетение сперматогенеза, у самок — нарушения экстраляльного цикла и родовой деятельности. Реакции коры надпочечников и гипоталамо-гипофизарной нейросекреторной системы имели фазный характер (И. В. Торопцев, Г. П. Гарнеев, 1965; Л. А. Андрианова, И. В.

Шуст, И. М. Костиник, 1976).

Не только превышение, но и ослабление путем специальной экранировки уровня земного магнитного поля вызывает реакции живого организма, особенно растущего (А. В. Шакула, 1982).

При этом снижается активность ферментов энергетического обмена, нарушаются процессы дифференцировки тканей, роста и формирования поведения. Изучение влияния *гипогеомагнитных условий* на человека имеет практическое значение в связи с тем, что некоторые помещения, в которых находятся люди, экранируют от магнитного поля Земли, а космонавты выходят за его пределы.

*Электромагнитные поля* исследовались в основном в микроволновом диапазоне, привлекающем особое внимание со времени обнаружения явлений так называемого *магнитофосфена*. Еще д'Арсонваль (1893) описывал возникновение разнообразных зрительных ощущений при действии электромагнитных полей на голову человека. Они могут вызывать довольно сложные зрительные (М. Валентинуцци, 1962) и слуховые (А. Фрей, 1965) галлюцинации.

Широкое использование в технике сверхвысокочастотных магнитных полей (СВЧ) оказало влияние на состояние здоровья людей, которые по своей профессии подвергались этим воздействиям. Проведенные наблюдения выявили возникновение определенных *нарушений как в соматической, так и в вегетативной сфере*.

Ниже перечислены симптомы нарушений, выявленных в группе из 150 человек, работающих с генераторами СВЧ, и частота их встречаемости, %.

Тремор век и пальцев вытянутых рук . . . . .	63
Гипергидроз . . . . .	69
Акроцианоз . . . . .	52
Гипотония . . . . .	37
Систолический шум на верхушке сердца . . . . .	20
Приглушение первого тона сердца . . . . .	62
Увеличение печени . . . . .	8
Увеличение щитовидной железы . . . . .	6

О прямом действии электромагнитных, полей на *нервную систему* человека говорит возможность образования у него условного рефлекса (Ф. П. Петров, 1952). Была показана зависимость продолжительности фосфенов от длительности его действия (Н. А. Соловьев, 1963). Воздействие на голову человека слабыми электромагнитными полями низкой частоты (2 —10 Гц) приводило к преобладанию в электроэнцефалограмме медленных компонентов, а высокой частоты (400 Гц) — быстрых, типа бета-ритма. Переменное магнитное поле 50 Гц напряженностью 100 эрстед, приложенное к голове, увеличило время двигательной реакция на световые и звуковые сигналы (Ю. А. Рябчук, 1975). Торможение было еще более выражено при действии магнитного поля на руку испытуемого (Ю. А. Холодов, 1978). Высокочастотные колебания 2450 МГц тепловой интенсивности тормозили *свертывание крови* человека в опытах *in vitro*. В моче людей, подвергшихся СВЧ-облучению, отмечено увеличение содержания кортикостероидов (Е. Шлифаке, 1960). Сверхнизкие колебания переменного магнитного поля изменили *реакцию оседания эритроцитов* крови (Н. И. Музалевская, Г. Д. Шушков, 1971). Обнаружено влияние переменных магнитных полей на разные показатели системы крови и кровообращения (А. Г. Бородкина, З. Н. Нахильницкая, 1971; И. Д. Боечко, 1974; Р. П. Кикут, 1978).

Опыты на животных показали, что электромагнитные поля оказывают на живые организмы действие, во многом сходное с влиянием

постоянных магнитных полей, но гораздо более сильно выраженное. Воздействие в значительной степени зависит от частотных характеристик полей и достижения интенсивности, когда наступает тепловой эффект и перегревание может привести к гибели животного. Этим объясняется и неоднозначность результатов действия электромагнитных полей. Наряду с преимущественно тормозным влиянием на нервную систему и высшую нервную деятельность оказалось возможным вырабатывать условные рефлексы на магнитное поле у рыб (Ю. А. Холодов, 1966). Вместе с тем имели место и общее возбуждение, судорожные состояния, десинхронизация электрической активности мозга (Р. И. Кругликов, М. С. Мыслободский, В. Л. Эзрохи, 1970; В. Эйди, 1975). У кроликов, подвергавшихся действию магнитного поля, наблюдалось проявление тормозных процессов в виде усиления медленных компонентов электроэнцефалограммы. В опытах на мышах было показано, что воздействие магнитным полем может способствовать восстановлению условных рефлексов избегания, нарушенных факторами высокогорья (Т. Рысканов, 1980).

Ряд исследований был посвящен изучению изменений *кровообращения, системы крови и дыхания* (рис. 52), наступающих при действии магнитных полей. Высокоинтенсивные электромагнитные поля создают и эффекты теплового действия, вызывающие рефлекторно и прямо реакцию *теплорегуляции* (Ф. Крузен, 1965; В. А. Сынгаевская, 1966; А. Г. Суббота, 1970). Резкое угнетение функций *половых желез*, особенно у самок, сопровождалось усилением функций *щитовидной железы* и мозгового слоя надпочечников при снижении нейросекреторной активности *гипоталамо-гипофизарной системы* (В. Л. Кардашов, Г. К. Герсамя, 1965; Л. Паркер, 1973; В. В. Мороз, 1975).

Общим для действия как постоянных магнитных, так и электромагнитных полей был тот факт, что, как показали эксперименты на животных, при повторных их применениях возникают явления *частичной адаптации*.

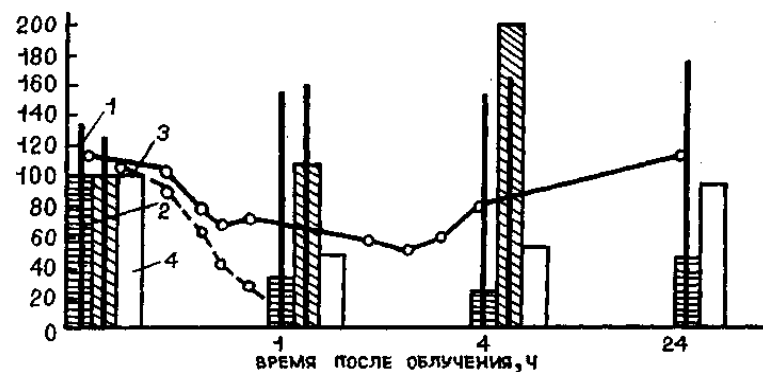


Рис. 52. Реакции крови крыс на СВЧ-облучение (И. Р. Петров, Н. Л. Сынгаевский, 1970): 1 — лейкоциты; 2 — эозинофилы у крыс с тормозной реакцией на звонок; 3 — эозинофилы у крыс с судорожной реакцией на звонок; 4 — потребление кислорода. Сплошная кривая — частота дыхания у крыс с тормозной реакцией на звонок, пунктирная — с судорожной реакцией

В этом, очевидно, проявляется выработанное в процессе эволюции приспособление к колебаниям относительно слабых естественных магнитных полей. Мощные искусственные поля превышают возможности подобного приспособления и создают экстремальные условия. Возникает проблема поиска путей и средств, защиты от них и повышения адаптивных свойств организма человека (З. Н. Нахильницкая, Н. П. Смирнова, 1979).

## § 2. Проникающая радиация

*Источниками проникающей радиации*, создающими природный фон облучения, являются галактическое и солнечное излучение, наличие радиоактивных элементов в почве, воздухе и материалах, используемых в хозяйственной деятельности, а также изотопов, главным образом калия, в тканях живого организма. Опасным источником проникающей радиации стали *испытания ядерного оружия*. Произведенный Соединенными Штатами Америки в 1962 г. высотный ядерный взрыв «Старфиш» образовал искусственный радиопояс Земли с мощным потоком электронов. Продолжающиеся в США подземные ядерные взрывы, несмотря на неоднократные предложения Советского Союза всем прекратить испытания ядерного оружия, создают все новые угрозы экологическому благополучию. Грозным предупреждением об опасности выхода из-под контроля мощных сил атома явилась авария на Чернобыльской АЭС.

Все больше людей, в том числе государственных деятелей многих стран, начинают понимать, что ядерная война означала бы гибель человечества. Например, сенатор конгресса США Э. Кеннеди (1983) так оценивал результаты ядерного конфликта: «Этот конфликт поставил бы один-единственный вопрос: не о том, скольким бы людям удалось выжить при ядерном ударе, а о том, как долго был бы час их умирания на умирающей планете». В 1985 г. сенаторы М. Хетфилд и У. Проксмайр выступили в конгрессе США с проектом резолюции о создании советско-американской комиссии по изучению последствий ядерной войны. О том, что ее последствием неизбежно будет гибель человечества, убедительно показали модельные исследования и расчеты, проведенные как американскими (Отчет Национальной академии наук США, 1985), так и советскими (В. В. Александров, Г. Л. Стенчиков, 1985) учеными.

Применение даже части накопленных запасов ядерного оружия не только сразу сожжет огнем и убьет взрывами и радиацией миллионы людей, но вызовет и такие катастрофические перемены в экологических условиях, которые приведут к гибели уцелевших людей, животных и растений (табл. 26).

Каждое из перечисленных в табл. 26 последствий ядерной войны между США и СССР ведет к необратимым повреждениям всей биосферы нашей планеты. Массовое лучевое поражение не только людей, но и животных и растений разорвет их пищевые цепи, разрушит сложившиеся биоценозы. Изменение оптических свойств атмосферы, вызванное мощными взрывами и гигантскими пожарами, приведет к резким переменам в климате. Пыль от взрывов, пепел, сажа и дым пожаров современных городов, особенно богатых горючим, и больших лесов, распространяясь по всей атмосфере, заслонит солнечные лучи, и на земле наступит глобальная «ядерная ночь» (рис. 53). Прекратятся процессы фотосинтеза, лишённая большей части тепла, даваемого Солнцем, поверхность Земли начнет охлаждаться. В результате «ядерной ночи» наступит «ядерная зима», когда уже через несколько дней после ядерного конфликта вся суша Земли будет охвачена холодом. По некоторым расчетам, она может при этом охладиться на 30—40° С, что не сумеют перенести млекопитающие, птицы, тропические леса и многие другие животные и растения. Наконец, изменения радиационных свойств верхних слоев атмосферы, нарушение озонового слоя окислами азота, образованными при ядерных взрывах, снимет экран, защищающий биосферу от губительного действия жесткого ультрафиолетового излучения (Н. Н. Моисеев, 1988).

Таблица 26

### Возможные геофизические и экологические последствия ядерной войны (Ю. А. Израэль, 1986)

Поражающие факторы	Последствия их действия
1. Загрязнение биосферы	1. Радиационное (лучевое)

радиоактивными продуктами	поражение отдельных популяций и экосистем Изменение электрических свойств атмосферы Изменение погоды Изменение свойств ионосферы и магнитосферы
2. Загрязнение атмосферы аэрозольными продуктами свойств атмосферы	2. Изменение оптических и радиационных Изменение погоды и климата Ухудшение состояния экосистем из-за уменьшения приходящего солнечного излучения и ухудшение климатических условий
3. Загрязнение атмосферы различными газообразными веществами (метаном, этиленом, тропосферным озоном и т. д.) тропосферы верхней атмосферы	3. Изменение радиационных свойств атмосферы, изменение погоды и климата Изменение радиационных свойств верхней атмосферы, нарушение озонового слоя Изменения возможности прохождения ультрафиолетового излучения, изменение климата Ухудшение состояния экосистем

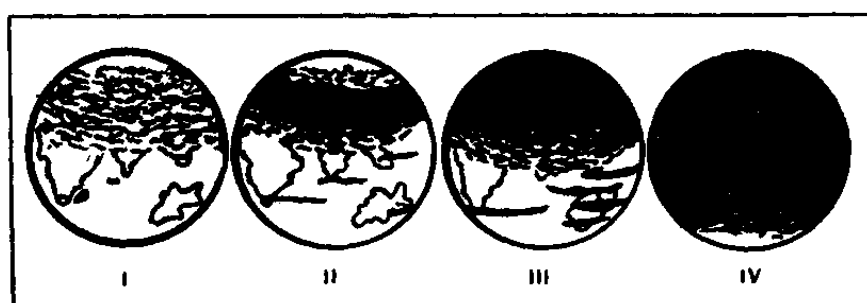


Рис. 53. Наступление «ядерной ночи» (Г. С. Голицын, А. С. Гинзбург, 1986): I — в первые дни над тысячами взрывов и пожаров возникнут шлейфы дымов

и пыли; II — в первую и вторую недели средние широты северного полушария покрываются сплошной пеленой; III — через две-три недели струи дыма переходят экватор; IV — через месяц почти вся Земля оказывается окутанной облаком дыма

Таким образом, не приходится сомневаться, что ядерная война означала бы гибель человечества. Кто не сгорит мгновенно в огне взрывов бомб, обречены на мучительную смерть от лучевой болезни, а кто избежал и ее, то от холода и голода на опустошенной земле. Однако «реальности ядерного века во всем их устрашающем масштабе осознаны, к сожалению, далеко не всеми» (Е. П. Велихов, 1986). Поэтому так важно сделать широко известными научно обоснованные выводы о том, что в случае развязывания ядерной войны возникнет такой экологический кризис, из которого нет выхода, род человеческий прекратит свое существование. Недаром в докладе XXVII съезду КПСС (1986) М. С. Горбачев говорил: «Наступила пора до конца понять суровые реальности наших дней: ядерное оружие таит в себе смерч, способный смести род человеческий с лица земли».

Большую опасность создает достигнутая за последнее время миниатюризация ядерных зарядов. Критическая масса одного из изотопов калифорния оказалась менее 2 г, что позволяет создать буквально «карманную» ядерную бомбу. Это угрожающе расширяет возможности ядерного терроризма.

Однако и мирное развитие атомной энергетики требует обеспечения безопасности людей, для чего необходимо знание того, как действует проникающая радиация на организм человека.

Поскольку ткани разных органов имеют различное содержание радиоактивных веществ, они получают различные дозы радиации (табл. 27). Степень облучения космонавта зависит от периодически изменяющегося уровня галактической реакции, интенсивности и спектрального состава солнечных вспышек, мощности защиты стенками космического корабля и времени пребывания в полете.

О действии на организм человека проникающей радиации в дозах, которые превышают ее природный уровень, стало известно главным образом из обследования больных, подвергшихся терапевтическим облучениям, описаний картины лучевой болезни, а также наблюдений космонавтов. Наиболее чувствительной к проникающей радиации оказалась *сетчатка глаза*.

Таблица 27

**Годовые дозы (мбэр) облучения некоторых органов от природных источников радиации (И. М. Белоусова, Ю. М. Штуккенберг, 1961)**

Источники радиации	Гонады	Остеоциты	Костный мозг
Внешние:			
космические лучи	28	28	28
наземная радиация	47	47	47
атмосферная радиация	2	2	2
Внутренние:			
40 к	19	11	11
14 с	1,6	1,6	1,6
радон—торон радий	-	38	0,5
Всего:	99,6	137,6	92,1

. Облучение глаза дозой менее 1 рада уже вызывало реакцию электроретино-граммы. Облучение больных лечебными дозами вызывало у них ухудшение зрения (Л. Б. Кознова, 1961). Сравнительно небольшие дозы радиации делали цилиарные сосуды более проницаемыми (Л. В. Лебединский, З. Н. Нахильницкая, 1960), в жидкости передней камеры глаза появлялся фибрин (Н. И. Арлащенко, 1965), и подавлялось образование митозов в клетках роговицы (А. К. Гуськова, Г. Д. Байсоголов, 1971). О высокой чувствительности глаза к радиации свидетельствуют также наблюдения космонавтов, отмечающих, что при выходе за пределы магнитосферы Земли они могли испытывать своеобразные фосфены в виде вспышек, которые рассматриваются как эффекты действия частиц космических лучей, проходящих через среды глаза и возбуждающих светочувствительные элементы (К. Тобиле, Т. Будингер, Дж. Лиман, 1971; Ю. Г. Григорьев, Г. Г. Демирчоглян, 1975). *Нарушения вкусовой чувствительности* наступали не только при облучении полости рта и гортани, но даже при лучевой терапии области груди дозами 400—500 Р (Л. Б. Кознова, 1961). Повторные облучения дозами 30—500 Р *снижали тактильную чувствительность*, а реакция электроэнцефалограммы на тактильное раздражение возрастала (Н. С. Делицина, 1973). Активация коры мозга по электрофизиологическим показателям наблюдалась у больных как при общем, так и при местном облучении туловища или конечностей (Ю. Г. Григорьев, 1975). Профилактические обследования состояния грудной железы у женщин увеличивали у них в 2,5 раза частоту *хромосомных aberrаций в лимфоцитах*, которая возвращалась к исходному уровню лишь через 2 недели после облучения (Е. Б. Кисельгоф, 1982).

Эксперименты на животных показали, что проникающая радиация вызывает резкие изменения в деятельности всех отделов нервной системы. Нарушения процессов высшей нервной деятельности начинались с возрастания величины условных рефлексов, которое сменялось их угнетением. При этом повышалась активность стволовых центров. Центральные расстройства в значительной степени отражали изменения в состоянии афферентных систем (И. Ломонос, 1957; М. Н. Ливанов, 1962; Ю. Г. Григорьев, Ю. В. Фарбер, Н. А. Волохова, 1970; Н. Н. Лившиц, 1976). Наиболее чувствительными к радиации оказались *сложные формы высшей нервной деятельности*. Условные цепные рефлексы у собак исследовались в условиях, моделирующих в радиационном отношении полет на Марс (Ю. Г. Григорьев, 1980). В



результате трехлетнего облучения произошло стойкое снижение силы и подвижности возбудительных и возрастание инертности тормозных процессов. Потоки импульсов от облученных частей тела и прямое действие радиации на нервные центры рефлекторно и через нейроэндокринные механизмы вовлекают в реакцию на лучевое воздействие *широкий круг вегетативных функций* (М. Н. Ливанов, 1962; А. Г. Свердлов, 1968). Были обнаружены периодические колебания чувствительности организма к радиационному поражению (Ю. П. Дружинин, Т. С. Малютина, Г. Н. Подлужная и др., 1969) (рис. 54).

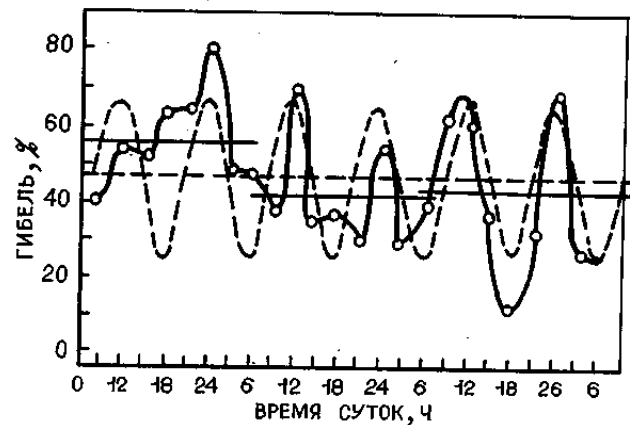


Рис. 54. Суточные колебания чувствительности организма к радиационному поражению (Ю. Г. Григорьев, 1982)

Повышение радиационного фона и опасность лучевого поражения при соприкосновении с техническими устройствами, использующими источники проникающей радиации, а также требования безопасности космических полетов остро ставят проблему защиты человека от ее воздействия и возможности приспособления его организма к сохранению жизни в экстремальных условиях. *Защита человека от облучения* строго регламентируется и надежно обеспечивается мерами техники безопасности при работе на атомных электростанциях и с другими источниками радиоактивности. Сложнее обстоит дело с *защитой космонавтов от галактического излучения*. Исходя из биологической эффективности радиации, неравномерности облучения, его продолжительности и влияния на радиочувствительность невесомости, гиподинамии и других факторов, установлены предельно допустимые дозы облучения при кратковременном космическом полете: в СССР — 15 бэр, в США для полета на кораблях «Аполлон» — 25 бэр (Ю. Г. Григорьев, К. Тобиас, 1975). По показаниям детекторов ударов тяжелых частиц, помещенных в шлемы космонавтов «Аполлона-8» и «Аполлона-12», была рассчитана возможная гибель нервных клеток разных структур мозга при состоявшемся полете «Аполлона-12» и при проектируемом двухлетнем полете на Марс (табл. 28). Данные таблицы свидетельствуют, что чем крупнее клетка, тем с большей вероятностью она может стать «мишенью» для удара тяжелой частицы.

Таблица 28

**Вероятная гибель клеток мозга космонавтов при полетах разной длительности (Ю. Г. Григорьев, 1980)**

Структура головного мозга	Размеры клеток, мм	Доля погибших клеток на 1 млн	
		Полет «Аполлона-12»	Полет к Марсу
Гранулярный слой мозжечка	4	0,50-0,65	40-50

Сетчатка	6	0,64-5,7	50-500
Кора	19	2-14	160-1200
Клетки Беца	45	13-83	1050-6600
Клетки переднего рога	70	26-200	2000-16000

Предварительные расчеты показали, что во время полета к Марсу при существующих средствах защиты может погибнуть до 1% клеток нервной системы. Однако средства защиты непрерывно совершенствуются. Следует также иметь в виду большую способность организма человека к компенсации и восстановлению нарушенных функций.

Приспособительные возможности организма определяются неспецифическими адаптационными перестройками, которые наступают при действии различных стрессовых факторов. Так, эксперименты на животных показали, что *повышение устойчивости к проникающей радиации* может быть достигнуто в результате акклиматизации к гипоксии, создаваемой в барокамере (З. И. Барбашова, 1955), или в условиях высокогорья (Ю. Г. Григорьев, С. Б. Данияров, М. М. Миррахимов, 1974), действия постоянного магнитного поля (В. И. Шеин, 1975), перегрузок ускорения (Б. И. Давыдов, В. В. Антипов, Н. И. Коннова и др., 1965) и вращения (Ю. Г. Григорьев, Ю. В. Фарбер, Н. А. Волохова, 1970) (рис. 55). Однако невесомость снижает эту устойчивость (Ю. Г. Григорьев, Ю. П. Дружинин, Е. А. Ильин и др., 1977).

При повторных облучениях больных наблюдалось постепенное уменьшение начальной активации коры и более быстрый переход к развитию тормозных процессов (Ю. Г. Григорьев, 1985). По-видимому, в этом проявляются не приспособительные изменения свойств деятельности нервных механизмов, а явления кумуляции результатов радиационного поражения (М. Н. Ливанов, 1962).

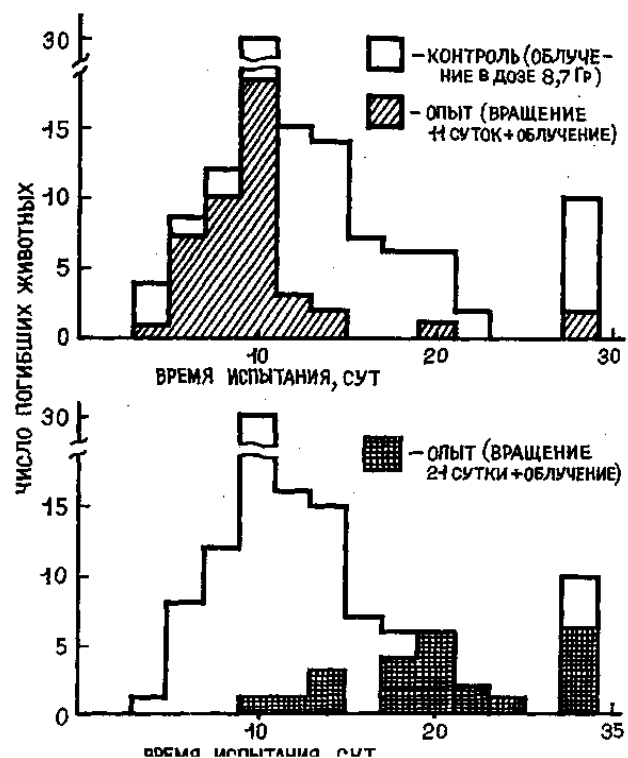


Рис. 55. Повышение устойчивости к радиационному поражению предварительным вращением (Ю. В. Фарбер, Л. Л. Табакова, А. В. Шафиркин, 1978)

Вместе с тем развитие неспецифических адаптационных реакций способствовало лучшей переносимости таких поражений.

Прогрессирующее нарастание радиационного фона Земли, освоение космоса делают проникающую радиацию не только экстремальным, но также и экологическим фактором, изучение влияния которого на организм человека и его приспособительные возможности заслуживают пристального внимания. Вместе с тем развитие атомной энергетики, распространение атомных электростанций требуют создания надежной техники безопасности.

### § 3. Космические полеты

Одним из «чудес» нашего богатого бурными событиями века стал выход человека в космос. Осуществилось казавшееся еще недавно фантастическим предсказание, что «человечество не останется вечно на Земле, но в погоне за светом и пространством сначала робко проникнет за пределы атмосферы, а потом завоюет все околосолнечное пространство» (К. Э. Циолковский, 1911).

Уже сейчас разрабатываются и даже начали осуществляться проекты поселений с искусственной биосферой, в которых люди могли бы жить на Луне, Марсе и других планетах. Так, американская компания «Спейс байесфферс венчурс» начала строить в Аризонской пустыне на площади 2500 акров изолированную от внешнего мира, за исключением солнечных лучей, сложную экосистему, где будут тропические леса и пустыни, станут возделываться культурные растения и содержаться полезные животные, в водоемах водиться рыба, и все это должно обеспечивать круговорот веществ, как в биосфере Земли. В этой модельной микробиосфере, первую очередь которой планируется построить в 1989 г., будет жить 8 добровольцев. Однако этот проект имеет и другую сторону. Один из руководителей компании рекламировал такие микробиосферы для выживания в ядерной войне.

Уже сейчас космонавтика открывает принципиально новые пути прогресса астрономии, метеорологии, связи, технологии получения уникальных материалов, поисков полезных ископаемых, глобального решения ряда проблем сельского хозяйства. Однако, покинув привычные условия жизни на нашей планете, к которым живые организмы приспособились на протяжении всей своей тысячелетней эволюции, человек столкнулся в космосе с небывалыми для земных жителей экстремальными условиями.

Чтобы оторваться от поверхности Земли, необходимо развить колоссальное *ускорение* для достижения скорости, освобождающей от силы земного тяготения. Так называемая первая космическая скорость — 8 км/с — освобождает от тяготения лишь настолько, чтобы космический корабль, отлетев на некоторое расстояние от Земли, превратился в ее спутник. Для дальнейшего выхода на орбиты Солнечной системы нужна вторая космическая скорость — 11,2 км/с, а чтобы выйти за ее пределы, третья космическая скорость — 16,7 км/с.

Современная космонавтика решает задачи борьбы с, неблагоприятным влиянием ускорений на организм космонавта уже при достижении первой космической скорости. За единицу действующих при этом сил принимаются нагрузки, возникающие при ускорении свободно падающего на землю тела —  $10 \text{ м/с}^2$ . Они обозначаются латинской буквой «g». Возрастание ускорения до  $20 \text{ м/с}^2$  означает 2 g, и при этом масса тела как бы увеличивается вдвое, а при 3 g — втрое и т. д. Это оказывает острое, «ударное» экстремальное действие на организм человека, прежде всего на состояние его кровообращения.

Ускорение при положении человека головой вперед (направление сил инерционного напора голова — таз) вызывает *резкое перераспределение крови* в организме. Инерционный напор отбрасывает кровь в нижние части тела и органы брюшной полости, а к голове она поступает в недостаточном количестве. Когда функциональная и структурная устойчивость системы мозгового кровообращения оказывается исчерпанной, наступает *анемия мозга* (Г. В. Вайнштейн, Ю. Е. Москаленко, 1982). Данная анемия, а также потоки необычных сигналов от неадекватно активированных афферентов приводят к глубокому нарушению мозговых функций. Наступают нарушения зрения (рис. 56), резко падает работоспособность человека, что даже при сравнительно небольших перегрузках проявляется в замедлении и появлении ошибочных реакций на простые и особенно сложные сигналы, расстраивается координация движений, затрудняется чтение

показаний приборов и выполнение актов управления, ухудшаются память и другие процессы умственной деятельности (Г. Бурмейстер, 1938; В. А. Винокуров, В. В. Левашов, А. И. Хромушкин, 1944; Е. Ламберт, 1950; Дж. Браун, М. Лечнер, 1956). При более значительном ускорении (4g) возникают своеобразные зрительные расстройства: вначале поле зрения покрывает «дымка», затем его застилает «серая пелена», переходящая при дальнейшем возрастании перегрузки в «черную пелену» и «красную пелену», а при 5—7g теряется сознание.

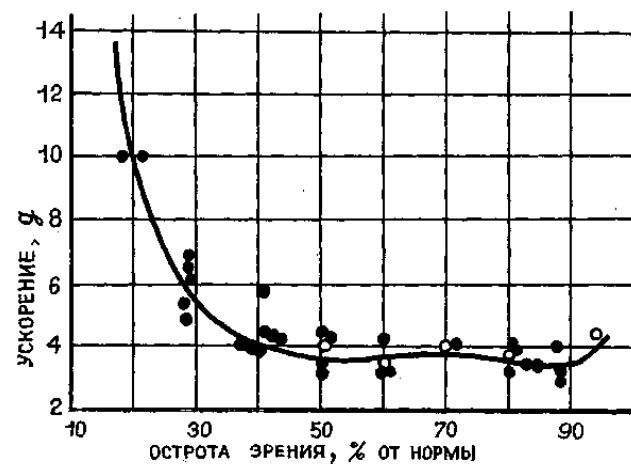


Рис. 56. Нарушение остроты зрения человека при перегрузке ускорения (Р. Л. Вартбаронов, Н. Х. Ешанов, А. Р. Котовская и др., 1969)

Нарушения деятельности мозга находят отражение и в нарастающих перестройках электроэнцефалограммы (О. Г. Газенко, Б. Б. Егоров, Г. В. Изосимов и др., 1963), вплоть до почти полного ее подавления (Б. М. Савин, 1970), в фазных изменениях двигательных и сосудистых условных рефлексов (Г. Л. Комендантов, 1956; В. В. Усачев, 1956) и других показателей.

Скопление массы крови в нижних частях тела резко снижает ее приток к сердцу. В результате *систолическая отдача снижается*: при ускорении 2 g — на 24%, при 3 g — на 37 и при 4 g — на 49% (Е. Линдберг, В. Суттерер, Г. Маршалл, 1960). При этом уменьшаются размеры сердца (Н. А. Агаджанян, А. Р. Мансуров, В. Г. Терентьев, 1962). Компенсаторное *учащение сердечных сокращений* не может обеспечить необходимую величину минутной отдачи, и, как следствие, развиваются явления недостаточности кровоснабжения работающих органов. Увеличение перегрузки вызывает углубление вначале быстрообратимых, а затем нарастающих явлений тахикардии и снижение электрической активности сердца (рис. 57).

Экстремальные условия перегрузок ускорения изменяют и *дыхание* космонавта. Анемизация легких создает дефицит доставки кислорода тканям, компенсировать который организм стремится увеличением объема легочной вентиляции путем учащения дыхательных движений (табл. 29).

По мере нарастания перегрузок происходит дальнейшее уменьшение тока крови по малому кругу и еще более снижается использование кислорода в легких. Вместе с тем резко увеличивается его потребление, особенно мускулатурой, реагирующей на перегрузки. В результате возникает *дефицит кислорода*, и кислородный долг покрывается усиленным дыханием после окончания перегрузки (П. К. Исаков, 1957).

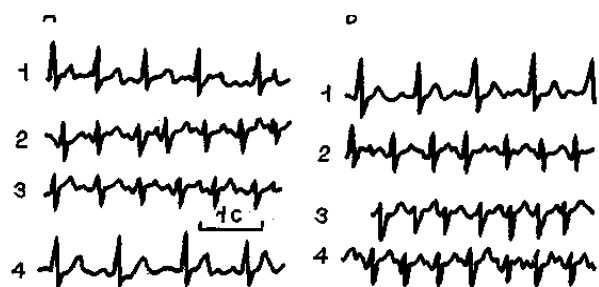


Рис. 57. Электрокардиограмма человека при перегрузках 3 g (А) и 6 g (Б) (В. Б. Малкин, 1957). А: 1 —исходное состояние; 2 — начало перегрузки; 3 — апогей перегрузки; 4 — после окончания перегрузки. Б: 1 — исходное состояние; 2 — перегрузка в течение 3с; 3 — перегрузка длительностью 10 с 4 — перегрузка на протяжении 20 с

Таблица 29

**Изменения частоты дыхания и объема вентиляции легких при возрастании перегрузки ускорения (В. И. Бабушкин, И. А. Цветков, 1962)**

Показатель	Исходная величина	При ускорении 3g	Исходная величина	При ускорении 5g	Исходная величина	При ускорении 7g
Частота дыханий в минуту	18	22	18	30	20	48
Вентиляция легких, л/мин	6	10	7	18	7	28

Вызванная ускорением перегрузка оказывает свое действие на все тело космонавтов, тяжесть которого возрастает в несколько раз. Мускулатура позы не в состоянии противостоять этой тяжести, на человека как бы наваливается неподъемный груз, сковывающий все движения, с силой вдавливающий его в ложе. Одновременно происходит и соответствующее *смещение внутренних органов*, их деформация, что вызывает нарушения ряда функций.

Основные звенья сложного механизма действия перегрузок ускорения на организм человека схематически показаны на рис. 58. Наряду с нарушением нормального кровообращения, анемизацией мозга и легких и наступающей при этом гипоксией большую роль в действии перегрузки, особенно на нервную систему, играет возникновение потоков необычных, часто противоречивых сигналов, расстраивающих регуляцию физиологических функций. В частности, нарушается координация движений при одновременных сигналах от напряженных перегрузкой и сгибателей, и разгибателей или когда сталкиваются сигналы прессорного и депрессорного рефлексов от сосудов верхней и нижней частей тела в кровообращении. Возможно, что при умеренных перегрузках ускорения именно такие нарушения

афферентации могут быть ведущими в развитии возникающих функциональных расстройств (Б. М. Савин, З. К. Сулима-Самуйлло, 1979).

Оказавшись в экстремальных условиях перегрузки ускорения, организм человека пытается бороться с ними максимальными естественными приспособительными реакциями. Так, гемодинамическим сдвигам под действием инерционных сил противопоставляются активные *компенсаторные реакции*. В проведенных на животных экспериментах выключение путем введения наркоза компенсаторных реакций привело к тому, что перегрузка ускорения вызвала подъем кровяного давления в бедренной артерии и

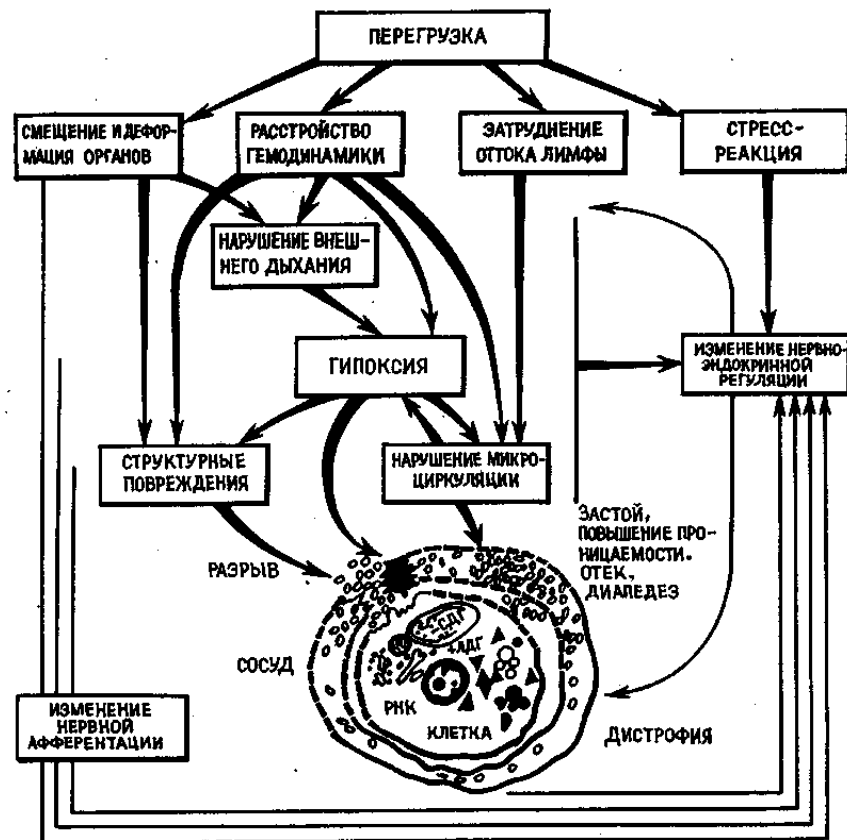


Рис. 58. Схема основных механизмов действия перегрузок ускорения на организм (Е. Ф. Котовский, 1972)

его падение почти до нуля в сонной (рис. 59, б), повторяя сдвиги, полученные в этих условиях на физической модели пассивного перемещения жидкости в системе эластичных трубок (рис. 59, а). В то же время у интактного животного в тех же условиях мощный прессорный рефлекс поддержал давление крови в сонной артерии, не допуская его катастрофического падения (рис. 59, в). Но естественные приспособительные реакции имеют ограниченные возможности. Их дополняют специальная подготовка космонавта и использование профилактических средств предупреждения вредного действия перегрузок ускорения.

Специальная подготовка космонавта, направленная на преодоление действия значительных перегрузок ускорения,

осуществляется прежде всего *систематическими тренировками*.

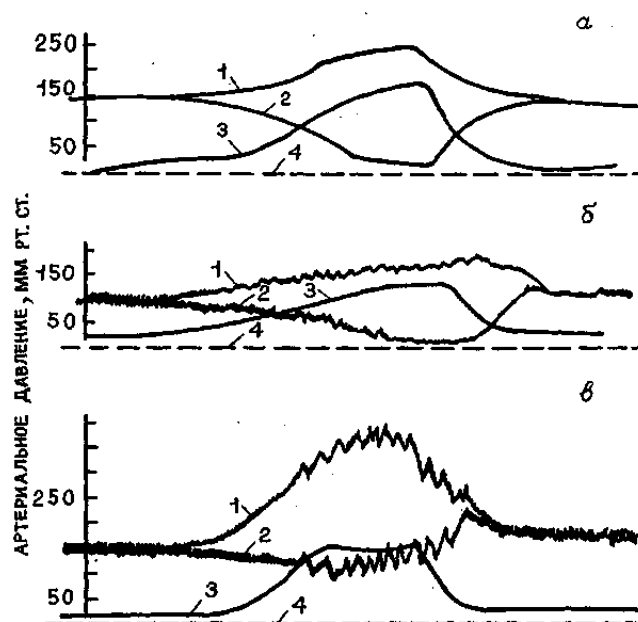


Рис. 59. Значение центральных нервных механизмов регуляции для частичной компенсации гемодинамических сдвигов, вызванных перегрузкой ускорения (Б. М. Савин, 1952), а — физическая модель (ускорение 6,3g); б — собака под наркозом (5,3 g); в — ненаркотизированная собака (5,5 g); 1 — давление в бедренной артерии; 2 — давление в сонной артерии; 3 — величина ускорения; 4 — отметка времени (1 с)

Было установлено, что регулярным применением постепенно нарастающих перегрузок и другими специальными видами тренировки можно повысить устойчивость организма к возникновению зрительных нарушений (А. Б. Флексель, А. И. Одинов, 1949; А. Р. Котовская, Р. А. Вартбаронов, С. Ф. Симпура, 1967). Однако некоторые авторы считают, что достигаемая устойчивость к ускорениям может скрывать накопление неблагоприятных изменений (А. С. Барер, Е. И. Сорокина, 1982).

Притоку больших масс крови из головы и верхних частей тела в нижние существенно препятствуют специальные *противоперегрузочные костюмы*. Они создают внешнее давление на брюшную полость и нижние конечности, которое обуславливает сжатие сосудов и уменьшение их емкости.

Наконец, большое значение для адаптации к экстремальным условиям перегрузок имеет выбор *оптимальной позиции тела* относительно направления ускорения. Все описанные выше эффекты перегрузок относились к случаям действия ускорения в направлении голова — таз, вдоль магистральных сосудов, когда это действие максимально. Отклонение данного направления ослабляет действие перегрузок. Оно оказывается минимальным в направлении грудь — спина, чем и определился выбор оптимальной позиции тела космонавта во время выхода на орбиту. Преимущества этой позиции демонстрируют факты нарушений процессов умственной деятельности при ускорениях в направлении голова — таз уже при 3—4 g, а при направлении грудь — спина только при 5—6 g. Другой показатель — изменения электроэнцефалограммы, возникающие при ускорениях в направлении голова — таз при 3—4 g, в направлении грудь — спина лишь при 5—8 g (О. Г. Газенко, Б. Б. Егоров, Г. В. Изосимов и др., 1963).

Преодолев чрезвычайные воздействия перегрузок ускорения, космонавт выходит на околоземную орбиту и здесь сталкивается с

экстремальными условиями, создаваемыми *невесомостью*. В фантастических романах прошлого века невесомость «обыгрывалась» как экзотическое свойство космического путешествия, влекущее забавные ситуации и даже приносящее пользу,— не надо тратить силы на передвижения, выпущенный из рук стакан не упадет, не разобьется и т. д. На самом же деле именно условия невесомости могут оказать особенно глубокое влияние на организм космонавта, поскольку они действуют на протяжении всего времени его пребывания вне Земли. После исторического полета Ю. А. Гагарина в космосе побывало более 100 человек, которые провели в нем в общей сложности несколько лет. Работа на орбитальных станциях требует все более длительного пребывания в условиях невесомости. Исследования последних лет выясняют возможности и дают основания планировать длительное пребывание человека на внеземных объектах. Так, в декабре 1988 г. исполнился год пребывания на орбитальной космической станции «Мир» космонавтов В. Титова и М. Макарова. Создание в США и Советском Союзе космических кораблей, способных выходить в космос и возвращаться на Землю, приближает время, когда станции околоземной орбиты станут местом интенсивной деятельности человека как в области уникальных производств, так и в решении многих земных проблем. Однако до того времени, когда полет на орбитальные объекты станет доступным более широкому кругу людей, еще очень далеко.

В отсутствие силы тяжести прекращаются обычные сигналы от лабиринтного аппарата, проприорецепторов мышц, сухожилий и суставов, механорецепторов кожи, что приводит к *потере нормальной ориентации тела в пространстве*. Лишенный этих привычных компонентов, зрительный и тактильный контроль создает превратные представления о положении тела (Л. И. Какурин, А. Д. Егоров, А. Г. Зеренин и др., 1976) и расположении окружающих предметов, что приводит к «промахиванию» при попытках их взять (Л. А. Китаев-Смык, 1976). При этом очень часто возникают головокружение и тошнота, как при «укачивании». Такие расстройства наблюдались у каждого третьего космонавта — участника орбитальных полетов (И. И. Брянов, М. Д. Емельянов, Н. Д. Матвеев и др., 1976). Со временем наступает адаптация к условиям невесомости, носящая двоякий характер. С одной стороны, космонавт уже может рассчитывать свои движения применительно к тому, что предметы, которыми он манипулирует, и собственное тело потеряли свою тяжесть. С другой стороны, его неверные механизмы поддержания позы, координации движений и ориентации в пространстве перестраиваются на реакции по необычным сигналам.

Невесомость изменяет и условия *кровообращения*. Прекращение действия гидростатических сил тяжести обуславливает скопление крови в верхней части тела. С этим связаны жалобы космонавтов на неприятные ощущения прилива крови к голове, гиперемиию кожи и отечность тканей лица, а у членов экипажей орбитальных станций «Салют-4» и «Салют-5» зарегистрировано повышение давления крови в яремных венах (Н. М. Рудный, О. Г. Газенко, С. А. Гозулов и др., 1977). Лишенные обычного напора крови, вены нижних конечностей теряют свой тонус (И. Д. Пестов, 1970). Скопление крови в верхних отделах тела и магистральных венах вызывает выход ее жидкой части в ткани, уменьшение общего объема циркулирующей крови, а также ее сгущение. Так, у американских космонавтов при полетах по программе «Джемини» объем циркулирующей плазмы сократился на 100 — 500 мл (Ч. Верри, Д. Куне, А. Кетерсон и др., 1966), а в экспериментах по имитации невесомости потеря плазмы достигала 300 — 800 мл (В. П. Кротов, А. А. Титов, Е. А. Коваленко и др., 1977). Снятие нагрузок, создаваемых гидростатическими силами тяжести, способствует развитию детренированности сердечно-сосудистой системы.

Выход жидкой части крови в ткани является лишь одним из компонентов сложной нейрогуморальной реакции на скопление крови в магистральных венах, изменяющей течение *водно-солевого обмена*. Торможение секреции антидиуретического гормона гипофизом и усиление выработки альдостерона надпочечниками увеличивают диурез (К. Лич, П. Джонсон, П. Рамбо, 1976), а одновременное с полиурией уменьшение жажды (И. Д. Пестов, Б. Ф. Асямоллов, 1972) устанавливает водный обмен на уровне сниженной гидратации тканей организма космонавта. В частности, за 56 дней полета космического корабля «Скайлэб» у трех членов его экипажа объем внеклеточной жидкости уменьшился на 1,0; 1,5 и 0,1 л (К. Лич, П. Джонсон, П. Рамбо, 1976). Снижением гидратации организма объясняется потеря веса космонавтов — от 2 до 5% (О. Г. Газенко, А. А. Гюрджян, 1967), которая быстро восполнялась при усиленном питье и снижении мочеобразования.



Условия невесомости особенно сильно влияют на *мышечную деятельность*. Отсутствие тяжести, с одной стороны, облегчает работу мышц, в связи с чем траты энергии у космонавтов на космических кораблях — советском «Востоке» (Г. И. Воронин, А. М. Гении, А. Г. Фомин, 1967) и американском «Джемини» (Ч. Берри, 1973) — оказались сниженными. Даже незначительное уменьшение земной силы тяжести, имеющее место на Луне, существенно сократило траты энергии у высадившихся на ее поверхность космонавтов (Ч. Берри, 1970). С другой стороны, необычные условия локомоций, использования инструментов, обращения с предметами могут потребовать много лишних движений, избыточных напряжений и трат энергии, перекрывающих их «экономии» невесомостью (Ч. Берри, 1973).

При отсутствии сил земного тяготения исчезает тонус в первую очередь позной мускулатуры, особенно мышц шеи, спины и бедер (Е. М. Юганов, И. И. Касьян, Б. Ф. Асямолов, 1963). Из-за бездеятельности отмечаются явления атрофии (В. В. Португалов, Е. А. Савина, А. С. Капланский и др., 1976), уменьшаются мышечная сила и выносливость. Влияние невесомости на организм космонавта и меры его защиты представлены на рис. 60.

Адаптация организма космонавта к невесомости достигается как *тренировками в искусственных средах*, имитирующих состояние невесомости, так и *средствами профилактики* его вредного действия. Радикальное решение проблемы было указано еще К. Э. Циолковским (1919) в виде создания на космической станции *искусственной гравитации*. По решению этой задачи ведутся работы в Советском Союзе (Е. М. Юганов, П. И. Павлов, 1964) и за рубежом (А. Бродерсен, К. Ланге, 1969). Для задержки крови в нижних конечностях применяют надувные манжеты, надеваемые на верхнюю треть бедра, однако растяжение сосудов ног ведет к переполнению их кровью при переходе к нормальному вертикальному положению тела (И. Д. Пестов, 1970). Более эффективным средством является *дыхание под давлением*, превышающим атмосферное на 200 — 300 мм вод. ст., которое препятствует скоплению крови в сосудах малого круга, выходу плазмы, усилению диуреза и предупреждает ортостатические расстройства (Н. Хант, 1967). Аналогичное действие оказывает отрицательное давление на нижнюю половину тела. Так, понижение давления на 24 — 25 мм рт. ст. обеспечивает сохранение нормального водного баланса и ортостатической устойчивости (И. Д. Пестов, Б. Ф. Асямолов, 1972). Отток крови к нижним конечностям, предотвращающий возникающие в невесомости расстройства, достигается также вращением на центрифуге головой к центру и перегрузкой в области ног около 2 g (И. Рогге, А. Фазола, Б. Мартц, 1967). Применяются и различные гормональные препараты, нормализующие гемодинамику и водно-солевой обмен.

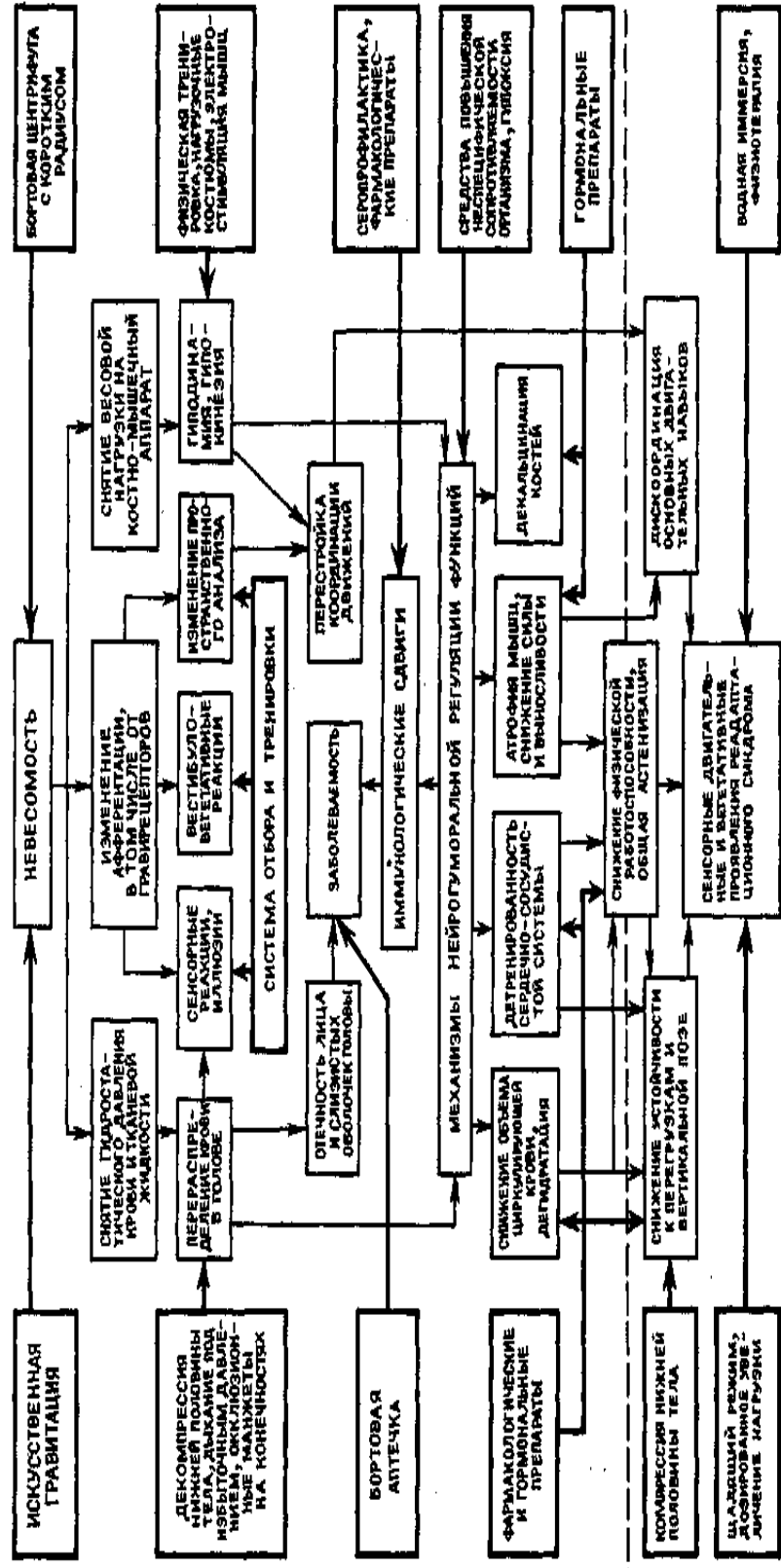


Рис. 60. Схема основных механизмов действия невесомости и средств профилактики возникающих нарушений (И. Д. Пестов, 1979). Жирные линии и стрелки — профилактические средства и направление их воздействия

На организм космонавта значительно влияет *ограничение подвижности* в условиях космического корабля. Такая гиподинамия углубляет дефицит проприорецепции от мышц и суставов, возникший в невесомости, ухудшает функциональное состояние бездействующей мускулатуры и вызывает изменения в системах ее вегетативного обеспечения. Результаты проведенных экспериментов показали, что после 20—30 дней неподвижности животные теряли способность ходить и даже стоять, а у некоторых возникали сердечно-сосудистые нарушения, вплоть до инфаркта миокарда (А. Б. Коган, 1969). После первых космических полетов, когда подвижность космонавтов была вынужденно ограничена, выявились глубокие изменения в организме, прежде всего в двигательном аппарате, а затем и в вегетативных функциях, обусловленные гиподинамией. С целью предотвращения опасного влияния гиподинамии для космонавтов разработана система *обязательных физических упражнений* с использованием тредбанов, велоэргометров и других снарядов. В данном случае задача приспособления состоит в том, чтобы сохранить в условиях полета нормальное состояние скелетно-мышечной системы и связанных с ее деятельностью функций.

Выход в космос предъявляет к организму человека необычные требования, связанные с особенностями систем жизнеобеспечения, дыхания, питания и т. д. Так, повышенное давление воздуха, состав которого несколько отличается от естественного атмосферного, вызывает приспособительные изменения легочной вентиляции и газообмена. Процессы пищеварения приспособляются к обработке полужидкой концентрированной пищи, выдавливаемой из туб. Для обеспечения длительного пребывания космонавтов вне Земли разрабатываются проекты создания искусственных замкнутых экологических систем (рис. 61).

Для космонавта экстремальным фактором является *отрыв от привычной среды обитания*, разнообразия впечатлений внешнего мира, радостей общения с друзьями и близкими. Он замыкается в ограниченном мирке космического корабля и его экипажа. Чтобы приспособиться к такому переходу, необходима серьезная психологическая перестройка. Здесь многое зависит от предварительной специальной подготовки, учета индивидуальных особенностей и психологической совместимости членов экипажа.

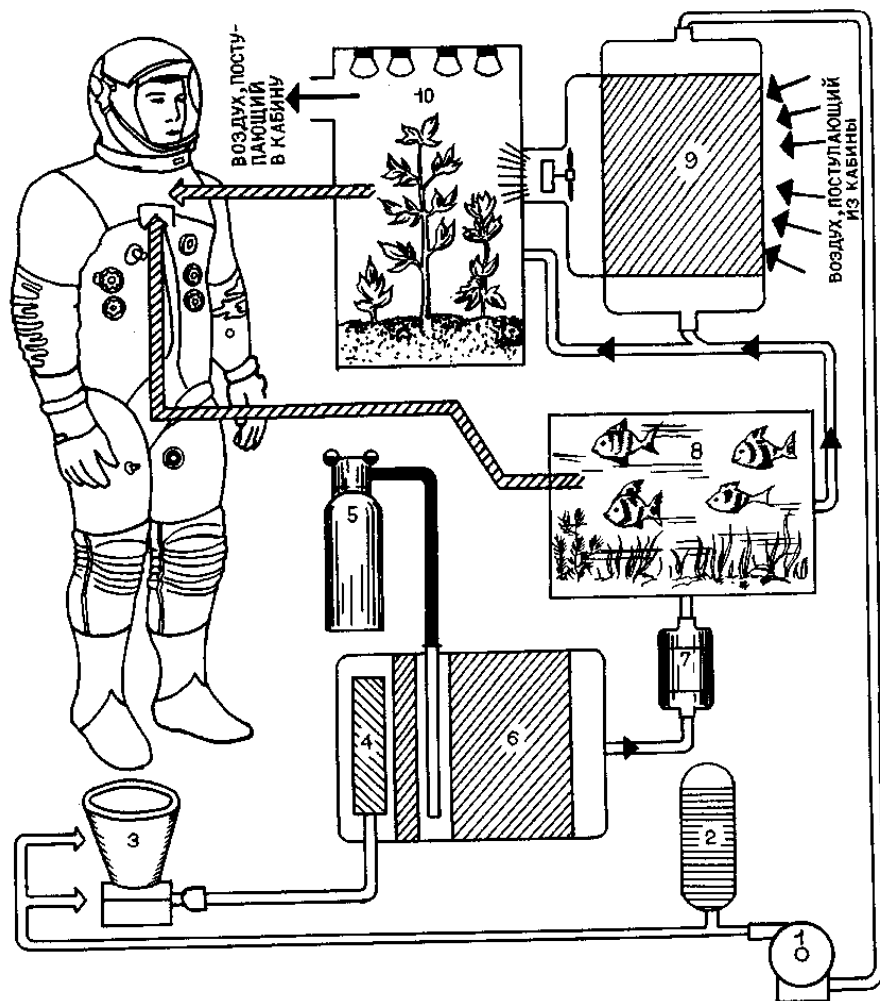


Рис. 61. Искусственная замкнутая экологическая система жизнеобеспечения космонавта в межпланетном полете (М. Шарп, 1971). 1 — насос; 2 - запас воды; 3 — отходы жизнедеятельности людей; 4 — мельница; 5 — кислород; 6 — фильтр; 7 — теплообменник; 8 — аквариум с рыбками; 9 — фильтр; 10 — оранжерея

Космонавтика стремительно развивается. Так, на базе советской космической станции «Мир» создан орбитальный комплекс, где накапливается опыт многомесячного пребывания людей вне Земли. Рассматриваются проекты организации постоянной научной станции на Луне, пилотируемого полета на Марс с высадкой экспедиции. Их реализация связана с решением новых задач космической физиологии, прежде всего жизнеобеспечения космонавтов в условиях длительного отрыва от земных баз.

#### § 4. Болезнь движения

Технический прогресс делает все более безопасными и комфортабельными средства наземного, водного и воздушного транспорта. Однако до настоящего времени не исключены связанные с ними расстройства здоровья человека, обозначаемые как *болезнь движения*, или

укачивание. Они возникают при качке на море (морская болезнь), при длительной тряске в поезде или автобусе, при езде на автомашине по извилистой дороге, при «болтанке» самолета. Расстройства могут наступать под действием невесомости в космическом полете и при имитации качки разнонаправленными зрительно-моторными стимулами. Практическое значение изучения этих расстройств и их профилактики определяется массовым использованием населением всех видов транспорта и задачами охраны труда и обеспечения высокой работоспособности экипажей морских судов, особенно долго находящегося в море рыболовного и рыбообрабатывающего флота, летного состава гражданской и поенной авиации, медицинского персонала санитарной авиации, геологов авиаразведки, космонавтов.

Наиболее общее определение условий, при которых наступает укачивание, сводится к тому, что его вызывают *необычные механические и оптокинетиические раздражители* во время пассивных или активных перемещений тела человека в пространстве (Г. Л. Комендантов, З. Н. Найденова, К. А. Пименова и др., 1978). Ниже приведены различные виды болезни движения и условия их возникновения.

Космическая	Невесомость на космическом корабле и орбитальной станции
Воздушная	«Полтанка» самолета или вертолета
Морская	Качка судна
Железнодорожная	Тряска в поезде или трамвае
Автомобильная	Быстрые повороты и тряска в автомобиле или автобусе
Лифтная	Быстрый подъем или спуск в лифте
Без специального названия	Длительная верховая езда на лошадях, верблюдах, слонах; еда в рессорных экипажах и машинах на гусеничном ходу; качание на качелях; вращение на карусели; быстрые танцы тина вальса; длительное хождение по кочкам в болотистой местности

При своем возникновении болезнь движения, патогенез которой представлен на рис. 62, проходит *четыре фазы* (Г. Л. Комендантов, В. И. Копанев, 1962). Первая фаза характеризуется общим возбужденным стоянием, обострением восприятий, особенно зрительных, учащением дыхания и сердечных сокращений, несколько увеличивается кровяное давление, возрастает содержание сахара в крови, слегка повышается температура тела. При наступлении второй фазы состояние возбуждения сменяется общей подавленностью, снижается работоспособность, ухудшаются зрительные восприятия, дыхание и сердечные сокращения замедляются, кровяное давление падает ниже исходного уровня, уменьшается содержание сахара в крови, кожа бледнеет и покрывается потом. В третьей фазе отмечаются периодические приступы тошноты и рвоты, общее возбуждение и депрессия сменяют друг друга, при этом соответственно изменяются сердечная деятельность, кровяное давление

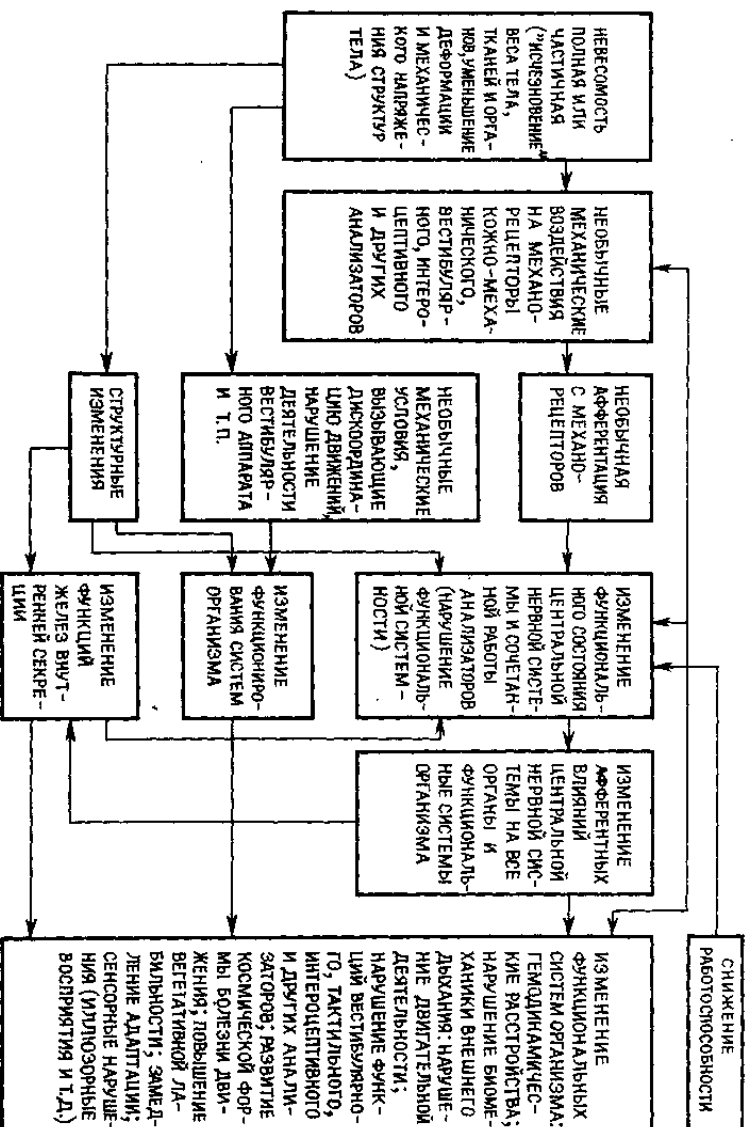


Рис. 62. Схема патогенеза болезни Движения (В. М. Ковалев, 1974)

и температура тела, резко падает работоспособность. Наконец, переход к четвертой фазе выражается глубоким общим угнетением, ступорозным состоянием, возникает сильное головокружение, заканчивающееся обмороком, падает тонус мышц, снижаются сердечная деятельность, кровяное давление, температура тела, содержание сахара в крови, развивается сонливость.

В зависимости от характера протекания болезни движения и степени выраженности тех или иных симптомов различают разные ее клинические формы. При *нервной форме* преобладают признаки общего угнетения и слабости, головокружения, головной боли, быстро наступают прострации и обмороки. При *желудочно-кишечной форме* на первый план выступают явления тошноты и многократной рвоты, болей в области живота. При *сердечно-сосудистой форме* частые сердечные сокращения и повышенное кровяное давление быстро сменяются брадикардией и гипотонией, которые могут углубляться до сосудистого коллапса.

На основании наблюдений за развитием явлений укачивания у людей и данных экспериментов на животных В. И. Воячек (1909-1966) и К. Л. Хилов (1927-1969) разработали теорию возникновения и проявлений болезни движения. Согласно этой теории, болезнь возникает в результате суммации эффектов *столкновения противоречивых установочных рефлексов*, вызываемых многократными разнонаправленными перемещениями тела в пространстве. Например, при качке в бурном море броски человека то в одну, то в другую сторону, вперед и назад, вверх и вниз сменяют друг друга несколько раз в минуту, сообщая каждый раз его телу ускорение от 0,1 до 0,35 g (В. Н. Барнацкий, А. Г. Кузнецов, Г. Ф. Николашин и др., 1968). «Болтанка» самолета может создавать разнонаправленные ускорения до 1 g (М. В. Забутый, 1970). Противоречивые установочные рефлекссы возникают также в условиях невесомости в космосе или во время полета самолета при параболе. Их можно вызвать даже у неподвижного человека при помощи создания иллюзии его перемещений относительно окружающих предметов, воздействуя соответствующими раздражителями (А. И. Онуфрша, 1969).

Многократные столкновения противоречивых установочных рефлекссов создают своего рода «сшибки» центральных нервных процессов, расстраивающие регуляторную деятельность как в области соматических, так и вегетативных функций. При этом снижается адаптационно-трофическое влияние симпатического отдела нервной системы, обеспечивающей в норме высокий уровень функционального состояния всех систем организма, в том числе и системы восприятия пространства и равновесия тела (Г. Л. Комендантов, 1965). Такое состояние может быть вызвано условнорефлекторно. Русские морские врачи описывали случаи так называемой «береговой болезни», когда человек, тяжело перенесший укачивание в море, испытывал приступы тошноты и даже рвоты, находясь на берегу, при одном только виде корабля (П. Н. Пыпин, 1888). Симптомы болезни движения можно вызвать, используя и второсигнальные раздражители (Н. А. Разсолов, 1978).

Поскольку устойчивость водителя к укачиванию имеет большое значение для безопасности движения и определения его профессиональной пригодности, были разработаны соответствующие *системы обследования и оценок*. Существует много методик оценки различных показателей для разных контингентов водительского состава. Так, статокINETическая устойчивость оценивается по времени до наступления признаков укачивания (К. Л. Хилов, 1929), изменению частоты сердечных сокращений и кровяному давлению (Н. Н. Лозанов, 1938), реакциям на функциональные нагрузки (Н. А. Разсолов, 1963). Профессиональная работоспособность в условиях статокINETических нагрузок определялась по успешности операций на приборных досках самолета (М. Б. Забутый, 1970) и количественно оценивалась в системе баллов (О. П. Яковлев, 1974). Для обследования летного состава используются и другие методики (С. С. Маркарян, 1963; И. И. Брянов, 1963). Рис. 63 дает представление о выявленных упомянутыми выше методиками качества профессиональных операций у пилотов с высокой и сниженной статокINETической устойчивостью.

*Профилактика укачивания* состоит прежде всего в тренировке органов восприятия пространства и сохранения равновесия тела к нормальной работе в условиях разнообразных статокINETических нагрузок. Активная тренировка заключается в быстрой смене движений, воспроизводящих разное положение тела, особенно головы, в пространстве (А. И. Яроцкий, 1951), пассивная использует специальные качающиеся и вращающиеся установки (С. С. Маркарян, Р. А. Вартбаронов, 1966).

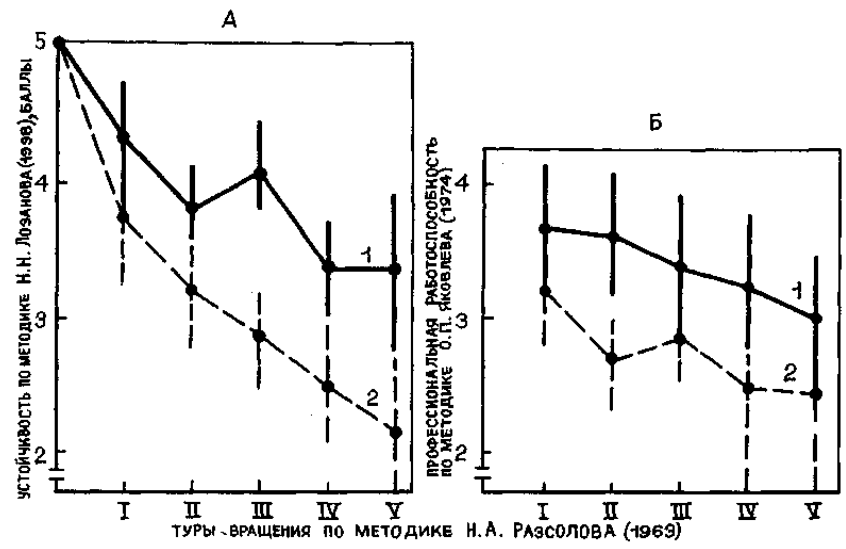


Рис. 63. Реакции пилотов с высокой (1) и сниженной (2) устойчивостью к укачиванию в условиях нарастающей статокINETической нагрузки (Н. А. Разсолов, О. П. Яковлев, 1970). А — реакции на вращение; Б - работоспособность при последовательных воздействиях вращения



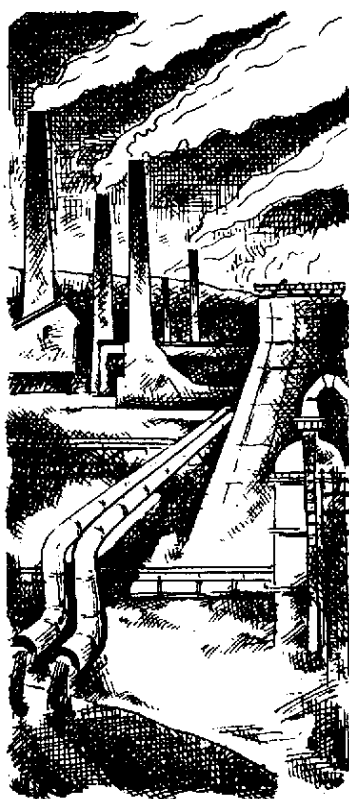
Профилактическими средствами являются и лекарственные вещества, принимаемые примерно за 30 мин до наступления укачивания, которые оказываются вдвое менее эффективными при использовании для лечения уже развившейся болезни движения. Испытания разных препаратов в реальных условиях полетов показали различную их эффективность для предупреждения укачивания (табл. 30). Для профилактики и лечения укачивания используется также гидрокарбонат натрия, применявшийся ранее в виде внутривенных вливаний, а теперь в виде свечей (В. Н. Барнацкий, 1977). Оказываются полезными такие отвлекающие средства, как сосание лимона, глубокое дыхание, обтирание лица и шеи холодной водой. Однако радикальное решение проблемы болезни движения будет достигнуто лишь с успехами технического прогресса, обеспечивающего высокую комфортабельность земного транспорта и условия привычной для человека гравитации в космосе.

Таблица 30

**Сравнительная эффективность лекарственных средств для профилактики воздушной болезни (Н. А. Разолов, И. С. Майшева, 1978)**

Препарат	Доза, мг	Число пасса- жиров, у которых не развивалось укачивание, %	Индекс защиты, по Холлингу	Эффективно- сть в сравнении с дибазолом, %
Плацебо (глюкоза)	1000	44	Нет свед.	Нет свед.
Дедалон	50	62	32,1	52,8
Дибазол	20	78	60,7	100
Смесь:				
Кофеин (бензоат натрия)	200			
диспразин	25	80	64,3	105,8
Витамин В <sub>6</sub>	100	84	71,4	117,6
Смесь:				
кофеин (бензоат натрия)	200			
дибазол	20	96	94,6	155,8
диспразин	25			
Витамин В <sub>6</sub>	100			

## Глава 10. ЗАГРЯЗНЕНИЕ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЗАДАЧИ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ



Современный человек своей интенсивной производственной деятельностью оказывает все более мощное и глубокое влияние на природу. Создатель учения о биосфере Б. И. Вернадский писал, что «человечество на наших глазах становится мощной геологической силой» (1926). Вез преувеличения можно сказать, что *люди, изменяют весь облик планеты*: реки текут по новым руслам, создаются рукотворные моря, распаиваются целинные земли, извлекаются на поверхность полезные ископаемые. Вместе с тем промышленность, транспорт и бытовая техника, сжигая топливо, выбрасывают в атмосферу колоссальное количество вредных газов и пыли, отходов производства, часто ядовитых, отравляют реки и моря, разрушают плодородную почву, истощают запасы нефти, газа и угля.

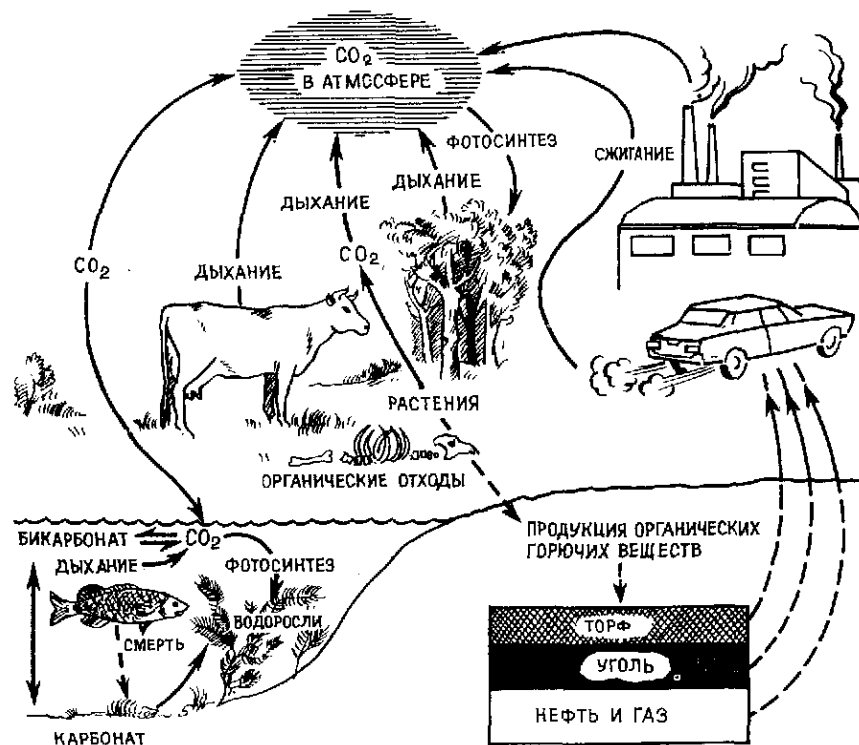
Ученые считают, что наступает некий *экологический кризис*, угрожающий не только живой природе, но в конечном итоге и жизни людей. В значительной мере его возникновение является результатом хищнического отношения к природе и ее ресурсам. Об отношении общества к природе К. Маркс (1868) писал: «Цивилизация, развивающаяся стихийно, оставляет после себя пустыню». В противоположность капитализму социализм предусматривает плановое развитие производительных сил, связанное с рациональным использованием ресурсов природы, сохранением ее богатств для будущих поколений. Однако в результате различного рода деформаций социализма в нашей стране природные ресурсы далеко не всегда используются рационально.

Следует иметь в виду, что биосфера планеты, ее атмосфера, моря и океаны представляют собой единое целое общее для всех обитателей Земли, и наступающие в одной части изменения принимают глобальный характер, приобретающий угрожающие размеры (Н. Н. Моисеев, 1988).

## § 1. Изменения, происходящие в атмосфере

Уже сейчас намечается *повышение содержания в атмосфере углекислоты*. На рис. 64 показаны естественные и искусственные источники ее продукции. Среди них исключительное значение приобретает непрерывно возрастающее образование громадных масс углекислоты при сжигании угля, торфа, дров, нефтепродуктов, газа, чему способствует повсеместная вырубка лесов, которые ее поглощают. Сегодня промышленность мира выбрасывает в атмосферу более 6 млрд тонн углекислоты в год. За последние 100 лет ее содержание в воздухе увеличилось на 1.4%. Если за всю историю человечества в результате сжигания всех видов топлива образовалось более 320 млрд тонн углекислоты, то 90% этого количества приходится на последние 50 лет (Ф. Ф. Давитая, 1977). При существующих темпах роста промышленного производства можно ожидать, что к 2000 г. содержание углекислоты в воздухе увеличится на 20 — 30%. Пока не совсем ясно, как это отразится на нашем дыхании, его можно предполагать, что произойдут серьезные *изменения климата*.

Возможное влияние накопления в атмосфере углекислоты обсуждалось на организованных ООН международных совещаниях по экологическим проблемам в Стокгольме (1979), Найроби (1982) и на других научных форумах. Углекислота, пропуская солнечные лучи, задерживает тепловое излучение Земли, создавая *парниковые условия*. Увеличение ее содержания в атмосфере с 0,03 до 0,04%, ожидаемое к 2000 г., приведет к *повышению среднегодовой температуры* на  $0,5^{\circ}\text{C}$ . За последние 100 лет среднегодовая температура уже поднялась на  $0,6^{\circ}\text{C}$ , и если все будет продолжаться по-прежнему, то в грядущем веке она поднимется на  $3\text{—}9^{\circ}\text{C}$ , и, как следствие, начнется таяние льдов



в Арктике и

Рис. 64. Круговорот углекислоты в биосфере Земли (П. Эрлих, Д. Гольдрен, 1975)

Антарктике, поднимется уровень вод Мирового океана, которую затопят прибрежные густонаселенные районы суши. Исследователи приводят расчеты, согласно которым уже в первом половине будущего столетия подъем уронил океанских под может вызвать затопление обширных прибрежных районов высокоразвитого примышленного и сельскохозяйственного производства, где обитает значительная часть человечества.

По другим расчетам, удвоение содержания углекислоты и воздухе в середине XXI и. повысит среднюю температуру на 1,5—4,0° С. Однако высказывается мнение, что опасение катастрофы в результате таяния материковых льдов Арктики и Антарктики и затопления прибрежных густонаселенных районов не имеет оснований. Ведь исследования ледникового щита Антарктиды показали, что он сформировался 37 млн лет тому назад и это время выдержал несколько эпох более значительного потепления.

Важным результатом потепления явится резкое перемещение климатических поясов. Зона умеренного климата переместится к северу, а ее место займет зона жаркого климата. Граница льдов, дрейфующих в Северном Ледовитом океане, отступит к полюсу. В перспективе области вечной мерзлоты Сибири и Северной Канады могут стать пригодными для нужд сельского хозяйства, однако это вряд ли компенсирует потери наиболее плодородных земель среднего пояса, на которые будут наступать жаркие пустыни. Начало этого наступления усматривают в том, что площадь пустыни Сахары за последние 50 лет увеличилась на 650 тыс. кв. км бывших пашен и лугов. В то же время было высказано мнение, что при общем потеплении плодородные земли умеренного климата не превратятся в пустыни, а лишь потребуют увеличения поливных норм расхода воды и соответствующего расширения систем ирригации. В свой черед дополнительное тепло ускорит рост растений и повысит их урожайность. С точки зрения некоторых ученых, дальнейший подъем средней температуры на планете вернет ее к эпохе мезозоя с влажным тропическим климатом, и котором жили ископаемые ящеры.

Несомненно, что накопление в атмосфере углекислоты нарушает естественную экологическую среду жизнедеятельности человека. В то же, время есть все основания считать, что перечисленные выше беды не так уж неизбежны. Разумеется, в ближайшем будущем трудно ожидать прекращения сжигания органического топлива как источника энергии для производства и других хозяйственных нужд, по уже определились *другие источники энергии*. Большие надежды возлагаются на атомные электростанции, хотя высказываются и опасения, связанные с проблемой их безопасности. Кроме того, при достаточно широком их распространении выработка искусственного тепла может достичь степени, нарушающей тепловой баланс, планеты, и также будет способствовать глобальному потеплению.

В соответствии с тепловым балансом идеальным является использование для хозяйственной деятельности человека *энергии солнечной радиации*, которая непрерывно поступает на Землю и уравнивается се тепловым излучением. Такие производные формы энергии, как ветер и сила падающей воды, издавна служат человеку при помощи ветряных и водяных мельниц, а в настоящее время — посредством мощных гидроэлектростанций. Учеными изучаются возможности использования тепла солнечной радиации и энергии морских волн, а также таких источников энергии, как ветряные двигатели, морские приливы, тепло земных недр и солнечные батареи. В настоящее время солнечные батареи уже практически применяются в комплексе с аккумуляторами для питания электробытовых приборов, персональных компьютеров и калькуляторов, а также в сельском хозяйстве. В 1988 г. Всесоюзный институт электрификации сельского хозяйства заключил соглашение с американской фирмой «АРКО Солар» о совместных работах в этой области.

Реальным и действенным средством борьбы с повышением содержания углекислоты в воздухе является *сохранение и расширение зеленого покрова* нашей планеты. Первоочередная задача состоит в том, чтобы прекратить катастрофическое уничтожение лесов. Другой путь к ликвидации накопления в атмосфере углекислоты заключается в создании такой *технологии производства*, при которой использовалась бы углекислота, подобно тому, как происходят процессы фотосинтеза в зеленых растениях. Предлагались и разные полуфантастические проекты предупреждения потепления, например, удаление избытка углекислоты из атмосферы посредством ее

«вымораживания», или уменьшением потока солнечной радиации на Землю путем экранирования аэрозолью серной кислоты, или увеличением отражательной способности при помощи покрытия значительной поверхности Мирового океана плавающими зеркальными пластинками.

Очевидно, что из предлагаемых проектов будет выбран оптимальный, а успехи науки и техники позволят его осуществить и тем самым избежать катастрофы.

Жизненно важный для дыхания человека *кислород* пока практически не изменил своего содержания в воздухе, которым мы дышим. Однако он потребляется машинами и механизмами в стремительно нарастающих объемах. Уже сейчас промышленность при сгорании топлива расходует 10% всего количества кислорода, образуемого общей массой растений Земли, единственным его источником. Все более требовательным потребителем кислорода становится транспорт. Имеющиеся в мире 250 млн автомобилей используют столько же кислорода, сколько его необходимо для дыхания населения всего земного шара. А около 100 млн транспортных единиц США расходуют кислорода вдвое больше, чем его вырабатывают зеленые насаждения страны. О потреблении кислорода современной реактивной авиацией можно судить по тому факту, что за один только рейс, Париж — Нью-Йорк пассажирский «Боинг» расходует его 35 т. Общее годовое использование кислорода для сжигания топлива достигло 5 млрд т и продолжает быстро расти, а объем его воспроизводства зелеными растениями из года в год уменьшается из-за вырубки лесок. Объясняя постоянство содержания кислорода в воздухе, несмотря на колоссальный его расход, американские ученые на основании спектрографических наблюдений с космического корабля высказали предположение, что кроме зеленых растений кислород выделяют водяные пары верхних слоев атмосферы, разлагаясь под влиянием ультрафиолетового солнечного излучения.

Согласно расчетам некоторых ученых, дальнейшее наращивание потребления кислорода приведет к тому, что через несколько десятков лет баланс его прихода и расхода станет отрицательным и содержание в атмосфере начнет уменьшаться. Это угрожает не только тем, что воздух станет непригодным для дыхания, но ослабеет и защитная сила озонового экрана, без которого все живое погибнет от космической радиации. Кислород атмосферы может быть сохранен при реализации тех средств, которые были рассмотрены выше в связи с проблемой накопления в воздухе углекислоты, особенно путем широкого использования принципиально новых источников энергии.

Современная промышленность и транспорт выбрасывают в атмосферу колоссальное количество *газообразных и пылеобразных ядовитых веществ*. По данным 1970 г., в атмосферу было выброшено 100 млн т пыли. 150 млн т сернистого ангидрида, 300 млн т окиси углерода, 50 млн т окислов азота, а также большие количества свинца, мышьяка, цинка, сероводорода, соляной и плавиковой кислот и других вредных веществ (Д. П. Никитин, Ю. В. Новиков, Г. П. Зарубин, 1977). Подсчитано, что химические комбинаты в США ежегодно выбрасывают в атмосферу около 26 млн т соединений серы и азота. Они оседают на капельках воды и образуют кислотные дожди, проливающиеся над Канадой.

В нашей стране тепловые электростанции — основной источник попадания в атмосферу сернистых соединений, среди которых только двуокиси серы выбрасывается 20 млн т в год. Эти сернистые соединения, вызывая потоки кислотных дождей, не только губят растительность, но и наносят большой ущерб некоторым техническим сооружениям, зданиям и особенно историческим памятникам. Так, в Волгограде они повредили монумент «Родина-Мать», венчающий мемориальный комплекс на Мамаевом кургане. По сведениям из-за рубежа, загрязнение воздуха стало причиной серьезных повреждений таких памятников древности, как пирамиды и знаменитый сфинкс в Египте, остатки колонн Форума и Парфенон в Греции.

Наряду с сернистыми соединениями большую опасность представляет собой *окись углерода*. При дыхании она связывает гемоглобин, препятствуя доставке кислорода тканям, в результате чего возникает удушье. Сернистый ангидрид и окислы азота раздражают дыхательные пути, вызывают рак, астму, другие тяжелые заболевания; угольная пыль в легких затрудняет газообмен в альвеолах. Специальные исследования показали связь заболеваемости и смертности населения со степенью загрязненности воздуха, Например,

четырёхлетние наблюдения в Нью-Йорке показали, что в дни повышенной концентрации сернистого газа в воздухе (около  $1 \text{ мг/м}^2$ ) регистрировалось на 10—20% смертей больше, чем в те дни, когда его концентрации равнялась  $0,5 \text{ мг/м}^2$ , а многолетние исследования в Англии выявили прямую зависимость частоты тяжелых респираторных заболеваний от степени загрязнения воздуха сернистым ангидридом. Конференция по проблемам защиты окружающей среды в Италии (Урвино, 1974) констатировала, что загрязнение воздуха в городах этой страны ежегодно способствует смерти 70 тыс. человек. По данным службы общественного здравоохранения США, следует ожидать, что с 60-х гг. до 2000 г. ежегодный выброс в атмосферу двуокиси серы возрастет в стране с 20 до 35 млн т, а выбросы окислов азота — с 11 до 30 млн т.

В 1986 г. концентрация вредных веществ превышала санитарно-гигиенические нормы в воздухе многих городов нашей страны. За это время в атмосферу промышленность выбросила 65, а транспорт 40 млн т вредных веществ. Всего их поступило в воздух, которым мы дышим, более 100 млн т. Для сравнения можно указать, что в США годовой выброс вредных веществ в атмосферу достиг 150 млн т.

Особенно страдают крупные промышленные города. Так, в Волгограде вредные выбросы заводов, котельных и ТЭЦ в 1987 г. составили 280 тыс. т. Это после проведения природоохранных работ, потребовавших около 5 млн руб. и снизивших выбросы на 40 тыс. т по сравнению с 1986 г. Для характеристики эффективности капиталовложений можно указать, что в Астрахани на эти цели за это время истратили более 8 млн руб., но снизили выбросы только на 5 тыс. т.

С большой тревогой участники пленума правления Союза писателей (январь 1989 г.) отмечали, что более чем и 100 индустриальных городах нашей страны загазованность воздуха порой в десятки раз превышает санитарные нормы, что отражается на здоровье населения. В качестве печального примера приводился Братск, где детская смертность возросла до уровня, характерного для отсталых развивающихся стран. В Ангарске в 1988 г. в результате выбросов завода белково-витаминных концентратов (БВК) отравились и были госпитализированы более 1000 человек. Имеются сведения, что в связи с наличием подобных случаев в некоторых странах производство ПВК запрещено. В районе Астраханского газоконденсатного комплекса, где в 12-километровой зоне проживает 30 тыс. человек, концентрация вредных веществ в воздухе в 5 раз выше минимально действующей.

По мнению египетских врачей, воздух в Каире так загрязнен, что дышать — все равно что выкурить 40 сигарет в день. Они советуют жителям почаще уезжать из города, а также мыть овощи и фрукты с мылом и ополаскивать кипяченой водой.

*Выхлопные газы автомобилей* кроме окиси углерода и окислов азота содержат токсические углеводороды и ядовитые соединения свинца, которыми насыщается воздух и особенно уличная пыль и грязь. По опубликованным сведениям, в Нью-Йорке за 1971 г. среди детей бедняков, проводящих большую часть времени на улице, зарегистрировано 80 тыс. случаев отравления свинцом, из которых в 8 тыс. случаев дети стали инвалидами, а 200 умерли. О темпах свинцового загрязнения можно судить по такому сопоставлению: за 20 лет в США численность населения увеличилась на 43%, а содержание свинца в воздухе — на 400%.

Особенно опасную форму принимает загрязнение атмосферы в сочетании с жаркой погодой. Слой теплого воздуха, повисший над холодным, создает *инверсию температуры* и задерживает все газы и дымы (рис. 65). Летом 1966 г. в Нью-Йорке от этого погибло 168 человек, большей частью страдавших хроническими болезнями дыхательных путей. Еще более опасно сочетание жары с высокой влажностью при отсутствии ветра. Загрязненный воздух

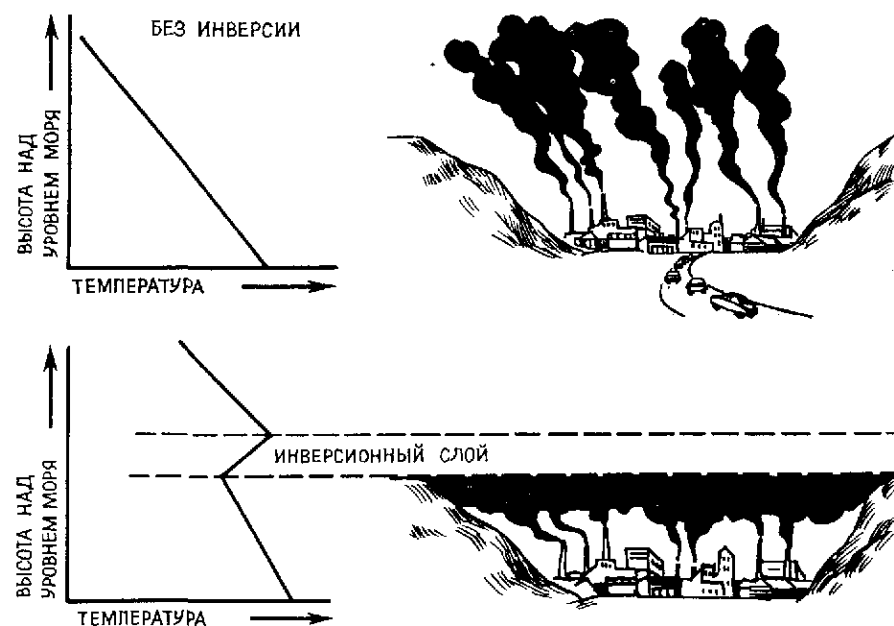


Рис. 65. Повышение концентрации ядовитых продуктов ввиду задержки их рассеяния инверсионным слоем воздуха (П. Эрлих, А. Эрлих, Д. Гольдрен, 1975)

образует своеобразный туман, так называемый смог. На мельчайших капельках смога оседают частицы ядовитых выбросов, и в этом тумане человек задыхается. Такой смог, накрывший Лондон 3—9 декабря 1952 г., стал причиной смерти около 4 тыс. людей. Смог, нависший над Токио в июле 1970 г., отравил около 8 тыс. человек, а 24 мая 1974 г. от него пострадало более 400 жителей города и его окрестностей. После смога в Афинах в 1987 г. было госпитализировано несколько сот человек. Городские власти обратились к жителям с предупреждением — во время смога не посещать центральные районы города.

Содержащийся в выхлопных газах автомобилей монооксид углерода (угарный газ), прочно связываясь с гемоглобином крови, уменьшает его способность переносить кислород. Подсчитано, что пребывание в течение 8 ч на автомобильном шоссе, даже при средней интенсивности движения, выключает из дыхательной функции 15% гемоглобина, что равносильно потере 0,5 л крови (П. Эрлих и др., 1977).

Отравляющее действие выхлопных автомобильных газов было использовано в бесчеловечной практике фашистских извергов для массового истребления людей в машинах с выхлопом, направленным в кузов, получивших печальную известность под названием душегубок.

При большой насыщенности воздуха выхлопными газами автомобилей в жаркую солнечную погоду в результате химических превращений углеводорода и окислов азота под действием света образуются еще более токсичные вещества, и возникает ядовитая дымка, получившая название *фотохимического смога*. Он вызывает нарушение зрения и удушье из-за резкого раздражения глаз и дыхательных путей, при этом могут развиваться отек и опухоли легких. Фотохимический смог характерен для городов с чрезмерным количеством автомобилей. Впервые он дал о себе знать в Лос-Анджелесе и его окрестностях, где 6 млн автомобилей ежедневно выбрасывают с выхлопными газами 1250 т токсических продуктов неполного сгорания. Этот вид смога часто отмечается в крупных городах Америки и Западной Европы. Согласно расчетам, мировой автомобильный парк в среднем ежегодно выдает на душу каждого жителя нашей планеты 75—80 кг ядовитых газов.

Постоянное движение масс воздуха придает загрязнению атмосферы *глобальный характер*. Так, некоторые вещества, вынесенные в

воздух дымом промышленных предприятий Европы и Америки, обнаружены выпавшими в снеговой покров Гренландии. Выбросы в атмосферу отходов промышленности, особенно химической, переносятся облаками и выпадают на обширной территории в виде кислотных дождей, вредящих здоровью человека, разъедающих металлические конструкции, уничтожающих леса и пашни. Подсчитано, что химическое производство США ежегодно выбрасывает в атмосферу 26 млн т окислов серы и азота, создающих *кислотные дожди*, которые обрушиваются на Канаду и наносят серьезный ущерб здоровью населения и сельскому хозяйству. По этому поводу правительство Канады даже официально обращалось к США, требуя принятия необходимых мер. В Западной Европе за последние 20 лет дождевая вода стала в несколько сот раз более кислой.

На конференции по охране природы и воспроизводству окружающей среды в Болгарии было сообщено, что треть выпадающих в стране осадков имеет повышенную кислотность. В рамках Европейской экономической комиссии ООН заключена конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, согласно которой 25 государств обязались ограничить выбросы двуокиси серы и окислов азота, вызывающие кислотные дожди.

Ни с чем несравнимую угрозу атмосфере и существованию всего живого на нашей планете несет возможность *ядерной войны*. Не говоря уже об очень многих катастрофических ее последствиях, одни только тучи сажи от пожаров, вызванных ядерным ударом нескольких современных подводных лодок, слившись вместе, окутают Землю черным покрывалом, задерживающим почти 99% солнечного света (Н. Н. Моисеев, 1980). Этого достаточно, чтобы началось всеобщее похолодание и всю Землю охватила ядерная зима.

Проблема сохранения атмосферы нашей планеты чистой рассматривалась на организуемых ООН международных конференциях. В Советском Союзе и других социалистических странах ведется большая работа по борьбе с загрязнением воздуха, выделяются большие средства для мероприятий по обеспечению чистоты воздуха. В законодательном порядке все промышленное производство должно оборудоваться газоочистной техникой, без которой новые предприятия не могут быть введены в строй. Чтобы уменьшить объем вредных газов, образующихся при сгорании топлива, предусматривается дальнейшее широкое развитие атомных и гидроэлектростанций. Так, их доля во вводе новых мощностей возросла с 22% в 9-й пятилетке до 40% в 10-й. Особое значение в этом отношении приобретает *ядерная энергетика*, которая в свою очередь ставит ряд новых проблем (Р. М. Плексахин, 1982). Государственная автоинспекция следит за соблюдением правил, регламентирующих сгорание горючего в автомобилях. Ведутся изыскания и области конструирования электромобилей. Однако задачи борьбы с загрязнением воздуха еще не решены и не везде принимаются необходимые меры. В этом направлении предстоит большая работа.

В целях уменьшения загазованности воздуха;) выхлопами автомобилей работники муниципального совета города Люцерна в Швейцарии прибегли к оригинальной мере — они признали жителей пользоваться для поездок к городу не автомобилями, а велосипедами и сами подали пример, разъезжая на них по долам службы.

В нашей стране действуют законодательные меры защиты атмосферы от химически вредных веществ. Для воздуха населенных мест установлены *предельно допустимые концентрации* (ПДК) 326 веществ, а в местах работы людей - ПДК для 1245 веществ {П. Н. Бургасов, С. Н. Голиков, 1986}.

В последние годы появились и привлекли большое внимание тревожные сведения об изменениях в верхних слоях атмосферы, где находится основная часть *озона*, защищающего все живое на Земле от губительного действия ультрафиолетовых лучей. Наблюдения со спутников еще год тому назад показали, что над Антарктидой концентрация озона резко уменьшилась. За год это уменьшение достигло такой степени, что уже говорят об *«озонной дыре»*. Она продолжает увеличиваться. Появились признаки возникновения таких явлений в атмосфере над Арктикой. Если они распространятся на средние и экваториальные широты, наиболее богатые жизнью, то это может привести к катастрофе.

Погибнут прежде всего многие микроорганизмы, в том числе составляющие планктон, служащий основой пищевых цепочек морских



жителей, пострадает растительный мир, снизятся урожаи культурных растений, произойдут непредсказуемые изменения в мире животных. От прямого действия ультрафиолетовой радиации человек может защититься своей одеждой, но изменения окружающей среды способны оказать на него крайне неблагоприятное влияние,

О причине образования «озоновых дыр» высказывались разные предположения, в частности о разрушении озона в результате массового выброса в атмосферу *фреонов*, широко используемых в холодильниках, в качестве распылителей красок, дезодорантов и вспенивателей, производство которых достигло 1 млн т в год. На международной конференции в Монреале был принят протокол, предусматривающий сокращение его производства, а также замену фреона и других разрушителей озона безопасными в этом отношении веществами.

## § 2. Изменения рек и морей

Катастрофический рост сброса промышленных отходов в водоемы приводит к их крайкому загрязнению. Особенно много грязной воды образуется при производстве химических продуктов, пластмасс, бумаги, цветных и черных металлов. Спускаемые в реки и выносимые ими в моря *промышленные отходы* содержат соли ртути, меди, свинца, цинка, фтористые соединения, цианиды и другие ядовитые вещества. К ним присоединяются *бытовые отбросы*, несущие полуразложившиеся и гниющие органические остатки с обильной микрофлорой, в том числе патогенной. Так, например, Рейн, протекающий по высокоразвитым промышленным районам, ежегодно выносит в Северное море до 24 тыс. т различных отходов, в составе которых много высокотоксичных соединений. Только калийные шахты, принадлежащие французским компаниям, ежесекундно сбрасывают в Рейн 120 — 150 кг хлоридов. Не в лучшем положении оказываются реки, впадающие в Средиземное море, которые засоряют его, добавляя ежегодно миллионы тонн промышленных отходов и бытовых отбросов, в том числе гниющие продукты и фекалии. Поэтому за последние 30 лет зона бактериального заражения Ривьеры увеличилась от 100 - 200 до 3200 м. В США загрязнение рек и озер достигло такой степени, что у многих из них выставлены щиты с предупреждением об опасности купания. В Советском Союзе летом 1988 г. были закрыты пляжи в Одессе, Паланге, Пярну, Сухуми, Потти и ряде других городов.

Чрезвычайной степени химического и микробиологического загрязнения достигла живописная бухта Гаваны. Если во времена испанского владычества, как гласит предание, в бухту сбрасывали тела погибших рабов, то в наше время в нее изливаются стоки многих промышленных предприятий, нефти и бытовых отходов. В бухте нельзя купаться из-за угрозы инфекционных болезней, исчезла рыба, даже использование ее воды для технических целей становится экономически невыгодным, так как сокращает срок службы оборудования. Сейчас принимаются энергичные меры для оздоровления бухты, удаляются или реконструируются «грязные» производства, но дело осложняется тем, что, как показало ее обследование, на дне бухты скопился слой осадочных загрязнений толщиной в несколько метров.

Недостаточная очистка или ее отсутствие приводят к тому, что загрязненная вода может оказывать пагубное действие на *здоровье людей*. Так, в 1953 г. люди, живущие в районе залива Минамате, начали страдать тяжелым заболеванием, сопровождающимся расстройством зрения, слуха, речи, галлюцинациями, параличами, нередко со смертельным исходом. Оказалось, что оно вызвано отравлением органическими соединениями ртути из сточных вод химического завода, которые накапливались в рыбе, идущей в пищу. Из 300 подобных случаев, официально зарегистрированных за последнее время в Японии, около 70 закончились смертью заболевших.

В воде рек и морей, загрязненной вредными веществами, *гибнут рыба, моллюски и морские животные*. Тяжелые металлы уплотняют слизь жабер и душат рыб, а уцелевшие пропитываются токсичными веществами. Так, массовое обследование показало, что в рыбе, вылавливаемой в водоемах 33 штатов США, находится ртуть в опасной концентрации. Загрязнение «родными отходами» распространяется и на океаны. Об этом свидетельствует обнаружение ртути в большой партии витамина Д, изготовленного из печени тихоокеанских тюленей, которая была забракована и изъята из продажи.

Серьезную угрозу морям и океанам создают *выбросы нефти* при разведке и добыче на мореном дне, при очистке трюмов танкеров-нефтевозов и при их авариях. Подсчитано, что за сравнительно небольшое время развития добычи нефти в море ее утечка при бурении и выведении и трубопроводы составила около 300 млн т. Только в результате промывки трюмов в морскую воду ежегодно выпускается более 2 млн т нефти. Аварии крупных танкеров сопровождаются ее потерями, исчисляемыми десятками тысяч тонн, например, при аварии танкера «Терри Кэньон» в море вылилось 120 тыс. т нефти. В результате громадных- поверхности морей и океанов покрываются тончайшей *нефтяной пленкой*. Во время плавания через Атлантический океан Тур Хейердал отметил, что такая пленка уже затянула его центральную часть на протяжении 1400 миль. Опасность распространения нефтяных пленок заключается не только в том, что рыбы и морские животные пропитываются нефтью и теряют свою ценность, но главным образом в том, что пленки нарушают газообмен между атмосферой и Мировым океаном. Значительная часть кислорода поступает в воздух из океанического планктона, потребляющего углекислоту, которая растворяется в колоссальной массе вод океана. По некоторым подсчетам. Мировой океан содержит углекислоты в 60 раз больше, чем атмосфера.

Нарушение «дыхания океана» может иметь катастрофические последствия. Нефтяные пленки душат все живое в океане. Гибель планктона и препятствие газообмену воздуха с водой могут ускорить изменения состава атмосферы, вызванные возрастающими темпами сжигания органического топлива, Жак-Ив Кусто, считает, что в самом океане за 20 лет количество живых организмов снизилось на 40%.

К нефтяным пленкам на поверхности вод присоединяются *пленки из синтетических моющих средств*, получающих все более широкое распространение. Они не растворяются в воде, не разрушаются бактериями и большими массами выносятся вместе с другими бытовыми отходами в реки, а оттуда в моря. И настоящее время это приняло такие масштабы, что в тихую погоду с самолета можно увидеть, как у берегов Северного моря место впадения Рейна выделяется светлым пятном синтетики. Такие светлые пятна наблюдались и на просторах океана.

Массовое использование *инсектицидов* привело к тому, что, вымытые из почвы, они попадают в водоемы. Особенно активным в этом отношении стал ДДТ, которого за 25 лет израсходовано 1,5 млн т. Было установлено, что именно он оказался виновником гибели рыб у побережья Калифорнии и в Северном море у европейских берегов. Но пищевой цепочке ДДТ поступает в организм рыбоядных животных. Его нашли в печени тюленей и в яйцах морских птиц.

Разрабатывается даже теория глобальных оценок ущерба от загрязнения природной среды на примере водной, которая получила название «*экология*» (Н. Т. Мелешкин, С. К. Харчиков, 1980), О планетарном масштабе такого ущерба можно судить по тому, что, например, загрязнение вод Мексиканского залива, где формируется Гольфстрим, омывающий Европу и согревающий ее, может резко изменить европейский климат (Н. Н. Моисеев, 1988).

Необходимая для питья, бытовых нужд и используемая в промышленности и сельском хозяйстве *пресная вода* составляет лишь около 2% объема вод Мирового океана. Значительные ее запасы сосредоточены в виде льдов Арктики и Антарктики. Как видно из рис. 66, пресная вода, испарившаяся о поверхности морей и океанов, большей частью сразу возвращается обратно, выпадая над ними в виде дождей. Лишь около 30% изливается на сушу.

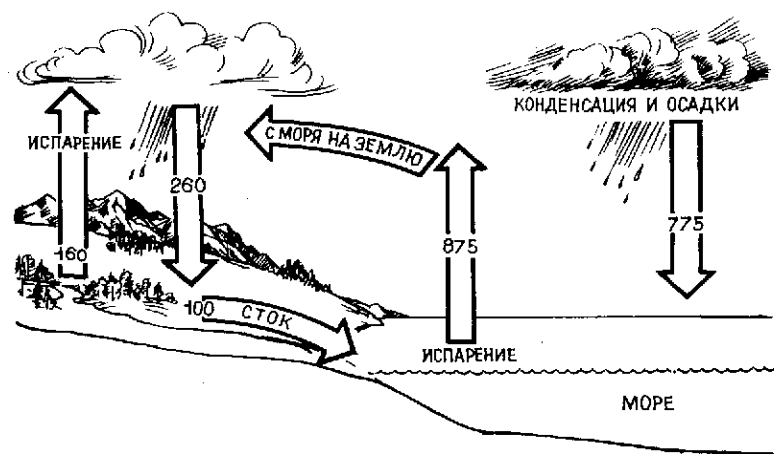


Рис. 66. Круговорот воды (Г. Боргстром, 1969). Цифры – кубические километры в день

Источниками пресной воды служат реки, озера и подпочвенные воды.

Вместе с тем потребление пресной воды непрерывно растет. Самый крупный потребитель — это *сельское хозяйство*. Так, гектар риса требует за вегетационный период 12—20 млн л, гектар капусты — 8, гектар кукурузы — 3 млн л. Много пресной воды расходует промышленность. В частности, на производство 1 т бумаги идет 100 тыс. л воды, 1 т алюминия — 300 тыс. л, 1 т стали — 20 тыс. л. По мере роста культуры возрастает *бытовой расход* воды, достигая в крупных благоустроенных городах 200—300 л в день на человека. Однако главный и не всегда рациональный расход пресной воды приходится на поливы сельскохозяйственных культур. При этом до сих пор значительная часть влаги бесполезно тратится по пути в открытых оросительных каналах, испаряясь и фильтруясь в почву, а также при избыточных поливах. Поэтому реки становятся все менее полноводными, а питаемые ими водоемы сокращаются вплоть до угрозы полного высыхания, которая нависла, например, над Аральским морем. Многие озера загрязняются промышленными и бытовыми отходами. Для сохранения чистой пресной воды рек и озер принимаются меры их охраны. Однако загрязнение многих водоемов пресных вод продолжается.

Уже сейчас во многих местах ощущается ограниченность запасов пресной воды и принимаются меры более экономного ее расходования. Ученые высказывают опасение, что к 2000 г. эти запасы будут исчерпаны. По данным Министерства здравоохранения США, 23 млн жителей страны пользуются недоброкачественной водой. Предлагаются различные пути покрытия дефицита пресной воды — от уже реализуемого опреснения морской воды до трудноосуществимого проекта использовать полярные льды, формируя и буксируя гигантские айсберги из Арктики и Антарктики.

Вопросы об охране чистоты рек, морей и океанов рассматривались на организованной ООП конференции по водным ресурсам, которая подготовила соответствующие рекомендации. Состоялись и территориальные совещания в районах с угрожающей обстановкой. Так, в 1973 г. конференция представителей 150 городов Средиземноморского побережья наметила неотложные меры для «...спасения Средиземного моря от биологической смерти». Однако, как и в вопросах охраны атмосферы от загрязнения, погоня за рубежом частных предпринимателей за прибылями, а у нас эгоистические интересы некоторых ведомств затрудняют проведение в должном объеме мероприятий по обеззараживанию водоемов, которые требуют значительных затрат. Об их объеме можно судить по расходам на очистку озера Мичиган в США, на берегу которого находится промышленный гигант город Чикаго. Озеро огородили тройным забором, исключили все стоки и сбросы отходов, очистили дно и берега, обработали воду. Возвращение озеру его прежней чистоты обошлось в 16 млрд

долларов. Во всех странах сейчас вкладываются большие средства в обеспечение промышленных предприятий очистными сооружениями. Наряду с очисткой и обеззараживанием воды широко внедряется новая *безотходная технология* многократного ее использования и утилизации промышленных отходов. Например, в Первомайском промышленном узле на Украине была разработана и внедрена высокоэффективная замкнутая система производственного водоснабжения и переработки отходов, отмеченная в 1986 г. Государственной премией СССР. Уже сейчас в системах повторного использования воды циркулирует около 250 тыс куб. км (!), что является объемом годового стока Волги в Каспийское море. В Советском Союзе принят ряд законоположений, направленных на улучшение экологических условий рек и морей. Примером может служить постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по предотвращению загрязнения бассейнов Черного и Азовского морей» (1976 г.). Предусмотренный комплекс мероприятий должен был исключить к 1985 г. сброс неочищенных сточных вод в водоемы этих бассейнов. Для водоемов санитарного водопользования установлены и строго соблюдаются ПДК почти на 1000 веществ (П. Н. Бургасов, С. Н. Голиков, 1986). Их нарушение карается. Например, санитарный надзор приостановил деятельность Приозерского целлюлозного завода за сброс отходов, загрязняющих Ладожское озеро. Реализуются конкретные решения о мерах охраны уникальной чистоты пресных вод Байкала.

Однако многие из крупнейших водоемов страны оказываются в катастрофическом состоянии. Высыхает ранее богатое рыбой *Аральское море*, лишенное из-за неразумной системы орошения необходимого притока, и вокруг расширяется зона безжизненной пустыни. Район Аральского моря и низовья рек Сырдарьи и Амударьи из-за изъятия почти всего их стока через Каракумский канал и другие водозаборы превратился в зону песчаных или засоленных почв, потерявших свое плодородие.

По данным экологической экспедиции «Арал-88», за последние 27 лет воды в Аральском море стало вдвое меньше, ее соленость возросла почти втрое, море отступило от прежних берегов на 60 — 120 км, его уровень упал на 13 м и ежегодно падает почти на метр. Бывший морской порт Аральск оказался удаленным от моря более чем на 70 км.

Оголилось 2,6 млн га морского дна, с которого ветры ежегодно разносят сотни тысяч тонн соли и песка, губящих растения, заселяющих почву и воду. Среди жителей Аральска резко увеличилась заболеваемость, особенно брюшным тифом и гепатитом, возросла детская смертность. Катастрофическое положение потребовало специального постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по коренному улучшению экологической и санитарной обстановки в районе Аральского моря, повышению эффективности использования и усилению охраны водных и земельных ресурсов в его бассейне».

Загрязнение озер в Белоруссии достигло такой степени, что в самом большом из них — Нарочи — в 1987 г. вместо запланированных 90 т рыбы удалось добыть только 6 т. Азовское море не только потеряло свою былую славу моря, богатого рыбой, но загрязнилось настолько, что высокое содержание в воде микробов, в том числе и болезнетворных, заставило главного государственного врача Донецкой области объявить побережье закрытым для купания. С целью пресечения порочной практики загрязнения, бесхозяйственного отношения к водным ресурсам ЦК КПСС и Совет Министров СССР в 1988 г. приняли постановление «О первоочередных мерах по улучшению использования водных ресурсов в стране». Отменен проект переброски северных рек в бассейн Волги, идут споры вокруг строительства каналов Волга — Чограй, Ростов — Краснодар, Волго-Дон-2 и др.

Загрязнение рек, озер и морей, а также излишнее зарегулирование их водного баланса пагубно отражаются на популяциях рыб. Особую тревогу вызывает *судьба осетровых*, воспроизведение которых в большей степени зависит от экологической обстановки Волги и Каспия. По оценкам специалистов, рыболовные заводы, даже выпуская миллионы мальков, не в состоянии восполнить ущерб, который наносит загрязнение Волги. В результате большого сброса промышленных стоков и смывания удобрений, ядохимикатов в речные воды в дельте Волги откладываются много солей ртути, цинка, меди и другие вредные вещества, особенно опасные для осетровых, ведущих придонный образ жизни. Все чаще попадаются осетры, белуги, севрюги с патологическими изменениями органов, к частности половых желез; что отражается и на процессах размножения. Так, например, было обнаружено, что среди исследованных икринок белуги треть

оказалась с отклонениями от нормального строения. Свободному перемещению проходных рыб мешает каскад волжских гидроэлектростанций, много молодежи гибнет на водозаборных устройствах мелиоративных систем.

Советский Союз богат пресной водой. Он располагает 11% стока рек всей нашей планеты, не считая подземных вод. Тем не менее в южных районах уже намечается ее недостаток. В целях его предупреждения планировалась переброска части стока рек, впадающих в Северный Ледовитый океан, в реки, текущие на юг. Однако широкое обсуждение этого предложения выявило возможность серьезных негативных экологических последствий для обширных территорий страны, и начатые в этом направлении работы остановлены. Подвергается критике деятельность некоторых мелиоративных организаций, которые в погоне за объемом работ строят оросительные системы и дренажные сети без учета экологических условий, что в ряде случаев приводит к нарушениям водного баланса и плодородия почвы. Из этого и других примеров совершенно очевидно, что «основанием для любых природообразующих действий должен служить научно обоснованный прогноз... Это требование мы называем экологическим императивом» (Н. Н. Моисеев, 1987).

### § 3. Изменения в мире растений и животных

Выше уже отмечались опасные последствия массовой вырубке лесов в связи с нарушениями состояния атмосферы. Каждый гектар леса ежедневно производит 180 — 220 кг кислорода, но за последние 30 лет площадь лесов на нашей планете сократилась с 7 до 3,5 млн га, т. е. вдвое. Уменьшение площади «легких планеты» способствует накоплению в воздухе углекислоты и создает угрозу балансу кислорода. Однако этим не ограничиваются опасные последствия сокращения площади лесного покрова. Разрушается структура почвы, гибнет ее плодородный слой, изменяется климат. Тем не менее лес продолжают рубить на больших территориях, особенно в тех странах, где дрова используются в качестве топлива. Космические съемки показали, что крупнейший в мире массив влажных тропических лесов в бассейне Амазонки уже серьезно пострадал.

Пагубно действует на лес загрязнение атмосферы. Промышленные газообразные отходы, в первую очередь окислы серы и пылевые выбросы, уничтожают растительность. Сернистый газ проникает в лист через устьица и, вступая в реакцию с железом, разрушает хлорофилл. Листья желтеют и опадают, растение погибает. Пыль, особенно цементная, забивает устьица листа, образует непроницаемую для воздуха корочку, и растение задыхается.

В результате обследования лесов Италии было обнаружено, что 10% лесных угодий повреждено «кислотными дождями». Здесь организуются станции сбора данных для борьбы с такими повреждениями. Другая беда лесов — пожары, которые уносят в Италии ежегодно около 50 тыс. га лесных насаждений.

В лесах Австрии в результате загрязнения атмосферы и почвы промышленными отходами поражена примерно треть всех деревьев. Недавно погибла знаменитая «широкая сосна» — символ Венского леса, воспетая Йоганом Штраусом. Под угрозой гибели более половины его деревьев.

Попытки озеленения столицы Мексики города Мехико встретили чрезвычайные трудности потому, что саженцы чахли ввиду загрязнения окружающей среды. Это неудивительно, так как специалисты подсчитали, что на город за сутки выпадает 6 тыс. т ядовитых веществ, выбрасываемых промышленными предприятиями и транспортом.

В результате неправильного землепользования *гибнут плодородные земли*. Так, пески пустыни Сахары в Африке распространяются ежегодно на расстояние от 18 до 40 км.

По сведениям китайской печати, в стране увеличивается территория пустынь. Если не будут приняты срочные меры, то в ближайшие 10—15 лет в пустыню превратятся еще 70 тыс. кв. км плодородных земель.

На пленуме правления Союза писателей СССР (январь 1989 г.) в докладе «Земля, экология, перестройка» были приведены впе-

чатляющие цифры о потерях плодородных земель в нашей стране. Так, при строительстве гидроэлектростанций было затоплено 165 городов и 2600 сел, громадные площади особенно плодородных пойменных земель, которых только под волжско-камскими водохранилищами оказалось 2,5 млн га. Водная мелиорация земель, проведенная с 1966 по 1985 гг. на площади 23 млн га, обошлась в 130 млрд. руб. (28% всех вложений на промышленные нужды сельского хозяйства), а сейчас, 20 лет спустя, почти треть земель пришла в негодность.

На пленуме высказывалась тревога и о расходовании наших *невосполнимых ресурсов*, в частности нефти, которую за последние 10 лет продали на 176 млрд долларов. Много плодородной почвы гибнет при так называемом прогрессивном открытом способе извлечения руды, добыча которой достигла 252 млн т в год. С горечью говорилось о том, что в нашей стране возникла первая в Европе бархатная пустыня, занимающая в Калмыкии уже сотни тысяч гектаров и ежегодно расширяющаяся. Однако наступление пустынь можно остановить. Ярким примером этого служит успешная деятельность советских ученых по облесению Каракумов на основе селекции растений, устойчивых к условиям сухого жаркого климата.

*Распашка целины* ломает сложившиеся природные биоценозы и приводит к исчезновению целых видов. Хотя исследования генетиков и селекционеров, создающих новые сорта культурных растений, обогащают растительный мир ранее небывалыми формами, наступление человека на естественную флору приводит к ее обеднению. По данным Международного союза охраны природы и природных ресурсов, под угрозой уничтожения оказались уже тысячи видов диких растений. Все более существенный ущерб зеленому покрову приносит *отчуждение земель* под промышленные предприятия, транспортные сооружения, городское строительство. Например, по официальным данным, в 1940 г. в Башкирии было 197,9 тыс. га свободных (залежных) земель, в 1970 г. их площадь сократилась до 2,8 тыс. га, а в 1975 г. от них ничего не осталось. Рост городов, промышленности и дорог теперь идет за счет пашни. Для застройки, прокладывания дорог и строительства других сооружений в развитых странах ежегодно изымается 3 тыс. кв. км леса.

Много места занимают *свалки бытовых отходов*. Об их объеме можно судить по тому факту, что в среднем каждый городской житель выбрасывает ежегодно более 200 кг мусора. Проблема мусора, особенно в связи с накоплением вредных и опасных для здоровья человека высокотоксичных отходов производства, приобретает за последнее время весьма острый характер. Для *захоронения* таких отходов усиленно стала использоваться Африка. По опубликованным сведениям западные промышленные фирмы заключили с африканскими странами контракты на захоронение у них 23 млн т ядовитых отходов. Молодым развивающимся государствам, обремененным долгами, трудно устоять перед соблазном такого источника доходов. Однако поступают тревожные сигналы об опасных последствиях этого шага. Так, например, в Гвинее захороненные в 1984 г. 15 тыс. т отходов из США уже уничтожили всю растительность в округе. Ядовитые отходы, доставленные в Нигерию, вызвали болезни жителей портового города, куда они прибывают. В мае 1988 г. Ассамблея Организации африканского единства (ОАЕ) осудила такие действия, но уже имеются сведения о тайном ввозе ядовитого мусора. Широкое *применение пластмасс* все более остро ставит проблему накопления их отходов. Подсчитано, что при мировом их производстве, составляющем 100 млн т, 70%, т. е. 70 млн т, после использования уходят в отходы, которые трудно уничтожить, так как пластмассы не разрушаются бактериями, а их сжигание сопровождается выделением очень ядовитых газов. Однако, судя по сообщению, полученному из Японии, выход найден в виде нового вида пластмассы, которая разлагается в земле. Хозяйственная деятельность человека глубоко повлияла на животный мир нашей планеты. *Интенсивный охотничий промысел* привел к полному исчезновению целых видов животных. К XVII в. относятся последние упоминания о диком туре — предке современного крупного рогатого скота. До XVIII в. в северной части Тихого океана обитала травоядная морская корова Стеллера, легкодоступная для охотников. В XIX в. была полностью истреблена обитающая в Америке бескрылая гагарка. Из рис. 67 видно,

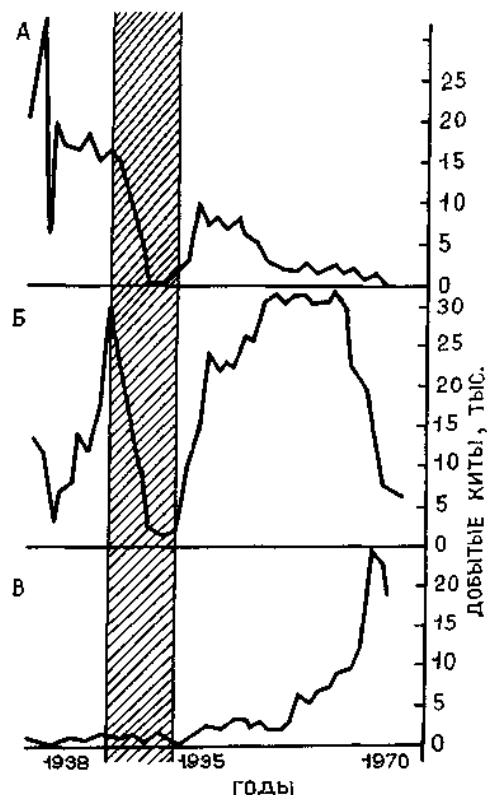


Рис. 67. Динамика добычи китов (бюллетень Нью-Йоркского зоологического общества, 1968): А — синих китов; Б — финвалов; В — мелких китов

что уже в XX в. происходило уничтожение разных видов китов. После того как были перебиты все синие киты, наступила очередь финвалов. Когда и их стало меньше, китобой переключились на мелких китов. Всего за последние 200 лет исчезло 150 видов млекопитающих и птиц, под угрозой исчезновения находятся еще 600. Состоявшийся в Москве в 1987 г. Конгресс ЮНЕСКО — ЮНЕП по образованию и подготовке кадров в области окружающей среды констатировал, что угроза исчезновения нависла над 25 тыс. видов растений и более чем 1 тыс. видов животных, которые надо охранять. Например, уже в нашем веке за последние 40 лет охотники за бивнями уменьшили число слонов в Африке с 2,5 млн до 0,5 млн, т. е. в 5 раз. За последние годы их поголовье ежегодно сокращается более чем на 100 тыс, и если не прекратится их хищническое уничтожение, то через 5 лет на Африканском континенте слоны исчезнут (П. Пфеффер, 1987).

Гибель ряда представителей фауны, так же как и флоры, не только *обедняет среду* обитания человека, но и сокращает природный *генетический фонд*. Она ограничивает возможности создания новых форм полезных растений и животных. Даже снижение численности того или иного вида животных, предпринимаемое человеком, может иметь непредвиденные последствия. Так, массовое истребление оленеводами волков привело к распространению болезней в стадах оленей, лишенных своих естественных санитаров, а уничтожение в Китае воробьев спровоцировало размножение насекомых-вредителей, которые нанесли урожаю сельскохозяйственных культур огромный ущерб.

Многие *искусственные сооружения*, нарушая естественные экологические условия, делают жизнь животных невозможной. Постройка Трансамериканской дороги через девственные леса Амазонки, прокладка нефтепровода на Аляске изгнали диких животных из

привычных мест обитания. Плотины гидроэлектростанций встают непреодолимым препятствием на пути идущей на нерест рыбы. Нерест затруднен и в реках, по которым происходит сплав леса, особенно при наличии гниющих топляков.

Среди вредных влияний на жизнь животных видное место занимает химическое действие широко распространенных *инсектицидов*, особенно ДДТ. Смываемый из почвы в водоемы, он поглощается водными организмами и поднимается по пищевой цепочке в нарастающей концентрации. Так, исследование обитателей озера Клир (США) показало, что концентрация ДДТ в планктоне превышала допустимую в 250 раз, в организме окуня — в 12 тыс., а у озерной птицы — в 80 тыс. раз. Выше уже упоминались случаи массового отравления и гибели рыбы в тех морских водоемах, куда смывался ДДТ. Одно из проявлений токсического действия ДДТ на организм птиц состоит в нарушении минерального обмена, приводящего к истончению скорлупы яиц. Подобный процесс у английских ястребов и соколов наблюдался именно в то время, когда в стране начали широко применять ДДТ (рис. 68). Попадая из почвы в культурные растения, фруктовые деревья, а с кормами — в ткани сельскохозяйственных животных и птиц, ДДТ может поступить с пищей в организм человека. В больших дозах он вызывает поражение нервной системы, но даже в очень малых концентрациях действует как аллерген. В настоящее время применение ДДТ запрещено во всех странах в законодательном порядке.

Хищническое отношение человека к живой природе проявляется и в том, что продолжается *вырубка лесов*. Поэтому государственной задачей становится прирост лесных насаждений. Так, в Советском Союзе развитие лесоводства предусмотрено народнохозяйственными планами. На Кубе после революции высажено более 600 млн деревьев, а в Алжире начаты посадки лесного пояса на

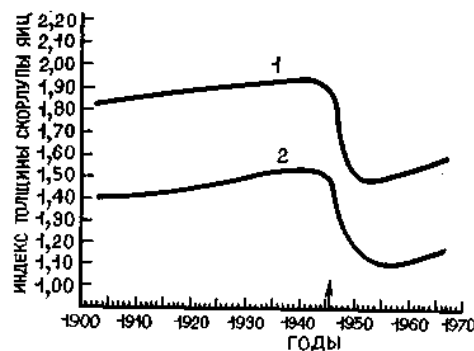


Рис. 68. Изменения толщины скорлупы яиц сокола (1) и ястреба (2) в Англии под влиянием ДДТ (Дж. Ретклиф, 1970). Стрелка указывает начало массового применения ДДТ

площади в 3 млн га в качестве защиты от распространения пустыни. Всюду вырубки леса немедленно компенсируются новыми посадками.

Особое внимание уделяется озеленению городов. Воздух Москвы намного чище воздуха многих столиц и крупных городов Запада благодаря тому, что он освежается деревьями лесов и парков, которые занимают площадь в 72 тыс. га. В озеленении городов и сел, а также промышленных предприятий активное участие принимает население. Восстанавливается зеленый покров на рекультивированных землях.

Например, в Донбассе, на месте терриконов, закрывших отработанной породой большую поверхность плодородной почвы, поднимаются зеленые насаждения, ликвидируются свалки, а мусор сжигается или перерабатывается на специальных *мусороперерабатывающих заводах*. Такой завод в Алма-Ате рассчитан на ежегодную продукцию 2 тыс. т цветных и черных металлов и 65 тыс. т удобрений для сельского хозяйства. Однако не всегда учитывается, что переработка мусора сжиганием может сильно загрязнять атмосферу. Чтобы этого не



произошло, необходима специальная технология очистных сооружений, без которой такие заводы не могут располагаться вблизи жилых районов.

Для сохранения природного ландшафта, редких растений и животных организуются *заповедники и заказники, национальные парки*. Восстанавливается поголовье редких животных. На севере Канады и на Дальнем Востоке разводят овцебыков, в лесах появились зубры, приручаются лоси. Сохранены от истребления белый медведь, уссурийский тигр, морской котик.

С участием Всемирной организации здравоохранения установлен строгий *контроль за производством и использованием в сельском хозяйстве инсектицидов*. В Советском Союзе запрещено пользоваться ДДТ как наиболее токсичным из них в целях охраны здоровья человека. Предусмотрены меры надежной защиты продуктов питания и источников водоснабжения от ядохимикатов. Вместе с тем выработка у вредителей устойчивости к инсектицидам заставляет применять все более высокие их концентрации, что снижает эффективность этих мер. Устранить опасное загрязнение окружающей среды токсичными инсектицидами может широкое использование *биологических средств борьбы с вредителями*. В Канаде против вредителей леса успешно применили поражающий их вирус. В США разработаны способы стерилизации насекомых — вредителей сельскохозяйственных растений и найдены бактерии, уничтожающие комаров. В Советском Союзе широко используется истребитель наиболее опасных вредителей полей — хищное насекомое трихограмма. Одна только биофабрика в Воронеже выпускает в сутки миллионы трихограмм.

Охрана растительного и животного мира от загрязнения и гибели ценных видов становится важным условием обеспечения здоровья человека и плодотворности его производственной деятельности, особенно в области сельского хозяйства.

#### **§ 4. Отношения человека и биосферы**

Человек вмешивается в жизнь биосферы в планетарных масштабах, переделывает природу по своему усмотрению, подчиняет ее своим потребностям. Однако далеко не всегда можно предусмотреть последствия этого вмешательства. По поводу таких побед над природой Ф. Энгельс (1895 — 1896) писал: «Каждая из этих побед имеет, правда, в первую очередь те последствия, на которые мы рассчитывали, но во вторую и третью очередь совсем другие, непредвиденные последствия, которые очень часто уничтожают значение первых». Приводимые Энгельсом примеры пагубных результатов вырубki лесов в Древней Греции и Малой Азии в наше время можно многократно умножить. Наиболее наглядно нежелательные последствия производственной деятельности проявляются в *загрязнении окружающей среды*. Темпы наступления человека на природу связаны с бурным, все ускоряющимся за последние столетия ростом численности людей на Земле. Если на первых этапах развития человеческого общества количество людей удваивалось в среднем через 1500 лет, то с середины XVII до середины XIX в., т. е. за 200 лет, оно удвоилось с 500 млн до 1 млрд, а с 1850 по 1930 г., т. е. за 80 лет, с 1 до 2 млрд. Следующее удвоение — до 4 млрд — произошло уже за 45 лет (в 1975 г.), и ожидается, что очередное удвоение населения Земли наступит спустя еще более короткий срок. В связи с этим стремительно нарастают темпы и масштабы использования природных ресурсов, очень часто не соизмеренные с возможностью их естественного восстановления.

На международной конференции, проведенной в Центре климатических исследований США, было заявлено, что «...человечество стоит на пороге экологического кризиса». Население Земли быстро растет. Однако после «зеленой революции», начиная с 1984 г. рост урожаев практически прекратился. Вместе с тем площадь пахотных земель неуклонно сокращается. Их занимают расширяющиеся города, промышленные предприятия, дороги, водохранилища, ГЭС и т. п. В результате загрязнения, засоления и эрозии плодородная почва деградирует. Ее наиболее ценный слой чернозема природа создавала 1 см за 300 лет, а человек уничтожает его со скоростью 1 см за 3 года.

Некоторые западные ученые оправдывают хищническое отношение к природе, считая его неизбежным следствием бурного роста численности людей и широкого использования достижений научно-технического прогресса при ограниченных ресурсах природы. Однако

дело не в технике как таковой, а в том, с какой целью и как она используется. Разграбление природных богатств и загрязнение окружающей среды действительно неизбежное следствие, но не научно-технического прогресса, а ее нерационального использования. Деятельность общественных и государственных организаций должна быть направлена на прекращение этого разграбления.

*Человек есть часть природы*, и наносимый ущерб ей оборачивается бедями для него. Следует помнить, что здоровье человека — это ключ к благосостоянию и прогрессу общества. В трудные годы разрухи, голода и болезней В. И. Ленин писал: «...первая задача — спасти трудящегося. Первая производительная сила всего человечества есть рабочий, трудящийся. Если он выживет мы все спасем и восстановим». Сохранив здоровье людей, можно рассчитывать на восстановление нарушенного отношения человека и природы, спасение ее уникальных ценностей. Загрязнение атмосферы ядовитыми газами оказывает пагубное влияние на здоровье людей, особенно рабочих крупных предприятий, живущих в непосредственной близости от них. По данным американского агентства по охране окружающей среды, жители индустриальных районов чаще, чем в других местах страны, страдают легочными и сердечно-сосудистыми болезнями, а также злокачественными новообразованиями. Предохранение воздуха от загрязнения могло бы дать ежегодную экономию на сумму более 6 млрд долларов, теряемых производством и расходуемых на лечение. Исследование смертности от легочных заболеваний в Англии показало ее прямую зависимость от концентрации дыма и сернистого газа в воздухе. На общем собрании АМН СССР в марте 1989 г. с тревогой отмечалось, что экологическое неблагополучие особенно отражается на здоровье детей. Так, в чрезвычайно загрязненном Ангарске за последнее время заболеваемость детей хроническими бронхитами возросла в 8 раз, в городе Кириши в результате токсического действия выбросов микробиологических заводов у 75% обследованных детей обнаружили те или иные отклонения от нормы, в Черновцах большая группа детей внезапно облысела, что связывают с действием тяжелого металла таллия; в городе Экибастуз, воздух которого сильно загрязняет местная ГРЭС, резко увеличилась детская смертность, статистика показывает общее возрастание аллергических заболеваний детей и увеличение случаев пороков развития.

Не только загрязнение атмосферы, но и другие неблагоприятные условия окружающей среды сильно влияют на здоровье человека. Утверждают, что 22% смертельных исходов обусловлено экологическими факторами (Дж. Браггс, 1977). Уже в конце прошлого века появились основания сказать, «...что цивилизация, помимо пользы, принесла человечеству и страшный вред...» (А. П. Чехов, 1883).

*Хозяйственная деятельность человека*, часто грубо ломающая экологические условия существования сложившихся биоценозов, может приводить к неожиданным последствиям, угрожающим его здоровью. Изменения ландшафтов преобразуют природные очаги инфекционных болезней с возможной их активизацией и распространением. На ряде примеров были показаны эпидемиологические последствия некоторых мелиоративных лесохозяйственных, строительных работ, деятельности объектов животноводства (Б. Л. Черкасский, 1981).

Человек приспособился к жизни в самых разнообразных условиях, вплоть до существования за пределами нашей планеты. Его организм в какой-то мере адаптировался к требованиям, предъявляемым современным индустриальным миром, изменившим окружающую среду. Появляются сообщения о том, что коренные жители крупных промышленных городов привыкают дышать загрязненным воздухом, в котором задыхаются приезжие из сельской местности. И наоборот, известны случаи дискомфорта горожанина, попавшего в условия горного или лесного чистого воздуха. Мощь антропогенного воздействия на биосферу столь велика, что, преодолевая защитные силы ее саморегуляции и пройдя все звенья цепи природных взаимосвязей, оно, как бумеранг, вернулось к человеку.

Почему же не сработали глобальные механизмы *саморегуляции* живой природы, обеспечивающие гармонию и процветание растительного и животного мира на протяжении миллионов лет? Дело в том, что, как уже было сказано, в отличие от растений и животных человек воздействует на живую и неживую природу не в меру пропускной способности своего тела, а при помощи машин, неограниченные возможности которых выводят результаты его воздействия за пределы естественной саморегуляции природных процессов (А. В. Коган, 1977). Вмешательство человека в природные процессы достигло такого масштаба, что его последствия превышают возможности

естественной компенсации и ведут к нарушению саморегуляции биосферы (М. А. Голубец, 1982). Поэтому возникшие расстройства состояния биосферы не могут восстановиться путем саморегуляции, а требуют *активного вмешательства* человека для их устранения и недопущения в дальнейшем.

Срочная необходимость такого вмешательства осознается все более широкими кругами прогрессивной общественности. Проблемам охраны природы посвящаются научные форумы, создаются общественные организации и даже политические партии («зеленые» в ФРГ), большие программы природоохранных мероприятий проводит ООН. В Советском Союзе охрана окружающей человека природы возведена в ранг государственной политики. Эта задача была поставлена еще в Программе Коммунистической партии, принятой VIII съездом РКП (б) в 1919 г., а ее реализации посвящены многочисленные декреты и постановления.

Большая программа работ в области охраны природы была намечена в соответствии с постановлением Верховного Совета СССР от 20 сентября 1972 г. «О мерах по дальнейшему улучшению охраны природы и рациональному использованию природных ресурсов». Только за 1971—1973 гг. на эти меры было израсходовано 2 млрд руб. С тех пор неоднократно принимались решения и проводились мероприятия в области охраны окружающей человека среды. Эти задачи становились все более актуальными, и острая необходимость их решения привела к тому, что постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О коренной перестройке дела охраны природы в стране» (1988 г.) был создан *Государственный комитет* (Госкомприрода СССР), который руководит всей природоохранной деятельностью и рациональным использованием природных ресурсов, контролирует соблюдение правил пользования и состояния земель, вод, растительности, животного мира и атмосферы, осуществляет экологическую экспертизу генеральных схем развития и размещения предприятий отраслей народного хозяйства и выполняет другие соответствующие функции.

Необходимо помнить, что все крупные хозяйственные проекты строительства промышленных предприятий, гидротехнические сооружения и другие вмешательства в природу кроме непосредственного экономического эффекта наносят не всегда сразу проявляющийся ущерб биосфере. Поэтому нужен тщательный предварительный учет всех возможных положительных и отрицательных последствий таких вмешательств, чтобы определить их *биолого-экологическую целесообразность* (О. Ю. Тупыця, 1980). Необходимы организация непрерывного мониторинга состояния природной среды, оценка допустимой нагрузки на биосферу, разработка принципов и практических средств экологического нормирования (Ю. А. Израэль, 1979). Важная роль принадлежит высшей школе в решении задач преподавания и подготовки специалистов-экологов.

Охрана окружающей человека среды становится неотъемлемой частью борьбы за светлое будущее человечества.

Вместе с тем было бы ошибкой считать, что охрана природы означает сохранение ее в первозданном виде. Научно-технический прогресс, развитие производства и удовлетворение растущих материальных потребностей человечества остановить невозможно. По поводу планов охраны природы от всякого вмешательства человека Ю. А. Жданов писал: «Такие планы утопичны и обречены на провал. Тургенев устами одного из своих любимых героев справедливо сказал: «Природа не храм, а мастерская, и человек в ней работник» (1973). Речь может идти не о прекращении воздействия человека на природу, а о том, чтобы разумно, по-хозяйски относиться к использованию ее богатств.

Подобной позиции придерживается и представитель нового научного направления, изучающего отношения общества и природы, получившего название «Социальная экология». Он пишет: «Права те исследователи, которые говорят о необходимости формирования окружающей среды в условиях развивающегося народного хозяйства. С этой точки зрения сохранение природы путем ее консервации... по-видимому, нельзя рассматривать в качестве коренной и тем более единственно разумной меры. Необходимо научиться управлять природной средой» (Ю. Г. Маслов, 1986).



В наши дни человек используя могучие средства научно-технического прогресса, все более выходит из подчинения стихийным силам природы, но одновременно все более подпадает под действие сил им же созданной «второй природы», которые в значительной мере определяют его образ жизни. Роль ведущих экологических факторов переходит от условий природной биосферы к условиям антропогенной техносферы. Особенности труда, быта и досуга человека, определяемые его социальной сущностью как члена общества, накладывают свой отпечаток на все функции организма.

### § 1. Трудовая деятельность

Мысль К. Маркса, что рука, создавшая труд, сама меняется под его влиянием, действительна и для всего организма человека. Трудовая деятельность на протяжении всей его жизни оказывает глубокое воздействие на все физиологические функции, предъявляя повышенные требования, тренируя и развивая те из них, которые участвуют в осуществлении этой деятельности. В зависимости от характера труда формируются облик и психика человека.

Со времен палеолита, когда наши далекие предки дробили глыбы камня, высекая примитивные каменные топоры и скребки, которыми рубили деревья и разделывали туши убитых животных, и в последующие эпохи, когда люди начали изготавливать наконечники копий для охоты на зверей, вырубать и заострять крепкие сучья, для возделывания земли под посевами, и даже в первый период

использования машин, когда человек лишь частично перекладывал на них необходимую работу, трудовая деятельность требовала от него мышечных напряжений, развития нервной системы, обеспечивающей восприятие и точное управление движениями. Именно труд, связанный с работой мышц и мозга, формировал в масштабе вида и поддерживал в индивидуальной жизни облик и способности человека, дошедшие до нашего времени. Именно труд обусловил такое телосложение и распределение мускулатуры, особенно сложно детализированной для руки, такую специализацию органов чувств и развитие мозга, которые позволили достичь высших форм обобщающей деятельности в виде речи как средства организации совместных действий и передачи знаний. Именно на основе высокого совершенства организации мозга и мускулатуры, используя их замечательные свойства, созданные трудом, современный человек может проявить исключительную, недоступную животным точность движений и тонкость восприятий.

*Научно-технический прогресс* облегчает труд человека, постоянно снижая применение его физической силы и увеличивая использование силы машин, тем самым придавая труду операторский характер. Если в XIX в. энергетические потребности производства на 96% обеспечивались мускульной работой человека и лишь 4% представляли водяные и ветряные мельницы, паровые машины, то в XX в. доля человека как источника энергии упала до 1%, а 99% энергии вырабатывают тепловые, гидроэлектрические и атомные станции, двигатели внутреннего сгорания и другие технические источники. За последнее время само управление работой машины в значительной мере перекладывается на автоматические устройства (рис. 69). Если ручной труд предъявлял повышенные требования к мускулатуре, то механизация и особенно автоматизация, снижая нагрузку на мышцы, повышают требования к деятельности мозга. Чтобы овладеть высокой квалификацией и достаточным уровнем знаний, необходимы обучение, профессиональная подготовка, получение специального образования.

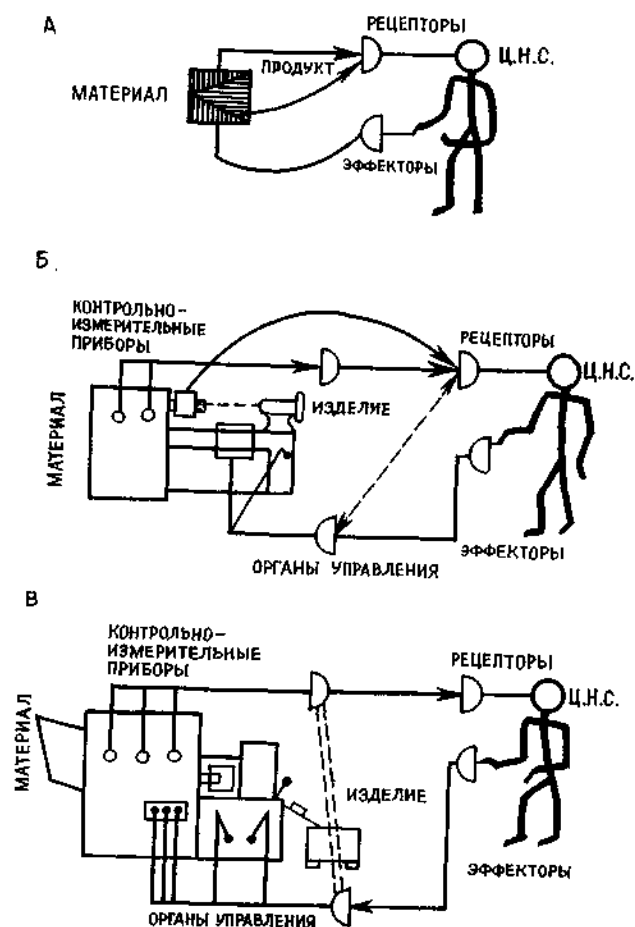


Рис. 69. Система «человек — труд» при ручной (А), машинной (Б) и автоматизированной (В) работе (З. Эбихорский, 1971)

Труд стимулирует умственное развитие современного человека. Этому не противоречит уже наметившаяся тенденция поручать целиком выполнение производственных операций роботам с искусственным интеллектом. Чем «умнее» робот, тем, следовательно, более знающим, образованным и умелым должен быть человек, создавший такого робота и контролирующей его поведение.

Однако, несмотря на свой прогрессивный характер, механизация и рационализация трудовых процессов могут иметь последствия, оказывающие отрицательное влияние на организм человека. Превращение человека в придаток машины подавляет в нем высокие человеческие чувства. Рассказывают, что В. Маяковский по этому поводу говорил: «Если не надеть на технику эстетического намордника, она перекусает все человечество». Забота о здоровье трудящихся в странах социализма предусматривает в законодательном порядке строгое соблюдение техники безопасности и санитарно-гигиенических условий труда. Непрерывное улучшение этих условий привело к снижению профессиональных заболеваний по нашей стране за период 1981 — 1984 гг. на 20%. Статистика показала, что на предприятиях, где соблюдаются все требования к условиям труда рабочего, в среднем за год может быть потеряно по временной нетрудоспособности 5 — 7 дней, а где этих требований не придерживаются, потери составляют 14 — 28 дней (И. Ф. Измеров, 1986). Современная гигиена труда ставит вопрос о предотвращении и другой крайности неблагоприятных последствий далеко идущих механизации и автоматизации, а именно

резкого общего снижения двигательной активности человека. Речь идет о *гиподинамии*, которая более подробно будет рассмотрена в дальнейшем.

Разделение труда в человеческом обществе и профессиональная специализация, при которой человек всю свою сознательную жизнь выполняет какую-то одну определенную работу, находят отражение в состоянии его соответствующих физиологических функций. Повседневная деятельность и систематическая тренировка приводят в ряде случаев к такому их развитию, которое может показаться невероятным. Так, опытные колористы текстильной промышленности различают десятки оттенков каждого цвета и даже серых тонов; высококвалифицированные дегустаторы определяют не только марку вина, но также время и место его изготовления; по одному ему известному признаку бывалый моряк чувствует приближение к берегу.

Вместе с тем узкая специализация с чрезвычайной нагрузкой или вредными воздействиями на работающие органы может приводить к заболеваниям, получившим название *профессиональных*. К ним относятся, например, грыжи грузчиков в результате попыток поднять непосильный груз; силикозы каменщиков или антракозы шахтеров, легкие которых пропитываются каменной или угольной пылью; ревматизм прачек, работающих в условиях постоянной сырости; варикозное расширение вен на ногах у почтальонов, целый день разносящих корреспонденцию; судорога мышц кисти у утомившихся доярок; сходные спазмы мышц у телеграфистов; так называемая писчая судорога, которая наблюдалась при слишком продолжительной работе переписчиков; и другие заболевания, имевшие ранее широкое распространение среди лиц соответствующих профессий. В настоящее время их число резко сокращается в результате совершенствования технологии и мероприятий охраны труда. Ручной труд грузчика заменяется работой погрузочно-разгрузочных механизмов, шахтер защищается от угольной пыли мощной вентиляцией, функции прачки выполняет стиральная машина и т. д.

Успехи химии привели к широкому использованию *синтетических материалов* в строительстве, на транспорте, при изготовлении мебели, одежды, обуви и различных предметов быта. Однако, как выяснилось, некоторые из них выделяют летучие вещества, которые могут оказывать разнообразное токсическое действие, вплоть до образования злокачественных опухолей. Здесь также устанавливается строгий контроль. Так, в результате проведенного в Ростове-на-Дону обследования более 700 полимерных материалов некоторыми из них было запрещено пользоваться (А. Н. Боков, 1986).

Научно-технический прогресс чрезвычайно ускорил темпы механизации и автоматизации производства, транспорта и связи, определил интенсификацию деятельности во всех сферах жизни общества. В этих условиях производительный, преимущественно операторский труд современного человека оказывается связанным со все возрастающим нервно-психическим напряжением. В отличие от мышечных нагрузок, к которым организм человека был подготовлен всем ходом эволюции, к психическим напряжениям, небывалым в его биологическом прошлом, человек оказывается мало приспособленным. *Хронический стресс* становится своеобразной новой профессиональной болезнью операторов на ответственных постах, например диспетчера аэропорта, от срочно принимаемых решений которого могут зависеть сотни жизней пассажиров самолета. В обществе, где все подчинено погоне за прибылью в условиях беспощадной конкуренции, нервное напряжение приобретает особую остроту. Так, по данным статистики заболеваний в США, из общего числа коек госпиталей 30% использовались пациентами с психическими нарушениями, отмечалось, что около 10% населения обращались к врачам по поводу психических расстройств разного рода. Нервно-психическое напряжение сказывается и на вегетативной сфере организма человека. Связанное с этим распространение сердечно-сосудистых и других заболеваний «на нервной почве» становится одной из важнейших проблем медицины.

За последние 65 лет частота заболевания неврозами возросла в 24 раза, в основном среди жителей промышленных стран, имеющих лучшие условия жизни, питания и медицинского обслуживания. Главной причиной неврозов при этом может быть избыток «стрессогенных» ситуаций, которые возникают в результате все более значительного дефицита времени для принятия решений по важным вопросам, возрастания ответственности за выполнение своих обязанностей и чрезмерного умственного напряжения при обработке

громадных объемов поступающей информации (М. А. Айрапетянц, 1986).

Другая угроза здоровью современного человека создается загрязнением окружающей среды. По опубликованным сведениям, во всем мире (кроме данных по СССР) ежегодно *пестицидами* отравляется 2 млн человек, из которых 50 тыс. со смертельным исходом. Стоки с полей, обработанных пестицидами, в реки и озера стали одной из главных причин массовой гибели рыбы. Так, например, в Горьковской области они уничтожили 21 вид рыб из ранее обитавших в местных водоемах 57 видов. Гибель от пестицидов пчел — важнейших опылителей цветковых растений — наносит народному хозяйству нашей страны ежегодно ущерб на сумму более 3 млрд руб. Опасно и неумеренное применение удобрений и ядохимикатов при выращивании пищевых продуктов. Так, на заседании Комиссии по агропрому Верховного Совета СССР на тему «О внедрении технологии и агротехнических приемов, обеспечивающих соблюдение санитарно-гигиенических требований к продуктам питания» отмечалось, что увлечение избыточным применением минеральных удобрений и ядохимикатов приводит к их опасному накоплению *в продуктах питания людей*. Так, контрольные анализы плодов и овощей обнаружили недопустимо высокое содержание нитритов и нитратов у 57% от проверенного их количества в Грузии, 38% в Ростовской области, 29% в Казахстане, 20% на Украине. Приводились сведения об опасных последствиях влияния их на здоровье человека. Например, в Узбекистане среди населения районов, использующих химикаты в максимальных количествах, страдающих гепатитом оказалось в 24 раза больше, чем в местах, менее загрязненных химическими веществами.

Бурное развитие атомной энергетики за последнее время остро ставит вопрос о таком захоронении радиоактивных отходов, которое не будет угрожать здоровью человека ни сейчас, ни в будущем. Чрезвычайную опасность таят в себе *испытания ядерного оружия*.

Как показывает документальный фильм, снятый английскими кинодокументалистами совместно с новозеландским телевидением, продолжающиеся ядерные взрывы во французских владениях в Тихом океане на атолле Муруроа пагубно отразились на здоровье местного населения. Так, если в 60-е гг. среди них был лишь один случай рака, то в 70-е гг. их оказалось около 40. В это же время резко увеличилось число выкидышей и рождения детей с различными уродствами.

Иллюзии освобождения от напряженного темпа жизни современного человека способствует применение средств, оказывающих наркотическое действие. Это не только собственно *наркотики*, но и *алкоголь и табак*. Если вред первых двух не вызывает сомнения, то меры против курения начали предприниматься лишь в последние годы.

По сведениям Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) от болезней, связанных с курением, ежегодно умирает 2 млн человек.

В Чехословакии в первой половине 1988 г. была организована кампания против курения, получившая название «Шанс для трех миллионов». Речь шла о 3 млн детей, которые по демографическому прогнозу должны появиться на свет до 2000 г. Лишь отказ от курения родителей может обеспечить им здоровую жизнь.

В Новой Зеландии была проведена Неделя без табачного дыма, в течение которой разъяснялся вред курения, пропагандировались средства избавления от этой привычки. Сообщают, что в результате несколько тысяч человек бросили курить.

Современные данные изучения факторов, влияющих на здоровье человека, приводят некоторых исследователей к заключению, что самый важный из них — это *образ жизни*. От него на 60% зависит человеческое здоровье, 20 приходится на влияние окружающей среды и лишь 8% — на медицинскую помощь (Г. Л. Апа-насенко, 1987).

По мере усложнения форм и орудий труда человека изменялись задачи и средства повышения его производительности с учетом состояния работающего. В эпоху ручного труда его рационализация состояла главным образом в улучшении используемых инструментов и повышении экономичности движений, т. е. на первом плане были биомеханические задачи. Эпоха широкого внедрения машин выдвигает на первый план задачи оптимального управления ими. Решающим звеном в системе «человек — машина» является человек. Его возможности в процессах управления учитывает *эргономика* — прикладная наука, целью которой является приспособление средств труда к физиологическим и психическим возможностям человека для обеспечения наиболее эффективной работы, не создающей угрозы его



здоровью и выполняющейся при минимальной затрате биологических ресурсов (Я. Рознер, 1971). Например, органы управления машиной следует располагать так, чтобы они находились под руками оператора, в сфере их естественных движений (рис. 70, а), а не в разных местах машины (рис. 70, б), что вынуждает работника непрерывно переходить с места на место, рассеивая внимание и способствуя его излишнему утомлению.

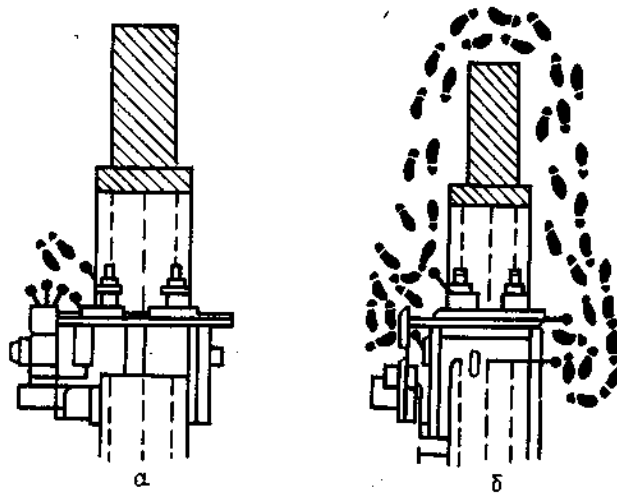


Рис. 70. Правильное (а) и неправильное (б) расположение органов управления машиной (З. Эбихорский, 1971)

Учитывая большое *нервно-психическое напряжение и малую подвижность* работающих в современных условиях механизированного и автоматизированного производства, гигиенисты и физиологи разрабатывают методы и средства предохранения человека от нервных срывов и снижения функций мышц из-за их бездеятельности. Все большее распространение получают *кабинеты реабилитации* на производстве, где в обстановке, имитирующей лесную поляну с ручейком или цветущий сад, тихая музыка успокаивает взволнованного человека, снимает напряжение. Обязательной составной частью режима труда становятся физкульт-пауза и физкультминутки, *двигательные разминки* через определенные промежутки времени.

## § 2. Быт, досуг, физкультура и спорт

Научно-техническая революция не только преобразовала производительный труд, но и оказала глубокое влияние на бытовые условия жизни человека. Вместо привычного передвижения пешком человек пользуется метро, автобусом, троллейбусом, трамваем. Уборка квартиры посредством пылесоса и полотера, приготовление фарша с помощью электрической мясорубки, стирка белья в стиральной машине делают ненужными физические усилия. Не только на работе, но и в быту у современного человека все меньше остается поводов для мышечной деятельности. Настоящим богатством считал К. Маркс *свободное время*, которое не поглощается непосредственно производительным трудом, а остается свободным для удовольствий, досуга, в результате чего открывается простор для свободной деятельности и развития. Однако на роль одного из основных источников удовольствия в свободное время все более претендует телевизор, перед которым люди просиживают часами, сохраняя малоподвижное состояние организма. Если учесть, что использование досуга для развития, например получения образования, повышения квалификации, также связано с малой подвижностью, то выходит, что вся жизнь

современного человека протекает в условиях *гиподинамки*. Таким образом, роль мышечной деятельности как стимула нервно-психической активности, регулятора всех вегетативных функций резко уменьшается.

Ограничение мышечной деятельности неблагоприятно отражается и на общем состоянии человека, потому что именно при сокращении мышц происходит активация синтетических процессов во всех тканях. В свете такого «энергетического правила скелетных мышц» (И. А. Аршавский, 1976) становится понятно, почему физическая работа укрепляет здоровье человека, и наоборот, безделье разрушает его.

Резкое снижение двигательной активности человека может привести к упадку мышечной силы, а в перспективе — частичной атрофии бездействующих мышц, к общему снижению функционального состояния всего организма, физиологические функции которого, в первую очередь кровообращение, подстраивались на протяжении длительной эволюции к обеспечению нужд работающей мускулатуры. Поэтому занятия *физической культурой и спортом* становятся важнейшим средством охраны и укрепления здоровья, нормального физического и психического состояния современного человека. Физкультура и спорт удовлетворяют нужды общества во всесторонне развитых участниках общественного производства, воспитанных в духе коллективизма, трудолюбия, товарищеской выручки, потребности производственных коллективов в физически подготовленных, умелых, ловких и находчивых операторах, необходимость воспитания в семье энергичных, готовых в случае надобности помочь друг другу членов, наконец, стремление каждого человека быть здоровым и сильным (Н. И. Пономарев, 1974).

Жизнь в современных городах в условиях гиподинамии и нервных напряжений, особенно в промышленно развитых странах, обусловила массовое распространение физкультуры и спорта, обеспечивающее высокий уровень жизни народа. Вместе с тем из массового спорта в особую категорию выделяется так называемый *большой спорт*, демонстрирующий максимальные возможности человеческого организма. Высокая денежная оплата рекордов и призовых мест и другие поощрения рекордсменам придают ему, особенно на Западе, профессиональный коммерческий характер. При этом идут в ход допинг, реклама, закулисные сделки. Однако в последнее время стали выявляться слабые места и теневые стороны спорта и в нашей стране. Чрезвычайное внимание к рекордсменам и всевозможные поощрения их, погоня за призовыми местами на международных состязаниях часто идут за счет развития массового, истинно народного спорта. Современная почта ставит под сомнение реальность цифр охвата населения спортивными мероприятиями, указывает на недостаточную подготовленность стадионов к повседневному обслуживанию всех жителей прилегающих районов. В прессе неоднократно отмечалось, что многие спортивные школы принимают лишь «перспективных», не заботясь о повышении физической подготовки не подающих больших надежд детей. Негативным явлением в большом спорте посвятил свою статью в «Юности» бывший чемпион мира по штанге Юрий Власов: «Он начисто вытеснил (или поглотил?) спорт народный, полностью подчинил себе детский спорт» (1988). По его мнению, большой спорт в нашей стране приобретает профессиональный, коммерческий характер со всеми вытекающими отсюда отрицательными последствиями.

Занятия физической культурой и спортом развивают человека не только физически, но и воспитывают у него стремление к общению, познанию окружающего, прививают *навыки совместной деятельности* и участия в общественных мероприятиях. Например, обследование труженников одного из красноярских предприятий (А. И. Фалалеев, М. И. Сергеев, 1971) показало, что 66% спортсменов принимают активное участие в общественной работе, а среди не занимающихся спортом активных общественников только 33,3%, рационализаторов и изобретателей среди спортсменов 38,3%, а среди остальных — 26,7%, совмещают работу с учебой в школах рабочей молодежи, техникумах и вузах соответственно 71,4; 57,8 и 68,9% спортсменов, а среди не занимающихся спортом — только 28,0; 42,2 и 31,0%. Занятия спортом оказывают влияние на производительность и дисциплину труда. Так, у рабочих, занимающихся физической культурой, средние нормы выработки составляли: на Московском первом подшипниковом заводе — 103,4%, в Казанском обувном объединении «Спартак» — 104,3%, а на Тбилисском станкостроительном заводе им. С. М. Кирова, где хорошо поставлена спортивная работа, рабочие-спортсмены подвергались административным взысканиям в 10 раз меньше, чем остальные.

Многочисленные наблюдения врачей, подтвержденные медицинской статистикой, показали огромное значение физкультуры для профилактики заболеваний. Спортивные упражнения в 4 — 5 раз снижают (особенно у пожилых людей) сердечно-сосудистые заболевания, в 4 — 5 раз возрастает сопротивляемость инфекциям, повышается устойчивость к перегреванию, переохлаждению и проникающей радиации, ускоряется заживление ран (А. В. Коробков, 1975).

Считают, что снижение смертности от инфаркта миокарда в США за последние годы в какой-то мере связано с широким распространением занятий физкультурой, которые охватили 113 млн человек (Г. Л. Апанасенко, 1987).

Физическая культура и спорт воспитывают у человека *эстетическое чувство* стремления к прекрасному. Недаром олимпийские игры связывают с расцветом античного искусства: «Греки сперва сами преобразовали себя в прекрасные формы, а затем объективно выражали их в мраморе и на картинах» (Г. Гегель, 1935). Телесная красота человека, удовлетворяющая требованиям эстетики, имеет глубокие основания в приспособленности строения его тела к наиболее успешному функционированию в разных условиях жизни. Эстетическое понятие красоты отражает экологическую целесообразность строения тела человека, создающего его внешний облик. Действительно, «прекрасное — это жизнь» (Н. Г. Чернышевский, 1855). Красивая фигура мужчины отличается развитой мускулатурой, широким плечевым поясом, узкими бедрами, быстрыми и сильными движениями, что отражает сложившееся в ходе эволюции приспособление к физическим напряжениям в борьбе за существование. Красивая фигура женщины выражена ножными формами, высокой грудью, широкими бедрами, мягкими движениями, что соответствует ее роли подруги мужа, матери, кормилицы детей, хранительницы семейного очага. Условия жизни современного человека, в частности нарастающая в ходе технического прогресса гиподинамия, создают угрозу нарушения гармонии целесообразного склада тела и физиологических функций, возникающую на основе мышечной деятельности. Эту угрозу олицетворяют умные, но хилые юноши с дряблыми мускулами, узкими плечами и отвислым животом. Сохранить красоту и гармонию человеческого тела призвана физическая культура. Особое значение для выработки телосложения женщины имеет художественная гимнастика: «Этот вид спорта преобразует по законам красоты организм каждой девочки, сохраняя индивидуальность ее фигуры и пропорций тела» (И. В. Мурамов, 1981).

*Систематические напряженные тренировки* определяют образ жизни спортсмена и оказывают влияние на его телосложение. В этом влиянии отражаются специфические требования, предъявляемые разными видами спорта к организму человека. На рис. 71 представлен типичный внешний вид высокого, относительно узко-

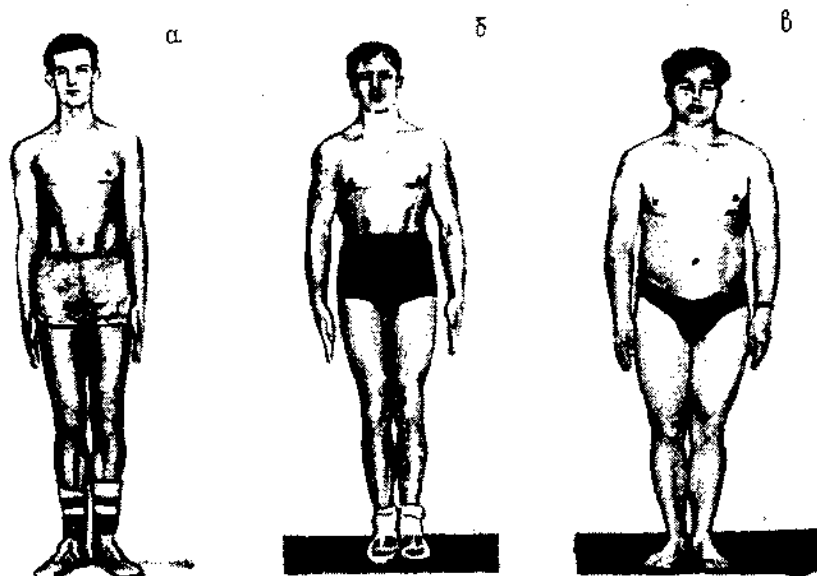


Рис. 71. Типичное телосложение баскетболиста (а), гимнаста (б) и тяжелоатлета (в) (Н. Ю). Луговина. М. И. Уткина, 1968)

грудого, сухощавого, длиннорукого баскетболиста (а), широкоплечего, среднего роста, мускулистого, коренастого гимнаста (б) и крупного, с широкой грудной клеткой, развитой мускулатурой, прикрытой жировой тканью, тяжелоатлета (в). Результаты антропометрических исследований мужчин и женщин, занимающихся этими видами спорта, приведены в табл. 31.

Физическая культура становится все более необходимой составной частью образа жизни современного человека. Она нейтра-

Таблица 31

**Антропометрические показатели телосложения спортсменов (Н. Ю). Луговина. М. И. Уткина, 1968)**

Спортсмены	Количество обследованных	Длина тела, см	Обхват груди, см	Вес, кг
Баскетболисты	225	182	85	64
Гимнасты	213	167	88	65
Борцы среднего веса	314	169	92	72
Тяжелоатлеты среднего веса	271	165	93	74
Баскетболистки	205	167	84	65
Гимнастки	201	156	83	55

лизует негативное влияние на организм ограничений подвижности и мышечной деятельности, возникающих как неизбежное следствие

прогресса техники. Особое значение замятиям спортом придается в социалистическом обществе, где на первом плане стоит забота о человеке. 15 Программе КПСС физическая культура рассматривается как средство воспитания нового человека, гармонически сочетающего в себе духовное богатство, моральную чистоту и физическое совершенство. К 1981 г. ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли постановление «О дальнейшем подъеме физической культуры и спорта», в котором говорится, что «главная задача физкультурного движения, всей системы физического воспитания — всемерно способствовать укреплению здоровья советских людей, повышению их работоспособности и производительности труда, готовности к защите Родины, завоеваний социализма, формированию высоких нравственных начал, бодрости духа, силы и выносливости, воспитанию здорового и жизнерадостного подрастающего поколения».

Громадную работу в этом направлении проводят профсоюзы. При активном содействии государства они организуют добровольные спортивные общества (ДСО), физкультурные коллективы, членами которых являются более 40 млн человек. В их распоряжении около 3 тыс. стадионов, 13 тыс. гимнастических залов, свыше 900 плавательных бассейнов и более 26 тыс. игровых площадок; оздоровительными и спортивными мероприятиями занимаются около 24 тыс. тренеров-преподавателей и 5 млн активистов (Г. И. Елисеев, В. Ф. Логинов, 1982). Физическая культура и спорт в жизни современного человека приобретают значение существенного экологического фактора, влияющего на его физическое и психическое состояние.

### § 3. Человек будущего

В отличие от первобытных предков, которые приспособлялись к разнообразным воздействиям природной биосферы, добывая себе пищу, спасаясь от хищников, укрываясь от холода и других стихийных невзгод, современный человек в своей повседневной жизни должен адаптироваться главным образом к воздействиям созданной им самим техносферы, которая вызывает гиподинамию, нервно-психическое напряжение, загрязняет окружающую среду и оказывает другие неблагоприятные для человеческого организма влияния. Поэтому, естественно, возникает вопрос о том, насколько все эти воздействия могут изменить облик человека и вызвать перестройку его физиологических функций.

Каким станет человек будущего? Ответы на этот вопрос некоторых западных футурологов имеют почти фантастический характер. Так, среди неумеренных поклонников кибернетики нашлись люди, предсказывающие, что человек будущего станет «киборгом», у него все органы заменятся искусственными, и это обеспечит ему бессмертие. При этом забывается, что человека как мыслящую личность создает деятельность его мозга, который невозможно заменить искусственной запасной деталью. Другие предсказатели, гипертрофируя возможное влияние дальнейшего уменьшения физической и чрезвычайного развития умственной деятельности, а также питания чистыми препаратами представляли человека будущего наподобие марсианина из фантастического романа Герберта Уэллса «Война миров» — с громадным мозгом и атрофированными конечностями в виде щупалец.

Находятся ученые, готовые согласиться с физическим вырождением человека в надежде, что оно компенсируется небывалым развитием его интеллекта. Так, автор интересной книги «Папа, мама и я» пишет: «И пусть сбывается предсказание профессора Дж. В. Хольдена о том, что у будущего человека «будет огромная голова и крохотное лицо, беззубый рот и дряблые мускулы». Пусть все будет так. Лишь бы он писал стихи, как Пушкин, музыку, как Чайковский...» (И. М. Польшин, 1969). Не говоря о том, что крохотное лицо и беззубый рот вряд ли вдохновили бы будущего Пушкина на то, чтобы их воспевать, трудно ожидать, что деградация тела, дающего богатую пищу для мира психической жизни, не окажет влияния на интеллект человека. К тому же данные антропологии убедительно показали, что для предположений о физическом вырождении человечества нет оснований. Наоборот, на протяжении последних 2 — 3 тысячелетий люди стали крупнее. Доспехи античных воинов малы современному человеку. Поэтому скорее можно согласиться с тем, что «...люди далекого будущего ничем не будут отличаться от нас — людей современности» (Н. П. Быстрое,

1957), разве только тем, что станут более умными, красивыми и сильными.

Пристальное внимание ученых привлекают нарастающие явления ускоренного развития организма современных детей, ведущие к повышению его физиологических нормативов в дальнейшем. Такая *акселерация*, по-видимому, начинается уже во внутриутробном периоде развития плода, что подтверждается увеличением веса и особенно длины тела новорожденных (рис. 72). С 1926 по 1969 г. новорожденные москвичи стали длиннее почти на 1,5 см, что составляет около 3% увеличения роста. Менее выраженными были явления акселерации в отношении веса новорожденных. Обобщение статистических данных по антропометрическим показателям новорожденных во многих городах показало, что за последние 30—40 лет в среднем по СССР длина тела новорож-

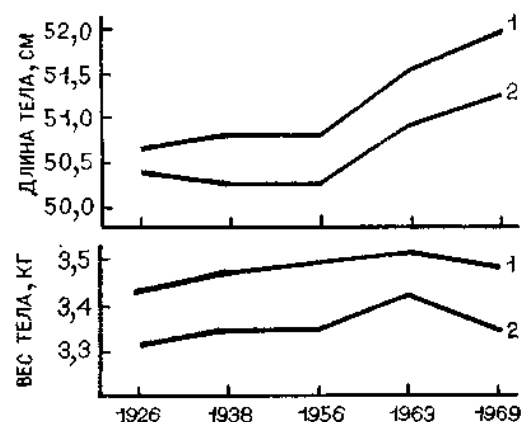


Рис. 42. Изменения тела и веса новорожденных мальчиков (1) и девочек (2) в Москве на протяжении 43 лет (В. Г. Властовский, 1976)

денных возросла на 0,5—1,0 см, а вес тела — на 100—150 г (В. Г. Властовский, 1976). Аналогичные сведения об увеличении веса и роста новорожденных приводят и зарубежные авторы (Г. Остер, 1970).

Ускоренное физическое развитие продолжается и в младшем возрасте. Об этом говорят многочисленные наблюдения. Так, удвоение веса ребенка происходило в 1930-1944 гг. к 5—6 месяцу жизни, а в 1955—1965 гг. — между 4,0—4,5 месяцами (Р. В. Коган, 1965). За период с 1980 по 1975 г. длина шестимесячных детей увеличилась на 2,5 см, а вес — на 1,5 кг. Антропометрические обследования московских детей показали, что рост двухлетних мальчиков в 1937 г. составлял в среднем 83 см, а в 1970 г. — 86 см, т. е. за 43 года увеличился на 3 см. Ускорение развития детей младшего возраста отмечалось во всех странах. Например, годовалые дети в США с 1897 по 1962 г. стали выше на 3 см (Г. Бекуин, 1964). Но усредненным данным, полученным при антропометрии детей в разных странах, за период 1880—1950 гг. рост 5—7 летних детей увеличивался на 1,5 см, а вес — на 0,5 кг за каждые 10 лет (Дж. Таннер, 1962).

Увеличение роста и веса продолжалось еще более интенсивно в школьном возрасте. Если в 1903 г. в Петербурге 10-летние мальчики в среднем весили 25,4 кг при длине тела 123,4 см, а девочки — 25,6 кг при 126,3 см (А. Г. Трахтенберг, 1903), то в 1973 г. мальчики того же возраста весили 32,9 кг при длине тела 138,4 см, а девочки — 34,0 кг при 139,0 см (И. С. Гильбо, 1973). Анализ архива обследования школьников Свердловска (бывшего Екатеринбурга) показал, что в 1875—1880 гг. длина тела 12-летних школьников была в среднем 131,1 см при весе 29,6 кг, а в 1966 г. — соответственно 146,5 см и 39 кг.

Ускорение физического развития детей отмечают исследователи разных стран. Так, в Германии 10-летние мальчики с 1881 по 1947 г. увеличили длину тела на 12,9 см (В. Ленц, Б. Орт 1957). В Швеции у мальчиков того же возраста за время с 1882 по 1971 г. вес возрос на 2,5 кг, длина тела — на 8,0 см, а у девочек соответственно на 3,8 кг и 10,2 см (Б. Льюнг и др., 1974). Среди их японских однолеток

в Токио за время с 1902 по 1958 г. вес мальчиков стал больше на 3,6 кг, длина тела — на 9,0, а вес и рост девочек соответственно на 4,1 кг и 10,0 см (В. Хаген, Г. Пашлау, 1961); в Англии у той же возрастной группы школьников только за период 1910—1954 гг. у мальчиков вес тела возрос на 4,6 кг, его длина — на 10,6 см, а у девочек — на 3,8 кг и 8,6 см (А. Войн, Ф. Айткен, И. Лейтч, 1957).

Акселерация детей и подростков проявляется не только в ускоренном увеличении роста и веса тела, но и в состоянии функций соматических и вегетативных систем организма. На рис. 73 представлены некоторые показатели мышечной деятельности и максимального объема легочной вентиляции. Ускоренное развитие силы кисти и жизненной емкости легких наиболее выражено в подростковом возрасте, начиная с 14 —16 лет. В этом же возрасте быстро развивается и сердечно-сосудистая система. Одним из проявлений такого ускорения является представленное на рис. 73 увеличение размеров сердца, которое не следует расценивать как патологическое расширение некоторых его отделов, поскольку отмечается сохранение нормальных пропорций при исследовании в разных проекциях. За период с 1930 по 1970 г. у школьников возросли систолический и минутный объем крови, объемная скорость форсированного вдоха и легочного газообмена (И. С. Ширяева, И. Н. Вульфсон, 1971). Вместе с тем имеются указания на то, что у детей-акселератов сердце отстает в своем развитии от роста тела, что может способствовать сердечно-сосудистым заболеваниям (Р. А. Калюжная, 1973).

О состоянии общей физической подготовки современных школьников дают представление показатели их успехов на занятиях по физкультуре. Так, 14-летние мальчики, ученики московских школ, в 1927 г. в среднем прыгали в длину с места на 178 см, подтягивались на турнике 3 раза, а в 1967 — соответственно на 191 см и 3,9 раза (Ю. М. Арестов, 1970). Польские мальчики сходного возраста, ученики школ Кракова, в 1938 г. пробегали 60 м за 9,19 с и метали копье на 20,4 м, а в 1962 г. — соответственно за 8,86 с и на 22,7 м (З. Бошенка, 1972). По показателям статистической и динамической координации и скорости движений 12-летние дети в 1970 г. имели результаты, достигаемые в 1920 г. 15-летними подростками (Н. В. Куликова, Е. В. Шагинян, 1970). Ускорилося и интеллектуальное развитие детей и подростков. Хорошему физическому развитию соответствовала хорошая успе-

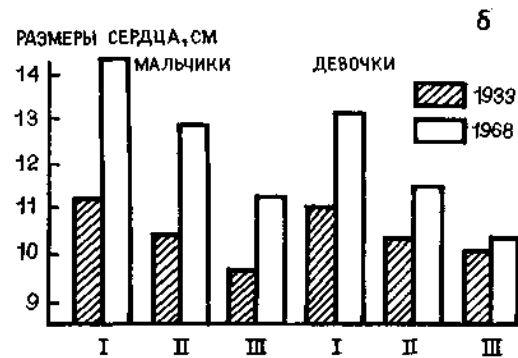
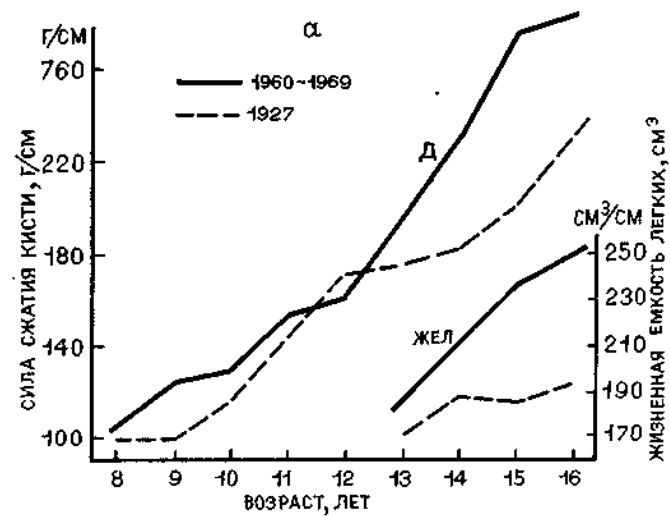


Рис. 73. Некоторые морфофункциональные показатели физического развития школьников (а) и размеров сердца у подростков (б) Москвы (В. Г. Властовский, 1976). Д — сила сжатия кисти, ЖЕЛ — жизненная емкость легких. Размеры сердца: I — длинник, II - поперечник, III — косое сечение

ваемость (И. М. Матовский, 1970). Однако уровень и темпы психического развития школьников определяются не только формированием структур мозга, но в значительной мере социальными факторами (Д. Б. Эльконин, 1971).

Опережающее развитие обнаружили все функции растущего организма, исследованные на протяжении достаточно большого периода времени. В частности, значительно ускорилось половое созревание. Если в 80-х гг. прошлого столетия в России менструации начинались у девочек в среднем в возрасте 15 лет 10 месяцев (В. Груздев, 1894), то в 70-х гг. нашего века они начинались в среднем в 13 лет 3 месяца, т. е. на 2 года и 7 месяцев раньше (В. Г. Властовский, 1976). Этот факт отмечают и зарубежные авторы. Так, в Болгарии за время с 1904 по 1968 г. возраст начала менструаций уменьшился с 14 лет до 13 лет 1 месяца, а в Германии — с 15 лет 2,5 месяца до 13 лет 5 месяцев (К. Винтер, 1973), в Японии — с 14 лет 5 месяцев до 13 лет и месяцев (К. Кимура, 1967), и США — с 14 лет 8 месяцев до 12 лет 6 месяцев (Р. Кагас, Г. Рилей, 1970). На рис., 74 представлена динамика возраста начала менструаций у девочек разных стран. Ускоренное половое созревание мальчиков проявилось в том, что у них раньше появляются волосы на лобке и возникают поллюции.

Однако более раннее половое созревание не приводит к преждевременному увяданию репродуктивной функции. Наоборот, по



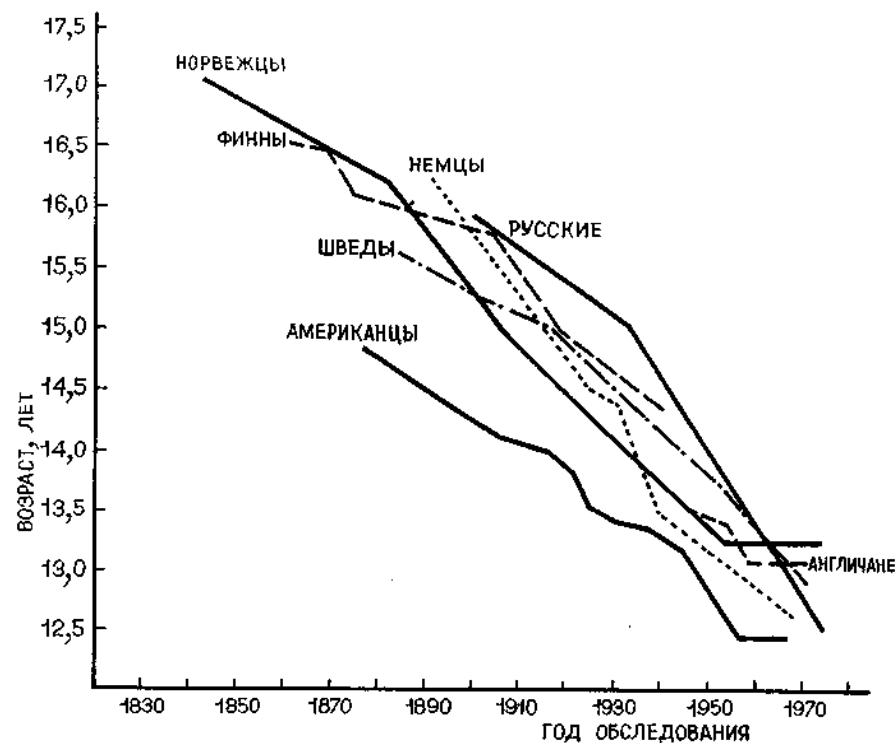


Рис. 74. Изменения среднего возраста наступления менструаций у девочек разных стран за период свыше 100 лет (Дж. Таннер, 1962, с дополнениями)

статистическим данным, за время с 1906 по 1962 г. у женщин Средней Европы репродуктивный период их жизни увеличился на 8 лет (К. Винтер, 1964). Уже в этом столетии время наступления, менопаузы у женщин Москвы отодвинулось с сорокалетнего до пятидесятилетнего возраста (В. А. Никитюк, 1973).

Особое значение для предположений о том, каким станет человек будущего, имеет факт укрупнения размеров тела взрослых людей. Так, только за период с 1925 по 1965 г. рост 20-летних мужчин, живущих в городах, увеличился со 167 до 170 см (В. В. Бунак, 1968). Рост призывников Армении за последние сто лет увеличился со 164,7 до 170,6 см. Акселерация захватывает все части тела, но не нарушает гармонии телосложения. Растут не только конечности, но и размеры головы. Так, измерения более 3 тыс. головных уборов германских солдат и офицеров XVI—XVII и XX вв. показали, что за это время окружность головы увеличилась в среднем на 1,5 см (Ф. Борман, С. Паули, 1965). Отмечают также некоторое утончение черт лица, его так называемую грациализацию.

В чем причина явлений акселерации? Высказывалось много предположений о ее причинах, которые связывались с действием различных факторов.

1. *Усиленная инсоляция* детей и подростков, проводящих все больше времени в легкой одежде на открытом воздухе (Е. Кох, 1935). При этом происходит активное образование витамина Д и активизация процессов роста. Однако в горах, где инсоляция более интенсивна, дети развиваются медленнее, чем на равнине, а в городах, пыльный и дымный воздух которых задерживает ультрафиолетовые лучи (например, в центре Лондона их в 36 раз меньше, чем в сельской местности), акселерация выражена намного больше, чем в селах.

2. *Влияние прохладного и сухого климата*, который способствует потере тепла, что стимулирует обменные и ростовые процессы (К. Майлс, 1937). Однако акселерация развития детей наблюдается и в условиях жаркого влажного климата, а предсказанного автором

прекращения акселерации при потеплении в 50-х гг. не произошло.

3. *Влияние электромагнитных волн* от средств связи и мощных энергетических установок, которые своим излучением могут, как показали эксперименты на животных, активировать продукцию гипофизом гормона роста (К. Тройбер, 1941; А. С. Пресман, 1974). Однако акселерация началась задолго до широкого распространения радио и телевидения и насыщения электромагнитными волнами атмосферы.

4. *Влияние проникающей радиации* в виде космических лучей или атомных и ядерных взрывов, которая в малых дозах может стимулировать эмбриональное развитие (Б. Рудер, 1962). Однако темпы акселерации не коррелируют с 10—11-летними периодами активности Солнца, и акселерация шла полным ходом еще до расщепления атома.

5. *Увеличение содержания углекислоты в атмосфере*, интенсифицируя дыхательные процессы, влияет на обмен веществ и ускоряет развитие организма. Однако соответствующие эксперименты на животных не подтвердили это предположение.

6. *Уменьшение детской смертности*, которая в первую очередь приходилась на высокорослых детей (И. Хеймендингер, 1964). Однако нет доказательств, что высокие дети станут крупными взрослыми. Их гибель в детском возрасте должна была бы привести к тому, что средний рост взрослых постепенно уменьшался.

7. *Успехи медицины в борьбе с болезнями детей*, которые могут тормозить развитие и рост (К. Таннер, 1958). Однако далеко не все болезни оказывают подобное влияние. Оно связано главным образом с осложнениями, приводящими к нарушению питания.

8. *Уменьшение численности детей в семье*, ведущее к улучшению ухода за ними (В. С. Соловьева, 1967). Однако и в развивающихся странах, где преобладают многодетные семьи, акселерация имеет место.

9. *Усиливающееся смешение населения*, которое ведет к гетерозиготности браков, создает генетические предпосылки ускоренного развития (Б. Бромен, Г. Дальберг, А. Лихтенштейн, 1942; Б. А. Никитюк, В. И. Филиппов, 1973). Однако акселерация, хотя и гораздо менее выраженная, наблюдается и в потомстве относительно близких групп населения.

10. *Улучшение питания*, особенно рост потребления белков, жиров (В. Ленц, 1959) и витаминов (А. Мейер, 1964), вызывает усиление и ускорение обменных и ростовых процессов. Однако акселерация развилась также в тех странах, где потребление мяса и животных жиров было и остается минимальным, например в Японии. Во многих странах Европы она возникла во время снижения уровня потребления мяса и жиров. Что касается витаминов, стимулирующих рост, то организм всегда получает витамины группы В, синтезированные бактериями, и фолиевую кислоту в пищевых продуктах, а искусственное приготовление и применение витаминов получило распространение гораздо позже начала процесса акселерации.

11. *Все ускоряющиеся темпы современного образа жизни* с обилием мощных раздражителей и потоков информации, особенно в городах, влияют через нервную систему на весь организм, вызывая раннее его физическое и умственное развитие (В. В. Бунак, 1968). Отмечается и сексуализирующее влияние городской жизни (Г. Гримм, 1967). Однако темпы жизни, особенно за последнее время, прогрессивно нарастают, а, по свидетельству многих исследователей, акселерация начинает идти на убыль.

Уже тот факт, что из большого числа выдвинутых предположений, наиболее известные из которых приведены выше, ни одно не является общепризнанным и свободным от возражений, хотя и не может быть полностью отброшенным, дает основание полагать, что дело не в какой-либо из перечисленных причин. Акселерация возникла в результате совместного действия многих влияний, среди которых особое значение, очевидно, имеют условия питания, образ жизни, демографическая динамика и другие социально-детерминированные факторы.

Явления акселерации гораздо меньше выражены среди населения экономически отсталых районов. Например, антропометрические исследования эскимосов Западной Гренландии на протяжении 80 лет не обнаружили у них заметного увеличения роста (И. Йоргенсен, 1972). Четко выступает зависимость темпов акселерации детей от обеспеченности семьи. Так, сопоставление роста швейцарских 7—7,5-летних школьников, относящихся к разным социальным группам, показало, что дети из зажиточных семей имели в среднем рост 122,80 см,

среднего сословия — 121,75 см, рабочих — 121,23 см, жителей предместий — 120,87 см (И. Штейнман, 1940). Аналогичные результаты были получены при сравнении физического развития американских детей из семей с высоким, средним и низким годовым доходом (табл. 32).

Социальные факторы обусловили и отставание темпов акселерации развития сельских детей по сравнению с городскими (рис. 75). Однако изменения социально-экономических условий в нашей стране, ведущие к стиранию различий между городом и деревней, вызвали повышение темпов акселерации и сельской местности, особенно резко проявившееся за последнее время (П. И. Яковенко, Е. Е. Клебанова, 1971).

Каково значение акселерации для формирования облика человека будущего? Как отмечалось выше, акселераты сохраняют

Таблица 32

**Сопоставление роста детей в семьях разной обеспеченности, дюйм (Г. Мередит, 1943)**

Возраст, лет	Годовой доход семьи, дол		
	600 - 1100	Около 1700	Более 3300
3	58,3	60,7	61,0
6	64,9	66,7	67,4
9	69,9	71,3	72,1
12	73,4	74,7	76,1

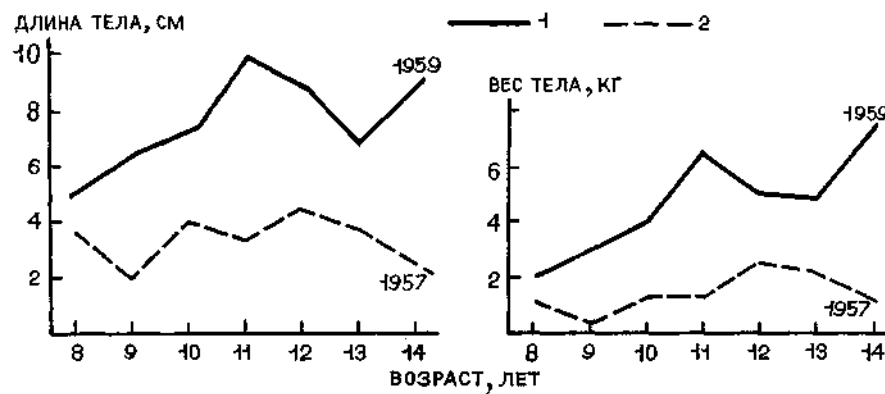


Рис. 75. Различные приросты длины и веса тела мальчиков Харькова (1) и сельских районов Украины (2) за период с 1924 —1926 по 1957 —1959 гг. (Г. И. Яковенко, 1963). Нуль по ординате — уровень 1924 —1926гг.

гармоничное телосложение и даже приобретают более тонкие черты лица. Что касается увеличения размеров и массы тела, то в последние годы многие исследователи отмечают резкое замедление акселерации, особенно выраженное в высокоразвитых странах как в отношении роста (М. Мареш, 1972), так и полового созревания (Т. Данн, Д. Роберте, 1973). Анализ динамики размеров тела человека по данным измерений ископаемых остатков скелета, вещей личного пользования античных времен, средневековых медицинских описаний и современных антропологических исследований приводит к заключению, что *акселерация, очевидно, представляет собой не постоянную*

*тенденцию изменения облика человека, а лишь одну из фаз периодического, длящегося веками увеличения или уменьшения размеров его тела* (В. В. Бунак, 1968; В. Г. Властовский, 1976).

На заре становления человеческого общества неандертальцы имели рост около 160 см. Во времена кроманьонцев он поднялся до 180 см и снова снизился к началу нашей эры в государствах античного мира до 170 см. Позднее, в период средневековья, рост снизился еще больше — до 160—165 см, а в наше время наступило новое увеличение, привлечшее столь пристальное внимание к явлению акселерации. Аналогичные колебания претерпевал и возраст первых менструаций, наступавших у девушек античных времен в 14 лет. Для периода XV — XIX столетий характерно его повышение до 16 — 17 лет и повторное снижение до 13—14 лет в XX в. (Д. Амундсен, К. Кире, 1969). Полагать, что наши потомки будут «великанами, лишенными детства» (В. Г. Властовский, 1976), нет оснований.

Жизнь людей во всех ее проявлениях — от сознания и поведения до физиологии и анатомии — несет отпечаток условий жизни человека в человеческом обществе. Эти условия в наше время наряду с широкими возможностями интеллектуального и телесного совершенствования содержат и негативные факторы, связанные, в частности, с искажением взаимоотношений человека и природы. Преодоление влияния этих факторов должно способствовать формированию в будущем всесторонне развитого человека, совершенного в духовном и физическом отношении. Однако внешний его облик вряд ли значительно изменится, поскольку в отличие от животных, приспособляющихся в ходе биологической эволюции к условиям жизни путем преобразования своего тела, человек творит свою социальную историю, преобразуя природу с помощью труда и разума.

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. Энгельс Ф. Диалектика природы//Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Т. 20.
2. Агаджанян Н. А. Человеку жить всюду. М., 1982.
3. Казначеев В. П. Очерки теории и практики экологии человека. Новосибирск, 1983.
4. Малиновский А. А. Биология человека. М., 1973.
5. Моисеев Н. Н. Экология человечества глазами математика. М., 1988.
6. Общество и природная среда. М., 1980.
7. Руководство по физиологии. Экологическая физиология человека. Вып. Адаптация человека к экстремальным условиям среды. Л., 1979; Вып. Адаптация человека к различным климатогеографическим условиям. Л., 1980; и др.
8. Сержантов В. Ф. Философские проблемы биологии человека. М., 1974.
9. Слоним А. Д. Экологическая физиология животных. М., 1971.
10. Современная экологическая ситуация и высшая школа. М., 1983.
11. Экологическая пропаганда в СССР. М., 1984.
12. Экологические проблемы в современной идеологической борьбе. Киев, 1984.
13. Экхольм Э. Окружающая среда и здоровье человека. М., 1980.

### Дополнительная

#### Глава 1

1. Алексеева Т. И. Географическая среда и биология человека. М., 1977.
2. Бирюков Д. А. Экологическая физиология нервной деятельности. Л., 1960.
3. Грегори В. Эволюция лица от рыбы до человека. М.—Л., 1934.
4. Коштыянец Х. С. Основы сравнительной физиологии. М., 1950. Т. 1: 1957. Т. 2.
5. Наумов П. П. Эволюция животных. М., 1983.
6. Шварц С. С. Принципы и методы современной экологии животных. Свердловск, 1964).
7. Шмальгаузен И. И. Факторы эволюции. М.- Л., 1946.

#### Глава 2

1. Агаджанян Н. А. Человеку жить всюду. М., 1982.
2. Дубинин Н. П. Генетика и будущее человечества. Л., 1971.
3. Казначеев В. П. Биосистемы и адаптация. Новосибирск, 1973.
4. Казначеев В. П. Современные аспекты адаптации. Новосибирск, 1980.
5. Колпаков М. Г. Общие вопросы адаптации организма человека//Руководство по физиологии. Адаптация человека к различным климатогеографическим условиям. Л., 1980. С. 443.
6. Философские проблемы глобальной экологии. М., 1983.

#### Глава 3

1. Алексеев В. П. Становление человека. М., 1984.

2. Данилова К. И. Эволюция руки. Киев, 1979.
3. Дарвин Ч. Происхождение человека и половой отбор. М., 1927.
4. Вацуро Э. Г. Исследование высшей нервной деятельности антропоида. М., 1948.
5. Кряжев В. Я. Высшая нервная деятельность животных в условиях общения. М., 1955.
6. Ладыгина - Котс Н. Н. Развитие психики в процессе развития организмов. М., 1958.
7. Линден Ю. Обезьяны, человек и язык. М., 1981.
8. Неструх М. Ф. Происхождение человека. М., 1970.
9. Рогинский Г. З. Навыки и зачатки интеллектуальных действий у антропоидов. Л., 1948.
10. Счастный А. И. Сложные формы поведения антропоидов. М., 1972.
11. Фирсов Л. А. Поведение антропоидов в естественных условиях. Л., 1977.

#### Глава 4

1. Александров Р. Биомеханика. М., 1970.
2. Алексеев В. П. География человеческих рас. М., 1974.
3. Гладкова Т. Д. Кожные узоры кисти и стопы обезьян и человека. М., 1966.
4. Гримм Г. Основы конституциональной биологии и антропологии. М., 1967.
5. Пеструх А. Ф. Происхождение человека. М., 1970.
6. Палеоэкология древнего человека. М., 1977.
7. Рогинский Я. Я. Проблемы антропогенеза. М., 1977.
8. Рогинский Я. Я., Левин М. Г. Антропология. М., 1966.
9. У истоков человечества. М., 1964.
10. Хрисанфова Е. Н. Эволюция длинных костей человека. М., 1967.

#### Глава 5

1. Агаджанян Н. А. Биологические ритмы. М., 1967.
2. Агаджанян Н. А., Горшков М. М., Котельник М. А. и др. Ваша работоспособность сегодня. М., 1978.
3. Алякринский Б. С. Основы научной организации труда и отдыха космонавтов. М., 1975.
4. Биологические ритмы и вопросы разработки режима труда и отдыха. М., 1967.
5. Биологические ритмы. Горький, 1970.
6. Биологические ритмы. М., 1984. Т. 1—2.
7. Биологические часы. М., 1964.
8. Бюннинг Э. Ритмы физиологических процессов. М., 1961.
9. Войно - Ясенецкий А. В. Первичные ритмы возбуждения в онтогенезе. Л., 1974.
10. Голиков А. Ф., Голиков П. П. Сезонные ритмы в физиологии и патологии. М., 1973.
11. Емельянов И. П. Формы колебаний в биоритмологии. Новосибирск, 1976.
12. Куприянович Л. И. Биологические ритмы и сон. М., 1976.
13. Матюхин В. А., Демин Д. В., Евцихевич А. Б. Биоритмология перемещений человека. Новосибирск, 1976.
14. Руттенбург С. О., Слоним А. Д. Циркадный ритм физиологических процессов и трудовая деятельность человека. Фрунзе, 1975.
15. Саркисов Д. С. Приспособительная перестройка биоритмов. М., 1975.
16. Теоретические и прикладные аспекты временной организации биосистем. М., 1976.
17. Циркадные ритмы человека и животных. Фрунзе, 1975.
18. Чижевский А. М. Биологические часы. Новосибирск, 1967.

## Глава 6

1. Адаптация человека и животных к условиям пустыни. Ашхабад, 1971.
2. Бабаева А. Х., Султанов Ф. Ф., Серебряков Е. П. и др. Вопросы физиологических механизмов адаптации к жаркому климату. Ашхабад, 1970.
3. Данилов Н. В. Физиологические основы питьевого режима. М., 1956.
4. Исаакян Л. А. Метаболическая структура температурных адаптации. Л., 1972.
5. Кассирский И. А. Очерки гигиены жаркого климата в условиях Средней Азии. Ташкент, 1935.
6. Кассирский И. А., Плотников Н. П. Болезни жарких стран. М., 1964.
7. Рахимов К. Р. Кишечное пищеварение в условиях высоких температур. Ташкент, 1976.
8. Султанов Ф. Ф. Очерки по патогенезу перегревания организма. Ашхабад 1970.
9. Султанов Ф. Ф. Высокая внешняя температура и клеточно-гуморальные факторы организма. Ашхабад, 1973.
10. Тилис А. Ю., Соломко П. А. Перегревание и акклиматизация в жарком климате. Фрунзе, 1968.
11. Турсунов З. Т. Кортикостероидная регуляция водно-солевого обмена. Ташкент, 1963.
12. Умидова З. И., Глезер Г. А., Янбаева Х. И. и др. Очерки кардиологии жаркого климата. Ташкент, 1975.
13. Физиология человека в пустыне. М., 1952.
14. Функции организма в жарком климате. Ташкент, 1970.
15. Юнусов А. Ю., Короткое Г. Ф. Функции органов пищеварения в жарком климате. Ташкент, 1962.

## Глава 7

1. Адаптация человека в особых условиях обитания//Труды Арктического и Антарктического ин-та. Л., 1978. Т. 356.
2. Актуальные вопросы адаптации человека в условиях Крайнего Севера и Антарктики. Новосибирск, 1976.
3. Бартон А., Эдхолм О. Человек в условиях холода. М., 1957,
4. Биологические проблемы Севера. Якутск, 1974.
5. Борискин В. В. Жизнь человека в Арктике и Антарктике. Л., 1971.) 0. Василевский Н. Н., Сороко С. И., Богословски М. М. Психологические аспекты адаптации человека в Антарктиде. Л., 1978.
7. Гигиенические вопросы акклиматизации человека на Крайнем Севере. М., 1961.
8. Данишевский Г. М. Акклиматизация человека на Севере. М., 1955.
9. Деряпа А. Р. Природа Антарктики и акклиматизация человека. М. Л., 1965.
10. Кандрор И. С. Очерки по физиологии и гигиене человека на Крайнем Севере. М., 1968.
11. Маршак М. К. Физиологические основы закаливания организма человека, Л., 1965.
12. Матусов А. Л. Условия жизни и состояние здоровья участников полярных экспедиций. Л., 1979.
13. Медицинские исследования в арктических и антарктических экспедициях. Л., 1971.
14. Пушкина Н. Н. Витамины на Севере. М., 1961.
15. Сороко С. И. Нейрофизиологические механизмы индивидуальной адаптации человека в Антарктиде. Л., 1984.
16. Терморегуляция адаптации к холоду. Новосибирск, 1970.
17. Тихомиров И. И. Биоклиматология Центральной Антарктиды и акклиматизации человека. М., 1968.

## Глава 8

1. Агаджанян Н. А., Исабаева В. А., Елфимов А. И. Хеморецепторы, гемокоагуляция в высокогорье. Фрунзе, 1973.
2. Агаджанян Н. А., Миррахимов М. М. Горы и резистентность организма. М., 1970.
3. Ахмедов К. Ю. Дыхание человека при высокогорной гипоксии. Душанбе, 1971.

4. Барбашова З. И. Акклиматизация к гипоксии и ее физиологические механизмы. М. —Л., 1960.
5. Бернштейн А. Д. Человек в условиях среднегорья. Алма-Ата, 1967.
8. Ван Лир Э., Стикней К. Гипоксия. М., 1967.
7. Войткевич В. И. Хроническая гипоксия. Л., 1973.
8. Здоровое сердце и высокогорье. Душанбе, 1975.
9. Миррахимов М. М. Очерки о влиянии горного климата Средней Азии на организм. Фрунзе, 1964.
10. Миррахимов М. М. Сердечно-сосудистая система в условиях высокогорья. М., 1968.
11. Миррахимов М. М., Айдарлиев А. А. Прогнозирование работоспособности человека в условиях высокогорья. М., 1979.
12. Проблема влияния высокогорья на организм. Фрунзе, 1963.
13. Проблемы высокогорья. Душанбе, 1974.
14. Федоров Н. А., Кахетелидзе М. Г. Эритропоэтины. М., 1973.

## Глава. 9

1. Абдуллина З. М. Биологическое действие магнитных полей на живые организмы. Фрунзе, 1975.
2. Алексахин Р. М. Ядерная энергия и биосфера. М., 1982.
3. Алякринский Б. С. Основы научной организации труда и отдыха космонавтов. М., 1975.
4. Бабушкин В. И., Цветков И. А. Ускорение в полете и средства защиты летчика. М., 1962.
5. Введение в электромагнитную биологию. Томск, 1979.
6. Влияние магнитных полей на биологические объекты. Калининград, 1975.
7. Влияние СВЧ-излучения на организм человека и животных. Л., 1970.
8. Газенко О. Г. Человек вне Земли. М., 1971.
9. Гигиена труда и биологическое действие электромагнитных волн радиочастот. М., 1968.
10. Гигиеническая оценка магнитных полей. М., 1972.
11. Григорьев Ю. Г. Космическая радиобиология. М., 1982.
12. Гуськова А. К., Байсоголов Г. Д. Лучевая болезнь человека. М., 1971.
13. Даренская Н. Г., Правдина Г. М., Хрущев В. Г. Поведение живых организмов в полях излучения. М., 1965.
14. Дубров А. П. Геомагнитное поле и жизнь. Л., 1974.
15. Иванов - Муромский К. А. Электромагнитная биология. Киев, 1977.
16. Климатические и биологические последствия ядерной войны. М., 1987.
17. Коваленко Е. А., Гуровский Н. Н. Гипокинезия. М., 1980.
18. Комендантов Г. И. Воздушная болезнь. М., 1965.
19. Космические полеты на корабле «Союз». М., 1976.
20. Ливанов М. Н. Некоторые проблемы действия ионизирующей радиации на нервную систему. М., 1962.
21. Невесомость. М., 1974.
22. Пестов И. Д., Гератевол С. Основы космической биологии и медицины. М., 1975.
23. Покорение космоса. М., 1972.
24. Прессман Л. С. Электромагнитные поля и живая природа. М., 1968.
25. Проблемы космической биологии. М., 1962 —1979. Вып. 1 -38.
26. Реакция биологических систем на магнитные поля. М., 1978.
27. Савин Б. М. Гипервесомость и функции центральной нервной системы. Л., 1970.
28. Сергеев Л. А. Физиологические механизмы действия ускорения. Л., 1967.



29. Хиллов К. Л. Функция органа равновесия и болезнь движения. Л., 1969.
30. Холодов Ю. А. Реакции нервной системы на электромагнитные поля. <sup>1</sup>М., 1975.
31. Холодов Ю. А. Мозг в электромагнитных полях. М., 1982.
32. Циолковский К. Э. Жизнь в межзвездной среде. М., 1964.
33. Человек в космосе. М., 1974.
34. Шарп М. Человек в космосе. М., 1971.
35. Яковлева М. И. Физиологические механизмы действия электромагнитных полей. Л., 1973.

## Глава 10

1. Агесс П. Ключи к экологии. Л., 1982.
2. Батан Л. Д. Загрязненное небо. М., 1967.
3. Беречь и умножать природные богатства. М., 1970.
4. Биосфера и ее ресурсы. М., 1971.
5. Биофизические аспекты загрязнения биосферы. М., 1973.
6. Пуды ко М. И. Глобальная экология. М., 1977.
7. Водные ресурсы и их комплексное использование. М., 1968.
8. Вопросы экологии и охраны природы. Л., 1980.
9. Воронова Л. Д., Пушкарь И. Г. Влияние пестицидов на фауну. М., 1968.
10. Дорст Ж. До того, как умрет природа. М., 1968.
11. Жаворонкова И. П. Комплексное использование природных богатств в условиях научно-технического прогресса. М., 1976.
12. Мелешкин М. Т., Степанов В. Н. Промышленные отходы и окружающая среда. Киев, 1980.
13. Минеральные ресурсы промышленно развитых капиталистических и развивающихся стран. М., 1974.
14. Никитин Д. П., Новиков Ю. В., Зарубин Г. П. Научно-технический прогресс, природа и человек. М., 1977.
15. О мерах по дальнейшему улучшению охраны природы и рациональному использованию природных ресурсов. Постановление Верховного Совета СССР от 20 сентября 1972 г. // Собр. постановлений правительства Союза Советских Социалистических Республик. М., 1973. № 2.
16. Основы водного законодательства Союза ССР и союзных республик. М., 1971.
17. Смит Р. Наш дом — планета Земля. М., 1982.
18. Соколов В. Е., Сабли на Т. Охрана и использование млекопитающих. М., 1974.
19. Экология и политика. Прага, 1972.

## Глава 11

1. Быстров Н. П. Прошлое, настоящее и будущее человека. Л., 1957.
2. Властовский В. Г. Акселерация роста и развития детей. М., 1976.
3. Глазычев В. Л. Социально-экологическая интерпретация городской среды. М., 1984.
4. Гончаров В. Д. Социально-психологические проблемы физкультуры. Л., 1977.
5. Дубинин Н. П. Генетика и будущее человечества. Л., 1971.
6. Карасаевская Т. В. Социальная и биологическая обусловленность изменения в физическом развитии человека. Л., 1970.
7. Ляшенко В. Е. Путь к гармонии. М., 1974.
8. Молодых В. М. Всестороннее развитие личности. Киев — Одесса, 1978.
9. Руководство по профессиональным болезням. М., 1987.
10. Сердюк А. М. Непростые заботы человечества. М., 1988.
11. Стрoение тела и спорт. М., 1968.

12. Эргономика. М., 171.