

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОЛГОГРАДСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ»

**И.Н.СОЛОПОВ, Н.Н.СЕНТЯБРЕВ, Е.П.ГОРБАНЕВА,
А.Г.КАМЧАТНИКОВ, В.А.ЛИХОДЕЕВА,
Н.В.СЕРЕДИНЦЕВА, И.В.СУСЛИНА, Д.В.МЕДВЕДЕВ**

**ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА
ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНОВ
И ИХ ОПТИМИЗАЦИЯ**

**ВОЛГОГРАД
2009**

ББК 28.903

О - 627

Рецензенты:

Доктор медицинских наук, профессор С.В.Клаучек
Доктор педагогических наук, профессор В.П.Черкашин

*Печатается по решению Ученого совета
ФГОУ ВПО «Волгоградская государственная академия
физической культуры» в качестве монографии*

**И.Н. Солопов, Н.Н.Сентябрев, Е.П.Горбанева, А.Г.Камчатников,
В.А.Лиходеева, Н.В.Серединцева, И.В.Суслина, Д.В.Медведев**
**ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ПОДГОТОВЛЕННОСТИ
СПОРТСМЕНОВ И ИХ ОПТИМИЗАЦИЯ**
Монография. - Волгоград, 2009. - 183 с.

В монографии рассматриваются теоретические и практические аспекты проблемы оптимизации функционального состояния организма спортсменов.

Раскрывается методология оптимизации тренирующих нагрузок в спорте посредством использования дополнительных воздействий на дыхательную систему в виде повышенного сопротивления дыхательным движениям и дыхания в условиях умеренной гипоксии и гиперкапнии.

Описываются стратегия и тактические подходы к оптимизации развития адаптации реализуемые в восстановительном периоде после мышечных нагрузок при спортивной тренировке.

Книга предназначена для физиологов и специалистов в области физической культуры, тренеров, студентов и преподавателей физкультурных высших учебных заведений, реабилитологов.

ББК 28.903

© ФГБОУ ВПО «Волгоградская государственная
академия физической культуры», 2009

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	5
ВВЕДЕНИЕ.....	8
ГЛАВА 1. ПРОБЛЕМА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ В СПОРТЕ.....	14
1.1. Понятие функциональной подготовленности спортсменов.....	14
1.2. Структура функциональной подготовленности спортсменов.....	16
1.3. Факторы, обуславливающие функциональную подготовленность спортсменов.....	21
1.4. Механизмы повышения функциональной подготовленности спортсменов.....	24
1.5. Функциональная специализация организма спортсменов.....	32
ГЛАВА 2. МЕТОДИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	50
ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНОВ.....	50
ГЛАВА 3. ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОБИЛИЗАЦИИ У СПОРТСМЕНОВ РАЗЛИЧНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ МНОГОЛЕТНЕЙ МЫШЕЧНОЙ ТРЕНИРОВКИ.....	55
3.1. Функциональная мобилизация организма спортсменов на разных этапах многолетней адаптации к мышечной деятельности.....	55
3.2. Специфические особенности функциональной мобилизации у спортсменов.....	60
ГЛАВА 4. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНОВ.....	68
ГЛАВА 5. ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЗАЦИИ У СПОРТСМЕНОВ РАЗНОГО УРОВНЯ АДАПТИРОВАННОСТИ К СПЕЦИФИЧЕСКОЙ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	73
5.1. Квалификационные особенности функциональной экономизации у спортсменов.....	73
5.2. Функциональная экономизация у спортсменов различной специализации.....	81
5.3. Функциональная экономизация внешнего дыхания у спортсменов различной квалификации и специализации.....	90
ГЛАВА 6. ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ФИЗИЧЕСКУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ В ПРОЦЕССЕ МНОГОЛЕТНЕЙ АДАПТАЦИИ К СПЕЦИФИЧЕСКОЙ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	95
6.1. Роль различных факторов, обуславливающих физическую работоспособность спортсменов на разных этапах многолетней подготовки.....	96
6.2. Физиологические факторы, определяющие физическую работоспособность спортсменов различной специализации.....	102
ГЛАВА 7. ОПТИМИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНОВ.....	113
7.1. Оптимизация функциональной подготовленности организма спортсменов посредством направленных воздействий на дыхательную систему.....	113
7.1.1. Влияние тренировки с дополнительным резистивным сопротивлением дыханию на показатели физической работоспособности человека.....	114
7.1.2. Влияние тренировки с дыханием через дополнительное «мертвое» пространство на гипоксическую устойчивость юных футболистов.....	120
7.1.3. Влияние тренировки с дополнительным эластическим сопротивлением	

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНОВ
И ИХ ОПТИМИЗАЦИЯ

дыханию на показатели функциональных возможностей	122
7.2. Оптимизация функциональной подготовленности спортсменов с помощью направленной релаксации под влиянием функциональной музыки и композиций эфирных масел.....	128
7.2.1 Релаксация, ее роль в оптимизации функционального состояния спортсменов	128
7.2.2. Ароматерапия с использованием аромакомпозиций эфирных масел растений.....	132
7.2.3. Функциональная музыка и ее влияние на функциональное состояние человека.....	138
7.2.4. Эффекты применения функциональной музыки и эфирных масел.....	141
7.3. Влияние метаболических препаратов на силовую и скоростно-силовую подготовленность акробатов.....	154
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	160
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	164
ЛИТЕРАТУРА.....	167

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

А – активность (по Доскину)

АД_{сист} - систолическое артериальное давление

АД_{диаст} - диастолическое артериальное давление

ВДР – время двигательной реакции

ВИ - вегетативный индекс Кардо

ЖЕЛ, мл – жизненная емкость легких;

ЖР – желание работать (по Доскину)

КЗР – количество запаздывающих реакций

КИО₂ В₅, мл/л/мин - ($VO_2 B_5 / V_E B_5$) - коэффициент использования кислорода на 5 минуте восстановления.

КИО_{2max}, мл/л/мин - ($VO_{2max} / V_E max$) - коэффициент использования кислорода при максимальной мышечной работе.

КИО₂W₁, мл/л/мин ($VO_2 W_1 / V_E W_1$) – коэффициент использования кислорода на первой минуте стандартной мышечной работы.

КИО₂B₁, мл/л/мин - ($VO_2 B_1 / V_E B_1$) - коэффициент использования кислорода на 1 минуте восстановления.

КП W₁, мл/уд/мин ($VO_2 W_1 / ЧСС_{W_1}$) - кислородный пульс на первой минуте стандартной мышечной работы.

КП_{max}, мл/уд/мин - ($VO_{2max} / ЧСС_{max}$) - кислородный пульс при максимальной мышечной работе.

КПВ₁, мл/уд/мин - ($VO_2 B_1 / ЧСС_{B_1}$) - кислородный пульс на 1 минуте восстановления.

КПВ₅, мл/уд/мин - ($VO_2 B_5 / ЧСС_{B_5}$) - кислородный пульс на 5 минуте восстановления.

КПР – количество преждевременных реакций

КТР – количество точных реакций

КЭДЦ W₁, мл/цикл/мин - ($VO_2 W_1 / fb W_1$) – кислородный эффект дыхательного цикла на первой минуте стандартной мышечной работы.

КЭДЦ B₁, мл/цикл/мин - ($VO_2 B_1 / fb B_1$) - кислородный эффект дыхательного цикла на 1 минуте восстановления.

КЭДЦ B₅, мл/цикл/мин - ($VO_2 B_5 / fb B_5$) - кислородный эффект дыхательного цикла на 5 минуте восстановления.

КЭДЦ_{max}, мл/цикл/мин - ($VO_{2max} / fb max$) - кислородный эффект дыхательного цикла при максимальной мышечной работе.

КЭК – коэффициент эффективности кровообращения

МВЛ, л/мин – максимальная произвольная вентиляция легких;

Н – настроение (по Доскину)

ПД – пульсовое давление

ПН – психическое напряжение (по Люшеру)

ПУ – психическое утомление (по Люшеру)

РДО – реакция на движущийся объект

- PMЗ** - релаксационный механизм защиты (по Высочину)
С – самочувствие (по Доскину)
САН - самочувствие, активность, настроение (по Доскину)
СВР – среднее время простой двигательной реакции
СТ - ситуационная тревожность (по Спилбергеру)
Т – тревога (по Доскину)
УФВ – уровень функциональных возможностей
ФСО – функциональное состояние организма
ФСС - функциональное состояние системы;
ЧСС В₁, уд/мин - частота сердечных сокращений на первой минуте восстановления.
ЧСС В₅, уд/мин - частота сердечных сокращений на пятой минуте восстановления.
ЧСС_{max}, уд/мин – частота сердечных сокращений при максимальной мощности мышечной работы.
ЧСС_{max}/ЧСС_{покоя}, % - увеличение ЧСС при W_{max}
ЧССW₁, уд/мин – частота сердечных сокращений на первой минуте стандартной мышечной работы.
ЧССW₁/ЧСС_{покоя}, % - усиление ЧСС при W_1
ЧССВ₁/ЧСС_п, % - снижение ЧСС на 1 минуте восстановления.
ЧССВ₅/ЧСС_п, % - снижение ЧСС на 5 минуте восстановления.
ЧСС_{покоя}, уд/мин – частота сердечных сокращений в условиях покоя.
ЭС – эмоциональный стресс (по Люшеру)
fb_{max}, цикл/мин - частота дыхания при максимальной мощности мышечной работы.
fb W₁, цикл/мин – частота дыхания на первой минуте стандартной мышечной работы.
fb В₁, цикл/мин - частота дыхания на первой минуте восстановления.
fb В₅, цикл/мин - частота дыхания на пятой минуте восстановления.
fb_{покоя}, цикл/мин – частота дыхания в условиях покоя.
PWC₁₇₀, кгм/мин - мощность физической работоспособности при ЧСС = 170 уд/мин;
VE_{max}, л/мин - легочная вентиляция при максимальной мощности мышечной работы.
VE W₁, л/мин – легочная вентиляция на первой минуте стандартной мышечной работы.
VE В₁, л/мин - легочная вентиляция на первой минуте восстановления.
VE В₅, л/мин - легочная вентиляция на пятой минуте восстановления.
VE_{max}/VE_{покоя}, % - увеличение легочной вентиляции при W_{max}
VE_{max}/МВЛ, % - % использования МВЛ при W_{max}
VEW₁/VE_{покоя}, % - увеличение легочной вентиляции при W_1
VEW₁/МВЛ, % - % использования МВЛ при W_1

$VE_{B_1}/VE_{п}$, % - снижение легочной вентиляции на 1 минуте восстановления.

$VE_{B_5}/VE_{покоя}$, % - снижение легочной вентиляции на 5 минуте восстановления.

$VE_{покоя}$, л/мин - легочная вентиляция в условиях покоя;

$VO_2 B_1$, мл/мин - величина потребления кислорода на первой минуте восстановления.

$VO_2 B_5$, мл/мин - величина потребления кислорода на пятой минуте восстановления.

$VO_{2max} / VO_{2покоя}$, % - увеличение потребления кислорода при W_{max}

VO_{2max} , мл/мин - величина максимального потребления кислорода

VO_{2max}/W_{max} , мл/кГм/мин - потребление кислорода на единицу работы при максимальной мышечной работе.

VO_2W_1 , мл/мин – величина потребления кислорода на первой минуте стандартной мышечной работы.

VO_2W_1/ VO_{2max} , % - % использования МПК при W_1

$VO_2W_1/VO_{2покоя}$, % - увеличение потребления кислорода при W_1

$VO_2W_1/VO_{2покоя}$, % – потребление кислорода на единицу работы на первой минуте стандартной мышечной работы.

$VO_2B_1/VO_{2покоя}$, % - снижение потребления кислорода на 1 минуте восстановления.

$VO_2B_5/VO_{2п}$, % - снижение потребления кислорода на 5 минуте восстановления.

$VO_{2покоя}$, мл/мин - величина потребления кислорода в условиях покоя;

$V_{т max}$, мл - величина дыхательного объема при максимальной мощности мышечной работы.

$V_{т W_1}$, мл – величина дыхательного объема на первой минуте стандартной мышечной работы.

$V_{т B_1}$, мл - величина дыхательного объема на первой минуте восстановления.

$V_{т B_5}$, мл - величина дыхательного объема на пятой минуте восстановления.

$V_{т max}/ЖЕЛ$, % - % использования ЖЕЛ при W_{max}

$V_{тW_1}/ЖЕЛ$, % - % использования ЖЕЛ при W_1

$V_{тпокоя}$, мл – величина дыхательного объема в условиях покоя.

W_1 , кГм/мин – мощность стандартной мышечной нагрузки.

$W_1/ЧССW_1$, кГм/уд/мин - ватт-пульс на первой минуте стандартной мышечной работы.

W_{max} , кГм/мин – мощность максимальной мышечной нагрузки.

$W_{max}/ЧСС_{max}$, кГм/уд/мин - – ватт-пульс при максимальной мышечной работе.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема адаптации человека к специфической мышечной деятельности в настоящее время выступает в качестве одной из важнейших в прикладной физиологии (Ф.З.Меерсон, 1981, 1986; Ф.З.Меерсон, М.Г. Пшеникова, 1988; А.С.Солодков, Ф.В.Судзиловский, 1996). Это связано с освоением человеком все новых ареалов жизни и видов производственной деятельности, таких как высокогорье, подводный шельф, авиация и космос, когда все более необходимым становится быстрое и эффективное приспособление организма к экстремальным условиям обитания и производства (А.С.Солодков, 1984; В.Н.Платонов, 1988, 1997; И.Н.Солопов, 1998).

В настоящее время все более четко понимается, что специальная подготовка, и спортивная тренировка в том числе, направлена на повышение уровня функциональных возможностей организма (Н.Г.Озолин, 1970; В.С.Фомин, 1984; В.Н.Платонов, 1997; А.И.Шамардин, 2000; Л.Р.Кудашова, 2000; И.Н.Солопов, 2001, 2007; И.Н.Солопов, А.И.Шамардин, 2003). Высокий уровень функциональной подготовленности является результатом процесса адаптации организма к физическим нагрузкам (А.С.Солодков, 1987; В.Н.Платонов, 1997) и характеризуется повышением функциональных резервов и готовностью к их мобилизации (В.М.Волков, 1990; А.С.Солодков, 1995; И.Н.Солопов, А.И.Шамардин, 2003) и проявляется увеличением работоспособности спортсменов.

В связи с этим, в последнее время вполне закономерно стало развиваться особое направление, как в области исследований, так и в практической плоскости – представление о функциональной подготовленности, которая рассматривается как базовое, многокомпонентное свойство организма, сущностью которого является уровень совершенства физиологических механизмов, их готовность обеспечить на данный момент проявления всех необходимых для специфической деятельности качеств, обуславливающее, прямо или косвенно, физическую работоспособность (И.Н.Солопов, 2001, 2007).

При этом структура функциональной подготовленности, наличие всех ее компонентов – информационно-эмоционального, регуляторного, психического, энергетического и двигательного, будут обязательными для всех видов деятельности, но роль, значение тех или иных компонентов, совершенство определенных механизмов, уровень развития функциональных свойств и характеристик, их сочетание и взаимообусловленность, будут весьма специфичны для каждого конкретного вида деятельности и различны на разных этапах адаптации к ней (В.С.Мищенко, 1990; И.Н.Солопов, 2007).

Совершенство физиологических механизмов, лежащих в основе функциональных возможностей в большой мере зависит от их функцио-

нальных свойств - мощности, подвижности, мобилизации, экономичности и устойчивости (В.С. Мищенко, 1990), выступающих как качественные характеристики функционирования физиологических систем, в большой мере обуславливающих высокий уровень физической работоспособности, выступающей в качестве интегрального показателя функциональной подготовленности (В.Н.Платонов, 1984; И.Н.Солопов, 2001, И.Н.Солопов, А.И.Шамардин, 2003). Функциональные характеристики (функциональные свойства) факторов, определяющих функциональные возможности организма, позволяют наиболее полно и адекватно отражать функциональную подготовленность организма (В.С.Мищенко, 1990).

Рассматривая каждое функциональное свойство (характеристику) в отдельности, можно отметить, что мощность представляет собой верхний предел функционирования физиологических систем (В.С.Мищенко, 1990), или даже групп систем, составляющих те или иные структурные компоненты функциональной подготовленности. Мощность функционирования всех механизмов, обеспечивающих физическую работоспособность, рассматривается как специфическая характеристика, определяемая уровнем энергопродукции и энергозатрат, необходимых для выполнения механической работы в движениях различного рода. Количественной мерой функциональной мощности является скорость, прежде всего, энергозатрат, связанная с выполнением механической работы мышцами тела и достижением требуемого эффекта (В.С.Горожанин, 1984). К наиболее информативным показателям функциональной мощности относятся величины максимальной аэробной производительности и максимальная мощность кратковременной мышечной нагрузки (В.С.Мищенко, 1990). Вместе с тем отмечается, что высокая мощность не является безусловной характеристикой высокого уровня функциональных возможностей (В.С.Мищенко, 1990).

Одним из ключевых моментов развития адаптированности является повышение мобилизационных возможностей или «функциональной мобилизации», которая рассматривается как свойство, определяющее высокую скорость развертывания функциональных и метаболических реакций (В.С.Мищенко, 1990). Это выражается в более быстром выходе функциональных систем на необходимый уровень изменений при начале выполнения физической нагрузки, повышении предельных возможностей организма в процессе специфической мышечной деятельности, повышении способности организма удерживать высокий уровень интенсификации функций, ускорении и повышении эффективности течения восстановительных процессов (С.Н.Кучкин, 1986; В.М.Волков, 1990; Т.И.Гулбиани, 1991).

При этом мобилизация функциональных резервов организма в экстремальных условиях спортивной деятельности реализуется на всех уровнях организации приспособительной активности, подвержена влиянию целого ряда факторов (С.Н.Кучкин, 1986; В.М.Волков, 1990). Именно по-

этому изучению данного направления придается большое значение. Отмечается крайняя важность выяснения вопросов эффективной мобилизации достигнутого функционального потенциала, трансформации его в полезный, в частности спортивный, результат (А.С.Мозжухин, 1981).

Систематические занятия определенными физическими упражнениями спортивного характера постепенно совершенствуют строение организма путем развития тех или иных морфологических особенностей, обеспечивающих выполнение данного вида работы. Это, в свою очередь, увеличивает функциональную активность определенных тканей, органов и систем, способствует экономизации конкретной работы и достижению более высоких спортивных результатов (В.Г.Петрухин, 1985). В этом плане именно высокая экономизация функционирования организма выступает важнейшим фактором, определяющим и отражающим уровень подготовленности спортсмена в большинстве видов спорта (С.П.Летунов, 1967; Ф.Ч.Тхань, 1970; О.М.Гулида, 1986). Функциональная экономизация рассматривается как функциональная и метаболическая «цена» высоких уровней мощности нагрузки (В.С.Мищенко, 1990).

Способность удерживать высокие уровни функционирования физиологических систем в условиях предельной интенсивности нагрузки обозначается как функциональная устойчивость (В.С.Мищенко, 1990). Устойчивость организма и его функций может рассматриваться с точки зрения как текущей устойчивости (в ходе выполнения упражнения, проведения тренировочного занятия), так и долговечности сохранения максимальной работоспособности (долговечности работоспособности и отдельных функций в течение тренировочного периода и жизненного цикла).

Функциональная устойчивость многокомпонентное свойство организма, которое включает в себя, соответственно компонентам функциональной подготовленности, комплекс факторов, обуславливающих устойчивость функционирования систем организма (эффективно функционировать) и максимальные сдвиги параметров внутренней среды (В.С.Мищенко, 1990), эмоциональную устойчивость и помехоустойчивость (А.В.Ивойлов, 1987; И.А.Клесов, 1993) и устойчивость психических и психомоторных функций (А.П.Герасименко, 1974; О.А.Конопкин и др., 1988).

Функциональная устойчивость, наряду с функциональной экономичностью и мощностью, является одним из условий оптимального функционирования основных физиологических систем в процессе выполнения конкретных двигательных задач в заданных рамках внешних условий, т.е. – высокой физической работоспособности (R.T.Withers et al., 1982; М.А.Абрикосова, 1982; В.С.Мищенко, 1986, 1990; В.Е.Борилкевич, 1986; В.Н.Артамонов, 1989; С.Ю. Тюленьков, 1998; И.Н.Солопов, 2007).

Еще один аспект данной проблемы требует к себе особого внимания. Речь идет о повышении эффективности процесса адаптации к экстремаль-

ным условиям специфической деятельности человека, как производственной, так и особенно, спортивной. В настоящее время спортивная деятельность характеризуется предельными величинами объемов и интенсивности тренирующих нагрузок, дальнейший рост которых лимитируется физиологическими возможностями организма человека (В.Н.Платонов, 1988, 1997; А.И.Шамардин, 2000; И.Н.Солопов, Е.С.Садовников, 2000; В.К.Бальсевич, 2001; И.Н.Солопов, 2007). В этой связи весьма остро встает задача повышения эффективности процесса подготовки человека к напряженной специфической деятельности, оптимизации всех ее сторон, позволяющей существенно расширить диапазон адаптационных перестроек (И.Н.Солопов, 1996, 1998; А.И.Шамардин, 2000; В.К.Бальсевич, 2001; И.Н.Солопов, А.И.Шамардин, 2003).

Эта задача может найти свое решение в использовании эргогенических средств. Известно, что систематические физические нагрузки являются целенаправленным воздействием на организм, способствующие закреплению в функциональных системах изменений, характеризующих адаптогенный эффект, и обуславливающих направленную тренировку устойчивости организма к различным экстремальным воздействиям и повышающими физическую работоспособность (А.Н.Вазин и др., 1978; К.В.Судаков, 1984). Вместе с тем эффективность адаптации может быть значительно повышена за счет использования дополнительных функциональных нагрузок на организм в целом или на отдельные его функциональные системы, например, дыхательную (тренировка в условиях среднегорья при «гипоксической гипоксии», повышенное сопротивление дыханию, дыхание через дополнительное «мертвое» пространство, произвольная гиповентиляция и др.) при мышечной работе (А.Н.Крестовников, 1951; Б.О.Яхонтов, 1971; С.Н.Кучкин, 1986, 1991; И.Н.Солопов, 1998, 2004, 2007; А.И.Шамардин, 2000).

Использование дополнительных эргогенических средств, становится в настоящее время необходимым элементом современных технологий тренировочного процесса в спорте (В.Н.Платонов, 1997; Н.И.Волков и др., 1998; Н.Волков, В.Олейников, 2000; А.И.Шамардин, 2000; И.Н.Солопов, 2004), что обеспечивают интенсификацию процессов адаптации к факторам тренировочного воздействия, при этом удается избежать критических степеней напряжения опорно-двигательного аппарата и регуляторных механизмов. Ввиду этого изучение закономерностей совершенствования механизмов повышения функциональных возможностей, в процессе использования дополнительных эргогенических средств, приобретает особую практическую значимость.

Вместе с тем, целый ряд вопросов, касающихся важнейших закономерностей совершенствования физиологических механизмов, обуславливающих высокий уровень функциональных возможностей, и особенно физиологических свойств функционирования организма человека остаются

малоизученными или совсем вне поля зрения исследователей. Анализ доступной литературы показывает, что выше обозначенные сведения в публикациях представлены фрагментарно или совсем отсутствуют.

Таким образом, изучение закономерностей совершенствования физиологических механизмов повышения функциональных возможностей организма человека, особенностей их качественных характеристик, таких как функциональная мощность, мобилизация, экономизация и устойчивость, во взаимосвязи с такими индивидуально-типологическими особенностями, как уровень адаптированности к физическим нагрузкам, специфика привычной мышечной деятельности и их динамика при целенаправленном использовании эргогенических средств в процессе специальной подготовки является актуальной проблемой, решение которой позволит получить сведения, которые могут быть использованы при определении направлений и путей повышения функциональных возможностей организма человека, определении средств, методов и режимов тренирующих воздействий, рационализации и повышения эффективности процесса специальной подготовки к экстремальной профессиональной и спортивной деятельности, разработки системы адекватного контроля и оценки функциональной подготовленности организма человека. Знание закономерностей совершенствования физиологических механизмов высокой физической работоспособности и их функциональных свойств в процессе адаптации к специфической мышечной деятельности, будет являться основой для подбора адекватных эргогенических средств целенаправленного воздействия на организм, используемых на фоне привычных физических нагрузок и выступающих как дополнительные адаптогенные факторы.

Поэтому для теории и методики спортивной тренировки, спортивной физиологии и смежных с ними научных дисциплин представляется важным изучение физиологических механизмов, специфических особенностей развития и совершенствования физиологических характеристик и свойств функциональных возможностей организма человека в зависимости от характера привычной мышечной деятельности на разных этапах многолетней адаптации к физическим нагрузкам, а также динамики изменений при целенаправленном их повышении посредством дополнительных эргогенических средств.

В этой связи представляется крайне важным выяснение целого ряда вопросов, решение которых позволит научно обосновать, дополнить и расширить имеющиеся представления о функциональных возможностях организма человека. Эти вопросы заключаются в следующем: необходимо изучить физиологические механизмы, уровень и динамику показателей физиологических характеристик и свойств, обуславливающих функциональные возможности организма человека на разных этапах многолетней адаптации к физическим нагрузкам; а также, определить уровень развития функциональных характеристик и свойств, и их специфические особенно-

сти у людей в связи с разным характером привычной мышечной деятельности; кроме того, установить уровень и характер динамики различных функциональных свойств и характеристик в разные фазы выполнения физической нагрузки и в периоде восстановления и их специфические особенности у людей разного уровня функциональной подготовленности; выяснить значение различных свойств и характеристик функционирования организма в обеспечении физической работоспособности, структуру их взаимосвязей у людей с различной спецификой привычных двигательных актов, находящихся на разных этапах многолетней адаптации к мышечной деятельности; изучить динамику показателей физиологических характеристик и свойств, обуславливающих функциональные возможности при целенаправленном их развитии в процессе использования дополнительных эргогенических средств.

В соответствии с поставленной проблемой совершенствования функциональных возможностей организма человека в процессе адаптации к специфической мышечной деятельности в данной книге представлен теоретический и экспериментальный материал в качестве решения выше обозначенных приоритетных задач научного поиска.

Практическое использование полученных сведений позволит определить направления и пути целенаправленного повышения функциональных возможностей организма человека, определить круг средств, методов и режимов тренирующих воздействий, реализовать дифференцированный подход к организации процесса специальной подготовки и контроля функциональной подготовленности.

ГЛАВА 1.

ПРОБЛЕМА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ В СПОРТЕ

1.1. Понятие функциональной подготовленности спортсменов

К настоящему моменту сформировались различные точки зрения в вопросе определения понятия «функциональная подготовленность». Прежде всего, это связано с его сложностью, многозначностью и многокомпонентностью. Если рассматривать функциональную подготовленность исходя из определения понятия «функция», которая трактуется как отправление организмом, органами и системами органов своих действий, то в узком смысле, это есть готовность организма к выполнению определённой деятельности (А.И.Шамардин, 2000). Следуя далее, логично рассматривать функциональную подготовленность как базовое, многокомпонентное свойство организма, сущностью которого является уровень совершенства физиологических механизмов, их готовность обеспечить на данный момент проявления всех необходимых для специфической деятельности качеств, обуславливающее, прямо или косвенно, физическую работоспособность (И.Н. Солопов, 2001, 2007), а также как относительно установившееся состояние организма, интегрально определяемое уровнем развития ключевых для данного вида спортивной деятельности функций и их специализированных свойств, которые прямо или косвенно обуславливают эффективность соревновательной деятельности» (В.С.Мищенко, 1990).

В этой связи, применительно к спорту В.С.Фоминим (1984) функциональная подготовленность трактуется как уровень слаженности взаимодействия (взаимосодействия) психического, нейродинамического, энергетического и двигательного компонентов, организуемое корой головного мозга и направленное на достижение заданного спортивного результата с учетом конкретного вида спорта и этапа подготовки спортсмена.

Имея в виду, что выполнение мышечной работы в спорте обеспечивается деятельностью большого числа систем и органов, функциональная подготовленность должна пониматься не как отдельное отправление какого-либо из этих органов, а как отправление функциональной системы, объединяющей эти органы для достижения необходимого спортивного результата (В.С.Фомин, 1984, 1986).

В плане выше изложенного функциональная подготовленность спортсменов рассматривается как способность обеспечить должный уровень деятельности органов, систем и организма необходимый для выполнения специфической (спортивной) мышечной (физической) нагрузки (ра-

боты) в рамках регламентированного двигательного акта (техники движения) (И.Н.Солопов, 2001; И.Н.Солопов, А.И.Шамардин, 2003).

Уровень функциональной подготовленности является биологической базой для других видов спортивной подготовки. Функциональная подготовленность может быть общей и специальной. Задачей развития общей функциональной подготовленности является формирование кислород-транспортных систем и утилизации кислорода, обеспечивающих рост аэробных резервов организма, энергообеспечения, нервно-мышечной, гормонально-гуморальной систем. Тогда функциональная подготовка есть процесс совершенствования физиологических механизмов функционирования организма, которые так или иначе обеспечивают двигательную деятельность, которые составляют физиологическую основу всех других видов подготовки. Соответственно структуре функциональной подготовленности спортсменов в конкретном виде спорта, необходимо целенаправленное развитие соответствующих, лимитирующих и определяющих, именно в этом виде спорта, компонентов, физиологических механизмов и функциональных свойств.

Поэтому функциональная подготовка – это планомерный, многофакторный процесс управления индивидуальными биологическими резервами организма человека с использованием различных средств и методов физической, технической, тактической и психической подготовки.

Целью функциональной подготовки в спорте является расширение границ функциональной адаптации, позволяющей без ущерба для здоровья переносить повышенные объемы тренировочных и соревновательных нагрузок, достигая при этом высокого спортивного мастерства (Л.Р.Кудашова, 2000).

Кроме того, в современных условиях в тренировочном процессе спортсменов следует использовать не только физические упражнения, разнообразно структурируя их в рамках тех или иных методов, но и в обязательном порядке необходимо применять уже не как дополнительные, а как интегративно составляющие, средства целенаправленного воздействия на ключевые для определенной специфической спортивной деятельности функциональные процессы, свойства, функциональные системы. Эти, т.н. эргогенические, средства напрямую воздействуют на функциональный потенциал организма. В отдельных случаях это воздействие носит генеральный характер и обуславливает функциональные перестройки на уровне целого организма, в других – влияние ограничивается какой либо одной функцией.

Говоря об организации и реализации подготовки в спорте, можно выделить два основных направления функциональной подготовки спортсменов:

1. Нарращивание функциональных резервов и совершенствование механизмов функционирования. Как составные части этих процессов следует

рассматривать и такие аспекты, как «функциональная экономизация», «функциональная специализация» и «функциональная мобилизация».

2. *Оптимизация функциональной подготовленности*, т.е. обеспечение максимальной эффективности использования уже имеющегося (достигнутого) уровня функциональных возможностей. При этом, как показали результаты ряда исследований, такая оптимизация должна быть комплексной, затрагивать все основные стороны и управляющее звено процесса функциональной подготовки (А.И.Шамардин, 2000; И.Н.Солопов, 2002).

Кроме того, совершенствование функциональной подготовленности спортсменов должно идти по пути ее комплексной целевой оптимизации. Безусловны необходимость и действенность учета закономерностей адаптации, дифференцирования нагрузок по направленности воздействия в зависимости от индивидуальных особенностей спортсменов, этапа многолетней подготовки, дальнейшей рационализации системы восстановительных мероприятий, объективизации контроля динамики состояния спортсменов по ходу учебно-тренировочного процесса (А.И.Шамардин, 2000).

1.2. Структура функциональной подготовленности спортсменов

Решение проблемы формирования высокого уровня функциональных возможностей организма спортсменов невозможно без четкого представлений о структуре функциональной подготовленности.

В этом плане весьма примечательны взгляды болгарского специалиста Ф.Генова (1971) на структурирование подготовленности спортсменов. Он предложил свой вариант структуры готовности спортсмена в которой выделил следующие основные стороны (подструктуры ее целостной структуры):

- физиологическая подготовленность, определяемая приспособительными изменениями, наступающими в организме спортсмена в результате тренировки в данном виде спорта.
- психологическая подготовленность, характеризующаяся приспособительными изменениями, наступающими в психике человека в связи со специфической деятельностью в данном виде спорта.
- техническая подготовленность, определяется уровнем развития у спортсмена способности к выполнению соответствующих по форме и интенсивности двигательных действий.
- социальная подготовленность, определяемая мотивами выполняемой спортивной деятельности (объединяющее звено).

При этом физиологическая подготовленность спортсменов включает следующие компоненты:

- приспособление работы сердечно-сосудистой и дыхательной систем,

- приспособление работы мышечно-двигательного аппарата,
- центральной нервной системы и других органов и систем к требованиям данной спортивной деятельности (Ф.Генов, 1971).

В.С.Фоминим (1984) применительно к спорту, функциональная подготовленность рассматривается как уровень слаженности взаимодействия (взаимосодействия) четырех компонентов:

- психического (восприятие, внимание, оперативный анализ ситуации, прогнозирование, выбор и принятие решения, быстрота и точность реакции, скорость переработки информации, другие функции высшей нервной деятельности);

- нейродинамического (возбудимость, подвижность и устойчивость, напряженность и стабильность вегетативной регуляции);

- энергетического (аэробная и анаэробная производительность организма);

- двигательного (сила, скорость, гибкость и координационные способности (ловкости)).

Вместе с тем, вопрос структурирования функциональной подготовленности спортсменов еще далек от полного решения. Схема, предложенная В.С.Фоминим, может быть при соответствующем интегрировании с другими построениями взята за основу.

К примеру, если сопоставлять компоненты функциональной подготовленности по В.С.Фомину с традиционно выделяемыми видами подготовленности спортсменов, то вполне можно двигательный компонент объединить с физической подготовленностью, а психический компонент считать аналогичным психофункциональной (психической) подготовленностью.

В развитие выше изложенных представлений, все компоненты дифференцируются по уровням (И.Н. Солопов, А.И.Шамардин, 2003), (рис.1). Первый уровень – «базовый уровень функциональной подготовленности» составляют энергетический и нейродинамический компоненты, как компоненты неспецифические. Второй – «специально-базовый уровень функциональной подготовленности – это двигательный (физическая подготовленность) и психический (психофункциональная подготовленность) компоненты. Третий – «специальный уровень функциональной подготовленности» составляют техническая и тактическая подготовленность, как интегральные проявления функциональных возможностей, обуславливаемых развитием свойств и качеств компонентов первого и второго уровней, в специфической двигательной функции (И.Н.Солопов, А.И.Шамардин, 2003).

Компоненты функциональной подготовленности находятся в определенном взаимодействии (взаимосодействии). Архитектура этих взаимосвязей, подчиняется определенной иерархии, что в свою очередь предлага-

ется в качестве основания для условного деления компонентов и функций на глобальные (интегральные) и вспомогательные (частные).

К глобальным компонентам могут быть отнесены: «информационная функция», «регуляторная функция», «функция энергопродукции» и «двигательная функция». Вспомогательные или частные функции являются составными частями глобальных (И.Н.Солопов, А.И.Шамардин, 2003).

Авторами отмечается, что приведенная схема достаточно условна и выглядит излишне обобщенно. Делается поправка на то, что возможно, следовало бы в большей степени конкретизировать частные функции по каждому глобальному компоненту, а также дополнить качественными характеристиками в соответствии с критериями выделенными В.С.Мищенко (1990) – мощности, подвижности, экономичности, устойчивости функционирования и реализации функциональных возможностей (И.Н.Солопов, А.И.Шамардин, 2003). При этом в отличие от В.С. Мищенко (1990) эти фундаментальные свойства предлагается рассматривать, не как компоненты функциональной подготовленности, а именно как характеристики и свойства тех или иных компонентов функциональной подготовленности (И.Н.Солопов, 2007).

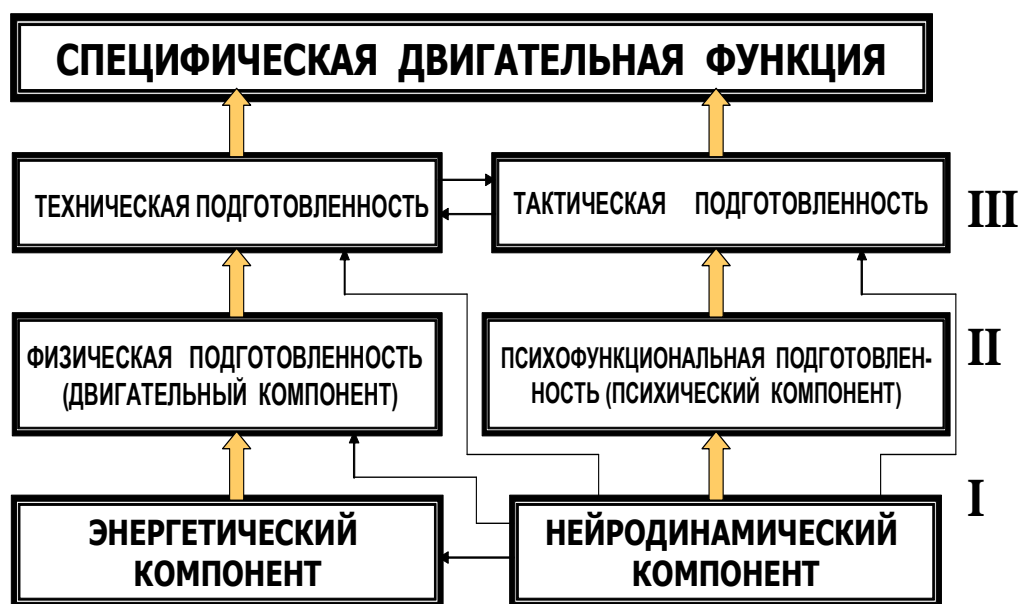


Рис.1. Структурные взаимосвязи основных компонентов функциональной подготовленности спортсменов (I – базовый уровень функциональной подготовленности, II – специально-базовый уровень функциональной подготовленности, III – специальный уровень функциональной подготовленности) (И.Н.Солопов, А.И.Шамардин, 2003).

Не исключается возможность использования упрощенной схемы В.С.Фомина. Однако это представляется не совсем корректным, в связи с тем, что в настоящий момент функциональная подготовленность рассматривается не как составная часть специальной подготовленности спортсме-

нов, а как физиологическая основа, база всех остальных видов подготовленности. Поэтому предлагается говорить о функциональной составляющей в каждом виде специально-технической подготовленности – технической, физической, тактической и психической (И.Н.Солопов, А.И.Шамардин, 2003; И.Н.Солопов, 2007).

В этом случае уместно утверждение Ф.Генова (1971), что «физиологическая подготовленность» является основой всей спортивной деятельности и особенно той, которая требует протекания ряда физиологических функций организма спортсмена на максимальном уровне».

В итоге, по мнению И.Н.Солопова (2007) сущностью функциональной подготовленности следует признать уровень совершенства физиологических механизмов, их готовность обеспечить на данный момент, проявления всех необходимых для спортивной деятельности качеств.

Таким образом, функциональная подготовленность спортсменов представляет собой базовое, комплексное, многокомпонентное свойство организма, сущностью которого является уровень совершенства физиологических механизмов, их готовность обеспечить на данный момент, проявления всех необходимых для спортивной деятельности качеств, обуславливающее, прямо или косвенно, мышечную деятельность, физическую работоспособность в рамках специфического регламентированного двигательного акта (И.Н.Солопов 2007). Исходя из этого И.Н. Солопов (2007) предлагает следующую структуру функциональной подготовленности спортсменов (рис. 2).

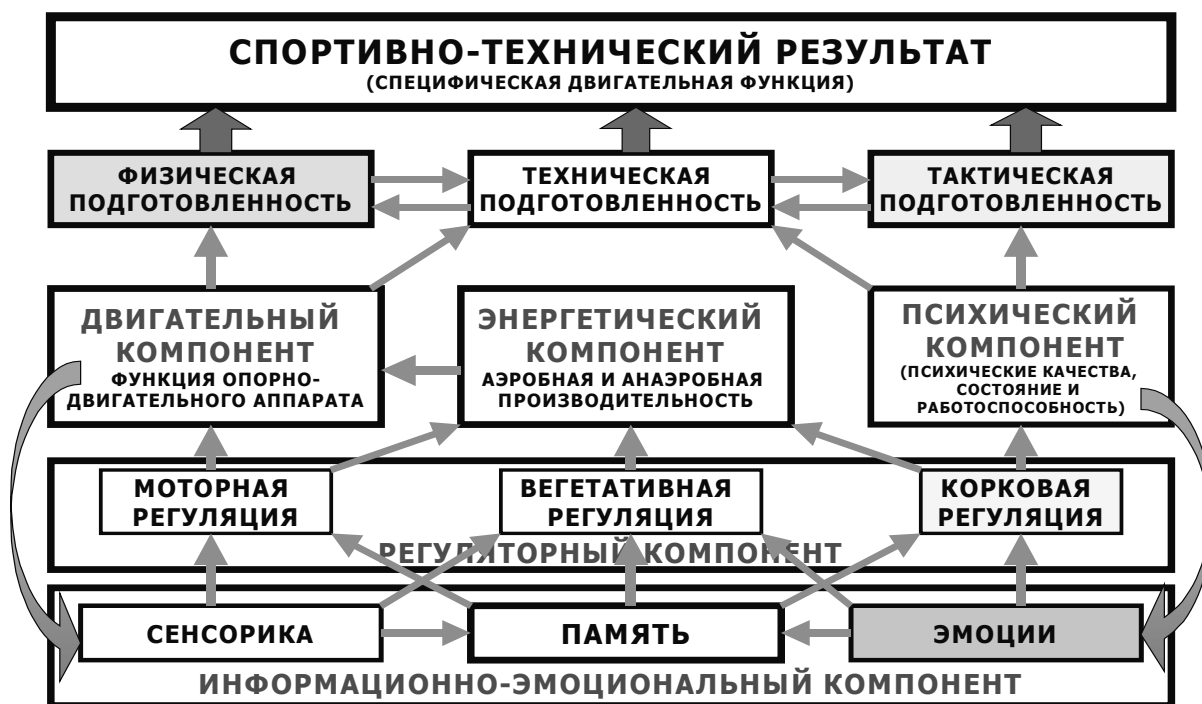


Рис. 2. Структура функциональной подготовленности спортсменов (И.Н.Солопов, 2007).

В данной схеме отражено понимание функциональной подготовленности как базового генерального свойства организма, являющегося основой для специфической двигательной функции в виде спортивно-технического результата, который реализуется через проявление физической, технической и тактической подготовленности спортсмена. Эти виды подготовленности рассматриваются нами именно как спортивно-технические параметры проявления специфической двигательной функции.

При этом психическая подготовленность рассматривается не в качестве вида специально-технической подготовленности, а как структурное звено именно функциональной подготовленности и обозначается как психический компонент.

Таким образом, структура функциональной подготовленности спортсменов может быть представлена в виде следующих компонентов, находящихся на разных уровнях (И.Н.Солопов, 2007):

- информационно-эмоциональный компонент, включает процессы сенсорного восприятия, памяти и эмоциональных проявлений;
- регуляторный компонент, объединяет механизмы моторного, вегетативного и коркового контуров регуляции;
- двигательный компонент включает функции опорно-двигательного аппарата;
- энергетический компонент отражает мощность, подвижность, емкость и эффективность аэробного и анаэробного механизмов энергопродукции;
- психический компонент проявляется в уровне развития психических качеств, уровне психического состояния и психической работоспособности.

Информационно-эмоциональный, регуляторный и энергетический компоненты являются неспецифическими и составляют «базовый уровень функциональной подготовленности». При этом информационно-эмоциональный и регуляторный компоненты обеспечивают функцию управления.

Специфические, двигательный и психический компоненты составляют «специально-базовый уровень функциональной подготовленности».

«Специальный уровень подготовленности», представляет собой надстройку над функциональной подготовленностью, включает физический, технический и тактический виды подготовленности, через которые интегрально проявляются функциональные возможности, обусловливаемые развитием свойств и качеств компонентов первого и второго уровней, в виде специфической двигательной функции.

Данное структурирование в определенной мере интегрирует предложенные ранее, как нами, так и другими авторами, построения структуры функциональной подготовленности спортсменов. Здесь отражены пред-

ставления о разноуровневости компонентов и свойств, специфичности функциональных отпавлений, их взаимосвязанность и взаимообусловленность.

Приведенная структура функциональной подготовленности спортсменов, наличие всех указанных компонентов, будут едиными для всех видов спорта, но роль, значение тех или иных компонентов, совершенство определенных механизмов, уровень развития определенных функциональных свойств, их сочетание и взаимообусловленность, будут весьма специфичны для каждого вида спорта. Более того, даже для конкретной специализации в рамках вида спорта - амплуа, дистанция и т.п. (И.Н. Солопов, 2007).

Понимание сущности такого явления как «функциональная подготовленность», знание ее структуры и сущностных механизмов, качеств и свойств, ее характеризующих, факторов ее обуславливающих и лимитирующих, открывает новые, на более высоком качественном уровне, возможности осуществлять диагностику уровня специальной готовности спортсмена. Появляется возможность дать именно «качественную» оценку функциональной подготовленности спортсмена, выявить слабые и сильные звенья. Это, в свою очередь, будет являться основой объективизации системы контроля, послужит отправным моментом для действительной индивидуализации тренировочного процесса. Позволит определить функциональный предел для его интенсификации. В вязи с этим, делается шаг вперед в решении ряда проблем современной спортивной тренировки – повышения оперативности и качества управления процессом адаптации, объективизации спортивного отбора, ориентации и специализации спортсменов и ряда др. (И.Н. Солопов, Н.Н. Сентябрёв, Е.П. Горбанёва, 2006).

1.3. Факторы, обуславливающие функциональную подготовленность спортсменов

Контроль и оценка функциональной подготовленности как многофакторной системы должны осуществляться комплексно по всем основным компонентам, ее составляющих: двигательному (физические качества, определяющие и лимитирующие работоспособность); энергетическому (анаэробная и аэробная производительность); нейродинамическому (параметры сенсомоторики) и психическому (восприятие, экстраполяция, оперативное мышление, тактическое мышление, волевые качества и др.).

Как интегральные показатели нейродинамического и двигательного компонентов необходимо оценивать техническую подготовленность и координационные способности.

Непременное условие объективной оценки функциональной подготовленности является определение спортивной результативности.

Весьма важно определение уровня физической работоспособности.

Физическая работоспособность рассматривается как интегральный показатель функциональной подготовленности спортсменов и является важным условием для развития всех основных физических качеств, основой способности организма к перенесению высоких специфических нагрузок и интенсивного протекания восстановления и во многом определяет спортивный результат.

В настоящее время контроль физической работоспособности осуществляется в основном только по показателю внешней механической работы (В.Л.Карпман и др., 1974; И.В.Аулик, 1979). И только в некоторых случаях оценивается уровень адаптации организма к мышечным нагрузкам по отдельным параметрам (И.В.Аулик, 1979).

В то же время известно, что физическая работоспособность зависит от целого ряда факторов, определяющих и лимитирующих ее (В.С.Мищенко, 1980, 1990; С.Н. Кучкин, 1986; В.Н.Артамонов, 1989).

Основными структурными элементами физической работоспособности как многофакторной системы являются:

- индивидуальная предельная мощность деятельности физиологических функций,

- экономичность расходования энергетических и функциональных резервов организма,

- рабочий диапазон эффективной деятельности физиологических функций и

- скорость протекания (подвижность) обменных процессов (В.С.Мищенко, 1980).

- Все перечисленные факторы обуславливают стабильность (устойчивость) функционирования физиологических систем и всего организма в целом в течение того периода времени, которое нужно для эффективного выполнения конкретного двигательного действия.

При оценке физической работоспособности практически не учитывается, что высокий ее уровень у разных спортсменов достигается при различной степени развития разных факторов (В.С.Мищенко, 1990). Исследования показали, что собственно величину внешней механической работы нельзя считать информативным без учета определяющих ее факторов: не всякое увеличение физической работоспособности следует оценивать положительно, так же как не всякий вариант ее уменьшения – отрицательно (О.П.Аверина и др., 1988).

Даже предложенный И.В.Ауликом (1979) способ комплексной оценки физической работоспособности (по 11 компонентам) не охватывает весь спектр факторов, ее обуславливающих, и что, самое главное – не предусматривает дифференцировки в оценке этих факторов.

В тоже время известно, что роль различных систем и факторов в обеспечении работоспособности различна в зависимости от спортивной

специализации, возраста и других переменных (В.С.Фомин, 1984; Ю.В.Верхошанский, 1985, 1988; Ю.И.Смирнов, 1987; С.Н.Кучкин, 1999). При этом включение различных категорий факторов в обеспечение высокой работоспособности имеет определенную иерархию и этапность (Ю.В.Верхошанский, 1985; С.Н.Кучкин, 1990, 1999). В ходе многолетней тренировки повышение уровня специальной работоспособности спортсмена характеризуется линейной связью со спортивным результатом. Динамика же разных функциональных показателей обнаруживает различные тенденции.

Для одних функциональных показателей, оказывающих существенное влияние на повышение спортивных достижений лишь на начальном этапе тренировки, характерен замедляющийся темп прироста.

Для ряда других показателей типичен ускоренный прирост на среднем уровне мастерства и затем некоторое его замедление.

Третья группа функциональных показателей обнаруживает ускоренный прирост и имеет высокую корреляцию со спортивным результатом на этапе высшего мастерства.

Наконец, часть функциональных показателей повышается относительно равномерно и незначительно, как следствие целостной приспособительной реакции организма (Ю.В.Верхошанский, 1988; С.Н.Кучкин, 1999).

Анализ литературного материала показал, что рядом авторов произведена категоризация факторов обуславливающих физическую работоспособность спортсменов, как в целом, так и отдельных ее сторон (В.С.Мищенко, 1980; В.С.Горожанин, 1984; С.Н.Кучкин, 1986).

Так В.С.Мищенко (1980) выделяет категории «мощности», «экономичности», «реализации» и «подвижности» в отношении физической работоспособности в целом.

В.С.Горожанин (1984) основные факторы, обуславливающие двигательную подготовленность, рассматривает в рамках категорий «мощности», «устойчивости» и «экономичности».

С.Н.Кучкин (1986) различает категории «мощности», «мобилизации» и «экономичности-эффективности» в отношении аэробной производительности организма.

Большинство авторов сходятся в обозначении, содержании и объеме показателей категорий «мощности» и «экономичности».

В качестве факторов «мощности» рассматриваются показатели, отражающие физическое развитие и морфофункциональный статус организма (длина и масса тела, максимальная мышечная сила, ЖЕЛ и др.).

К категории факторов «экономичности» относят показатели отражающие метаболическую и функциональную цену определенных уровней работы (W/ЧСС, КП, КИО₂ и др.).

Наибольшие расхождения отмечаются в обозначении категорий «мобилизации», «устойчивости», «реализации» и т.д. Здесь мнения раз-

личных авторов согласуются в меньшей степени и подразумевают различные показатели, которые, однако, в некоторых случаях совпадают.

Мы сочли возможным и необходимым для обозначения большинства показателей использовать термин, в какой-то мере объединяющий их, и свести эти факторы в категорию «предельной мощности функционирования» (В.С.Мищенко, 1980). К этой категории, по нашему мнению, возможно отнести в основном показатели, регистрируемые при максимальных мышечных нагрузках и отражающие максимум мощности функционирования (W_{max} , МПК, МВЛ и др.).

Исходя из этого, для удобства оперирования экспериментальным материалом мы использовали следующую категоризацию факторов, обуславливающих физическую работоспособность:

Категория факторов первого порядка – «морфофункциональной мощности» (длина и масса тела, ЖЕЛ, максимальная мышечная сила и др.);

Категория факторов второго порядка – «предельной мощности функционирования» (W_{max} , МПК, МВЛ и др.);

Категория факторов третьего порядка – «экономичности-эффективности» ($W/ЧСС$, ЧССпокоя, ЧСС $_{max}$, КП и др.).

1.4. Механизмы повышения функциональной подготовленности спортсменов

В основе повышения функциональных возможностей лежат процессы развития адаптации организма к физическим нагрузкам и мобилизации функциональных резервов.

Приспособление (адаптация) организма к физическим нагрузкам представляет собой реакцию целого организма, направленную на обеспечение мышечной деятельности и поддержание или восстановление постоянства внутренней среды организма – гомеостаза.

Адаптация является одной из наиболее существенных физиологических основ тренировочной деятельности спортсменов. Весь тренировочный процесс направлен на формирование адаптации к специфической мышечной деятельности.

Весь процесс спортивной тренировки можно представить как взаимодействие двух основных факторов, обуславливающих совершенствование адаптированности (повышение функциональных возможностей) спортсменов:

Одним из таких факторов будет являться физическая нагрузка, выступающая в качестве основного раздражителя – адаптогенного агента, вызывающего соответствующие функциональные реакции.

Другим фактором является эффективность восстановления, в течение которого происходит закрепление функциональных и структурных изменений в организме.

Оба эти фактора организуются по различным параметрам посредством системы управления спортивной тренировкой.

Адаптация происходит на всех уровнях живого организма (клеточном, субклеточном, тканевом, органном, целостного организма). Что касается адаптации к физическим нагрузкам в спорте, то она характеризуется следующими физиологическими закономерностями (А.С.Солодков, 1988; И.Н.Солопов, А.И.Шамардин, 2003):

- Адаптационные процессы к физическим нагрузкам протекают с перестройкой регуляторных механизмов, формированием специальной адаптивной функциональной системы, мобилизацией и использованием физиологических резервов организма.

- Приспособительные изменения в здоровом организме бывают двух видов: а) изменения в привычной зоне колебаний факторов среды, когда система функционирует в обычном составе и не связана с существенными физиологическими перестройками в организме; б) изменения при действии чрезмерных факторов с включением в функциональную систему дополнительных элементов и механизмов, с использованием физиологических резервов.

- Физиологические механизмы адаптации к действию на человека различных факторов среды являются сходными. Ведущее место среди них занимают неспецифические реакции, вследствие чего для ускорения процесса адаптации и предупреждения дизадаптационных расстройств главная роль принадлежит методам повышения общей неспецифической резистентности организма.

- Функциональная адаптивная система представляет собой вновь сформированное взаимоотношение нервных центров, гормональных и исполнительных органов, необходимое для решения задач приспособления организма к данной двигательной деятельности.

- Процесс адаптации человека к значительным физическим нагрузкам является практически важным результатом мобилизации и использования физиологических резервов организма за счет усиления деятельности ряда органов и систем и повышения их энергетических затрат.

- Скорость адаптации, ее полнота и устойчивость к какому-то одному фактору являются показателем успешности приспособления организма к любым чрезмерным воздействиям, показателем здоровья человека. Основное условие, обеспечивающее сохранение здоровья и предупреждение дизадаптационных расстройств, состоит в том, чтобы возникшие адаптивные сдвиги не выходили за пределы резервных возможностей организма.

- Динамика благоприятно протекаемых адаптационных изменений у спортсменов характеризуется двумя основными периодами: физиологиче-

ского напряжения и адаптированности организма, каждому из которых присущи свои функциональные изменения и регуляторно-энергетические механизмы.

Адаптация имеет свою «цену», так как активация синтеза нуклеиновых кислот и белков, составляющих основу адаптации, требует значительной траты структурных ресурсов организма. Поэтому для управления адаптационным процессом принципиальное значение приобретает правильное дозирование факторов, к которым адаптируется организм (Ю.В.Верхошанский, 1985). Величина адаптационных реакций тесно связана с силой раздражителя и уровнем функциональных возможностей органов и систем организма спортсмена. Попытки предложить организму нагрузки, не отвечающие его адаптационным возможностям, к успеху не приводят и чреваты неблагоприятными изменениями в деятельности различных органов и систем (В.А.Запорожанов, В.А.Платонов, 1985).

В физиологическом отношении адаптация к мышечной деятельности представляет собой системный ответ организма, направленный на достижение высокой тренированности, и минимизацию физиологической цены за это. Физиологические процессы при долговременной адаптации обязательно протекают: а) с перестройкой регуляторных механизмов, б) с мобилизацией и использованием физиологических резервов организма, в) с формированием специальной функциональной системы адаптации к конкретной трудовой (спортивной) деятельности человека (А.С.Солодков, 1981, 1988, 1990).

Существует несколько теорий, объясняющих развитие адаптации.

Теория формирования системного структурного следа (Ф.З.Меерсон, 1975, 1976). Приспособление (адаптация) организма к физическим нагрузкам представляет собой реакцию целого организма, направленную на обеспечение мышечной деятельности и поддержание или восстановление постоянства внутренней среды организма – гомеостаза.

Это достигается путем мобилизации специфической функциональной системы, ответственной за выполнение мышечной работы, и реализации неспецифической стресс-реакции организма.

Эти процессы запускаются и регулируются центральным управляющим механизмом, имеющим два звена – нейрогенное и гормональное.

Принято различать четыре основные стадии адаптации к физическим нагрузкам.

1. Первая стадия «срочная адаптация» - начальная «аварийная» стадия процесса приспособления к физической нагрузке, характеризуется мобилизацией функциональной системы, ответственной за адаптацию, до предельно достижимого уровня и выраженной стресс-реакцией. Реакция организма отличается «несовершенством» – главным образом, вследствие несовершенства управляющей, регулирующей системы.

Главными результатами стресс-реакции являются:

- мобилизация энергетических ресурсов организма и их перераспределение в органы и ткани функциональной системы адаптации;
- потенция работы самой этой системы;
- формирование структурной основы долговременной адаптации.

2. Вторая, переходная, стадия долговременной адаптации к физическим нагрузкам заключается в избирательном росте определенных структур в клетках органов функциональной системы, активации синтеза нуклеиновых кислот и белков. За счет этого расширяются звенья, лимитирующие интенсивность и длительность двигательной реакции на этапе срочной адаптации и уменьшается стресс-реакция.

В эту стадию происходит формирование системного структурного «следа» - комплекса структурных изменений, развивающихся в системе, ответственной за адаптацию.

При этом формирование системного структурного «следа» обеспечивает:

увеличение физиологических возможностей доминирующей системы за счет избирательного роста именно тех клеточных структур, которые лимитируют функцию доминирующей системы;

повышение экономичности функционирования системы, ответственной за адаптацию

3. Третья стадия «устойчивой адаптации» характеризуется завершением формирования системного структурного «следа».

Выделяют три основные черты сформированного структурного «следа»:

Изменение аппарата нейрогормональной регуляции на всех уровнях, которое выражается в формировании устойчивого условнорефлекторного динамического стереотипа и увеличение фонда двигательных навыков.

Увеличение мощности и повышение экономичности функционирования двигательного аппарата.

Увеличение мощности и экономичности функционирования аппарата внешнего дыхания и кровообращения.

4. Четвертая стадия – «изнашивания» системы, ответственной за адаптацию (эта фаза не является обязательной). (Ф.З.Меерсон, М.Г.Пшеникова, 1988).

Теория стресса (Г.Селье). На основании экспериментальных материалов Г.Селье установил, что разнообразные повреждающие воздействия способны вызвать стереотипный неспецифический ответ в виде стимуляции коры надпочечников, атрофии тимико-лимфатического аппарата и изъязвлении желудочно-кишечного тракта. Что касается теоретического анализа и обобщений, то Г.Селье утверждал, что ключ к пониманию и оценке концепции адаптационного синдрома нужно искать не в области фактов, а в области представлений, на которых она основана. При формировании основных положений концепции Г.Селье рассматривал систем-

ный стресс как сумму всех неспецифических биологических феноменов, возникающих в ответ на воздействия, вызывающие общий адаптационный синдром.

Общий адаптационный синдром Г.Селье охарактеризовал как повышение активности гипофиза, увеличение массы коркового слоя надпочечников с уменьшением содержания в них липидов и холестерина, увеличение выведения из организма кортикостероидов, инволюцию тимиколимфатического аппарата, возникновение язв желудочно-кишечного тракта. Согласно концепции Селье, возникающий при стрессе общий адаптационный синдром проходит три фазы: тревоги, резистентности, истощения.

В зависимости от сопутствующих условий синдром адаптации может быть полезным (например, при перекрестной резистентности) или вредным (например, при перекрестной сенсibiliзации).

Г.Селье подчеркивает, что адаптационный синдром сам по себе не является патологической реакцией, наоборот, это физиологическая реакция на повреждение как таковое, имеющее защитный характер. Однако этот синдром, подобно другим биологическим реакциям, не всегда оказывается оптимально эффективным. Заболевания, при которых неадекватность синдрома адаптации имеет даже большее значение, чем специфический эффект патогенного агента, относятся преимущественно к «болезням адаптации». Вариабельность патологических изменений при болезнях адаптации Г.Селье объясняет преимущественно обусловленностью, зависящей от предшествующей сенсibiliзации. Он пишет, что в зависимости от обстоятельств синдром адаптации может быть полезным или вредным для организма. Воздействие стрессоров нельзя рассматривать как обязательную причину возникновения заболеваний. У человека под влиянием стресса заболевания склонны возникать только как следствие неблагоприятных кондициональных факторов, которые препятствуют адаптационному синдрому развернуться естественным образом. В основе общего адаптационного синдрома лежит стандартная биологическая реакция, в которой ведущая роль отводится системе гипофиз - кора надпочечников.

Пусковые механизмы стресса реализуются через эту систему, гормонами которой являются адренкортикотропный гормон, соматотропный гормон, вазопрессин, гонадотропные гормоны, кортикостероиды. Одновременно активируется система симпатических нервов и мозгового вещества надпочечников. Повышение в крови содержания катехоламинов вызывает дальнейшее усиление активности гипофиза.

В фундаментальной монографии «Стресс» Г.Селье (1950) предположил текст изображения гравюры, символизирующей мольбу изможденных людей об избавлении от стрессов. В более поздних работах Г.Селье трансформировал первоначальные представления, разделив понятия на полезный стресс и вредный дистресс. В книге «Стресс без дистрессов»

(1982) стресс определен как неспецифический ответ организма на любое предъявляемое ему повышенное требование, адаптация к возникшей трудности независимо от ее характера.

В статье «Концепция стресса. Как мы ее представляем в 1976 г.» Г.Селье пишет: «стресс является частью нашего каждодневного опыта, однако он связывается с большим количеством причинных факторов, таких как хирургическая травма, ожоги, эмоциональное возбуждение, умственные или физические усилия, утомление, боль, страх, необходимость сосредоточиться, унижение или разочарование, потеря крови, интоксикация лекарствами или вследствие загрязнения окружающей среды или даже неожиданный успех, который требует перестройки жизненного уклада».

По ряду вопросов система представлений Г.Селье и методические подходы к построению концепций встретили возражения, которые относятся к чрезмерно широкой экстраполяции данных, полученных в опытах на лабораторных животных, на реакции человека, биологизации социальных явлений, недооценки психической деятельности человека в реакциях на чрезвычайные раздражители, к вопросу о соотношении неспецифических и специфических изменений в реакциях организма на конкретные патологические раздражители, а также ряд возражений философского характера.

В более поздних работах Г.Селье противопоставление стресса дистрессу нивелирует различия между понятием «стресс» и общепринятым понятием «адаптация». Кроме того, это противопоставление снижает внимание к взаимосвязи между процессами адаптации и дезадаптации.

В современной научной литературе существует значительное количество определений, отражающих различия в понимании сущности и механизмов стресса.

Ф.З.Меерсон (1986;1988) определяет стресс как стандартную реакцию организма на любой новый фактор окружающей среды, выражающуюся активацией гипофизарно-адреналовой и адренергической систем организма и являющуюся необходимым звеном более сложного процесса адаптации.

А.В.Вальдман (1987) относит к стрессам только такие реакции, для которых характерно перенапряжение психологических и адаптивных процессов.

R.Lazarus (1970) различает понятия неспецифического стресса и психологического стресса, возникающего в ситуациях, представляющих опасность для человека и вызывающих стремление преодолеть угрожающую ситуацию, избавиться от опасности. При этом первостепенное значение отводится сознательным оценкам ситуации, возможности ее преодоления, сохранения благополучного положения, а также успешности действий в преодолении стрессорной ситуации. Эта система представлений, несомненно, является продуктивной. Принципиальные различия между

стандартным биологическим стрессом животных и гораздо более сложными и разнообразными психофизическими стрессами человека не являются основанием разделять психологические и физиологические аспекты в целостных реакциях стресса человека.

Т.Сох (1978) предлагает рассматривать стресс как часть динамической системы взаимодействия личности с окружающей средой при осознании человеком трудности выполнения предъявляемых требований или их несоответствия имеющимся возможностям. При этом основные физиологические реакции определяются психологическим воздействием стрессора на личность, а воздействия на процессы восприятия ситуации являются мощным средством управления реакции человека в стрессорных условиях.

П.Д.Горизонтова (1974) дает определение стрессу как неспецифической реакции организма на действие чрезвычайного (по силе влияния на организм) раздражителя, вызывающего включение нервных и гормональных звеньев адаптации.

Стресс рассматривается нами как генерализованная реакция напряжения, возникающая в связи с действием факторов, угрожающих благополучию организма или требующих интенсивной мобилизации его адаптационных возможностей со значительным превышением диапазона повседневных колебаний (Б.М.Федоров, 1979). При этом в зависимости от характера, силы и продолжительности стрессирующего воздействия, конкретной стрессорной ситуации, исходного состояния организма и его функциональных резервов, течение генерализованной реакции варьирует, особенно в отношении вовлечения в процесс межсистемных связей целостного организма.

В экспериментах на животных стандартные виды относительно неспецифических реакций в значительной мере предопределены сходством влияния на нервную систему сверхсильных раздражителей, способных вызвать генерализованный процесс, как и особенностями морфофункциональной организации регуляторных систем организма. На связь локализации проявлений генерализованных стандартных реакций с особенностями иннервации внутренних органов указывал А.Д.Сперанский (1935). Он обращал внимание на то, что при раздражении гипоталамо-гипофизарной области кровоизлияния и изъязвления локализуются в определенных отделах желудочно-кишечного тракта в соответствии с особенностями их иннервации.

Стресс - реакция генерализованная. В связи с этим в ее формировании особо существенную роль играют межсистемные связи, в первую очередь реализующиеся между нервной, гормональной и висцеральными системами организма. Система кровообращения отличается высокой реактивностью и играет первостепенную роль в адаптационных перестройках функционального состояния организма. Это определяет ее практически

немедленное вовлечение в стрессорные реакции организма. При быстром течении стрессорных реакций сердечная деятельность во многих случаях является наиболее информативным показателем изменений состояния организма. Центральная организация эмоциональных и аффективных реакций, значение в их реализации структур гипоталамуса и лимбической системы предопределяют неразрывную в естественных условиях связь эмоциональных стрессов с изменениями состояния аппарата регуляции вегетативных функций организма.

В исследованиях К.В.Судакова (1974, 1981, 1984, 1988, 1989), К.В.Судакова и Л.С.Ульянинского (1984, 1988), Ф.П.Ведяева (1980, 1983), Е.А.Юматова (1984, 1986) проблема стресса разрабатывается с позиций теории П.К.Анохина о функциональной системе.

Согласно представлениям о системных механизмах эмоционального стресса, реакции отрицательного характера связаны с длительным отсутствием условий для удовлетворения существенных биологических или социальных потребностей, затруднением принятия решений, рассогласованием ожидаемых и реальных результатов, конфликтными ситуациями. Они обладают длительным последствием и способностью суммации. Вследствие этого возникает застойное возбуждение, которое способно вызвать генерализованное повышение активности структур головного мозга и оказать нисходящие влияния на соматовисцеральные функции. Сформирована концепция, согласно которой развитие застойного эмоционального возбуждения при тяжелых стрессах связано со стабильными изменениями метаболизма нервных клеток гипоталамуса и ствола мозга. При этом существенная роль принадлежит избирательной реорганизации нейрохимических свойств и пластической перестройке катехоламинового метаболизма нейронов эмоциональных зон мозга. В результате этого складывается новая нейрохимическая интеграция, определяющая стойкое отрицательное эмоциональное возбуждение, которое находится в основе центральных механизмов всего комплекса соматовегетативных проявлений эмоционального стресса (К.В.Судаков, 1981, 1988; Е.А.Юматов, 1984, 1986).

Теория мобилизации резервов организма (А.С.Мозжухин, 1975).

Адаптация, например, спортсмена к мышечной деятельности, обеспечивается формированием в его организме системы мобилизуемых функциональных резервов, включающих биологические и социальные резервы по своему происхождению.

Все резервы, включаемые при значительной интенсификации деятельности человека, можно обозначить как функциональные. Они представляют собой скрытые возможности организма, заключающиеся:

1) в изменении интенсивности и скорости протекания энергетических и пластических процессов обмена на клеточном и тканевом уровнях;

2) в изменении интенсивности и скорости протекания физиологических процессов на уровне органов, систем и организма в целом;

3) в увеличении физических (сила, быстрота, выносливость) и улучшении психических (осознание цели, готовность бороться за ее достижение и т. д.) качеств;

4) в способности к выработке новых и совершенствованию старых двигательных и тактических навыков.

При такой характеристике функциональных резервов они могут быть подразделены по своему происхождению на два больших класса: биологические и социальные.

К биологическим следует отнести биохимические и физиологические резервы. Первые из них определяют скорость протекания и объем биохимических процессов и связаны с экономичностью и интенсивностью энергетического и пластического обменов и их регуляцией, а вторые — связаны с интенсивностью и длительностью работы органов и систем и их нейрогуморальной регуляцией.

К социальным резервам относят психические (психологические) и спортивно-технические (профессиональные) резервы; первые связаны с социальной мотивацией деятельности, а вторые — с организацией тактико-технических особенностей двигательной деятельности.

1.5. Функциональная специализация организма спортсменов

Функциональные возможности и функциональная подготовленность всегда специфичны. Функциональная подготовленность — это готовность (способность организма) обеспечить специфическую деятельность. В этом случае специфическую деятельность следует рассматривать как результат — внешнее проявление действия.

Для морфофункциональной специализации организма в ходе многолетней тренировки характерны два взаимосвязанных процесса — развитие в требуемом направлении функциональных возможностей локомоторного аппарата и физиологических систем, поддерживающих его повышенную двигательную активность, и формирование целесообразного взаимодействия между всеми функционально активными системами, обеспечивающего высокий уровень специальной работоспособности. Отмечается, что адаптивные изменения специфичны и определяются характером тренирующих воздействий (В.Н.Шамардин, 1998).

Установлено, что функциональный резерв кардиореспираторной системы находится в определенной зависимости от характера направленности тренировочного процесса, т.е. спортивной специализации. Отмечается, что систематические тренировки спортсменов ведут не только к экономизации функций органов и систем органов, но и одновременно вызывают относительное увеличение объема тех функциональных резервов, ко-

торые обеспечивают выполнение специфической для каждого вида спорта физической работы (О.В.Ващук, 1982).

Таким образом, функциональная подготовленность – есть готовность определенного комплекса функциональных систем организма обеспечивать определенный вид деятельности на определенном уровне. В этом плане обязательно нужно говорить о функциональной специализации.

Когда говорится о функциональной подготовленности организма спортсмена, то сразу следует обозначить, что речь идет о специальной подготовленности к специальной же спортивной деятельности. Но, а поскольку спортивная деятельность практически всегда связана с выполнением физических упражнений, а значит с мышечной деятельностью, в рамках определений биомеханической структуры, то и функциональная подготовленность спортсменов будет являться готовностью к выполнению мышечной работы, двигательной деятельности.

Следует отметить, что в той или иной мере спортивная подготовленность, функциональная готовность, для всех видов спорта, так или иначе, характеризуется наличием всех основных компонентов.

Двигательная деятельность человека, какой бы качественной формы работоспособности она не требовала, осуществляется одним и тем же имеющимся у него набором мышечных групп, реализуется одними и теми же центральными и периферическими механизмами, функционально и энергетически обеспечивается одними и теми же физиологическими системами организма (Ю.В.Верхошанский, 1988).

Исходя из этого, доля вклада каждого из компонентов в обеспечение высокой специальной работоспособности, их взаимосвязи и уровень развития будет определяться спецификой двигательного акта в конкретном виде спорта. Ю.В.Верхошанский (1988) отмечает, что ведущая роль в формировании межсистемных отношений в организме и развитии адаптационного процесса в условиях напряженной мышечной деятельности принадлежит локомоторной системе, точнее режиму ее эксплуатации.

Несмотря на специфические особенности условий тренировочной и соревновательной деятельности, в каждом отдельном виде спорта, качественные характеристики морфофункциональной специализации организма имеют и общие признаки, присущие тем или иным группам видов спорта.

Увеличение объема, интенсивности и вариативности нагрузок и использование различных климатических зон, горных и равнинных условий приводит к сближению ряда характеристик функционального состояния спортсменов в различных видах спорта. Вместе с тем, усложнение тактики, техники, вариативности использования средств тренировки, календаря соревнований приводит к ещё большему проявлению специфических требований, связанных с особенностями видов спорта (А.В.Коробков, 1972).

В зависимости от вида спорта физическое упражнение (результат) будет иметь специфические характеристики, которые соответственно бу-

дуг обеспечиваться специфическим соотношением роли (вклада) различных компонентов функциональных возможностей организма. Значение тех или иных компонентов (составляющих частей) функциональных возможностей будет обусловлено кроме специфики физического упражнения (основного фактора структурирования функционального потенциала) ещё и возрастными, половыми, климатическими, морфологическими и многими другими особенностями организма. Особо следует выделить возрастноквалификационный фактор. Это обусловлено чёткой иерархией значения разных компонентов (факторов) в обеспечении достижения результата в зависимости от этапа многолетней подготовки.

У тренированных спортсменов реакции функциональных систем организма на мышечную нагрузку протекают по универсальной схеме общего адаптационного синдрома, однако стадии адаптации у них приобретают черты специфичности, отражая точное соответствие приспособительных изменений характеру, направленности и интенсивности нагрузки и условиям деятельности (А.К.Москатова, 1990).

Во всех игровых видах спорта существует проблема амплуа. Весьма важно определить, кто из футболистов больше предрасположен к тому или иному амплуа. Конечно, было бы идеально иметь универсальных игроков, умеющих играть и в обороне и в атаке.

Универсализм понимается как некий общий стандартный уровень подготовки, как база, на которой уже строится специализация. Отмечается, что нельзя пытаться развить всё в одинаковой степени. В каждом игроке нужно найти индивидуальность, которая станет основой специализации. Эту индивидуальность нужно развивать на основе общей подготовки, исходя из определенных типовых габаритов. Универсализм сравнивают с горизонтом, к которому необходимо стремиться (Е.Антипов, 1999).

С ростом подготовленности, например, футболистов, особенности функциональной специализации игроков разных амплуа проявляются весьма четко. Установлено, что уровень аэробной и анаэробной производительности футболистов зависит от их игровой специализации: наибольшие значения мощности и емкости аэробного механизма энергообеспечения обнаруживаются у полузащитников. Относительные значения максимальной анаэробной мощности оказываются у вратарей. Емкость алактатного анаэробного источника энергообеспечения наибольшая у защитников и полузащитников. Более высокими оказываются у игроков средней линии мощность и емкость гликолитического процесса. Данные различия в энергетических показателях объясняются спецификой соревновательной деятельности футболистов разных игровых амплуа (Е.В.Скоморохов, М.А.Годик, 1978).

Развитие тренированности спортсменов происходит путем специализации комплекса вегетативных и двигательных функций. Специализация функций проявляется не только в процессе деятельности, в которой трени-

руется спортсмен, но и при выполнении других упражнений. Общие для ряда видов деятельности спортсменов функциональные сдвиги, связанные с явлениями переноса и развития неспецифической устойчивости, определяются в процессе не специальной работы и во время восстановительного периода (А.Б.Гандельсман и др., 1972).

Исследования показали большую подвижность и пластичность вегетативных функций в специализированных спортивных движениях в процессе развития тренированности. Тренированность всегда конкретна. Но специфические и общие характеристики выступают в единстве при ведущем значении специальных показателей (А.Б.Гандельсман и др., 1972).

Функциональная специализация двигательного аппарата при становлении спортивного мастерства выражается в основном в двух формах: по органу и по способности. Специализация по органу имеет четкий локальный характер и ограничена пределами групп мышц, преимущественно вовлекаемых в работу. Специализация по способности проявляется в развитии в этих мышечных группах таких функциональных свойств, наличие и степень развития которых преимущественно определяет успех спортивной деятельности. С ростом спортивного мастерства локальный характер функциональной специализации двигательного аппарата становится все более выраженным, а качественная форма двигательных способностей более конкретной и специфичной (Ю.В.Верхошанский, 1972).

Функциональному совершенствованию двигательного аппарата присуща определенная гетерохронность и последовательность моментов начала интенсивной специализации отдельных мышечных групп, обусловленные ходом закономерных изменений в режиме работы организма и характере его внешних взаимодействий (Ю.В.Верхошанский, 1972).

Функциональная специализация организма в ходе многолетней тренировки связана и с совершенствованием метаболических процессов, обеспечивающих энергией мышечную работу за счет поддержания баланса АТФ. Так, в видах спорта, характеризующихся проявлением взрывных усилий, энергетическое обеспечение функционирования мышц совершенствуется в плане повышения мощности метаболических процессов. При более длительной работе субмаксимальной мощности используется и совершенствуется более ёмкий метаболический процесс, в основе которого лежит анаэробное окисление углеводов (гликолиз). Этот способ ресинтеза АТФ менее мощен, чем фосфокреатинкиназная реакция, но в связи с более высоким запасом окисляющихся веществ (углеводов) он отличается более высокой емкостью. И, наконец, при длительной работе умеренной интенсивности используется преимущественно наиболее емкий способ аэробного ресинтеза АТФ, в котором кроме углеводов могут использоваться и липиды (Ю.В.Верхошанский, 1988).

В основе приобретения и повышения специальной работоспособности в спорте лежит механизм долговременной адаптации организма

спортсмена к условиям тренировочной и соревновательной деятельности, что внешне выражается в его морфофункциональной специализации. Морфофункциональная специализация понимается как избирательное приспособительное совершенствование тех функциональных возможностей организма, которые имеют преимущественное значение для конкретной спортивной деятельности, и развитие таких морфологических перестроек, которые выступают в качестве материальной основы специализированной гиперфункции (Ю.В.Верхошанский, 1966, 1970, 1988).

Морфофункциональная специализация захватывает весь организм в целом. Однако в наибольшей мере и в первую очередь это касается тех мышечных групп, которые несут основную рабочую нагрузку, и тех физиологических систем, которые в большей степени обеспечивают их работоспособность. Такой избирательный характер функциональной специализации обусловлен главным образом режимом работы организма в условиях данной спортивной деятельности, а степень его выраженности – интенсивностью и объемом тренирующих воздействий (Ю.В.Верхошанский, 1988).

Наиболее широким функциональным диапазоном и приспособительным резервом обладают скелетные мышцы – основной исполнитель физической работы (Ю.В.Верхошанский, 1988).

В результате целенаправленной и регулярной тренировки организм может, активно реагируя на внешние воздействия, избирательно повышать свои рабочие возможности и количественно развивать ту форму специфической работоспособности, которая обусловлена конкретной двигательной деятельностью и преимущественно определяет ее успех (Ю.В.Верхошанский, 1988).

Систематические занятия определенными физическими упражнениями спортивного характера постепенно совершенствуют строение организма путем развития тех или иных морфологических особенностей, обеспечивающих выполнение данного вида работы. Это, в свою очередь, увеличивает функциональную активность определенных тканей, органов и систем, способствует экономизации конкретной работы и достижению более высоких спортивных результатов (В.Г.Петрухин, 1985), что обеспечивается специфичностью приспособительных реакций и функциональных проявлений (В.Н.Платонов, 1984).

Поэтому одной из характеристик, обеспечивающих уровень мастерства в современном спорте, является именно специфичность адаптационных процессов, которые происходят в организме спортсмена в ответ на применение определенных средств и методов тренировочного воздействия. Исходя из этого следует отметить что, в процессе соревнований функциональные резервы организма могут успешно быть реализованы в двух случаях: 1) если они явились результатом применения специфических, характерных для данного вида спорта средств тренировочного воздействия; 2)

если они были приобретены в процессе неспецифических для данного вида спорта упражнений, однако на последующих этапах тренировки с помощью комплекса специально-подготовительных средств преобразованы в специфические изменения, соответствующие требованиям конкретного вида спорта.

Подтверждением этому могут служить сведения, приведенные J. Clausen, J. Trap-Jensen, N. Lassen (1970). Две группы испытуемых тренировались в течение месяца, применяя упражнения различного характера: одна — упражнения с участием мышц рук, другая — с участием мышц ног. В результате тренировки у испытуемых обеих групп намного возросли функциональные возможности, что выразилось в уменьшении гемодинамических реакций на стандартные нагрузки.

Однако приспособительные реакции носили своеобразный характер: возросшие возможности системы кровообращения у лиц первой группы выявились только с помощью стандартной нагрузки для рук. И напротив, эффект тренировки во второй группе проявлялся в том случае, если в качестве стандартной нагрузки использовалась работа ног. Объяснить эти факты можно формированием строго специфических изменений на уровне мышечной ткани как ответ на применяемые средства тренировочного воздействия.

В свою очередь Б.Д. Кретти (1978) указывает, что при развитии выносливости исключительно важно учитывать специфичность работы. Упражнения на выносливость с нагрузкой на одну ногу не вызовут соответствующих компенсаторных изменений в мышечных клетках другой ноги; езда на велосипеде существенно не повлияет на выносливость в беге.

Представляют интерес проявления функциональных возможностей спортсменов при специфических и неспецифических испытаниях. Согласно нашим исследованиям, пловцы и гребцы на байдарках высокой квалификации (мастера спорта) и менее квалифицированные спортсмены (I спортивный разряд), имеющие примерно одинаковый возраст и морфологические данные, в процессе велоэргометрических испытаний демонстрируют практически одинаковые величины максимального потребления кислорода и кислородного долга. В случае, если испытания проводятся с применением специфических нагрузок, у мастеров спорта эти показатели достоверно большие. Принципиально важно то, что величины максимального потребления кислорода и максимального кислородного долга, полученные при специфических испытаниях, более тесно связаны с уровнем спортивного мастерства по сравнению с аналогичными данными, регистрируемыми при велоэргометрических нагрузках. I. Holmer, P.- O. Astrand (1972) приводят следующий пример. У девушек-близнецов, одна из которых занималась плаванием и стала спортсменкой высокого класса, а другая прекратила серьезные занятия плаванием и систематически не тренировалась в течение двух лет, при беге не было выявлено различий в величинах

аэробной производительности. Однако при плавательной нагрузке нетренированная девушка оказалась способной показать величины потребления кислорода, составляющие лишь 83 % доступных ее сестре.

Специфичность приспособительных реакций характерна не только для проявления физических качеств и возможностей вегетативной нервной системы, но и для психических проявлений, в частности, для волевой стимуляции работоспособности при выполнении напряженной мышечной работы.

Известно, что фактор психической устойчивости играет важную роль в достижении высоких спортивных результатов. Однако уровень проявления этого качества зависит от характера выполняемой работы. Так, проведенные сравнительные исследования психического состояния и функциональных проявлений спортсменов в процессе выполнения специфических и неспецифических нагрузок показали, что у пловцов высокого класса после плавательной нагрузки регистрируются значительно большие величины кислородного долга ($162,45 \pm 2,28$ мл/кг), чем после велоэргометрической нагрузки ($150,40 \pm 3,13$ мл/кг). Причина этого кроется, прежде всего, в различном уровне психической устойчивости к выполнению специфической и неспецифической работы. Плавательная нагрузка является привычной для испытуемых, тяжелые ощущения утомления, сопутствующие ей, хорошо знакомы и поэтому преодолеваются усилием воли относительно легко. При работе на велоэргометре пловцы сталкиваются с тяжелыми неспецифическими ощущениями утомления, для их преодоления требуется значительно большая и непривычная волевая импульсация. Поэтому в этих условиях интенсивность работы ниже, а изменения во внутренней среде организма выражены в меньшей мере, чем при плавательной нагрузке (В.Н.Платонов, 1984).

Возвращаясь к морфофункциональной специализации организма следует отметить, что в ходе многолетней тренировки ей характерны два взаимосвязанных процесса - развитие в требуемом направлении функциональных возможностей локомоторного аппарата и физиологических систем, поддерживающих его повышенную двигательную активность, и формирование такого целесообразного взаимодействия между всеми функционально активными системами, которое обеспечивает высокий уровень его специальной работоспособности (Ю.В.Верхошанский, 1988).

Первый процесс внешне выражается в количественных изменениях - темпе и величине прироста функциональных показателей (В.В.Васильева, 1971; Ю.В.Верхошанский, 1977). Если в ходе многолетней тренировки повышение уровня специальной работоспособности спортсмена характеризуется линейной связью со спортивным результатом, то динамика функциональных показателей обнаруживает различные тенденции. А именно - монотонно замедляющийся прирост величин функциональных показателей, оказывающих существенное влияние на повышение спортивных дости-

жений лишь на начальном этапе тренировки; для ряда других показателей характерен ускоренный прирост на среднем уровне мастерства и затем некоторое его замедление; третья группа функциональных показателей обнаруживает ускоренный прирост и имеет высокую корреляцию со спортивным результатом на этапе высшего мастерства. Наконец, ещё одна часть функциональных показателей повышается относительно равномерно и незначительно, как следствие целостной приспособительной реакции организма (Ю.В.Верхошанский, 1988).

Кроме того, в процессе морфофункциональной специализации организма, ярко выраженные приспособительные сдвиги приобретают те мышечные группы и те физиологические системы, на долю которых приходится основная тяжесть работы. Вместе с тем функциональное совершенствование организма в целом выражается в развитии таких специфических моторных свойств, которые, прежде всего, необходимы для успеха конкретной спортивной деятельности. Таким образом, речь идет о специализации организма по органу и по способности. С ростом спортивного мастерства специализация по органу становится все более выраженной, а специализация по способности все более конкретной и специфичной (Ю.В.Верхошанский, 1988).

Следующая особенность многолетнего процесса морфофункциональной специализации связана с определенной гетерохронностью в развитии приспособительных перестроек организма. Это проявляется, во-первых, в несовпадении во времени моментов, соответствующих началу интенсивного совершенствования отдельных функциональных показателей, и, во-вторых, в определенной последовательности развивающихся приспособительных перестроек. Причина такого явления связана с постепенным повышением интенсивности режима работы организма, что требует мобилизации тех его потенциальных возможностей, которые способны это обеспечить.

Второй из двух характерных для морфофункциональной специализации организма процессов выражается, как говорилось выше, в формировании целесообразного и устойчивого способа межсистемных отношений в организме, обеспечивающего максимально доступный (при данном состоянии) уровень его специальной работоспособности. Это относится ко всем без исключения жизнеобеспечивающим системам, но, прежде всего к локомоторной и вегетативной, т. е. к взаимодействию между режимом работы мышц, включающихся при выполнении движения, с одной стороны, и обеспечивающими его механизмами дыхания, кровообращения и энергетики — с другой.

Здесь в первую очередь следует обратить внимание на различные уровни реактивности (при непосредственном выполнении мышечной работы) и адаптационной инертности (в процессе долговременной адаптации) мышечной и вегетативных систем. В первом случае мышечная система бо-

лее лабильная, она быстрее мобилизуется и активизирует менее лабильный аппарат нервной регуляции вегетативных функций. Однако в процессе длительной тренировки мышечная система может обнаружить большую адаптационную инертность, чем вегетативные функции, в связи с более медленно развивающимися морфологическими перестройками в мышцах. Несоответствие между функциональными возможностями локомоторной и вегетативных систем ограничивает прогресс специальной работоспособности спортсмена. Это следует особо подчеркнуть, поскольку исключение такого несоответствия является важнейшей задачей СФП.

Таким образом, ведущая роль в формировании межсистемных отношений в организме и развитии адаптационного процесса в условиях напряженной мышечной деятельности принадлежит локомоторной системе, точнее режиму ее эксплуатации. Локомоторная система подчиняет своим потребностям вегетативные и другие физиологические системы, создавая в организме общую господствующую установку, ориентированную на мобилизацию его моторного потенциала для решения двигательной задачи. Такое представление вполне соответствует функционально-структурному принципу рассмотрения сложных поведенческих актов, который в свое время был заложен учением А. А. Ухтомского (1928) о доминанте.

Роль доминанты, как одного из проявлений интегративной функции ЦНС в организации поведенческого акта, подчеркивается и в концепции функциональной системы, разработанной П. К. Анохиным (1975). Последняя представляется как объединение различно локализованных структур и процессов для получения определенного конечного приспособительного эффекта, обеспечивающего достижение намеченной цели. Абстрактная модель законченного рабочего акта организма, в которую включены категории цели, средства и результата, является основой концепции функциональной системы. Цель действия выступает в качестве исходного и узлового пункта системной деятельности организма, а ее возникновение представляет собой критический момент в развитии поведенческого акта.

Плодотворное развитие функционального принципа доминанты А. А. Ухтомского применительно к мышечной деятельности можно найти в концепциях «энергетического правила скелетной мускулатуры» (Ц. А. Аршавский, 1967) и моторно-висцеральных рефлексов (М. Р. Могендович, 1965). Согласно этим концепциям в условиях двигательной деятельности состояние различных органов и систем находится в тесной связи с активностью скелетных мышц. Проприоцепция является ведущей афферентацией в регуляции внутренних органов при моторной активности организма. Причем если управление мышечной деятельностью осуществляется произвольно, то вегетатика регулируется на непроизвольной, рефлекторной основе. Движение, возбуждая проприоцептивные импульсы, определяет активность вегетативных систем, что обеспечивает единство организма в действии, формирует и регулирует согласованность всех его систем.

Такая интегративная особенность в полной мере присуща и процессу морфофункциональной специализации организма в ходе многолетней тренировки, что выражается в формировании специализированной функциональной структуры работоспособности спортсмена (Ю.В.Верхошанский, 1966, 1977). Интенсивная эксплуатация локомоторной системы, требуя соответствующего функционального и энергетического обеспечения, создает в организме общую главенствующую установку, определяющую направление и величину приспособительных перестроек, и целесообразную межсистемную регуляцию всех его физиологических составляющих. Такая установка может рассматриваться как особая форма доминанты, носящая, однако, неслучайный, порожденный текущим моментом характер. Будучи сформированной, в процессе систематической и длительной тренировки, она обладает динамической устойчивостью и надежной воспроизводимостью в тех условиях, для которых она предназначена, и в тот момент, когда в ней возникает необходимость.

Таким образом, специализированная функциональная структура — это устойчивая форма межсистемных отношений в организме, которая обеспечивает максимальный уровень специфической работоспособности спортсмена в конкретных условиях соревновательной деятельности. Ее формирование связано с выведением физиологических систем на высокий уровень функциональных возможностей, фиксированный на основе соответствующих морфологических перестроек, и включено в процесс долговременной адаптации организма к напряженной мышечной деятельности. Важнейшие характеристики специализированной функциональной структуры заключаются в ее готовности к мобилизации, быстром выведении на высокий рабочий режим всех физиологических систем с учётом их роли в осуществлении мышечной деятельности, стабильности воспроизведения в условиях повторного решения двигательной задачи.

Понятие «специализированная функциональная структура» претендует на роль теоретической схемы, объясняющей физиологический механизм обретения и повышения специфической работоспособности спортсмена на основе избирательной морфофункциональной специализации его организма. Это понятие развивает концепцию функциональной системы П.К.Анохина применительно к напряженной мышечной деятельности, имеет с ней определенную общность, но вместе с тем и существенные различия.

Концепция функциональной системы (по П.К.Анохину) объясняет процесс организации поведенческого акта в целом — в смысле его подготовки, реализации и оценки достигнутого результата. Функциональная система носит временный, отвечающий требованиям текущего момента характер и имеет в своей основе афферентный синтез, представленный такими взаимосвязанными элементами, как доминирующая мотивация, память, обстановочная афферентация и пусковой стимул.

Афферентный синтез — один из центральных элементов функциональной системы, определяющий приспособительный эффект поведения на основе решения трех вопросов: что делать? как делать? и когда делать? (П.К.Анохин, 1975). Функциональная система формируется для осуществления любого поведенческого акта и становится неактивной после достижения его цели. Она запоминается организмом в виде модели межсистемных связей главным образом при выработке навыка к многократному воспроизведению поведенческого акта. В этом случае она не только формирует действие, но и выступает в качестве критерия для оценки его результата. Вместе с тем она служит эталоном, контролирующим процесс его реализации и обеспечивающим возможность его совершенствования при повторном исполнении.

Специализированная функциональная структура в отличие от функциональной системы не является универсальным механизмом. Она формируется для конкретного вида мышечной деятельности, высокоспецифична и определяет прежде всего физическую работоспособность организма, требующую предельного напряжения его функций. Для нее характерен длительный процесс формирования в результате целенаправленной тренировки, развивающейся на основе избирательного совершенствования функциональных возможностей тех физиологических систем, которые преимущественно привлекаются к обеспечению мышечной деятельности.

И, наконец, если в качестве системообразующего фактора для функциональной системы выступает цель, ради которой она существует и после достижения которой, перестает существовать, то в качестве системообразующего фактора для специализированной функциональной структуры выступает режим работы организма в условиях спортивной деятельности. Причем структура межсистемных отношений не просто фиксируется в памяти организма с тем, чтобы быть извлеченной оттуда по мере надобности; она становится генеральным функциональным свойством, знаменующим новое качественное состояние организма, не только определяющим его возможности в экстремальных условиях соревновательной деятельности, но и влияющим на всю его двигательную активность в повседневной жизни.

Итак, морфофункциональная специализация организма в процессе многолетней тренировки определяется условиями тренировочной и соревновательной деятельности. Несмотря на их специфические особенности в каждом отдельном виде спорта, качественные характеристики морфофункциональной специализации организма имеют и общие признаки, присущие тем или иным группам видов спорта. Выявление таких признаков морфофункциональной специализации организма представляется важным для рассмотрения проблемы двигательных способностей спортсмена.

Специальная работоспособность спортсмена проявляется не только в движениях, т. е. в изменениях положения тела или его звеньев в простран-

стве. Удержание равновесия после соскока с гимнастического снаряда, выразительная поза, демонстрируемая фигуристом, длительное сохранение положения «посадки» при скоростном беге на коньках и т. п. – всё это формы проявления специальной работоспособности спортсмена, требующие соответствующей морфофункциональной специализации организма.

Таким образом, во всем многообразии двигательного содержания спортивной деятельности правомерно выделить два основных класса проявлений моторной функции. Один из них объединяет все разнообразие двигательных действий, т. е. рабочих операций, характеризующихся изменением положения тела или его звеньев в пространстве и времени и осуществляемым динамическим режимом работы мышц. Другой класс включает статические действия, в которых нет видимого движения и физиологическая работа осуществляется при изометрическом сокращении мышц. В двигательном составе спортивного упражнения эти классы моторной активности тесно увязаны и рационально взаимодействуют.

Что касается морфофункциональной специализации организма, то здесь следует выделить три основных направления, которые характеризуются преимущественным развитием быстроты реализации двигательных действий, скорости движений или перемещений спортсмена и позной активности (Ю.В.Верхошанский, 1988).

Специфичность тренировочных эффектов. Выполнение любого физического упражнения предъявляет к деятельности организма в целом, его отдельных органов, функциональных систем и регулирующих их механизмов определенные, характерные, специфические для данного упражнения функциональные запросы (требования, нагрузки). Соответственно этим специфическим запросам возникает совокупность специфических реакции (изменений) в деятельности организма в целом и, прежде всего, его ведущих функциональных систем и механизмов, осуществляющих выполнение данного (специфического) упражнения. Выполнение различных упражнений требует проявления разных физических двигательных качеств - силовых, скоростно-силовых (мощностных), выносливости. Однако для каждого упражнения следует выделять ведущее (специфическое) физическое двигательное качество, уровень развития которого определяет успешность выполнения данного упражнения (спортивный результат). Каждое из упражнений можно также характеризовать с точки зрения ведущей (специфической) энергетической системы. Кроме того, выполнение любого упражнения связано с характерной только для этого упражнения (специфической) координацией движений, составом и степенью участия активных мышечных групп. Систематическое повторное выполнение данного упражнения (тренировка) вызывает специфическую адаптацию организма, обеспечивающую более совершенное выполнение тренируемого упражнения. Такая адаптация проявляется в специфических тренировочных эффектах - наибольшем показателе результата в тренируемом упражнении

(спортивного результата) и экономичности его выполнения. Отсюда следует, что тренировочные программы должны составляться так, чтобы развивать специфические физиологические способности, необходимые для выполнения данного упражнения или данного вида физической (спортивной) деятельности (принцип специфичности тренировки).

Специфичность тренировочных аффектов в значительной степени связана с принципом пороговых нагрузок. Дело в том, что тренировочные эффекты проявляются только в отношении тех ведущих для выполнения данного упражнения органов, систем и механизмов, для которых в процессе систематической тренировки достигаются или превышаются пороговые нагрузки. Соответственно специфичность тренировочных эффектов выявляется в преимущественном или исключительном повышении уровня ведущих физических двигательных качеств, ведущих энергетических систем, в совершенствовании координации движений, состава и степени активности мышечных групп, участвующих в осуществлении тренируемого упражнения.

Среди огромного числа физических упражнений можно выделить упражнения, сходные друг с другом по характеру функциональных запросов - ведущему двигательному качеству (энергетической системе), координации движений, составу участвующих мышечных групп. В этом случае использование сходных (по тому или иному признаку) упражнений в качестве тренировочных может вызывать сходные общие тренировочные эффекты.

Например, выносливость и ее физиологические механизмы (повышение возможностей кислородтранспортной и кислородутилизирующей систем) могут совершенствоваться при использовании в качестве тренировочных средств различных упражнений - ходьбы, бега, плавания, катания на лыжах, коньках и велосипеде.

Однако чем выше функциональные запросы к организму предъявляет выполнение физического упражнения, тем больше проявляются специфичность физиологических реакций и их специфическая адаптация в результате тренировки. Поэтому при занятиях физической культурой с оздоровительными целями и на начальных этапах спортивной тренировки могут широко использоваться разнообразные упражнения, вызывающие общие тренировочные эффекты (общеразвивающие упражнения). По мере повышения функциональных запросов (функциональной подготовленности занимающегося) для дальнейшего роста спортивного результата все больше должен учитываться принцип специфичности тренировки. Как общее правило, на уровне высокого спортивного мастерства наибольшие тренировочные эффекты (рост спортивного результата) достигается при использовании в качестве тренировочных тех спортивных упражнений, которые являются основными для данного вида спорта, т.е. соревновательные (Я.М.Коц, 1986).

Специфичность тренировочных эффектов в отношении двигательного навыка (спортивной техники). Выполнение любого спортивного упражнения характеризуется уникальными (специфическими) особенностями деятельности мышц - их специфическим набором, степенью активности, специфической временной последовательностью включения и выключения. Все эти особенности определяются реализацией специфической центрально-нервной программы управления движениями. В процессе тренировки эта программа постепенно совершенствуется, что проявляется в улучшении техники (результата и экономичности) выполнения тренируемого упражнения: уменьшается или исчезает активность «посторонних», «лишних» мышц, степень активности основных рабочих мышц становится более кратковременной и интенсивной, точно привязанной к требуемым моментам движения, связь активности этих мышц во времени (моменты включения и выключения) становятся все более оптимальной с биомеханической точки зрения.

В определенной степени генетически предопределенная или вновь сформированная программа управления с данными движениями может быть использована для управления сходными движениями или другими частями тела (мышцами). Эта особенность лежит в основе «переноса» навыка. Например, при тренировке изометрической силы мышц одной руки максимальная произвольная сила одноименных мышц другой руки возрастает как результат совершенствования центрально-нервной программы, обеспечивающей проявление наибольшей мышечной силы. Феномен переноса определяет общий тренировочный эффект в отношении координации движений (активности мышц). Однако, когда речь идет о достижении высокого спортивного результата и (или) высокой экономичности выполнения упражнения, что в значительной мере зависит от совершенства двигательного навыка (техники) выполнения данного упражнения, первостепенную роль при выборе тренировочных упражнений должен иметь принцип специфичности тренировочного эффекта.

Так, например, если тренировка статической (изометрической) силы мышц-сгибателей плеча происходит постоянно при угле в локтевом суставе 115° , то наибольший прирост максимальной произвольной силы тренируемых мышц обнаруживается при этом же суставном угле. При динамической (изокинетической) тренировке наибольший прирост динамической силы выявляется при тренируемых скоростях движения.

Изометрические силовые упражнения в наибольшей степени увеличивают изометрическую (статическую) силу мышц и мало или вообще не изменяют их динамическую силу. Динамические силовые упражнения в наибольшей степени повышают динамическую силу тренируемых мышц и в меньшей степени их статическую (изометрическую) силу.

Наибольший тренировочный эффект в отношении двигательного навыка (спортивной техники) достигается в том упражнении, которое применяется в качестве основного тренировочного упражнения (Я.М.Коц, 1986).

Специфичность тренировочных эффектов в отношении ведущего физического двигательного качества. Наиболее ярким примером, иллюстрирующим феномен специфичности тренировочных эффектов, служит тот факт, что тренировка мышечной силы мало влияет на выносливость, наоборот, тренировка выносливости обычно не изменяет мышечную силу. Тренировка скоростно-силовой (мощностной) направленности в наибольшей мере повышает скоростно-силовые (мощностные) возможности спортсмена и мало или вообще не развивает системы и механизмы, способствующие проявлению большой выносливости. Наоборот, тренировка на выносливость вызывает ее повышение, мало затрагивая системы и механизмы, ответственные за проявление большой мышечной мощности.

В качестве иллюстрации приведем результаты восьминедельной беговой тренировки на тредбане (3 раза в неделю) при двух разных режимах - преимущественно скоростно-силовом (повторное пробегание 30-секундных отрезков) и выносливостном (повторное пробегание 2-минутных отрезков). После тренировки второго типа больше, чем после скоростно-силовой («спринтерской»), повысились показатели аэробной производительности (рост МПК, снижение концентрации молочной кислоты при выполнении стандартной субмаксимальной аэробной нагрузки). Наоборот, после тренировки «спринтерского» типа больше, чем после тренировки выносливости, повысились показатели анаэробной производительности (максимальные емкости фосфагенной и лактаcidной энергетических систем, определяемые соответственно по величине быстрой фракции кислородного долга и максимальной концентрации молочной кислоты в крови).

Для развития того или иного физического двигательного качества должны использоваться специфические тренировочные упражнения и режимы, которые в большей степени «загружают» физиологические системы и механизмы, ответственные за уровень развития тренируемого качества и поэтому способствующие наиболее эффективному его развитию в процессе специфической тренировки. В частности, выполнение разных упражнений в неодинаковой степени использует и соответственно «загружает» три основные энергетические системы работающих мышц (Я.М.Коц, 1986).

Конкретные проявления физической работоспособности у спортсменов также носят специфический характер. Специфичность проявлений работоспособности определяется соотношением в уровне развития биоэнергетических потенциалов, устанавливающимся в процессе тренировки в избранном виде спорта.

Наиболее высокие показатели максимума аэробных способностей демонстрируют спортсмены, специализирующиеся в беге на длинные дис-

танции, лыжных гонках, велосипедных гонках на шоссе и др. Самые высокие показатели алактатной анаэробной способности отмечены у представителей скоростно-силовых и игровых видов спорта. Наибольшее значение показателей гликолитической анаэробной способности зарегистрированы у бегунов на средние дистанции, велогонщиков – трековиков, хоккеистов и т.п. (Н.И. Волков, 1990).

Специфичность тренировочных эффектов в отношении состава активных мышечных групп. Об этом феномене свидетельствует тот факт, что наиболее высокие функциональные показатели и наибольшая экономичность проявляются при выполнении упражнений с использованием основных тренируемых мышечных групп. Так, у хороших спортсменов наибольшее МПК регистрируется при выполнении специфического (требуемого, соревновательного) упражнения. У нетренированных людей наибольшее МПК регистрируется при беге на тредбане, а у гребцов - при гребле, у велосипедистов - при работе на ножном велоэргометре, у конькобежцев - при беге на коньках.

У нетренированных людей МПК при плавании ниже, чем при беге на тредбане. Чем выше квалификация пловца, тем ближе его «плавательное» МПК к беговому МПК, а у пловцов высокого класса МПК при плавании близко или даже чуть выше, чем при беге на тредбане.

Специфичность тренировочных эффектов в отношении состава активных мышечных групп четко доказывается и результатами исследований одних и тех же людей до и после тренировки (лонгитудинальные исследования).

Например, после пятидневной ежедневной тренировки на ручном или ножном велоэргометре наибольшие тренировочные эффекты выявлены при выполнении тренируемого упражнения, т.е. упражнения с участием тренируемых мышечных групп.

Интересны также данные сравнения показателей МПК у двух генетически идентичных сестер-близнецов, из которых одна тренировалась в плавании. При беге на тредбане МПК у обеих сестер было одинаковым, но при плавании вольным стилем или только на руках, МПК у пловчихи были соответственно на 30 и 50 % выше, чем у ее сестры. Установлено, что беговая тренировка не является эффективным средством повышения максимальной аэробной мощности при плавании.

У ранее нетренированных людей после беговой тренировки прирост МПК, определяемый в беговом тесте, больше, чем в велоэргометрическом. Обратная картина наблюдается после тренировки на велоэргометре.

В целом беговая тренировка вызывает более общие тренировочные эффекты по сравнению со всеми другими видами тренировки выносливости, тренировочные эффекты которых более специфичны. Это делает бег наиболее общим средством повышения выносливости при занятиях физической культурой.

Три группы факторов определяют специфические эффекты в отношении тренируемых мышечных групп.

1. В процессе систематического повторного выполнения тренируемого упражнения наибольшие или исключительные изменения происходят в основных рабочих мышцах, осуществляющие это упражнение. При силовой тренировке - это увеличение максимальной силы тренируемых мышц, при скоростно-силовой (мощностной) тренировке - повышение скоростно-силовых возможностей (мощности), а при тренировке выносливости - повышение выносливости основных рабочих мышц. В основе последнего эффекта лежат, в частности, усиление кислородутилизирующей способности рабочих мышц и их аэробной производительности.

2. В процессе систематического повторного выполнения тренируемого упражнения совершенствуется двигательный навык, основой этого является более эффективная центрально-нервная регуляция активных мышечных групп. Последняя обеспечивает проявление их максимальных возможностей (максимальный эффект) и уменьшение активности «посторонних», «лишних», мышечных групп (эффект экономизации).

3. Специфичность тренировочных эффектов определяется в ряде случаев (по ряду показателей) не только составом, но и объемом активной мышечной массы. Особенно это хорошо показано в отношении упражнений на выносливость, для осуществления которых важную роль играют максимальные возможности и экономичность деятельности вегетативных систем обеспечения (дыхательной, сердечно-сосудистой и т.д.). Секрет тренировочной нагрузки, а, следовательно, и тренировочные эффекты для этих систем в значительной мере зависят не только от состава мышечных групп, но и от общей активной мышечной массы. В некоторых пределах чем больше последняя, тем выше нагрузка на вегетативные системы и соответственно больше тренировочные эффекты. Этим отчасти объясняется, почему тренировочные эффекты для вегетативных систем (общие тренировочные эффекты) более выражены после тренировки с участием обеих ног, чем с участием одной ноги, а также, после тренировки с участием ног по сравнению с «ручной» тренировкой.

Специфичность тренировочных эффектов, проявляемых при разных условиях внешней среды. При тренировке в определенных (специфических) условиях внешней среды адаптационные изменения в организме тренирующегося обеспечивают наиболее оптимальное его приспособление к этим внешним условиям. Так, специфические адаптационные изменения, развивающиеся в процессе тренировки выносливости на равнине, способствуют повышению выносливости в этих специфических условиях и потому не являются оптимальными или даже адекватными для обеспечения повышенной устойчивости к гипоксическим условиям высоты. Наоборот, в процессе длительного пребывания в гипоксических условиях внешней среды возникают те специфические адаптационные измене-

ния в организме тренирующегося, которые способствуют повышению его работоспособности в этих специфических условиях. Вместе с тем, такие акклиматизационные приспособления у тренированного на высоте спортсмена не дают ему заметных преимуществ при выполнении работы в иных специфических условиях, какие имеются на равнине.

Ранее также отмечалось, что никакая тренировка в нейтральных температурных условиях не может полностью заменить специфическую тепловую адаптацию. Без специальной акклиматизации тренировочные эффекты (функциональная подготовленность, спортивный результат) в жаркой и влажной воздушной среде у спортсменов ниже, чем в нейтральных условиях, в которых постоянно проводилась его подготовка (Я.М.Коц, 1986).

Специфичность тренировочных эффектов в отношении морфотипа. Исследования телосложения высококвалифицированных футболистов показали, что они не объединяются в одну группу, а распределяются по четырем «классам» с учетом спортивной специализации (вратари, защитники, полузащитники и нападающие), что полностью отрицает тезис об «универсальном футболисте» (Э.Г.Мартirosов, А.Б.Рамин-Балучи, 2004).

Соматический статус элитных спортсменов узкой спортивной специализации несет информацию о механических, функциональных и реактивных возможностях организма, о скрытых резервах его генофонда (Э.Г.Мартirosов и др., 1987; Э.Г.Мартirosов, 1998). Представители узкой спортивной специализации (в нашем случае каждого «класса») состоят из селективных и адаптивных типов деятельности конкретного содержания и поэтому внутриклассовые различия минимальные. Вместе с тем, они достоверно отличаются от представителей других «классов» по многим морфологическим показателям. В связи с этим возможность нахождения генетических универсалов имеет очень низкую вероятность.

Различия наиболее выражены между вратарями и полевыми игроками. Среди полевых игроков в большей мере отличаются защитники от полузащитников и нападающих, различия между которыми наблюдаются в тотальных размерах тела и абсолютных значениях длины руки и ноги. Между нападающими и полузащитниками различия значительно меньше.

Выделенные в факторном анализе валидные показатели телосложения являются чувствительными внутригрупповыми дескрипторами у спортсменов конкретных игровых амплуа и в связи с этим могут быть использованы для разработки оценочных шкал морфологического развития футболистов высокой квалификации, а также с целью отбора наиболее пригодных и перспективных футболистов по амплуа (Э.Г.Мартirosов, А.Б.Рамин-Балучи, 2004).

ГЛАВА 2.

МЕТОДИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНОВ

В связи с тем, что к настоящему времени нет единого толкования понятия «функциональная подготовленность», различно и содержание, которое авторы вкладывают в его определение. Как указывают И.Н. Солопов и А.И. Шамардин (2003) одни из них под функциональной подготовленностью понимают лишь уровень аэробной производительности, другие несколько расширяют его, но также ограничиваются уровнем развития и показателями энергообеспечения мышечной деятельности, добавляя сюда же некоторые показатели, отражающие реакцию внутренней среды на предъявляемые нагрузки. Другие авторы, говоря о функциональной подготовленности, сужают вопрос исключительно до степени готовности вегетативного обеспечения мышечной работы (В.С.Мищенко, 1990; С.Ю.Тюленьков, 1996, 1997; А.А.Сучилин, 1997; В.Н.Шамардин, В.Г.Савченко, 1997).

Однако, как упоминалось ранее, именно от содержания, вкладываемого в понятие «функциональная подготовленность», будет зависеть вся методология, стратегия и тактика диагностики и управления функциональным состоянием, и в итоге эффективность процесса функциональной подготовки и спортивный результат в целом (И.Н. Солопов, 2007).

Поэтому при выборе методов изучения функциональной подготовленности спортсменов мы использовали комплексный подход и рассматривали функциональную подготовленность с точки зрения её качественных характеристик - мощности, мобилизации, экономичности и устойчивости функционирования организма.

С целью решения вопросов, связанных с проблемой функциональной подготовленности нами были осуществлены комплексные спироэргометрические исследования с участием спортсменов различных специализаций (бег, плавание, футбол), приблизительно равной функциональной подготовленности, а также спортсменов футболистов трех квалификационных групп: III – II спортивных разрядов, 13-14 лет ($n = 26$); I разряда, 15-16 лет ($n = 29$) и КМС-МС, 17-20 лет ($n = 31$).

В качестве функциональной пробы на всех этапах применялась трёхступенчатая физическая нагрузка, дозированная по величине индивидуальной ЧСС: 1 нагрузка – ЧСС = 120 – 150 уд/мин.; 2 нагрузка – ЧСС = 150 – 170 уд/мин.; 3 нагрузка – ЧСС \geq 180 уд/мин (максимальная). Первые две нагрузки выполнялись в течение 5 минут, с перерывом в 5 минут. Величины мощности этих нагрузок и соответствующие уровни ЧСС использовались для расчета показателя PWC_{170} . Третья нагрузка выполнялась в максимальном режиме (W_{max}), и поддерживалась в течение 2 – 3 минут, при

этом определялось максимальное потребление кислорода ($VO_{2\max}$) и частота сердечных сокращений при этой нагрузке ($ЧСС_{\max}$).

Первоначальные исследования проводились с целью узнать, какие факторы, в какой степени и на каком этапе многолетнего процесса адаптации лимитируют и обуславливают **физическую работоспособность** организма спортсмена, а также каков уровень развития этих факторов и их роль в обеспечении особенностей структуры физической работоспособности у представителей различных спортивных специализаций.

Для этого предварительно в условиях покоя определяли величины длины и массы тела, жизненной емкости легких (ЖЕЛ), частоты сердечных сокращений (ЧСС) у названных выше групп спортсменов. Далее испытуемые выполняли трёхступенчатую физическую нагрузку, по окончании которой регистрировались все изучаемые параметры в течение 5 минут восстановления.

Мобилизационные возможности оценивались по показателям максимального увеличения ЧСС ($ЧСС_{\max}/ЧСС_{\text{покоя}}$) при выполнении нагрузки и снижения ЧСС ($ЧСС_{5}/ЧСС_{\text{покоя}}$) к 5-ой минуте восстановления относительно уровня покоя в %. При максимальной мощности мышечной работы оценивались показатели функциональной экономичности - ватт-пульс ($W_{\max}/ЧСС_{\max}$) и кислородный пульс [$КП_{\max} (VO_{2\max}/ЧСС_{\max})$].

В условиях покоя, при мышечной нагрузке и в период восстановления регистрировали параметры частоты сердечных сокращений (ЧСС), внешнего дыхания и потребление кислорода при помощи метаболографа «Ergo-oxyscreen (Jaeger)».

Выбор спортсменов футболистов для изучения влияния на физическую работоспособность и основные ее компоненты возрастноквалификационного фактора был обусловлен тем обстоятельством, что в спортивных играх, и в футболе в том числе, встречаются примерно в равных пропорциях, движения по своей биомеханической структуре относящиеся как к циклическим, так и к ациклическим физическим упражнениям. Это позволяет экстраполировать, в определенной мере, полученные результаты и на другие спортивные специализации.

Следующий блок исследований был направлен на выяснение динамики показателей **функциональной мобилизации** у спортсменов *на разных этапах многолетней спортивной тренировки* и уровня мобилизационных способностей *у спортсменов различных специализаций* в разные фазы выполнения физических нагрузок и в период восстановления.

Предварительно у спортсменов определяли антропометрические показатели (длина тела и масса тела), ЖЕЛ, МВЛ, ЧСС и регистрировали изучаемые показатели в условиях покоя. После этого испытуемым предлагалось выполнить трёхступенчатую физическую нагрузку (методику см. выше), после окончания которой, регистрировались все изучаемые показатели в течение 5 минут восстановления.

В условиях покоя, при мышечной нагрузке и в период восстановления регистрировали параметры частоты сердечных сокращений (ЧСС), легочной вентиляции (VE), частоты и глубины дыхания (fb и VT) и потребление кислорода (VO_2), которые определяли при помощи метаболографа «Ergo-oxyscreen (Jaeger)».

Функциональная мобилизация оценивалась по следующим категориям и показателям:

Мобилизация вработывания (скорость выхода функциональных систем на необходимый уровень изменений при начале выполнения физической нагрузки - скорость реагирования) оценивалась по показателям усиления ЧСС ($ЧСС_{W_1}/ЧСС_{покоя}$), увеличения легочной вентиляции ($VE_{W_1}/VE_{покоя}$) и потребления кислорода ($VO_2W_1/VO_{2покоя}$) на первой минуте стандартной нагрузки (W_1) относительно уровня покоя.

Предельная мобилизация (предельные возможности организма в процессе специфической мышечной деятельности, способность организма удерживать высокий уровень интенсификации функций – мобилизация максимальной нагрузки) оценивалась по показателям мощности максимальной мышечной нагрузки (W_{max}), частоты сердечных сокращений при этой нагрузке ($ЧСС_{max}$), величинам максимального потребления кислорода (VO_{2max}), легочной вентиляции (VE_{max}), частоты дыхания (fb_{max}) и дыхательного объема (V_{Tmax}). Кроме того, оценивались показатели увеличения ЧСС ($ЧСС_{max}/ЧСС_{покоя}$) и легочной вентиляции ($VE_{max}/VE_{покоя}$) при W_{max} относительно уровня покоя.

Мобилизация восстановления (скорость и эффективность течения восстановительных процессов) характеризовалась показателями снижения ЧСС [$(ЧСС_{B_1}/ЧСС_{покоя})$ и $(ЧСС_{B_5}/ЧСС_{покоя})$], легочной вентиляции [$(VE_{B_1}/VE_{покоя})$ и $(VE_{B_5}/VE_{покоя})$] и потребления кислорода [$(VO_{2B_1}/VO_{2покоя})$ и $(VO_{2B_5}/VO_{2покоя})$] к 1-ой и 5-ой минутам восстановления относительно уровня покоя в %.

Утилизация–реализация (степень использования функционального потенциала при разных уровнях мощности физической нагрузки). Показатели утилизации – реализации включали в себя: % использования МВЛ при W_1 ($VE_{W_1}/МВЛ$), % использования МВЛ при W_{max} ($VE_{max}/МВЛ$), % использования ЖЕЛ при W_1 ($V_{TW_1}/ЖЕЛ$), % использования ЖЕЛ при W_{max} ($V_{Tmax}/ЖЕЛ$) и % использования МПК при W_1 (VO_2W_1/VO_{2max}).

Продолжая поисковую работу в проблемном поле, связанном с функциональной подготовленностью, нами были проведены исследования с целью сравнительного анализа уровня **функциональной экономизации** у спортсменов различной квалификации и специализации в условиях покоя, в процессе выполнения мышечной работы стандартной и предельной мощностей и в период восстановления.

Для достижения поставленной цели были осуществлены комплексные спироэргометрические исследования с участием спортсменов футболистов трех квалификационных групп и спортсменов различных специализаций (плавание, футбол, бег) одинакового возраста и уровня функциональной подготовленности.

Предварительно в условиях покоя определяли величины длины и массы тела, жизненной емкости легких (ЖЕЛ), максимальной вентиляции лёгких (МВЛ), частоты сердечных сокращений (ЧСС). После этого испытуемые выполняли трехступенчатую физическую нагрузку по выше изложенной методике.

После окончания выполнения физической нагрузки регистрировались все изучаемые показатели в течение 5 минут восстановления.

Регистрация параметров внешнего дыхания, частоты сердечных сокращений и газометрических показателей осуществлялось посредством метаболографа «Ergo-oxyscreen (Jaeger)».

В условиях покоя анализировались величины частоты сердечных сокращений ($ЧСС_{\text{покоя}}$), частоты дыхания ($fb_{\text{покоя}}$) и величины дыхательного объема ($V_{T\text{покоя}}$) и коэффициента их соотношения ($V_T/fb_{\text{покоя}}$).

На первой минуте стандартной мощности мышечной работы регистрировались показатели мощности нагрузки (W_1), частоты сердечных сокращений ($ЧССW_1$), потребления кислорода (VO_2W_1), легочной вентиляции ($VE W_1$), частоты дыхания (fbW_1) и величины дыхательного объема (V_{TW_1}) и их соотношения ($V_T/fb W_1$).

Расчетным путем получали показатели реактивности функциональных систем: увеличения ЧСС ($ЧССW_1/ЧСС_{\text{покоя}}$), легочной вентиляции ($VE W_1/VE_{\text{покоя}}$) и потребления кислорода ($VO_2 W_1/VO_{2\text{покоя}}$) на 1 минуте работы относительно уровня покоя в %. В этот же период анализировались величины ватт-пульса ($W_1/ЧССW_1$), кислородного пульса [$КПW_1 (VO_2 W_1/ЧССW_1)$], коэффициента использования кислорода [$КИO_2W_1 (VO_2 W_1/VE W_1)$], кислородного эффекта дыхательного цикла [$КЭДЦW_1 (VO_2 W_1/fbW_1)$] и потребления кислорода на единицу работы (VO_2/W_1), также на первой минуте стандартной мышечной работы.

При максимальной мощности мышечной работы оценивались величины ватт-пульса ($W_{\text{max}}/ЧСС_{\text{max}}$), кислородного пульса [$КП_{\text{max}} (VO_{2\text{max}}/ЧСС_{\text{max}})$], коэффициента использования кислорода [$КИO_{2\text{max}} (VO_{2\text{max}}/VE_{\text{max}})$], кислородного эффекта дыхательного цикла [$КЭДЦ_{\text{max}} (VO_{2\text{max}}/fb_{\text{max}})$], потребления кислорода на единицу работы ($VO_{2\text{max}}/W_{\text{max}}$), коэффициента соотношения объемно-временных параметров паттерна дыхания ($V_T/fb W_{\text{max}}$).

В период восстановления (на 1 и 5 минутах) сравнивались показатели снижения к уровню покоя ЧСС [$(ЧССB_1 / ЧСС_{\text{покоя}})$ и $(ЧССB_5 / ЧСС_{\text{покоя}})$], легочной вентиляции [$(VE B_1 / VE_{\text{покоя}})$ и $(VE B_5 / VE_{\text{покоя}})$] и потребления кислорода [$(VO_2 B_1 / VO_{2\text{покоя}})$ и $(VO_2 B_5 / VO_{2\text{покоя}})$]. Оценива-

лись величины кислородного пульса [$KПВ_1 (VO_2 V_1 / ЧСС_{В1})$] и [$KПВ_5 (VO_2 V_5 / ЧСС_{В5})$], коэффициента использования кислорода [$KИО_2 V_1 (VO_2 V_1 / VE V_1)$] и [$KИО_2 V_5 (VO_2 V_5 / VE V_5)$] и кислородного эффекта дыхательного цикла [$KЭдцВ_1 (VO_2 V_1 / fb V_1)$] и [$KЭдцВ_5 (VO_2 V_5 / fb V_5)$], коэффициента соотношения объемно-временных параметров внешнего дыхания ($V_T/fb V_1$) и ($V_T/fb V_5$).

Изучению экономичности внешнего дыхания у спортсменов различной квалификации и специализации был посвящён следующий этап исследований.

Для характеристики экономичности внешнего дыхания использовался специальный коэффициент соотношения объемно-временных параметров паттерна дыхания, выражающийся в отношении величины дыхательного объема к величине частоты дыхания (V_T/fb). Сравнительный анализ коэффициента соотношения частоты дыхания и величины дыхательного объема (V_T/fb) проводился в условиях покоя, в процессе мышечной работы различной мощности и в период восстановления у спортсменов различных специализаций (бег, плавание, футбол), одинакового возраста и уровня функциональной подготовленности и у спортсменов футболистов трех квалификационных групп футболистов: III-II спортивного разряда, 13-14 лет, I разряда, 15-16 лет и КМС-МС, 17-20 лет.

Всем участникам исследования предлагалось выполнить трёхступенчатую физическую нагрузку. После окончания выполнения физической нагрузки регистрировались все изучаемые показатели в течение 5 минут восстановления.

Регистрация параметров внешнего дыхания осуществлялась посредством метабологафа «Ergo-oxyscreen (Jaeger)».

ГЛАВА 3.

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОБИЛИЗАЦИИ У СПОРТСМЕНОВ РАЗЛИЧНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ МНОГОЛЕТНЕЙ МЫШЕЧНОЙ ТРЕНИРОВКИ

3.1. Функциональная мобилизация организма спортсменов на разных этапах многолетней адаптации к мышечной деятельности

В процессе морфофункциональной специализации организма, ярко выраженные приспособительные сдвиги приобретают те мышечные группы и те физиологические системы, на долю которых приходится основная тяжесть работы. Вместе с тем наблюдается определенная гетерохронность в развитии приспособительных перестроек организма. Это проявляется, во-первых, в несовпадении во времени моментов, соответствующих началу интенсивного совершенствования отдельных функциональных показателей, и, во-вторых, в определенной последовательности развивающихся приспособительных перестроек (В.В.Васильева, 1971; Ю.В.Верхошанский, 1977). Причина такого явления связана с постепенным повышением интенсивности режима работы организма, что требует мобилизации тех его потенциальных возможностей, которые способны это обеспечить (Ю.В.Верхошанский, 1988).

Отмечается, что различный уровень спортивной квалификации (тренированности) характеризуется своеобразной факторной структурой показателей, отражающей мобилизацию функциональных резервов организма при мышечной деятельности. Если для спортсменов невысокого класса основными факторами являются показатели аэробно-анаэробной производительности, то по мере роста мастерства сначала приобретают большую факторную значимость показатели, характеризующие эффективность мобилизации сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а в дальнейшем – экономичность мобилизации резервов адаптации (С.Н.Кучкин, 1986, 1999; Д.Н.Давыденко, 1988; В.М. Волков, А.В.Ромашов, 1991).

Высокая скорость реагирования на нагрузку, быстрая мобилизация функций в начальной части нагрузки и такое же быстрое их восстановление чрезвычайно важны для функциональных возможностей организма в условиях переходных режимов интенсивности физической нагрузки (В.С.Мищенко, 1990). Функциональная мобилизация в общем виде обуславливает функциональные изменения во время вработывания при постоянной мощности выполняемой мышечной работы и предел этих изменений, в случае увеличивающейся или максимальной мощности физической нагрузки (А.Н.Корженевский и др., 1993).

Знание закономерностей развития мобилизационных возможностей выступает одной из основ рационального построения эффективного трени-

ровочного процесса в спорте, адекватных контроля и оценки функциональной подготовленности спортсменов, находящихся на разных этапах многолетней адаптации к напряженной мышечной деятельности.

В виду выше изложенного основной задачей исследования явилось выяснение динамики показателей функциональной мобилизации у спортсменов на разных этапах многолетней спортивной тренировки в разные фазы выполнения физических нагрузок и в период восстановления (методика исследования см. гл.2).

Как известно, скорость вработывания в начальной фазе выполнения мышечной работы является определенным критерием высокого уровня тренированности, функциональной подготовленности спортсменов. Чем быстрее происходит срочная мобилизация функций организма в самом начале работы, тем быстрее спортсмен выходит на необходимый уровень функционирования, и тем выше, в конечном итоге, будет результат (Ю.И.Данько, 1974; И.Н.Солопов, 2001).

В связи с этим весьма важно знать, как формируются и проявляются механизмы функциональной мобилизации в начальной фазе выполнения мышечной работы у спортсменов с ростом их подготовленности.

Сравнительный анализ отдельных показателей функциональной мобилизации в начальный период выполнения мышечной работы стандартной мощности у спортсменов различного уровня функциональной и специально-технической подготовленности. Мобилизация функций оценивалась по величине прироста показателей относительно уровня покоя ($\text{ЧСС}W_1/\text{ЧСС}_{\text{покоя}}$, %; $\text{VE}W_1/\text{VE}_{\text{покоя}}$, %; $\text{VO}_2W_1/\text{VO}_{2\text{покоя}}$, %), а также по величине использования организмом своего морфофункционального потенциала ($\text{VE}W_1/\text{МВЛ}$, %; $\text{VT}W_1/\text{ЖЕЛ}$, %; $\text{VO}_2W_1/\text{VO}_{2\text{max}}$, %), табл. 1.

Таблица 1

Средние величины показателей функциональной мобилизации у спортсменов различной подготовленности в начальной фазе выполнения стандартной мышечной нагрузки ($\bar{X} \pm m$)

Показатели	Спортивная квалификация			Достоверность различий		
	Ш-П разряд (13-14 лет) (n=22)	I разряд (15-16 лет) (n=18)	КМС-МС (17-20 лет) (n=16)	I-II	I-III	II-III
	I	II	III			
$\text{ЧСС}W_1/\text{ЧСС}_{\text{покоя}}$, %	161,2±4,1	146,0±4,7	117,6±12,7	P<0,05	P<0,05	P<0,05
$\text{VE}W_1/\text{VE}_{\text{покоя}}$, %	266,8±14,2	224,3±13,1	184,7±10,6	P<0,05	P<0,05	P<0,05
$\text{VO}_2W_1/\text{VO}_{2\text{покоя}}$, %	409,6±23,9	309,4±23,7	234,7±21,9	P<0,05	P<0,05	P<0,05
$\text{VE}W_1/\text{МВЛ}$, %	21,0±1,5	17,0±1,5	12,2±1,2	P>0,05	P<0,05	P<0,05
$\text{VT}W_1/\text{ЖЕЛ}$, %	23,6±1,4	18,1±1,5	13,9±0,8	P<0,05	P<0,05	P<0,05
$\text{VO}_2W_1/\text{VO}_{2\text{max}}$, %	37,6±2,6	22,0±2,5	16,5±1,5	P<0,05	P<0,05	P>0,05

Динамика показателей функциональной мобилизации в начальной фазе работы, вполне однозначна. Все показатели усиления функций организма оказываются достоверно выше у спортсменов, имеющих подготовленность на уровне III-II спортивных разрядов (см. табл. 1).

Такая динамика отражает закономерный процесс снижения показателей функциональной мобилизации. Имея ввиду, что данная динамика характерна для начальной фазы выполнения мышечной работы стандартной мощности, можно предположить, что с ростом подготовленности спортсменов реакции организма на стандартную нагрузку минимизируются, они становятся менее выраженными. Вероятно, это следует рассматривать как процесс развивающейся экономизации с ростом функциональных возможностей, которая характеризуется снижением напряженности функционирования, в первую очередь при работе стандартной мощности.

Сравнение показателей мобилизации в период выполнения работы максимальной мощности у спортсменов различной квалификации показывает не столь однозначную картину, как в период вработывания (см. табл. 2).

Таблица 2

**Средние величины показателей функциональной мобилизации
у спортсменов разной квалификации в процессе выполнения
мышечной нагрузки максимальной мощности ($X \pm m$)**

Показатели	Спортивная квалификация			Достоверность различий		
	III-II разряд (13-14 лет) (n=22)	I разряд (15-16 лет) (n=18)	КМС-МС (17-20 лет) (n=16)	I-II	I-III	II-III
	I	II	III			
W_{max} , КГМ/МИН	1044,5±41,5	1298,5±28,5	13,02,2±37,6	P<0,05	P<0,05	P>0,05
$ЧСС_{max}$, УД/МИН	193,0±2,4	183,2±1,4	187,3±2,1	P<0,05	P>0,05	P>0,05
VO_{2max} , МЛ/МИН	2654,1±79,9	2706,5±64,0	3015,8±208,0	P>0,05	P>0,05	P>0,05
VE_{max} , Л/МИН	85,7±3,3	67,1±2,8	68,0±5,0	P<0,05	P<0,05	P>0,05
fb_{max} , ЦИКЛ/МИН	53,5±2,8	41,9±1,6	39,9±1,8	P<0,05	P<0,05	P>0,05
VT_{max} , МЛ	1689,6±107,0	1614,2±58,7	1705,5±90,9	P>0,05	P>0,05	P>0,05
$ЧСС_{max}/ЧСС_{покоя}$, %	232,7±6,4	236,9±8,2	183,5±19,6	P>0,05	P<0,05	P<0,05
$VE_{max}/VE_{покоя}$, %	987,3±65,2	981,5±70,9	1000,6±93,6	P>0,05	P>0,05	P>0,05
$VE_{max}/МВЛ$, %	74,1±2,5	71,3±4,3	62,9±4,4	P>0,05	P<0,05	P>0,05
$VT_{max}/ЖЕЛ$, %	44,8±2,1	38,8±1,7	33,9±1,7	P<0,05	P<0,05	P<0,05

Показатели, интегрально отражающие максимальные мобилизационные возможности организма (W_{max} , VO_{2max}) закономерно увеличиваются с ростом подготовленности спортсменов. При этом показатели максималь-

ной мощности выполняемой работы в большем количестве случаев различаются достоверно ($P < 0,05$). Это следует считать весьма позитивным моментом и вполне, объяснимо, так как многолетний процесс тренировки, если он рационально организован, направлен, в том числе на повышение тотальной работоспособности.

Ряд показателей функциональной мобилизации ($V_{T_{max}}$, $V_{E_{max}} / V_{E_{покоя}}$), существенно не различаются у представителей разных квалификационных групп. Большинство других показателей, в основном частотных и производных от них ($ЧСС_{max}$, $f_{b_{max}}$, др.) проявляет вполне определенную тенденцию к их снижению с ростом квалификации спортсменов.

Это обстоятельство, по всей вероятности связано с процессом «перекрестной компенсации» таких свойств как функциональная мобилизация и функциональная экономизация. «Перекрестная компенсация» свойств заключается в том, что функциональная мобилизация, имея весьма большое значение в определении физической работоспособности на начальных этапах адаптации, достигая максимального значения на промежуточных этапах, несколько утрачивает это значение на заключительных этапах адаптации. В тоже время показатели функциональной экономизации с ростом квалификации спортсменов однозначно повышают своё значение в определении работоспособности (С.Н.Кучкин, 1986; Д.В.Медведев, 2007).

Таким образом, происходит «замещение», «перекрестная компенсация» функциональных свойств и факторов, их определяющих, в значимости для обеспечения физической работоспособности.

В этом плане, снижение частотных функциональных показателей, следует рассматривать именно как проявление экономизации функций, имея ввиду, что при этом объемные показатели увеличиваются или остаются на неизменном уровне.

В качестве примера, рассмотрим динамику соотношения объемно-временных параметров внешнего дыхания. Можно видеть, что частота дыхания при выполнении мышечной работы максимальной мощности с ростом квалификации спортсменов закономерно уменьшается. При этом различия между этими параметрами в группе спортсменов низкой квалификации и в группе перворазрядников, и особенно в группе кандидатов в мастера и мастеров спорта, статистически достоверны (см. таб. 2). Одновременно величина дыхательного объема остается практически неизменной (у перворазрядников V_T незначительно снижается, по сравнению со спортсменами, имеющими III – II разряды, а у кандидатов в мастера и мастеров спорта, увеличивается по отношению, как к первой, так и ко второй группам). Такая динамика соотношения объемно-временных параметров паттерна дыхания отражает рост экономичности процесса внешнего дыхания (И.Н. Солопов и др., 2007).

Таким образом, складывается ситуация когда уровень мобилизации частоты дыхания с ростом квалификации спортсменов снижается, а вели-

чины дыхательного объема остается практически неизменной, что отражает рост экономичности внешнего дыхания.

Ввиду такой динамики соотношения параметров V_T / f_v , закономерно снижается и уровень легочной вентиляции ($V_{E \max}$) и как следствие уменьшаются и процент использования ЖЕЛ ($V_{T \max} / \text{ЖЕЛ}$), и процент использования индивидуально МВЛ ($V_{E \max} / \text{МВЛ}$). При этом различия статистически достоверны между всеми группами ($P < 0,05$).

Следует отметить, что таким же образом снижается и ЧСС, и вероятно также изменяется соотношение: систолический объем – частота сердечных сокращений.

Анализируя отдельные показатели функциональной мобилизации в процессе восстановления мы исходили из того, что в период срочного восстановления (1 мин.) положительным следует считать максимальное усиление функций и понимать это как процесс максимального рекрутирования физиологических механизмов, призванных восполнить энерготраты и обеспечить возвращение параметров гомеостаза к исходному уровню.

В период оставленного восстановления (в нашем случае 5 мин) положительным обстоятельством следует считать минимизацию сдвигов функциональных системах.

Исходя из выше обозначенного посыла, можно видеть, что наилучшие показатели функциональной мобилизации в период срочного восстановления в своем большинстве отмечаются у спортсменов более высокой квалификации (I разряд и КМС и МС), см табл. 3.

Таблица 3

Средние величины показателей функциональной мобилизации у спортсменов различной квалификации в период срочного и оставленного восстановления после мышечной нагрузки ($\bar{X} \pm t$)

Показатели	Спортивная квалификация			Достоверность различий		
	III-II разряд (13-14 лет) (n=22)	I разряд (15-16 лет) (n=18)	КМС-МС (17-20 лет) (n=16)	I-II	I-III	II-III
	I	II	III			
$\text{ЧСС}_{V1} / \text{ЧСС}_{\text{покоя}}$, %	162,8±4,9	181,4±6,7	144,9±16,3	$P < 0,05$	$P > 0,05$	$P < 0,05$
$\text{VEB}_1 / \text{VE}_{\text{покоя}}$, %	558,2±66,1	544,7±42,8	601,2±76,0	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$
$\text{VO}_2\text{B}_1 / \text{VO}_{2\text{покоя}}$, %	524,6±58,0	622,3±72,4	717,3±94,7	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$
$\text{ЧСС}_{V5} / \text{ЧСС}_{\text{покоя}}$, %	129,1±3,2	135,1±5,0	109,5±12,5	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$
$\text{VEB}_5 / \text{VE}_{\text{покоя}}$, %	213,3±21,8	148,1±10,8	174,9±18,1	$P < 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$
$\text{VO}_2\text{B}_5 / \text{VO}_{2\text{покоя}}$, %	196,4±22,7	147,2±16,0	185,4±21,2	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$

Показатели функциональной мобилизации в период оставленного восстановления также более лучшие у квалифицированных спортсменов. В большинстве случаев у перворазрядников и КМС и МС к пятой минуте

восстановления имеют лучший процент восстановления по изучаемым показателям. И хотя различия в большинстве случаев статистически недостоверны, тенденция прослеживается вполне определенно.

Полученные в исследовании результаты показывают, что с ростом функциональных возможностей, выраженность функциональной мобилизации в начальной фазе выполненной работы стандартной мощности снижается, что, вероятно, является следствием параллельного роста экономичности, и проявляется в минимизации функциональных реакций.

Это еще в большей степени проявляется при работе максимальной мощности, когда наблюдается снижение уровня большинства показателей функциональной мобилизации, особенно частотных. При этом наблюдается тенденция к росту функциональной экономичности. В тоже время показатели функциональной мобилизации, являющиеся выразителями максимальной тотальной работоспособности закономерно возрастают. Возможно, что этот рост, обеспечивается, в том числе, за счет проявления «перекрестной компенсации», таких функциональных свойств как мобилизация и экономизация.

Анализ показателей функциональной мобилизации в разные фазы восстановления показывает, что у спортсменов более высокой квалификации лучше мобилизуются функциональные возможности в период срочного восстановления и у них более быстро восстанавливаются изучаемые показатели в период отставленного восстановления.

3.2. Специфические особенности функциональной мобилизации у спортсменов

Высокий уровень функциональной подготовленности является результатом эффективного процесса адаптации к физическим нагрузкам (А.С.Солодков, 1987; В.Н.Платонов, 1997), характеризуется повышением функциональных резервов и готовностью к их мобилизации и проявляется увеличением работоспособности спортсменов (В.М.Волков, 1990; А.С.Солодков, 1995; И.Н.Солопов, А.И.Шамардин, 2003).

Одним из ключевых моментов развития адаптированности является повышение мобилизационных возможностей или «функциональной мобилизации», что выражается в более быстром выходе функциональных систем на необходимый уровень изменений при начале выполнения физической нагрузки, повышении предельных возможностей организма в процессе специфической мышечной деятельности, повышении способности организма удерживать высокий уровень интенсификации функций, ускорении и повышении эффективности течения восстановительных процессов (С.Н.Кучкин, 1986; В.М.Волков, 1990; Т.И.Гулбиани, 1991; А.С. Солодков, 1995).

Отмечается, что различный уровень спортивной квалификации (тренированности) характеризуется своеобразной факторной структурой показателей, отражающей мобилизацию функциональных резервов организма при мышечной деятельности. Если для спортсменов невысокого класса основными факторами являются показатели аэробно-анаэробной производительности, то по мере роста мастерства сначала приобретают большую факторную значимость показатели, характеризующие эффективность мобилизации сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а в дальнейшем – экономичность мобилизации резервов адаптации (С.Н.Кучкин, 1986, 1999; Д.Н. Давыденко, 1988; В.М. Волков, А.В. Ромашов, 1991).

Функциональные резервы спортсмена можно определить как способность его организма так изменять работу физиологических систем (мобилизовать физиологические функции), что достигается максимальная спортивная работоспособность, лежащая в основе всех спортивных достижений (А.С. Мозжухин, 1981).

При этом мобилизация функциональных резервов организма в экстремальных условиях спортивной деятельности реализуется на всех уровнях организации приспособительной активности и подвержена влиянию целого ряда факторов (С.Н.Кучкин, 1986; В.М.Волков, 1990). Именно поэтому изучению данного направления придается большое значение. Отмечается крайняя важность выяснения вопросов эффективной мобилизации достигнутого функционального потенциала, трансформации его в спортивный результат (А.С.Мозжухин, 1981).

Вместе с тем, целый ряд вопросов и важнейших закономерностей развития и проявления функциональной мобилизации остаются малоизученными или совсем вне поля зрения исследователей. В частности, весьма актуальным является изучение величин мобилизуемых функций при различном характере специфической мышечной деятельности (спортивной специализации) (А.С.Мозжухин, 1981). Знание закономерностей развития мобилизационных возможностей выступает одной из основ рационального построения эффективного тренировочного процесса в спорте, адекватных контроля и оценки функциональной подготовленности спортсменов.

Исходя из выше изложенного, изучение специфических особенностей и закономерностей функциональной мобилизации у спортсменов различной спортивной специализации является актуальной задачей, решение которой позволит получить сведения, которые могут быть использованы при определении направлений и путей повышения мобилизационных способностей спортсменов, определении средств, методов и режимов тренирующих воздействий.

В связи с этим весьма интересно выяснение уровня мобилизационных способностей у спортсменов различных специализаций в разные фазы выполнения физических нагрузок и в период восстановления.

Важнейшим аспектом функциональной мобилизации являются возможности физиологических систем в отношении быстрого усиления и выхода на необходимый уровень их функций в начале физической работы. Скорость вработывания является одним из критериев высокого уровня функциональной подготовленности спортсмена (В.М. Волков, 1990).

При этом весьма важно не только то, как быстро физиологические системы выйдут на необходимый уровень функционирования, но и насколько эффективно при этом используется функциональный потенциал. Исходя из этих аспектов, и производился сравнительный анализ показателей функциональной мобилизации в период вработывания при стандартной физической нагрузке у спортсменов разной специализации (рис. 3).

Из представленных данных можно видеть, что скорость увеличения ЧСС, VE и VO₂ оказывается наибольшей у пловцов. На второй позиции по разным параметрам оказались футболисты (VE и VO₂) и бегуны (ЧСС и VO₂).

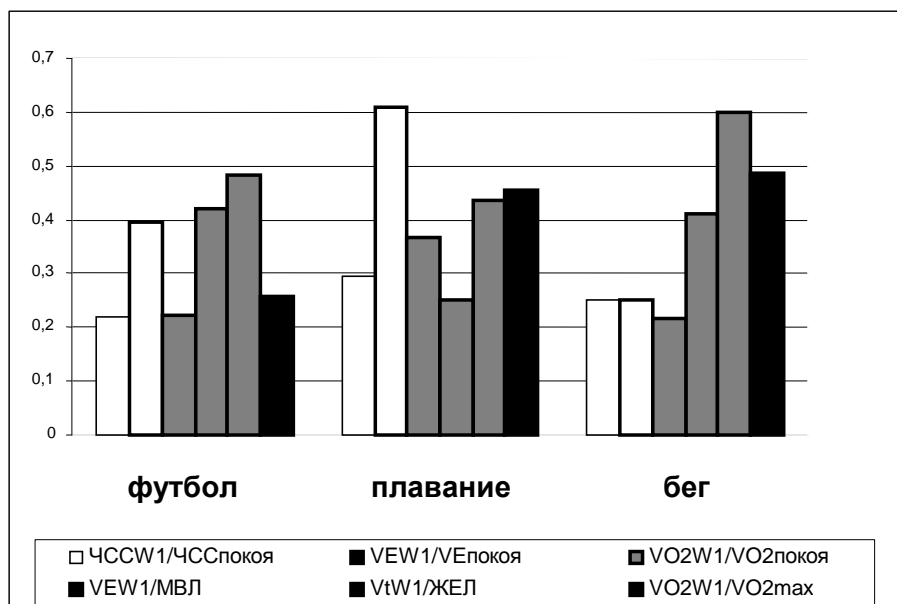


Рис.3 Показателей функциональной мобилизации у спортсменов разных специализаций в начальной фазе выполнения стандартной мышечной нагрузки

Показатели утилизации функционального потенциала распределились несколько иным способом. Утилизация вентиляционных возможностей оказалась выше у футболистов и бегунов. У них эти величины практически одинаковы ($P > 0,05$), тогда как пловцы по этому параметру им достоверно уступают ($P < 0,01-0,05$). Использование собственной ЖЕЛ ($V_t/ЖЕЛ$) оказывается выше у бегунов ($20,0 \pm 1,4\%$) и футболистов ($17,1 \pm 1,1\%$), тогда как пловцы реализуют собственную ЖЕЛ всего на $15,9 \pm 1,3\%$.

Стандартная мышечная работа бегунами выполняется на уровне $29,4 \pm 2,5\%$ от МПК. Пловцы показывают почти такие же величины ($28,2 \pm 2,2\%$), тогда как футболисты по этому параметру достоверно ($P < 0,01$) уступают представителям циклических видов спорта.

Этот показатель в определенной мере отражает как мобилизация возможности, так и характеризует эффективность функционирования кислороднотранспортной системы, т.к. в определенной степени отражает соотношение включения анаэробных и аэробных механизмов энергообеспечения. Чем выше доля аэробных источников – тем экономичнее функционирование.

Таким образом сравнительный анализ показывает, что наибольшей скоростью вработывания, а значит и наилучшими срочными мобилизационными возможностями обладают пловцы. Несколько ниже эти возможности у бегунов и футболистов. В тоже время бегуны и футболисты демонстрируют относительно лучшие показатели утилизации и реализации функционального потенциала: у футболистов более высокий процент реализации собственных вентиляционных возможностей, а у бегунов – собственный ЖЕЛ и аэробных возможностей.

Не менее важными характеристиками мобилизационных возможностей организма являются и показатели предельного уровня усиления функционирования физиологических систем, так как одной из главных задач спортивной тренировки и является расширение границ предельных функциональных возможностей организма, которые лежат в основе рекордных спортивных достижений и высочайшего уровня работоспособности.

На рис. 4 представлены показатели предельной мощности функционирования и утилизационных возможностей у спортсменов различной специализации.

Можно видеть, что подавляющее большинство рассматриваемых показателей существенно различаются в группах спортсменов различной специализации. Величина максимальной мощности кратковременной работы оказалась наибольшей у пловцов по отношению к величине этого показателя у представителей других видов спорта ($P < 0,01$). У футболистов и бегунов величины показателя W_{\max} практически не различаются.

Величины ЧСС при максимальной мощности кратковременной работы у представителей всех спортивных специализаций находятся на одном уровне и статистически не различаются между собой, однако у пловцов этот показатель оказался все же несколько выше.

Наиболее четкие различия между группами спортсменов различной специализации обнаруживаются по такому интегральному показателю как максимальное потребление кислорода ($P < 0,01$). Как и ожидалось наибольшая величина $VO_{2\max}$ обнаружилась у пловцов, несколько меньше этот показатель у бегунов, и достоверно ниже уровень максимального потребле-

ния кислорода у футболистов, что в полной мере согласуется с литературными данными (С.Н.Кучкин, 1986).

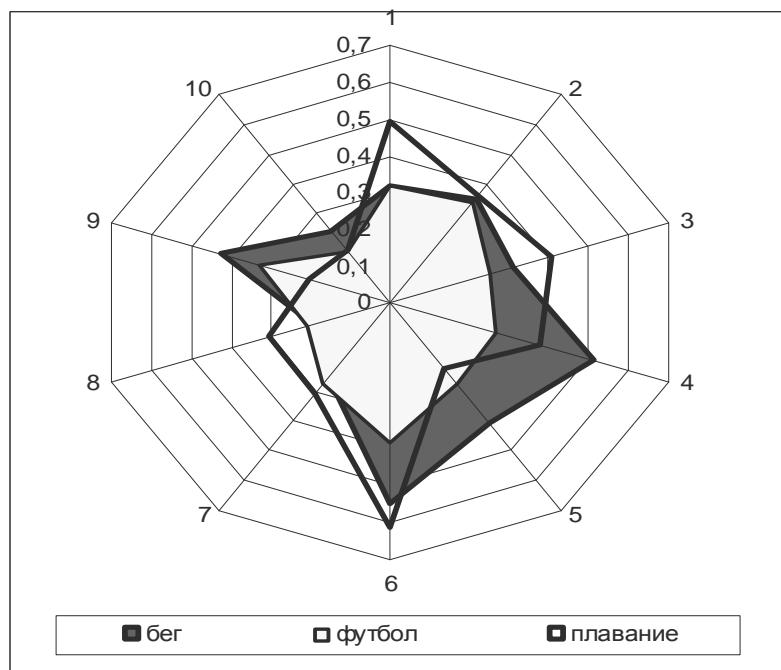


Рис.4 Показателей функциональной мобилизации у спортсменов разных специализаций в процессе выполнения кратковременной мышечной нагрузки максимальной мощности

1 - W_{\max} , кгМ/мин; 2 - $ЧСС_{\max}$, уд/мин; 3 - $VO_{2\max}$, мл/мин; 4 - VE_{\max} , л/мин; 5 - fb_{\max} , цикл/мин; 6 - $V_{T\max}$, мл; 7 - $ЧСС_{\max}/ЧСС_{\text{покоя}}$, %; 8 - $VE_{\max}/VE_{\text{покоя}}$, %; 9 - $VE_{\max}/МВЛ$, %; 10 - $V_{T\max}/ЖЕЛ$, %.

Анализ величин показателей предельного усиления функции внешнего дыхания показал, что таковое было наибольшим у бегунов и практически по всем параметрам ($P < 0,01$), за исключением величины дыхательного объема, усиление которого оказалось наибольшим у пловцов.

Показатели максимальной реактивности (степени усиления) относительно уровня покоя) ЧСС и VE наибольшими были у пловцов, затем у футболистов.

Степень утилизации максимальных возможностей вентиляционной функции (VE и V_T) при максимальной нагрузке наибольшей оказалась у бегунов ($P < 0,01$). Легочная вентиляция при W_{\max} у них составила в среднем $84,5 \pm 4,1\%$ от МВЛ, а дыхательный объем составил $43,9 \pm 1,5\%$ от ЖЕЛ.

Таким образом, анализ параметров функциональной мобилизации при максимальной кратковременной работе показал довольно существенные их различия у спортсменов раной специализации. Пловцы обнаруживают наибольшие величины показателей предельной мощности функционирования. Наилучшим из них оказались и параметры предельной мобили-

зации, выразившиеся в большем увеличении ЧСС и VE при максимальной работе относительно уровня покоя.

Утилизационные возможности наилучшими были у легкоатлетов. У них также в наибольшей степени, по сравнению со спортсменами других специализаций, происходит усиление функции внешнего дыхания. Футболисты демонстрируют средний, а по некоторым показателям и относительно низкий уровень мобилизационных возможностей при максимальной мощности кратковременной работы.

Эффективность восстановительных процессов является столь же важной частью тренировочного процесса, что и тренирующие воздействия. Именно в процессе восстановления происходят структурные изменения, лежащие в основе формирования более высокого уровня адаптированности (А.С.Солодков, 1981; И.Н.Солопов, 2001 и др.). Большая скорость протекания восстановительных процессов обеспечивает готовность организма к повторному выполнению физической нагрузки, что лежит в основе интенсификации тренировки в спорте. В этом плане мощность, скорость и эффективность восстановления рассматривается как одна из важнейших характеристик мобилизационных возможностей организма.

Мобилизационные возможности в период восстановления у спортсменов разной специализации оценивались по скорости возвращения к исходному уровню (уровню покоя) показателей ЧСС, легочной вентиляции и потребления кислорода к 1-й и 5-й минутами восстановления.

На рис. 5 представлены изучаемые показатели у спортсменов различной специализации.

Сравнение показателей скорости восстановления ЧСС, VE и VO_2 на 1-ой минуте восстановления у спортсменов различной специализации показывает, что она зависит, прежде всего, от уровня этих параметров при работе максимальной мощности.

Наиболее быстро ЧСС к 1-ой минуте восстановилась у футболистов, у которых этот показатель при W_{max} был наименьшим. У пловцов же показатель ЧСС при W_{max} была наибольшей, вследствие чего ее возвращение к исходному уровню было самым медленным.

Сравнение скорости восстановления изучаемых параметров к 5-ой минуте восстановительного периода обнаруживает весьма четкое различие в зависимости от спортивной специализации. Скорость восстановления всех показателей (ЧСС, VE и VO_2) оказалась наибольшей у футболистов. Несколько медленнее ($P > 0,05$) восстановление этих параметров происходило к исходному уровню у пловцов.

Медленнее всех изучаемые параметры возвращались к исходному уровню к 5-ой минуте восстановления у бегунов, при этом практически по всем позициям статистически достоверно по отношению как к футболистам, так и к пловцам (см. приложение, таб. 3).

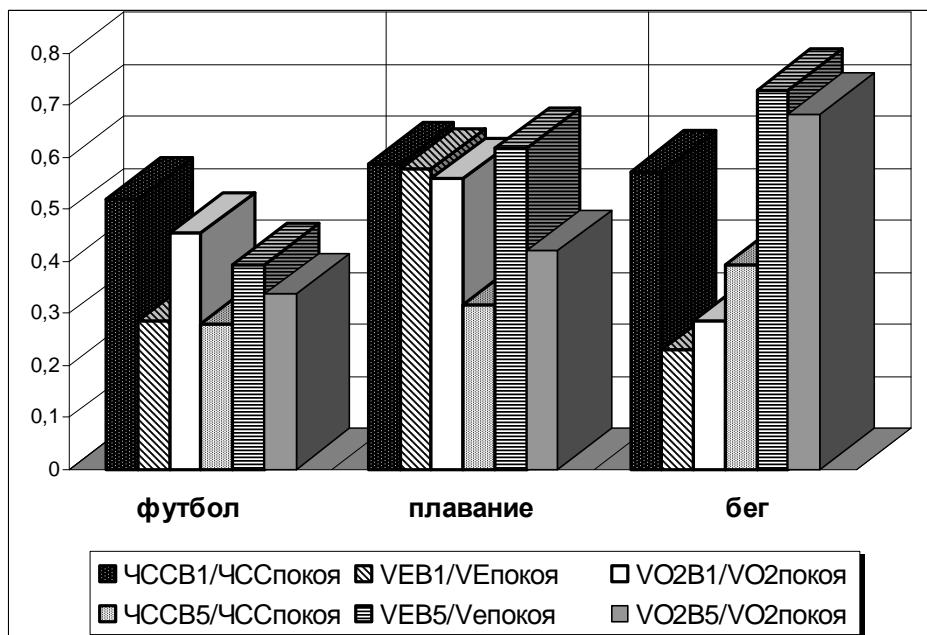


Рис. 5 Показателей функциональной мобилизации у спортсменов разных специализаций в период срочного и отставленного восстановления после мышечной нагрузки.

Таким образом сравнительный анализ параметров функциональной мобилизации восстановления показывает, что они зависят как от величины этих параметров в период предшествующий работы, т.е. от величины показателей предельной мобилизационной способности, так и от спортивной специализации. Так, мобилизация срочного восстановления оказывается существенно выше у легкоатлетов и у футболистов. Мобилизационные возможности в период отставленного восстановления достоверно выше у футболистов и пловцов, тогда как у бегунов скорость мобилизации восстановления к 5-ой минуте снижается.

Таким образом, анализ полученных результатов показывает, что спортсмены, адаптированные к мышечной работе различного характера, существенно отличаются по отдельным показателям мобилизационных возможностей в разные периоды выполнения физической нагрузки и в период восстановления после них.

Реактивность функциональных систем (скорость усиления функции) в начальный период стандартной мышечной работы относительно выше у пловцов по сравнению с бегунами и футболистами, которые демонстрируют почти одинаковые мобилизационные возможности. Столь же одинаковы у них возможности утилизации функционального потенциала, в этот период, которые у пловцов по большинству показателей ниже.

При максимальной мощности кратковременной работы наибольшие величины показателей предельной мощности функционирования и пре-

дельной мобилизации обнаруживаются у пловцов, тогда как утилизирующие возможности оказываются выше у бегунов.

В период восстановления, в срочной фазе, наилучшие мобилизационные возможности демонстрируют бегуны и футболисты. В период оставленного восстановления на первые позиции выходят футболисты и пловцы. При этом скорость мобилизации восстановления в определенной мере зависит и от уровня предельной мобилизации в предшествующий период работы.

Таким образом, прослеживается определенная зависимость мобилизационных возможностей при различных мощностях физической нагрузки и в период восстановления, от особенностей привычной мышечной деятельности (спортивной специализации), к которой адаптированы спортсмены, и именно особенностями характера адаптации и обусловлены данные различия.

ГЛАВА 4. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНОВ

Высокий уровень и длительная стабильность спортивного результата тесно связаны с надежностью, как целостного организма, так и его различных функциональных систем. Надежность организма как живой системы зависит от его возможностей к переработке оптимального количества и качества информации, которая поступает из внешней и внутренней среды в процессе тренировки и восстановления, эффективности механизмов энергопродукции, надежности механизмов регуляции и функциональных возможностей исполнительных органов. Частью общей проблемы надежности является устойчивость организма и его функций. Она может рассматриваться с точки зрения как текущей устойчивости (в ходе выполнения упражнения, проведения тренировочного занятия), так и долговечности сохранения максимальной работоспособности (долговечности работоспособности и отдельных функций в течение тренировочного периода и жизненного цикла).

Функциональная устойчивость, наряду с функциональной экономичностью и мощностью, рассматривается как одно из условий оптимального функционирования основных физиологических систем в процессе выполнения конкретных двигательных задач в заданных рамках внешних условий, т.е. – высокой физической работоспособности (R.T. Withers et al., 1982; С.Ю. Тюленьков, 1986, 1998; В.С. Мищенко, 1986; В.Е. Борилкевич, 1986; В.Н. Артамонов, 1989; М.А. Абрикосова, 1982).

Термин «устойчивость» заимствован из теории систем управления, где под «устойчивостью» понимают способность технической системы восстанавливать своё исходное состояние – нормальный рабочий режим, после его нарушения в результате внешнего возмущения (В.С. Горожанин, 1984).

По отношению к биологическим системам в качестве меры устойчивости указывается на возможность использования представления о «запасе устойчивости», т.е. о широте функционального диапазона между «критическими» границами параметров системы, при которых может произойти потеря её жизненно важных функций. В таком случае, система с высокой степенью устойчивости будет отличаться большими «критическими» значениями параметров и большей удалённостью от этих «критических» границ (В.С. Горожанин, 1984).

Таким образом, возможности любых функциональных систем выражаются: а) в уровне предельной мобилизации соответствующих функций; б) в предельной длительности поддержания функциональной активности на необходимом уровне (А.А. Виру, 1983).

При характеристике двигательной системы Горожанин В.С. (1984) использовал термин «устойчивость» для блока энергообеспечения и определил его, как способность всей системы энергообеспечения функционировать длительное время в условиях постоянного изменения параметров внутренней среды и генерировать при этом необходимое количество энергии, требуемой для выполнения мышечной работы.

В свою очередь, Виру А.А. (1982) указывает, что работоспособность спортсмена во многом зависит от функциональной устойчивости, под которой понимается способность организма сохранять достаточно высокую функциональную активность различных систем в течение длительного времени для выполнения двигательных задач и удержания жизненно важных констант внутренней среды организма.

Таким образом, понятие «устойчивость» тесно связано с понятием «гомеостаза», который в широком смысле рассматривается как относительное динамическое постоянство параметров внутренней среды и устойчивости основных физиологических функций – кровообращения, дыхания, терморегуляции, обмена веществ и энергии (Г.Н. Кассиль и др., 1978).

Непосредственно при выполнении мышечной работы функциональная устойчивость рассматривается, как отражение способности удерживать высокие уровни энергетических процессов и формирования систем организма в условиях предельной интенсивности физических нагрузок, характерных для соревновательной деятельности в спорте (В.С.Мищенко, 1990), а также, как способность организма эффективно осуществлять специфическую двигательную деятельность (решать двигательную задачу) в условиях существенных сдвигов гомеостаза и при воздействии внешних и внутренних помех. При этом следует заметить, что функциональная устойчивость будет в определенной мере различаться по времени, по физиологическим механизмам, ее обеспечивающим, по характеру реакций различных функциональных систем, по структуре энергетического обеспечения и др., в зависимости от таких факторов, как – специфичность и мощность работы, внешние условия, уровень функциональной подготовленности, индивидуально-типологические особенности организма и др.

Функциональная устойчивость – это многокомпонентное свойство организма, которое включает в себя, соответственно структурным компонентам функциональной подготовленности, комплекс факторов, обуславливающих: 1) устойчивость функционирования систем организма (эффективно функционировать) и максимальные сдвиги параметров внутренней среды (В.С. Мищенко, 1990); 2) эмоциональную устойчивость и помехоустойчивость (И.А. Клесов, 1993; А.В. Ивойлов, 1987); 3) устойчивость психических и психомоторных функций (А.П. Герасименко, 1974; Конопкин и др., 1988).

Среди предполагаемых непосредственных механизмов, лежащих в основе развития функциональной устойчивости, следует отметить: меха-

низмы поддержания функциональной активности эндокринной системы (Т.А. Матсин, А.А. Виру, 1978; А.А. Виру, 1982, 1983); механизмы психоэмоциональной резистентности (В.И. Медведев, 1982; А.В. Родионов, 1982; В.И. Баландин, 1984; В.С. Фомин, 1984; В.М. Боев, 1985; С.А. Разумов, 1986; Ю.В. Высочин, 1986); механизмы поддержания энергетического гомеостаза (Л.С. Панин, 1978; В.С. Горожанин, 1984; В.С. Мищенко, 1990); механизмы компенсации утомления (В.Д. Моногаров, 1986); механизмы компенсации нарушения температурного гомеостаза (В.А. Романенко, 1977); механизмы гипоксической устойчивости (С.П. Летунов, 1967; С.П. Летунов, Ф.А. Иорданская и др., 1972; А.С. Мозжухин, Д.Н. Давиденко и др., 1985), а также механизмы устойчивости мобилизационных возможностей физиологических систем (В.Н. Голубев, Д.Н. Давиденко, 1984; А.С. Солодков, 1988; В.С. Мищенко, 1990).

Кроме того, существуют механизмы, которые возможно играют опосредованную роль в формировании высокого уровня функциональной устойчивости. Это механизмы вариабельности функциональных проявлений вегетативного компонента двигательной активности (В.И. Платонов, 1984; О.В. Ващук, 1986; С.Н. Кучкин, 1986; Е.Н. Веретельник, 2000; Н.Д. Граевская, Т.И. Долматова, 2004); механизмы наращивания и реализации резервов ёмкости энергообеспечения (В.С. Мищенко, 1990); механизмы избирательного анаболизма (В.С. Фомин, 1984); механизмы совершенствования тканевого дыхания (И.А. Агаджанян, 1970; В.А. Березовский, 1978; А.З. Колчинская, 1983; А.А. Башкиров, 1985); механизмы повышения точности и пластичности аппарата управления функциональных систем (В.С. Мищенко, 1990).

Однако, несмотря, на безусловную значимость перечисленных механизмов, в литературных источниках практически нет информации о путях их реализации при совершенствовании функциональной устойчивости организма спортсменов, выполняющих специфическую мышечную деятельность, в процессе многолетней спортивной тренировки.

В настоящее время наметилось перспективное направление исследований в этом проблемном поле: изучение способности организма человека совершать работу в условиях нарушения гомеостаза (определение допустимых степеней гетеростаза) (Д.Н. Давиденко, А.С. Мозжухин, 1985). В этом плане весьма актуальным является изучение количественных и качественных параметров функциональной устойчивости выяснение динамики структуры функциональной устойчивости в зависимости от периода тренировки и этапа многолетней подготовки спортсменов.

Весьма важным является решение задачи повышения функциональной устойчивости, которая актуальна как для физиологии спорта, так и для теории и методики спортивной тренировки. В литературе отмечается, что эффективность профессиональной деятельности человека находится в прямой зависимости от его функциональных резервов, расширение кото-

рых достигается за счет физической тренировки, осуществляет, в том числе и в направлении повышения устойчивости к факторам, составляющим специфику условий деятельности. Предлагается повышение устойчивости осуществлять поэтапно: вначале определить ведущие факторы, снижающие работоспособность, затем проанализировать физиологические факторы и механизмы компенсации (по общности компенсации, приспособления и адаптации) и на этой основе разработать программы и методики физической тренировки механизмов повышения устойчивости к специфическим факторам условий деятельности (Д.Н. Давиденко, 1981).

Отдельные вопросы рассматриваемой проблемы в той или иной мере уже ставились, но достаточно полных данных по всем вышеизложенным положениям нет. Практически не освещены закономерности динамики структуры функциональной устойчивости спортсменов на этапах многолетней подготовки. По вопросам оптимизации тренировочного процесса посредством направленных воздействий, создающих дополнительный тренировочный раздражитель имеются лишь единичные работы. Нет единого мнения и о стратегии контроля факторов, определяющих и лимитирующих функциональную устойчивость спортсменов.

Все вышесказанное обуславливает необходимость системного изучения динамики структуры, путей оптимизации функциональной устойчивости, установление диагностической значимости общих и специфических факторов, обуславливающих функциональную устойчивость на разных этапах многолетней подготовки и в зависимости от специфики выполняемой мышечной деятельности.

К настоящему времени вполне четко проявляются вопросы, ответы на которые будут способствовать решению проблемы в целом:

1) Функциональная устойчивость организма человека в условиях интенсивной мышечной деятельности носит системный характер и обуславливается механизмами функционирования на всех уровнях жизнедеятельности: клеточном, тканевом, органом и системном.

2) Устойчивость функционирования организма имеет специфические особенности, как по проявлению, так и по физиологическим механизмам, ее обуславливающим, в зависимости от характера и интенсивности мышечной работы, степени адаптированности к ней и индивидуально-типологических свойств организма.

3) Функциональная устойчивость с ростом тренированности организма повышается и обуславливается гетерохронным включением различных физиологических механизмов, ее обуславливающих и характеризуется их специфическим паттерном (характером взаимоотношения).

4) Повышение функциональной устойчивости эффективно достигается посредством использования целенаправленных методов воздействия на системы и организм в целом и обуславливается совершенствованием и оптимизацией различных механизмов функционирования.

В качестве исходного момента для исследований в этом направлении можно предположить, что функциональная устойчивость физиологических систем генеральное многокомпонентное свойство, обеспечивающее эффективное функционирование организма в условиях существенных сдвигов гомеостаза, носит системный характер и имеет специфические особенности структуры и проявления в зависимости от характера и интенсивности физической нагрузки и индивидуально-типологических свойств организма, характеризуется и обуславливается гетерохронным включением полимодальных разноуровневых физиологических механизмов при росте адаптированности к мышечным нагрузкам и эффективно повышается при целенаправленном воздействии на них.

Кроме, того, мы полагаем, что функциональной устойчивости, как генеральному свойству, присущи следующие основные черты: 1. многоуровневость проявления и обусловленности; 2. многокомпонентность; 3. системность проявления и обусловленности; 4. специфичность проявления и обусловленности; 5. гетерохронизм обусловленности; 6. тренируемость (Е.П. Горбанёва, И.Н. Солопов, А.А. Власов, 2008).

ГЛАВА 5. ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЗАЦИИ У СПОРТСМЕНОВ РАЗНОГО УРОВНЯ АДАПТИРОВАННОСТИ К СПЕЦИФИЧЕСКОЙ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1. Квалификационные особенности функциональной экономизации у спортсменов

В ходе многолетней тренировки в организме протекает закономерный процесс развитие в требуемом направлении функциональных возможностей локомоторного аппарата и физиологических систем, поддерживающих его повышенную двигательную активность и формирование целесообразного взаимодействия между этими системами, которое обеспечивает высокий уровень работоспособности (Ю.В.Верхошанский, 1988).

Важнейшим фактором, определяющим и отражающим уровень функциональной подготовленности спортсмена, является высокая экономизация функционирования организма, характерная для большинства видов спорта (С.П.Летунов, 1967; Ф.Ч.Тхань, 1970; О.М.Гулида, 1986). Экономичность работы зависит от возможностей ряда функциональных систем и механизмов, совершенства техники движений.

Функциональная экономизация проявляется в формировании трех адаптационных приспособлений. Во-первых, в более быстром усилении функций в начале работы, что увеличивает долю участия в ее энергетическом обеспечении выгодных аэробных процессов. Во-вторых, в уменьшении функциональных сдвигов и снижении энергетических расходов во время нагрузки. И в третьих, в ускорении восстановительных процессов (В.М.Волков, 1990; И.Н.Солопов, А.И.Шамардин, 2003).

Квалифицированные спортсмены характеризуются меньшим расходом энергии, меньшими изменениями легочной вентиляции и потребления кислорода. Одна из причин этого состоит в том, что более быстрое усиление функций (вработывание) в начале работы увеличивает долю участия в ее энергетическом обеспечении выгодных аэробных процессов. Этому также способствуют более рациональное сочетание частоты и глубины дыхания, лучшая согласованность отдельных фаз дыхания с движениями (В.В.Михайлов, Г.Панов, 1975).

Существует точка зрения, что экономичность повышается с ростом технического мастерства спортсмена (В. В. Михайлов и др., 1972). При выполнении стандартной работы спортсмены более высокой квалификации тратят энергию более экономно. У мастеров спорта при стандартной работе уровень кислородного запроса примерно в 2 раза меньше, чем у спортсменов, имеющих III спортивный разряд. Способность выполнять работу при высоком проценте потребления кислорода без значительного на-

копления молочной кислоты в крови является важным фактором, определяющим уровень работоспособности. Продолжительность работы при высоком проценте потребления кислорода также существенно связана с квалификацией спортсменов. Бегуны-марафонцы высокой квалификации могут работать на уровне потребления кислорода, достигающем 80—85 % от VO_2max , более двух часов. У спортсменов высокого класса величина максимального потребления кислорода является относительно постоянной, и даже напряженная тренировка аэробных возможностей не всегда приводит к его заметному увеличению. В то же время «процентный максимум», при котором в организме начинает накапливаться молочная кислота, значительно увеличивается в результате тренировки. По мнению Д. Мейхью (1978), бегун на 10000 м, увеличивающий в процессе работы кислородное потребление с 80 до 90 % от VO_2max , может улучшить результаты на 3,03 мин. Происходит это не только вследствие экономичных аэробных реакций, дающих дополнительно значительное количество энергии, но и благодаря отсутствию отрицательного действия накапливающегося в тканях лактата на параметры спортивной техники, скоростные возможности и психическое состояние спортсмена (В.Н.Платонов, 1984).

Все это позволяет предположить, что целенаправленное повышение функциональной экономизации организма спортсменов будет обеспечивать более существенный прирост физической работоспособности, а значит и спортивного результата. Вместе с тем, такое целенаправленное повышение экономизации предполагает наличие рациональной методики тренировки, базирующейся на знании закономерностей развития функциональной экономизации и взаимосвязи ее с такими характеристиками спортсменов, как индивидуально-типологические особенности организма, спортивная специализация, этап многолетней тренировки. Анализ доступной литературы показал, что выше обозначенные сведения в публикациях практически не представлены.

В связи с этим был проведен сравнительный анализ уровня функциональной экономизации у спортсменов различной квалификации в условиях покоя, в процессе выполнения мышечной работы стандартной и предельной мощностей и в период восстановления (методы исследования см. гл. 2).

В качестве одних из информативных критериев экономизации функций организма и уровня тренированности спортсменов выступают различные показатели, регистрируемые в условиях мышечного покоя (Н.Д. Граевская, 1975; В.С.Мищенко, 1990; С.Н.Кучкин, В.М.Ченегин, 1998). Функциональная экономизация в этом случае выражается в урежении частотных и в увеличении объемных параметров вегетативных систем (Ю.Е.Вагин, 1985; Т.М.Синицына, Р.П.Чекурда, 1986; А.П.Исаев и др., 1997).

В таблице 4 представлены средние величины изучаемых показателей в условиях мышечного покоя у спортсменов футболистов различного возраста и подготовленности.

Из представленных данных можно видеть, что средняя ЧСС в условиях мышечного покоя прогрессивно снижается с ростом подготовленности спортсменов. Точно такая же динамика отмечается и по показателю еще одного частотного параметра – частоты дыхания. Что касается величины дыхательного объема, то он, напротив, с ростом квалификации имеет тенденцию к увеличению.

Таблица 4

Средние величины показателей функциональной экономизации у спортсменов футболистов различной квалификации в условиях мышечного покоя ($X \pm m$)

Показатели	Спортивная квалификация			Достоверность различий		
	III-II разряд (13-14 лет) (n=22)	I разряд (15-16 лет) (n=18)	КМС-МС (17-20 лет) (n=16)	I-II	I-III	II-III
	I	II	III			
ЧСС _{покоя} , уд/мин	84,1±2,2	78,8±2,7	77,9±1,4	P>0,05	P<0,05	P>0,05
VE _{покоя} , л/мин	8,1±0,2	7,1±0,3	7,2±0,3	P<0,05	P<0,05	P>0,05
fb _{покоя} , цикл/мин	18,3±1,1	15,9±1,0	13,3±0,3	P>0,05	P<0,05	P<0,05
V _T _{покоя} , мл	466,8±24,3	479,3±39,5	546,1±33,0	P>0,05	P>0,05	P>0,05
V _T /fb _{покоя} , у.е.	28,3±2,6	35,2±6,0	42,0±3,5	P>0,05	P<0,05	P>0,05

Примечание: Здесь и далее достоверность различий по t-критерию Стьюдента.

В литературе ряд авторов отмечает, что экономичность дыхательной функции выражается в рациональном соотношении объемно-временных параметров внешнего дыхания (В.В.Михайлов, Г.Панов, 1975; С.Н.Кучкин, 1986, 1999; В.М.Волков, 1990), которое характеризуется медленным и глубоким дыханием (И.С.Бреслав, 1984; С.Майлс, 1971), что обеспечивает более эффективный газообмен при снижении энергетической стоимости дыхательных движений (G.Grimby, 1976; С.Н.Кучкин, 1986). Исходя из этого мы сочли целесообразным для характеристики экономичности внешнего дыхания ввести специальный коэффициент соотношения объемно-временных параметров паттерна дыхания, выражающийся в отношении величины дыхательного объема к величине частоты дыхания (V_T/fb). Цифровое выражение этого отношения (условные единицы) будет увеличиваться при увеличении дыхательного объема или снижении частоты дыхания, что будет свидетельствовать об увеличении экономичности внешнего дыхания. И, наоборот, при снижении величины дыхательного объема и учащении дыхания – этот коэффициент уменьшаться, отражая тем самым снижение экономичности дыхательного акта (И.Н.Солопов и др., 2007).

Сравнение данного коэффициента у спортсменов различной квалификации показывает его закономерное и даже статистически значимое увеличение с повышением функциональной подготовленности с $28,3 \pm 2,6$, у спортсменов младших разрядов до $42,0 \pm 3,5$ у.е. ($P < 0,01$), у кандидатов в мастера и мастеров спорта.

Представленная динамика объемно-временных параметров вегетативных функций вполне отражает закономерное повышение функциональной экономизации в условиях мышечного покоя у спортсменов с ростом специальной спортивной квалификации.

Как уже отмечалось выше, функциональная экономизация проявляется, в том числе и в уменьшении сдвигов вегетативных систем организма и снижении энергетических затрат во время нагрузки (В.М.Волков, 1990). Исходя из этого, нами был проведен сравнительный анализ показателей, отражающих напряженность функционирования систем организма и их эффективность в процессе выполнения мышечной работы стандартной и максимальной мощностей спортсменами различной квалификации. В качестве таковых рассматривались величины усиления частоты сердечных сокращений, легочной вентиляции и потребления кислорода при нагрузке относительно уровня покоя, доля использования собственных жизненной емкости легких и максимальной вентиляции легких, кислородный пульс, коэффициент использования кислорода из вдыхаемого воздуха, кислородный эффект дыхательного цикла, ватт-пульс а также коэффициент соотношения дыхательного объема к частоте дыхания.

В таблице 5 представлены средние величины изучаемых показателей у спортсменов различного уровня подготовленности.

Таблица 5

Средние величины показателей функциональной экономизации у спортсменов футболистов различной квалификации при физической нагрузке стандартной мощности ($X \pm m$)

Показатели	Спортивная квалификация			Достоверность различий		
	III-II разряд (13-14 лет) (n=22)	I разряд (15-16 лет) (n=18)	КМС-МС (17-20 лет) (n=16)	I-II	I-III	II-III
	I	II	III			
$ЧССW_1/ЧСС_{\text{покоя}}$, %	$161,2 \pm 4,1$	$146,0 \pm 4,7$	$117,6 \pm 12,7$	$P < 0,05$	$P < 0,05$	$P < 0,05$
$VEW_1/VE_{\text{покоя}}$, %	$302,8 \pm 21,7$	$224,3 \pm 13,1$	$179,6 \pm 8,1$	$P < 0,05$	$P < 0,05$	$P < 0,05$
$VO_2W_1/VO_{2\text{покоя}}$, %	$409,6 \pm 23,9$	$309,4 \pm 23,7$	$234,7 \pm 21,9$	$P < 0,05$	$P < 0,05$	$P < 0,05$
VEW_1/MBJ , %	$21,0 \pm 1,5$	$17,0 \pm 1,5$	$12,2 \pm 1,2$	$P > 0,05$	$P < 0,05$	$P < 0,05$
$V_TW_1/ЖЕЛ$, %	$23,6 \pm 1,4$	$18,1 \pm 1,5$	$13,9 \pm 0,8$	$P < 0,05$	$P < 0,05$	$P < 0,05$
$VO_2W_1/VO_{2\text{мах}}$, %	$37,6 \pm 2,6$	$22,0 \pm 2,5$	$16,5 \pm 1,5$	$P < 0,05$	$P < 0,05$	$P > 0,05$
$W_1/ЧССW_1$, кгМ/уд/мин	$3,5 \pm 0,1$	$3,8 \pm 0,1$	$3,7 \pm 0,2$	$P < 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНОВ
И ИХ ОПТИМИЗАЦИЯ

КП W_1 , мл/уд/мин	7,3±0,4	5,2±0,5	4,0±0,3	P<0,05	P<0,05	P<0,05
КИО ₂ W_1 , мл/л/мин	41,1±1,1	36,9±2,8	39,3±4,5	P>0,05	P>0,05	P>0,05
КЭдц W_1 , мл/цикл/мин	35,7±2,3	28,5±3,4	26,8±2,6	P>0,05	P<0,05	P>0,05
Vт/фв W_1 , у.е.	32,5±2,9	36,7±3,6	41,9±5,9	P>0,05	P>0,05	P>0,05

Все показатели регистрировались в процессе выполнения физической нагрузки стандартной мощности, дозируемой по величине индивидуальной частоты сердечных сокращений в диапазоне 120-150 уд/мин.

Из приведенных данных можно видеть, что спортсмены более низкой квалификации выполняют стандартную физическую нагрузку с большим напряжением функциональных систем, а значит менее экономично. У них отмечается достоверно большее увеличение частоты сердечных сокращений, большее увеличение легочной вентиляции и большее усиление потребления кислорода относительно уровня покоя (P<0,05).

Можно также видеть, что с ростом подготовленности спортсменов все выше обозначенные показатели статистически достоверно уменьшаются (P<0,05) от одной квалификационной группы к другой, что можно рассматривать как закономерный процесс.

Следует отметить, что при физической нагрузке стандартной мощности у спортсменов младших разрядов, по сравнению с более квалифицированными в некоторой степени больше величины таких показателей как кислородный пульс (КП W_1), коэффициент использования кислорода из вдыхаемого воздуха (КИО₂ W_1) и кислородный эффект дыхательного цикла (КЭдц W_1), что возможно, является компенсаторной реакцией.

Выше обозначенные обстоятельства указывают на то, что у спортсменов низкой квалификации стандартная физическая нагрузка вызывает более выраженные реакции со стороны функциональных систем организма, которые обеспечивают выполнение работы с большим их напряжением. С ростом квалификации спортсменов происходит планомерное повышение экономичности вегетативного обеспечения мышечной работы, что выражается в существенном уменьшении функциональных сдвигов.

Это находит подтверждение и в закономерном уменьшении процента использования собственных максимальной вентиляции легких, жизненной емкости легких и максимального потребления кислорода при работе стандартной мощности с повышением подготовленности спортсменов. Параллельно с этим происходит оптимизация соотношения объемно-временных параметров внешнего дыхания, что проявляется в увеличении, с ростом квалификации спортсменов, коэффициента соотношения дыхательного объема и частоты дыхания с 32,5±2,9, у спортсменов младших разрядов, до 36,7±3,6 и 41,9±5,9 у.е., у более квалифицированных спортсменов (см. табл. 5).

Оценка функциональной экономизации имеющей место в процессе выполнения мышечной работы максимальной мощности должна производиться на основе несколько иных критериев, чем при выполнении нагрузки

стандартной мощности. При выполнении нагрузок предельной мощности низкие величины показателей реакции функциональных систем не всегда следует, а вернее, не следует вовсе рассматривать как критерий высокой эффективности. Предельные физические нагрузки должны вызывать максимальные функциональные сдвиги, или насколько это возможно большие. В противном случае нагрузки не следует считать предельными.

В случае выполнения физических нагрузок максимальной мощности в качестве основных критериев экономичности следует рассматривать параметры эффективности-экономичности, такие как ватт-пульс, кислородный пульс, коэффициент использования кислорода из вдыхаемого воздуха, кислородный эффект дыхательного цикла (С.Н.Кучкин. 1986, 1999; В.С.Мищенко, 1990).

Исходя из этого посыла, сравнительный анализ квалификационных особенностей функциональной экономизации при предельных физических нагрузках производился по выше обозначенным показателям, средние величины которых приведены в таблице 6.

Представленные данные в полной мере отражают динамику повышения экономичности и эффективности функционирования организма с ростом специальной подготовленности спортсменов при мышечной работе максимальной мощности.

Все изучаемые показатели эффективности функционирования одно-значно, и в большинстве позиций, статистически достоверно, увеличиваются с ростом квалификации спортсменов. Это вполне объяснимо, так как весь процесс подготовки спортсменов направлен на повышение функциональных возможностей организма, и в том числе на повышение эффективности его функционирования (И.Н.Солопов, А.И.Шамардин, 2003).

Обращает на себя внимание и закономерное увеличение коэффициента соотношения объемно-временных параметров паттерна дыхания в условиях выполнения физической нагрузки максимальной мощности, хотя статистически и не достоверное.

Таблица 6

Средние величины показателей функциональной экономизации у спортсменов футболистов различной квалификации при максимальной мощности физической нагрузки ($\bar{X} \pm m$)

Показатели	Спортивная квалификация			Достоверность различий		
	III-II разряд (13-14 лет) (n=22)	I разряд (15-16 лет) (n=18)	КМС-МС (17-20 лет) (n=16)	I-II	I-III	II-III
	I	II	III			
$W_{\max}/ЧСС_{\max}$, кГм/уд/мин	5,5±0,3	7,1±0,2	7,0±0,2	P<0,05	P<0,05	P>0,05
КП _{max} , мл/уд/мин	13,8±0,5	14,8±0,3	16,1±1,0	P>0,05	P<0,05	P>0,05

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНОВ
И ИХ ОПТИМИЗАЦИЯ

КИО _{2max} , мл/л/мин	31,5±1,1	41,7±2,2	45,8±2,8	P<0,05	P<0,05	P>0,05
КЭдц _{max} , мл/цикл/мин	53,3±3,7	66,0±2,7	77,2±5,3	P<0,05	P<0,05	P>0,05
V _T /f _b _{max} , у.е.	35,8±4,4	39,6±2,2	44,3±3,3	P>0,05	P>0,05	P>0,05

На этом основании с большой долей уверенности можно говорить, что оценка функциональной экономизации наиболее адекватна именно по показателям, фиксируемым в процессе выполнения физических нагрузок максимальной мощности. Это весьма важно и в связи с тем, что функциональные возможности, наращиваемые в процессе тренировки, должны трансформироваться в максимально высокий спортивный результат, как правило, демонстрируемый на фоне предельных физических нагрузок.

Восстановлению физической работоспособности в условиях современной спортивной деятельности придается столь же большое значение, как и тренирующим воздействиям (П.И.Готовцев, В.И.Дубровский, 1981; В.П.Зотов, 1990; В.М.Волков, 1990; А.И.Шамардин, 2000; А.И.Шамардин и др., 2000; И.Н.Солопов, А.И.Шамардин, 2003). В этом плане весьма важным критерием и проявлением функциональной экономизации является динамика восстановительных процессов, и в первую очередь скорость их протекания.

Исходя из этого в нашем исследовании сравнительному анализу подвергались показатели, зарегистрированные к концу первой минуты восстановления (срочное восстановление) у трех квалификационных групп спортсменов. При этом оценивалась не только скорость восстановления (по величине возвращения к уровню покоя таких показателей, как частота сердечных сокращений и легочная вентиляция, в % - ЧСС_{В1}/ЧСС_{покоя}, VE_{В1}/VE_{покоя}), но и эффективность и экономичность функционирования организма в этот период, которые сравнивались по среднегрупповым величинам показателей кислородного пульса (КПВ₁), коэффициента использования кислорода из вдыхаемого воздуха (КИО₂В₁), кислородного эффекта дыхательного цикла (КЭдцВ₁) и коэффициента соотношения объемно-временных параметров паттерна дыхания (V_T/f_b В₁).

Из представленных в таблице 7 данных можно видеть, что скорость возвращения частоты сердечных сокращений к уровню покоя на первой минуте восстановления была наименьшей у спортсменов более низкой квалификации, а наибольшей у спортсменов высокой квалификации. Скорость восстановления легочной вентиляции была практически одинаковой представителей всех квалификационных групп.

Что касается показателей эффективности и экономичности функционирования вегетативных систем, то они также оказались выше по всем позициям у более подготовленных спортсменов. И хотя различия в этих показателях в большинстве случаев не были статистически достоверными, тенденция к их увеличению с ростом квалификации спортсменов проявилась вполне однозначно.

Проведенный анализ со всей очевидностью продемонстрировал квалификационные различия параметров функциональной экономизации у спортсменов в период срочного восстановления – с ростом подготовленности закономерно увеличивается скорость восстановительных процессов и повышается их эффективность.

Таким образом, следует констатировать, что с ростом функциональной подготовленности спортсменов происходит закономерное повышение функциональной экономизации, как в покое, так и в процессе выполнения физических нагрузок стандартной и предельной мощностей и в период восстановления. В условиях покоя это выражается в снижении величин частотных и некотором увеличении объемных показателей вегетативных функций и оптимизации их соотношения.

Таблица 7

Показатели функциональной экономичности и эффективности в период восстановления у спортсменов разной квалификации ($\bar{X} \pm m$)

Показатели	Спортивная квалификация			Достоверность различий		
	III-II разряд (13-14 лет) (n=22)	I разряд (15-16 лет) (n=18)	КМС-МС (17-20 лет) (n=16)	I-II	I-III	II-III
	I	II	III			
ЧСС _{В1} /ЧСС _{покоя} , %	162,8±4,9	181,4±6,7	144,9±16,3	P<0,05	P>0,05	P<0,05
VEB ₁ /VE _{покоя} , %	582,6±30,6	544,7±42,3	589,5±76,4	P>0,05	P>0,05	P>0,05
КПВ ₁ , мл/уд/мин	8,7±0,5	7,7±0,7	9,9±1,3	P>0,05	P>0,05	P>0,05
КИО ₂ В ₁ , мл/л/мин	26,1±1,8	30,3±2,9	36,4±2,8	P>0,05	P<0,05	P>0,05
КЭдц В ₁ , мл/цикл/мин	39,2±3,7	40,9±3,8	53,2±7,2	P>0,05	P>0,05	P>0,05
Vт/fb В ₁ , у.е.	48,1±5,1	52,1±3,3	51,5±4,8	P>0,05	P>0,05	P>0,05

Стандартная физическая нагрузка у спортсменов низкой квалификации вызывает более выраженные функциональные реакции, которые с ростом квалификации существенно уменьшаются. Повышение функциональной экономизации с ростом квалификации спортсменов при выполнении физических нагрузок предельной мощности, прежде всего, проявляется в увеличении показателей эффективности функционирования организма.

Столь же однозначны квалификационные различия параметров функциональной экономизации у спортсменов в процессе восстановления – с ростом подготовленности закономерно увеличивается скорость восстановительных процессов и повышается их эффективность.

5.2. Функциональная экономизация у спортсменов различной специализации

Систематические занятия определенными физическими упражнениями спортивного характера постепенно совершенствуют строение организма путем развития тех или иных морфологических особенностей, обеспечивающих выполнение данного вида работы. Это, в свою очередь, увеличивает функциональную активность определенных тканей, органов и систем, способствует экономизации конкретной работы и достижению более высоких спортивных результатов (В.Г.Петрухин, 1985). В этом плане именно высокая экономизация функционирования организма выступает важнейшим фактором, определяющим и отражающим уровень подготовленности спортсмена в большинстве видов спорта (С.П.Летунов, 1967; Ф.Ч.Тхань, 1970; О.М.Гулида, 1986).

В спорте экономизацию функций как процесс рассматривают в нескольких направлениях: совершенствование спортивной техники, формирование эффективной структуры движений обозначают как техническая (или биомеханическая) экономизация, развитие процессов адаптации отдельных функциональных систем и организма в целом называют функциональной (физиологической) экономизацией. Кроме того, немаловажной является антропометрическая экономичность, которая связана с рядом особенностей телосложения, таких как масса и длина тела, объем мышечной массы, процент жира в организме и др. (Дж.Таннер, 1979; В.С.Горожанин, 1984; В.М.Волков, 1990).

Биомеханическая экономизация предполагает повышение экономичности движений двумя путями: 1) снижением величин энергозатрат в каждом цикле (например, в каждом шаге); 2) рекуперацией энергии - преобразованием кинетической энергии в потенциальную и ее обратным переходом в кинетическую (Д.Д.Донской, В.М.Зациорский, 1979). Она проявляется в том, что в процессе совершенствования двигательного навыка возможна экономизация энергии на 7-25% (А.Б.Гандельсман, 1968, цит. по: В.М.Волков, 1990; В.В.Михайлов, 1968). Это происходит за счет большей концентрации мышечных усилий, избирательного торможения мотонейронов «лишних мышц», более полного «выключения» мышц-антагонистов, лучшего использования реактивных и инерционных сил (В.М.Волков, 1990). Под влиянием тренировки происходит устранение избыточной напряженности мышц и сближение латентного времени произвольного сокращения и расслабления, в основном за счет заметного сокращения времени расслабления (В.Д.Федоров, 1958; Ю.В.Высочин, 1986).

Функциональная экономизация проявляется в формировании трех адаптационных приспособлений. Во-первых, в более быстром усилении функций в начале работы, что увеличивает долю участия в ее энергетическом обеспечении выгодных аэробных процессов. Во-вторых, в уменьше-

нии функциональных сдвигов и снижении энергетических расходов во время нагрузки. И в третьих, в ускорении восстановительных процессов (В.М.Волков, 1990; И.Н.Солопов, А.И.Шамардин, 2003).

Уровень экономичности связан со спортивной специализацией и особенностями тренировки спортсменов. Ю.Д.Тюрин и Е.А.Ширковец (1973), исследуя экономичность бега легкоатлетов высокого класса в зависимости от их специализации, показали, что величина лактатного кислородного долга у стайеров в 2 раза меньше, чем у средневиков. Эта разница определяет общее соотношение аэробных и анаэробных процессов в энергообеспечении работы; в группе средневиков общий кислородный долг составляет 47 % его прихода, в группе стайеров — 31 %. Отмечается, что при мышечной деятельности дыхание более эффективно и экономично у стайеров и наименее эффективно и экономично у спринтеров (В.А.Антикова, 1976).

Все выше изложенное позволяет предположить, что целенаправленное повышение функциональной экономизации организма спортсменов будет обеспечивать более существенный прирост физической работоспособности, а значит и спортивного результата. Вместе с тем, такое целенаправленное повышение экономизации предполагает наличие рациональной методики тренировки, базирующейся на знании закономерностей развития функциональной экономизации и взаимосвязи ее с такими характеристиками спортсменов, как квалификация, индивидуально-типологические особенности организма, спортивная специализация. Специфические особенности функциональной подготовленности спортсменов различных видов спорта, и присущие этим видам характеристики функциональной экономизации должны стать объектом наиболее пристального внимания. Это обусловлено тем, что в основе повышения специальной работоспособности лежит морфофункциональная специализация, заключающаяся в избирательном приспособительном совершенствовании функциональных возможностей организма, имеющих преимущественное значение для конкретной спортивной деятельности (Ю.В.Верхошанский, 1988).

Функциональная экономизация является важнейшим результатом и характеристикой адаптации организма к мышечной деятельности, которая проявляется в повышении экономичности функционирования двигательного аппарата, системы регуляции функций и систем вегетативного обеспечения организма. При этом проявления функциональной экономизации заметны как в покое, так и в разные фазы физической нагрузки и в период восстановления после них. В деятельности практически всех физиологических систем, которые в той или иной мере задействованы в обеспечении мышечной деятельности.

Экономизация функций в условиях относительного мышечного покоя является одной из наиболее признанных характеристик тренированности (В.С.Мищенко, 1990). Например урежение ЧСС в покое рассматрива-

ется в качестве одного из главных критериев совершенствования функции вегетативного обеспечения организма (С.Н.Кучкин, В.М.Ченегин, 1998). Это подтверждается тем обстоятельством, что у спортсменов высокой квалификации наблюдается существенное снижение ЧСС в условиях покоя (Н.Д.Граевская, 1975). В принципе это касается и других частотных параметров вегетативных систем, например частоты дыхания (Ю.Е.Вагин, 1985; Т.М.Синицына, Р.П.Чекурда, 1986; А.П.Исаев и др., 1997).

Исходя из выше изложенного весьма интересен сравнительный анализ средних величин ЧСС и показателей внешнего дыхания (VE , V_T и fb) у представителей разных спортивных специализаций (рис 6).

Из представленной диаграммы можно видеть, что величины ЧСС в покое у спортсменов разных специализаций несколько различаются, хотя и статистически недостоверно (см. приложение, табл.4). Наименьшая величина в покое обнаружилась у пловцов. Почти такой же ее уровень был отмечен и у футболистов. Что касается объемно-временных параметров внешнего дыхания, то они весьма разнятся. Уровень легочной вентиляции находился в пределах от 7,3 у пловцов, до 12,4 л/мин у бегунов, что впрочем, мало, о чем говорит. Частота дыхания наименьшей была у пловцов ($13,0 \pm 0,7$ цикл/мин), затем у футболистов ($15,5 \pm 0,8$ цикл/мин). У бегунов она составила $17,2 \pm 1,2$ цикл/мин. При этом величина дыхательного объема была наибольшей у бегунов – $748,1 \pm 61,9$ мл, затем у пловцов – $594,4 \pm 51,1$ мл и у футболистов – $484,0 \pm 30,0$ мл. Можно видеть, что по параметру частоты дыхания предпочтительнее выглядят пловцы, по величине дыхательного объема – бегуны.

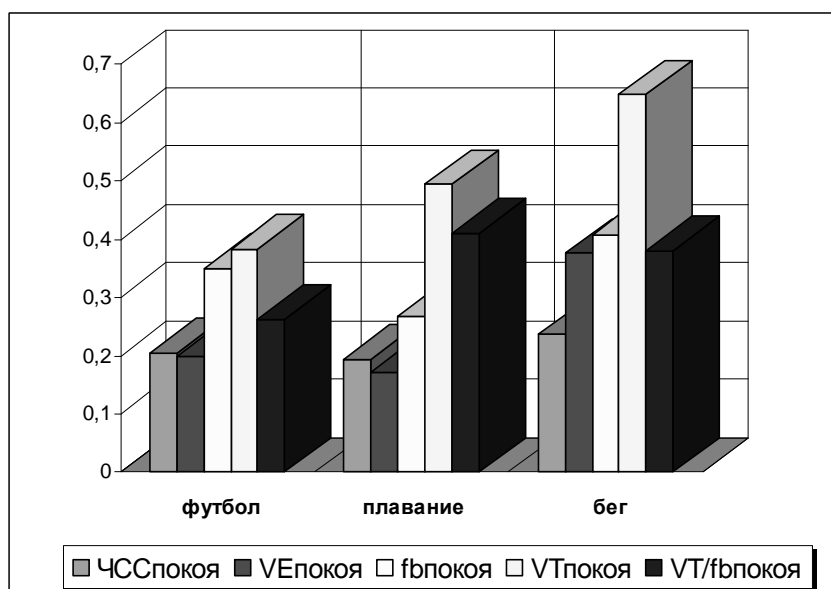


Рис. 6 Показатели функциональной экономичности и эффективности у спортсменов разных специализаций в условиях мышечного покоя

В литературе отмечается, что экономичность функции дыхания обусловливается и выражается в рациональном (оптимальном) соотношении объемно-временных параметров паттерна дыхания (В.В.Михайлов, Г.Панов, 1975; С.Н.Кучкин, 1986, 1999; В.М.Волков, 1990). Ряд исследователей (И.С.Бреслав, 1984; С.Майлс, 1971) считает, что при более редком и глубоком дыхании создаются наилучшие условия для газообмена. При этом энергетическая стоимость самих дыхательных движений минимизируется (G.Grimby, 1976; С.Н.Кучкин, 1986).

На этом основании для характеристики экономичности внешнего дыхания нами ранее был предложен коэффициент соотношения объемно-временных параметров паттерна дыхания, выражающийся в отношении величины дыхательного объема к величине частоты дыхания - V_T/f_b (И.Н.Солопов и др., 2007). Сравнение этого коэффициента показывает, что он оказался наибольшим у пловцов, несколько меньше у бегунов, и на самом низком уровне – у футболистов. Мы полагаем, что это в полной мере отражает более эффективное и экономичное соотношение объемно-временных параметров паттерна дыхания у пловцов в состоянии покоя по отношению к представителям других исследуемых видов спорта.

Экономизация функций при стандартной мощности физической нагрузки также выступает в качестве критерия функциональной подготовленности спортсменов (В.С.Мищенко, 1990). В этом плане отмечается, что весьма важным приспособительным эффектом, отражающим функциональную экономизацию, является скорость усиления функций в начальной фазе физической нагрузки (В.М.Волков, 1990; И.Н.Солопов, А.И.Шамардин, 2003). В этом случае эффект экономизации обуславливается тем, что более быстрое вращивание увеличивает долю участия в энергообеспечении работы выгодных аэробных процессов. Соотношение использования малоэкономичных анаэробных источников энергии и экономичных аэробных, а также величины общих энергетических трат на единицу выполненной работы характеризуют уровень ее экономичности (В.М.Волков, 1990).

Наряду с этим показателем экономичности и эффективности функционирования является и уровень утилизационных возможностей, которые проявляются в степени использования имеющихся морфофункциональных мощностей, например процент использования собственной ЖЕЛ при работе, уровень легочной вентиляции при работе в процентах от индивидуальной МВЛ и др. (В.С.Мищенко, 1984; С.Н.Кучкин, 1986; Т.И.Гулбиани, 1991). Хорошо отражают состояние функциональной экономизации и показатели эффективности функций сердечно-сосудистой и респираторной систем и их сопряженности – кислородный эффект дыхательного цикла (КЭДЦ), коэффициент использования кислорода из вдыхаемого воздуха (КИО₂) и кислородный пульс (КП - $VO_2 / ЧСС$). Последний рассматривается в качестве показателя экономичности и эффективности системы снаб-

жения организма кислородом, эффективности взаимодействия дыхательной и сердечно-сосудистой систем (С.Н.Кучкин, В.М.Ченегин, 1981; М.М.Marbut, А.А.Wade, 1988). Очень часто для характеристики экономичности функционирования организма при физической нагрузке используется такой показатель, как ватт-пульс, отражающий степень напряжения вегетативного обеспечения отнесенного к единице выполненной работы (В.С.Мищенко, 1990).

Средние величины показателей, зарегистрированных в начальной фазе физической нагрузки, послужили предметом сравнительного анализа у представителей различных видов спорта (рис. 7).

Сравнение всех изучаемых показателей у спортсменов различных специализаций в период вработывания показывает, что все параметры функциональной экономичности у пловцов находятся на более высоком уровне, чем у бегунов, и особенно – у футболистов. У пловцов оказалась выше и реактивность сердечно-сосудистой и дыхательной систем, и показатели эффективности сопряженности этих систем, и показатель экономичности вегетативного обеспечения мышечной работы – ватт-пульса. У них оказалось и более выгодное соотношение объемно-временных параметров внешнего дыхания (см. приложение, табл. 5). На второй позиции, так же практически по всем изучаемым показателям, за некоторым исключением, находятся бегуны.

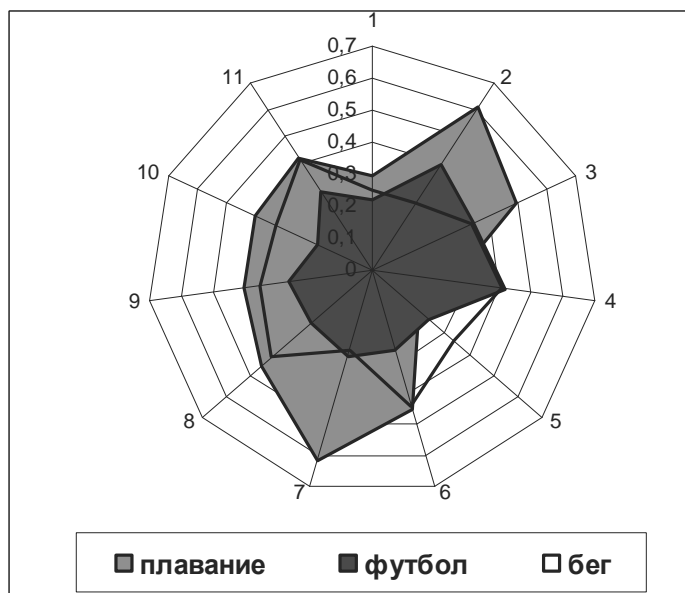


Рис. 7 Показатели функциональной экономичности и эффективности у спортсменов разных специализаций в начальной фазе стандартной физической нагрузки: **1** - $\frac{ЧСС_{W_1}}{ЧСС_{покоя}}$, %; **2** - $\frac{VE_{W_1}}{VE_{покоя}}$, %; **3** - $\frac{VO_2 W_1}{VO_{2покоя}}$, %; **4** - $\frac{VE_{W_1}}{MBL}$, %; **5** - $\frac{V_{T W_1}}{ЖЕЛ}$, %; **6** - $\frac{VO_2 W_1}{VO_{2max}}$, %; **7** - $\frac{W_1}{ЧСС_{W_1}}$, кгм/уд/мин; **8** - КП W_1 , мл/уд/мин; **9** - КП W_1 , мл/уд/мин; **10** - КЭдц W_1 , мл/цикл/мин; **11** - $\frac{V_{T/fb} W_1}{y.e.}$

Для спортивной практики, особенно для прогноза эффективности деятельности при соревновательных нагрузках, наиболее важны показатели функциональной экономизации, демонстрируемые спортсменами при максимальных мощностях мышечной работы. В этом случае экономичность рассматривается как функциональная и метаболическая «цена» высоких уровней мощности нагрузки (В.С.Мищенко, 1990) и, прежде всего, оцениваются такие параметры экономичности функционирования как расход энергии на единицу работы, степень напряженности вегетативных функций, в том числе в соотношении с мощностью выполняемой внешней механической работы, оптимальность соотношения объемно-временных параметров паттерна дыхания, степень использования морфофункционального потенциала. В таблице 8 представлены средние величины показателей функциональной экономичности и эффективности при выполнении кратковременной мышечной нагрузке максимальной мощности у представителей разных видов спорта. Сравнение изучаемых показателей функциональной экономичности у спортсменов разных специализаций показало существенное преимущество представителей плавания. У пловцов были значительно больше величины ватт-пульса, кислородного пульса, кислородного эффекта дыхательного цикла и коэффициента соотношения объемно-временных параметров внешнего дыхания по отношению, как футболистов, так и бегунов.

Коэффициент использования кислорода из вдыхаемого воздуха у пловцов оказался практически на одном уровне с футболистами ($P > 0,05$), тогда как у бегунов этот показатель оказался существенно ниже по отношению как к пловцам, так и к футболистам (см. табл. 8).

Таблица 8

Экономичность и эффективность функционирования организма спортсменов различных специализаций при кратковременной физической нагрузке максимальной мощности ($\bar{X} \pm t$)

Показатели	Спортивная специализация			Достоверность различий		
	Футбол (n=25)	Плавание (n=18)	Бег (n=17)	I-II	I-III	II-III
	I	II	III			
$W_{\max}/\text{ЧСС}_{\max}$, кГм/уд/мин	$7,1 \pm 0,2$	$9,2 \pm 0,5$	$6,9 \pm 0,2$	$P < 0,01$	$P > 0,05$	$P < 0,01$
КП_{\max} , мл/уд/мин	$15,0 \pm 0,5$	$18,6 \pm 0,8$	$16,3 \pm 0,5$	$P < 0,01$	$P > 0,05$	$P < 0,05$
$\text{КИО}_{2\max}$, мл/л/мин	$42,0 \pm 2,6$	$41,4 \pm 1,5$	$28,3 \pm 1,5$	$P > 0,05$	$P < 0,01$	$P < 0,01$
$\text{КЭ}_{\text{ДЦ}\max}$, мл/цикл/мин	$68,3 \pm 4,2$	$95,4 \pm 4,1$	$59,4 \pm 2,6$	$P < 0,01$	$P > 0,05$	$P < 0,01$
$\text{VE}_{\max}/\text{МВЛ}$, %	$69,2 \pm 3,4$	$50,5 \pm 3,1$	$84,5 \pm 4,1$	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$P < 0,01$
$\text{V}_{\text{T}\max}/\text{ЖЕЛ}$, %	$36,9 \pm 1,5$	$37,3 \pm 1,5$	$43,9 \pm 1,5$	$P > 0,05$	$P < 0,01$	$P < 0,01$
$\text{V}_{\text{T}}/\text{fb}_{\max}$, у.е.	$40,8 \pm 2,2$	$64,4 \pm 4,2$	$41,9 \pm 2,4$	$P < 0,01$	$P > 0,05$	$P < 0,01$

Что касается реализации собственного морфофункционального потенциала, которая оценивалась в нашем исследовании по величине процента использования собственных ЖЕЛ и МВЛ, то у пловцов она оказалась ниже по отношению, как к бегунам, так и к футболистам ($P < 0,01$).

Возможно, это обстоятельство обусловлено условиями выполнения привычной мышечной работы в водной среде. Как известно, спортивное плавание сопряжено с выполнением дыхательных движений при довольно большом гидростатическом давлении на грудную клетку, что обуславливает ограничение ее экскурсий (И.Н.Солопов, 1988; И.Н.Солопов, С.А.Бакулин, 1996). Определенное затруднение легочной вентиляции, в свою очередь неизбежно приводит к повышению показателей эффективности и экономичности газообмена. Такая ситуация и отражается в размерах обозначенных показателей у пловцов, которые вероятно и демонстрируют определенный стереотип вегетативной реакции.

В этой связи обращает на себя внимание весьма существенное преимущество пловцов по величине введенного нами коэффициента соотношения объемно-временных параметров паттерна дыхания, который у них составил $64,4 \pm 4,2$ у.е, тогда как у бегунов и футболистов он равнялся в среднем, соответственно $41,9 \pm 2,4$ и $40,8 \pm 2,2$ у.е ($P < 0,01$), см. табл. 8.

Весьма вероятно, что это обстоятельство является следствием специфики такого вида спорта, как плавание. Известно, и это неоднократно отмечалось в специальной литературе (С.Майлс, 1971; И.Н.Солопов, 1988; И.Н.Солопов, С.А.Бакулин, 1996), что в условиях водной среды дыхание у человека характеризуется увеличением дыхательного объема при снижении частоты дыхательных циклов, что обеспечивает уменьшение скоростей дыхательных потоков и тем самым снижение энергетической стоимости дыхательных движений. Такое соотношение объемно-временных параметров внешнего дыхания выражается, как уже отмечалось выше, в увеличении коэффициента их соотношения. Мы полагаем, что данная особенность осуществления внешнего дыхания у пловцов и проявляется при тестировании как с максимальной и стандартной нагрузками, так и в покое и в период восстановления.

Для развития необходимого уровня адаптированности и проявления высокого уровня физической работоспособности наряду с экономичностью функционирования в разные периоды выполнения физической нагрузки, большое значение имеет и экономичность, и эффективность функционирования в период восстановления.

Функциональная экономичность восстановительных процессов, прежде всего, связывается со скоростью их протекания. Это обусловлено двумя аспектами. Во-первых, именно в процессе восстановления происходят морфофункциональные перестройки, лежащие в основе развития адаптированности, наращивания функциональных возможностей организма. Во-вторых, скорость протекания восстановления обуславливает готовность

организма к повторной работе в условиях напряженной тренировки, когда время полного или частичного вооствановления определяет начало и интенсивность таковой работы.

Исходя из выше обозначенного нами и производился анализ показателей экономичности восстановления. На рис. 8 представлены показатели экономичности функционирования организма у спортсменов разных специализаций в восстановительном периоде.

Сравнительный анализ показателей функциональной экономичности и эффективности у спортсменов разных специализаций в восстановительном периоде обнаруживает не столь однозначную картину, как это проявилось, например при выполнении максимальной нагрузки, когда по всем параметрам наиболее выгодно выглядели спортсмены пловцы.

Так, к первой минуте восстановления скорость возвращения показателей вегетативных систем к исходному уровню (уровню покоя) была наибольшей по ЧСС у футболистов, а по величине легочной вентиляции – у бегунов. Наименьшая скорость возвращения вегетативных показателей к уровню покоя отмечается у пловцов (см. рис. 8).

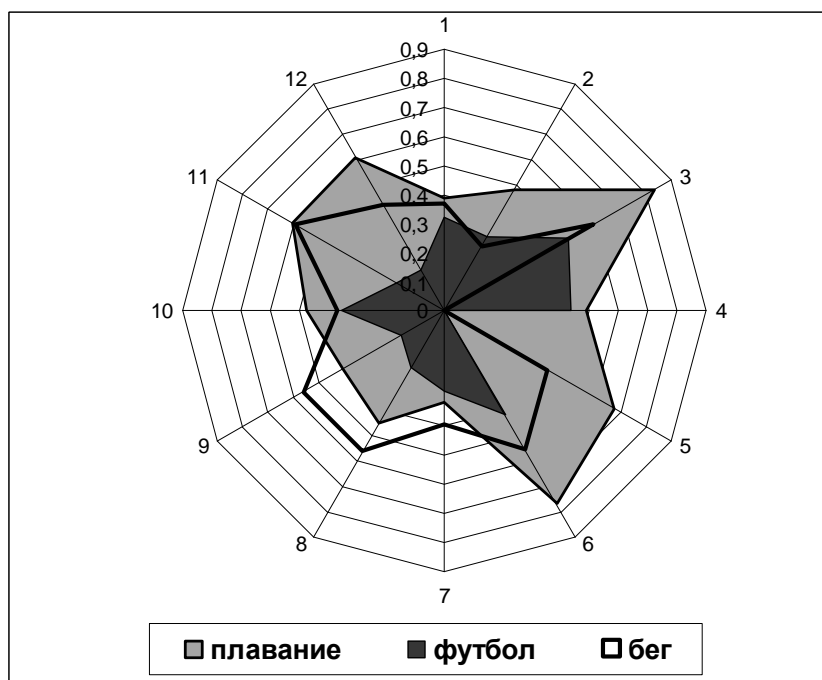


Рис. 8 Показатели функциональной экономичности и эффективности в период восстановления у спортсменов разных специализаций:

1 - ЧСС_{В1}/ЧСС_{покоя}, %; 2 - VЕВ₁/VЕ_{покоя}, %; 3 - КПВ₁, мл/уд/мин; 4 - КИО₂В₁, мл/л/мин; 5 - КЭ_{дц} В₁, мл/цикл/мин; 6 - V_{т/fb} В₁, у.е.; 7 - ЧССВ₅/ЧСС_{покоя}, %; 8 - VЕВ₅/VЕ_{покоя}, %; 9 - КПВ₅, мл/уд/мин; 10 - КИО₂ В₅, мл/л/мин; 11 - КЭ_{дц} В₅, мл/цикл/мин; 12 - V_{т/fb} В₅, у.е.

К пятой минуте восстановительного периода скорость восстановления ЧСС к исходному уровню опять же была наибольшей у футболистов, так же как и скорость восстановления легочной вентиляции. Однако к этому моменту на вторые позиции выходят пловцы. Наихудшие результаты демонстрируют уже бегуны.

Вместе с тем, в большинстве случаев показатели экономичности и эффективности и сопряженности функций сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а так же параметры экономичности дыхательной функции наилучшими вновь оказались именно у пловцов. Только по величине кислородного пульса на пятой минуте восстановления они уступают бегунам ($P < 0,05$), которые обнаруживают наибольшую величину этого показателя.

При этом следует отметить весьма низкие величины кислородного пульса и кислородного эффекта дыхательного цикла у футболистов, зарегистрированные у них как на первой минуте, так и особенно, на пятой минуте восстановительного периода.

Вполне возможно, что очень низкие величины $KЭ_{дц}$, которые почти в два раза ниже, чем у пловцов, обуславливаются у них наихудшим соотношением объемно-временных параметров внешнего дыхания. Соответствующий коэффициент (V_T/fb) у футболистов так же находился на самом низком уровне, по сравнению с величиной этого показателя у бегунов и особенно, у пловцов (см. приложение, табл. 6).

Полученные в исследовании результаты показывают, что в условиях покоя уровень показателей функциональной экономизации наиболее высок у пловцов по сравнению с представителями других видов спорта, что выражается в величине и соотношении объемно-временных параметров сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Проявление функциональной экономичности в период вработывания, на первой минуте выполнения стандартной мышечной работы, и в процессе выполнения кратковременной мышечной нагрузки максимальной мощности, оказывается существенно выше у представителей циклических видов спорта, особенно опять же у пловцов, практически по всем изучаемым показателям.

Восстановительные процессы, как в фазе срочного, так и в фазе отставленного восстановления, характеризуются различным уровнем проявления отдельных параметров функциональной экономизации и эффективности у спортсменов разных специализаций. Если наибольшую скорость восстановления демонстрируют футболисты, то наилучшие показатели эффективности сопряженности сердечно-сосудистой и респираторной систем, экономичности функционирования дыхательной системы и оптимальности соотношения объемно-временных параметров паттерна дыхания обнаруживают пловцы. На второй позиции, по большинству оцениваемых показателей, находятся бегуны. Футболисты же показывают самый низкий

уровень этих параметров, который почти в два раза ниже такового у бегунов, и особенно у пловцов.

Таким образом, анализ параметров функциональной экономизации показывает вполне определенную ее зависимость от характера привычной мышечной деятельности. При этом эта зависимость неоднозначна в условиях оперативного покоя, в разные фазы выполнения физической нагрузки и в период восстановления после нее. Обнаруживаемые различия, на наш взгляд, обуславливаются как спецификой привычной мышечной деятельности и условиями ее осуществления, к которой у спортсменов формируется устойчивая адаптация, так и характером, интенсивностью и объемом тренирующих воздействий.

5.3. Функциональная экономизация внешнего дыхания у спортсменов различной квалификации и специализации

Систематические занятия определенными физическими упражнениями спортивного характера постепенно совершенствуют строение организма путем развития тех или иных морфологических особенностей, обеспечивающих выполнение данного вида работы. Это, в свою очередь, увеличивает функциональную активность определенных тканей, органов и систем, способствует экономизации конкретной работы и достижению более высоких спортивных результатов (В.Г.Петрухин, 1985). В этом плане именно высокая экономизация функционирования организма выступает важнейшим фактором, определяющим и отражающим уровень подготовленности спортсмена в большинстве видов спорта (С.П.Летунов, 1967; Ф.Ч.Тхань, 1970; О.М.Гулида, 1986; И.Н.Солопов и др., 2007).

Занятия спортом благотворно воздействуют на развитие аппарата внешнего дыхания и эффективность функционирования составляющих его звеньев: верхних дыхательных путей, воздухоносных путей: трахей, бронхов, легких и их конечных участков - альвеол, а также дыхательных мышц, обеспечивающих при мышечной работе соответствующий режим вентиляции и оптимальные условия для диффузии газов в легочные капилляры и в кровь.

В то же время выполнение интенсивной мышечной работы, весьма часто в течении весьма продолжительного времени, предъявляет повышенные требования к системе дыхания человека, ко всем ее звеньям, в том числе и к внешнему дыханию. В этом плане экономичность функционирования аппарата внешнего дыхания выступает в качестве фактора, определяющего и лимитирующего аэробную производительность, и в конечном итоге, физическую работоспособность спортсменов (С.Н.Кучкин, 1986).

Под экономичностью внешнего дыхания понимает такое его качество, которое позволяет обеспечивать метаболические потребности организ-

ма за счет наименьшего усиления вентиляции, при самом большом метаболическом эффекте дыхательного цикла и наименьшей кислородной стоимости дыхательного аппарата. Повышение эффективности и экономичности внешнего дыхания при мышечной деятельности обусловлено следующими факторами: увеличением дыхательного объема, диффузионной поверхностью и диффузионной способностью легких, увеличением соотношения между альвеолярной вентиляцией и минутным объемом дыхания, вентиляцией и перфузией в легких (В.А.Антикова, 1976).

В литературе отмечается, что экономичность функции дыхания обуславливается и выражается, в том числе, в рациональном (оптимальном) соотношении объемно-временных параметров паттерна дыхания (В.В.Михайлов, Г.Панов, 1975; С.Н.Кучкин, 1986, 1999; В.М.Волков, 1990). Ряд исследователей (С.Майлс, 1971; И.С.Бреслав, 1984) считает, что при более редком и глубоком дыхании создаются наилучшие условия для газообмена. При этом энергетическая стоимость самих дыхательных движений минимизируется (G.Grimby, 1976; С.Н.Кучкин, 1986).

Исходя из этого, очень часто производят анализ и сравнение таких параметров паттерна дыхания как частота дыхания и дыхательный объем в разные моменты выполнения мышечной работы. Изменения этих параметров нередко происходит разнонаправленно и оценить экономичность внешнего дыхания при их раздельном анализе бывает затруднительно.

Поэтому для характеристики экономичности внешнего дыхания, как отмечалось ранее, целесообразно использовать специальный коэффициент соотношения объемно-временных параметров паттерна дыхания - V_t/fb (И.Н.Солопов и др., 2007). Данный коэффициент более удобен для оценки эффективности и экономичности внешнего дыхания, чем показатели частоты дыхания и дыхательного объема по отдельности.

В этом плане, весьма интересно выяснить показатели данного коэффициента у спортсменов различной подготовленности и спортивной специализации, в условиях покоя, разные периоды выполнения мышечной работы и в период восстановления (методы исследования см.гл. 2).

В таблице 9 представлен коэффициент соотношения объёмно – временных параметров паттерна дыхания у представителей различной специализации: футбола, плавания, бега.

Сравнение этого коэффициента показывает, что он оказался наибольшим у пловцов, несколько меньше у бегунов и на самом низком уровне – у футболистов. Это в полной мере отражает более эффективное и экономичное соотношение объёмно – временных параметров паттерна дыхания у пловцов в состоянии покоя по отношению к представителям других видов спорта.

Из представленных данных можно видеть, что на стандартную нагрузку более выгодное соотношение объёмно – временных параметров внешнего дыхания у представителей плавания, чем у бегунов, и особенно у

футболистов. Сравнение изучаемого показателя при выполнении кратковременной мышечной нагрузки максимальной мощности показало существенное его преимущество у представителей плавания.

Это обстоятельство обусловлено условиями выполнения мышечной работы в водной среде. Спортивное плавание сопряжено с выполнением дыхательных движений при довольно большом гидростатическом давлении на грудную клетку, что обуславливает ограничение её экскурсии (И.Н.Солопов, 1988; И.Н.Солопов, С.А.Бакулин 1996)

Таблица 9

Показатели коэффициента соотношения объёмно – временных параметров паттерна дыхания у спортсменов различной специализации ($X \pm m$)

Специализация	Футбол (n = 25)	Плавание (n = 18)	Бег (n = 17)
$V_T/fb_{\text{покоя}}$	$36,3 \pm 4,7$	$51,1 \pm 7,3$	$48,0 \pm 6,2$
$V_T/fb W_1$, у.е.	$39,4 \pm 3,1$	$52,1 \pm 4,2$	$50,9 \pm 6,7$
V_T/fb_{max} , у.е.	$40,8 \pm 2,2$	$64,4 \pm 4,2$	$41,9 \pm 2,4$
$V_T/fb B_1$, у.е.	$51,7 \pm 3,0$	$87,1 \pm 6,5$	$65,0 \pm 7,1$
$V_T/fb B_5$, у.е.	$25,7 \pm 2,0$	$70,8 \pm 9,3$	$51,9 \pm 5,6$

Определённое затруднение легочной вентиляции в свою очередь неизбежно приводит к повышению показателей эффективности и экономичности. В связи с этим особо обращает на себя внимание существенное преимущество пловцов по величине данного коэффициента.

Неоднократно отмечалось в литературе (С.Майлс 1971; И.Н.Солопов, С.А.Бакулин 1996), что в условиях водной среды дыхание у человека характеризуется увеличением дыхательного объёма при снижении частоты дыхательных циклов, что обеспечивает изменение скоростей дыхательных потоков, и тем самым снижение энергетической стоимости дыхательных движений.

Сравнительный анализ коэффициента экономичности и эффективности у спортсменов разной специализации в восстановительном периоде показывает, что у футболистов соответствующий коэффициент (V_T/fb) находится на самом низком уровне, по сравнению с величиной этого показателя у бегунов и особенно у пловцов.

Из таблицы 10 можно видно, что в состоянии покоя наибольший коэффициент соотношения объёмно – временных параметров внешнего дыхания отмечен у спортсменов с квалификацией на уровне III – II спортивных разрядов.

Закономерное увеличение данного показателя происходит от одной квалификационной группы к другой в условиях мышечной работы.

Известно, что с ростом квалификации дыхание при мышечной работе становится более редким и более глубоким.

Основным механизмом этого обстоятельства является процесс экономизации функции. Причиной этого может являться то, что у спортсменов старших разрядов наблюдается более значительное включение резервов мобилизации дыхательной системы, что отражается в углублении дыхания при мышечной работе, достигающего уровня 50% от ЖЕЛ и более, а это способствует наилучшей эффективности газообмена в лёгких при мышечной работе, что также характерно для спортсменов более высокой подготовленности.

Таблица 10

Показатели коэффициента соотношения объёмно – временных параметров паттерна дыхания у спортсменов (футбол) различной квалификации ($X \pm t$)

Квалификация	III – II разряд (n = 22)	I разряд (n = 18)	КМС - МС (n = 16)
$V_T/fb_{\text{покоя}}$	$48,3 \pm 8,8$	$35,2 \pm 6,0$	$33,8 \pm 4,4$
$V_T/fb W_1, \text{ у.е.}$	$32,5 \pm 2,9$	$36,7 \pm 3,6$	$41,9 \pm 5,9$
$V_T/fb_{\text{max}}, \text{ у.е.}$	$35,9 \pm 4,4$	$39,6 \pm 2,2$	$44,3 \pm 3,3$
$V_T/fb B_1, \text{ у.е.}$	$48,1 \pm 5,0$	$52,1 \pm 3,3$	$51,5 \pm 4,8$
$V_T/fb B_5, \text{ у.е.}$	$40,6 \pm 5,3$	$24,5 \pm 2,3$	$29,2 \pm 3,5$

К пятой минуте восстановительного периода наибольший показатель также остаётся у спортсменов имеющих III – II спортивный разряд, так как легочная вентиляция ещё сохраняется на высоком уровне.

Величины коэффициента экономичности внешнего дыхания в условиях покоя у спортсменов находящихся на начальных этапах адаптации и мышечной работе показывает их существенное преобладание, по сравнению со спортсменами более высокой квалификации.

По всей вероятности эти различия обуславливаются индивидуальными характеристиками базального паттерна дыхания (И.С.Бреслав, 1984), структура которого определяется как анатомическим строением аппарата внешнего дыхания, так и особенностями его регуляции в условиях покоя. Эти индивидуальные особенности паттерна дыхания (соотношение объёмно-временных параметров) в большей мере детерминируются генетически, хотя и подвержены определённым перестройкам, вызываемым условиями длительной деятельности, например средовыми, или длительной спортивной тренировкой (С.Майлс, 1971; И.С.Бреслав, 1984; И.Н.Солопов, С.А.Бакулин, 1996).

Весьма возможно, что в условиях покоя привычный, базальный паттерн дыхания, со своим устоявшимся соотношением объёмно-временных

параметров и обуславливает строго определенную величину коэффициента соотношения - V_T/fb . В процессе же выполнения мышечной работы и сразу после нее, паттерн дыхания поддерживается в соответствие с регуляторными влияниями, призванными обеспечивать возросший уровень метаболизма, индивидуальные особенности нивелируются, что проявляется, в том числе и в величине коэффициента - V_T/fb . Вместе с тем, приведенные разъяснения не вполне могут объяснить зарегистрированные факты, которые требуют дальнейшего более тщательного изучения.

ГЛАВА 6.

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ФИЗИЧЕСКУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ В ПРОЦЕССЕ МНОГОЛЕТНЕЙ АДАПТАЦИИ К СПЕЦИФИЧЕСКОЙ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Уровень физической работоспособности - это результат процесса адаптации организма к физическим нагрузкам (И.Н. Солопов, 2001).

Физическая работоспособность спортсменов является важнейшим условием для развития всех основных физических качеств, основой способности организма к перенесению высоких специфических нагрузок, возможности реализовать функциональные потенциалы к интенсивному протеканию восстановления во всех видах спорта и во многом определяет спортивный результат практически на всех основных этапах многолетней тренировки (В.Н.Платонов, 1984; В.Н.Артамонов, 1989; Ф.А.Иорданская и др., 1985; А.И.Шамардин, 2000; И.Н.Солопов, 2001; Д.В.Медведев, 2007).

В узком смысле под физической работоспособностью понимается максимальная нагрузка, которую человек в состоянии выполнить. В широком смысле в этот термин вкладывается потенциальная способность человека выполнять работу определённого характера и вида в заданных режимах внешних условий (Н.В.Яружный, 1993) или точнее, способность реализовать максимум физического усилия в статической, динамической или смешанной работе (И.В.Аулик, 1979; В.Н.Артамонов, 1989). Применительно к спорту, физическая работоспособность спортсменов – это тот предел и диапазон мощности физической нагрузки, в рамках которых спортсмен в данное время способен выполнять её, сохраняя оптимальные условия функционирования – экономичность и стабильность основных параметров физиологических систем (В.Н.Артамонов, 1989; И.Н.Солопов, 2001).

Физическая работоспособность считается одной из наиболее важных сторон подготовленности спортсмена (наряду с технической, тактической и психологической), которая обеспечивает эффективность соревновательной деятельности и является важным условием развития основных физических качеств. Физическая работоспособность рассматривается как фундамент для развития специфических качеств, способность организма к перенесению высоких специфических нагрузок, возможность реализовать функциональные потенциалы к интенсивному протеканию процесса восстановления в условиях спортивной деятельности (В.Н.Артамонов, 1989; И.Н.Солопов, 2001).

В настоящее время физической работоспособности отводится роль интегрального показателя функционального состояния и функциональной подготовленности спортсменов (В.С.Мищенко, 1990; А.И.Шамардин, 2000). Вместе с тем, физическая работоспособность это многокомпонентное свойство организма, которое зависит от целого ряда факторов - тело-

сложения и антропометрических показателей, мощности, емкости и эффективности механизмов энергопродукции, силы и выносливости мышц, нейромышечной координации, состояния опорно-двигательного аппарата и др. Однако, несмотря на то, что работоспособность обеспечивается одними и теми же системами организма, и подвергается влиянию одних и тех же факторов, роль этих систем и факторов различна в зависимости от спортивной специализации, возраста и др. (В.С.Фомин, 1984; Ю.В.Верхошанский, 1985, 1988; Ю.И.Смирнов, 1987; С.Н.Кучкин, 1999; И.Н.Солопов, 2001; И.Н.Солопов, А.И.Шамардин, 2003).

Поэтому, знание и учет основных факторов, обуславливающих и лимитирующих физическую работоспособность спортсменов, основных закономерностей ее динамики в различные периоды выполнения мышечной нагрузки – необходимое условие рационального планирования тренировочного процесса и оптимальной реализации тренировочной программы, обеспечения эффективного восстановления организма после физических нагрузок, а также дифференцированного контроля функционального состояния организма спортсменов на различных этапах многолетней подготовки.

6.1. Роль различных факторов, обуславливающих физическую работоспособность спортсменов на разных этапах многолетней подготовки

Высокий уровень физической работоспособности является важнейшим условием эффективной специальной спортивной деятельности. В связи с этим определению и оценке физической работоспособности в спорте уделяется большое внимание (В.Л.Карпман и др., 1974, 1977, 1988; Ф.А.Иорданская и др., 1985; И.В.Аулик, 1990; А.Н.Корженевский и др., 1993; А.И.Шамардин, 2000; И.Н.Солопов, А.И.Шамардин, 2003). Однако некоторые авторы пришли к заключению, что собственно уровень физической работоспособности и его динамику нельзя в полной мере считать информативными без учета определяющих их факторов: не всякий вариант увеличения физической работоспособности следует оценивать положительно, также как не всякий вариант уменьшения физической работоспособности – отрицательно. Сочетание вариантов факторов, обуславливающих уровень физической работоспособности спортсменов индивидуально (О.П.Аверина и др., 1988; А.И.Шамардин, 2000).

Значение тех или иных компонентов (составляющих частей) функциональных возможностей будет обусловлено такими факторами, как специфика мышечной деятельности, возрастные, половые, морфологические и другие особенности организма. Особо следует выделить возрастноквалификационный фактор. Это обусловлено четкой иерархией значения

разных компонентов (факторов) в обеспечении достижения результата в зависимости от этапа многолетней подготовки.

В ходе многолетней тренировки в организме протекает закономерный процесс развитие в требуемом направлении функциональных возможностей локомоторного аппарата и физиологических систем, поддерживающих его повышенную двигательную активность и формирование целесообразного взаимодействия между этими системами, которое обеспечивает высокий уровень работоспособности. Это выражается в количественных изменениях - темпе и величине прироста функциональных показателей (Ю.В.Верхошанский, 1977, 1988). Вместе с тем известно, что в ходе многолетней тренировки повышение уровня специальной работоспособности спортсмена характеризуется линейной связью со спортивным результатом. Динамика же разных функциональных показателей обнаруживает различные тенденции. Для одних функциональных показателей, оказывающих существенное влияние на повышение спортивных достижений лишь на начальном этапе тренировки, характерен замедляющийся темп прироста. Для ряда других показателей типичен ускоренный прирост на среднем уровне мастерства и затем некоторое его замедление. Третья группа функциональных показателей обнаруживает прирост и имеет высокую корреляцию со спортивным результатом на этапе высшего мастерства. Еще одна часть функциональных показателей повышается относительно равномерно и незначительно, как следствие целостной приспособительной реакции организма (Ю.В.Верхошанский, 1988; С.Н.Кучкин, 1999).

В процессе морфофункциональной специализации организма ярко выраженные приспособительные сдвиги приобретают те мышечные группы и те физиологические системы, на долю которых приходится основная тяжесть работы. Вместе с тем наблюдается определенная гетерохронность в развитии приспособительных перестроек организма. Это проявляется, во-первых, в несовпадении во времени моментов, соответствующих началу интенсивного совершенствования отдельных функциональных показателей, и, во-вторых, в определенной последовательности развивающихся приспособительных перестроек. Причина такого явления связана с постепенным повышением интенсивности режима работы организма, что требует мобилизации тех его потенциальных возможностей, которые способны это обеспечить (Ю.В.Верхошанский, 1988).

Отмечается, что высокий уровень функциональных возможностей у различных спортсменов достигается при разной степени развития различных факторов: мощности, подвижности, экономичности, устойчивости (В.С.Мищенко, 1990). Вместе с тем, включение различных категорий факторов в обеспечение высокой работоспособности имеет определенную иерархию и этапность (Ю.В.Верхошанский, 1985; С.Н.Кучкин, 1990, 1999).

В этой связи для практики спортивной тренировки весьма важно знать, какие факторы, в какой степени и на каком этапе многолетнего

процесса адаптации лимитируют и обуславливают физическую работоспособность организма спортсмена. Решение данных вопросов и явилось целью настоящего исследования (методика исследования см. гл. 2).

Средние величины изучаемых показателей у представителей трех возрастно-квалификационных групп представлены в таблице 11. Для анализа были отобраны 12 показателей, отражающих категории факторов «морфофункциональной мощности» (длина и масса тела, ЖЕЛ), «предельной мощности функционирования» (W_{max} , $ЧСС_{max}$, VO_{2max}), «экономичности-эффективности» ($W_{max}/ЧСС_{max}$, $ЧСС_{покоя}$, $КП_{max}$) и «функциональной мобилизации (процентное увеличения $ЧСС$ при максимальной нагрузке ($ЧСС_{max}/ЧСС_{покоя}$) и снижения $ЧСС$ к 5-ой минуте восстановления относительно уровня покоя ($ЧСС_{В5}/ЧСС_{покоя}$), обуславливающих уровень физической работоспособности (В.С.Мищенко, 1990; И.Н.Солопов, А.И.Шамардин, 2003).

Физическая работоспособность спортсменов различной квалификации оценивалась по величине показателя, определяемого в тесте PWC_{170} .

По выше обозначенным показателям производилась комплексная оценка физической работоспособности спортсменов футболистов, находящихся на разных этапах адаптации к физическим нагрузкам в процессе многолетней тренировки.

Таблица 11

Средние величины функциональных показателей у спортсменов футболистов различной квалификации ($X \pm t$)

Показатели	Спортивная квалификация			Достоверность различий		
	III-II разряд (13-14 лет) (n=26)	I разряд (15-16 лет) (n=29)	КМС-МС (17-20 лет) (n=31)	I-II	I-III	II-III
	I	II	III			
PWC_{170} , кгм/мин	711,8±47,0	1031,9±48,3	1493,7±65,6	P<0,01	P<0,01	P<0,01
Длина тела, см	164,5±1,7	172,8±1,4	176,1±1,1	P<0,01	P<0,01	P>0,05
Масса тела, кг	49,7±1,9	59,9±1,6	67,0±1,2	P<0,01	P<0,01	P<0,01
ЖЕЛ, мл	3638,5±121,0	4139,0±92,2	4561,3±142,4	P<0,01	P<0,01	P<0,01
W_{max} , кгм/мин	1026,6±36,2	1318,7±23,4	1701,8±64,5	P<0,01	P<0,01	P<0,01
$ЧСС_{max}$, уд/мин	192,0±2,0	185,6±1,6	183,9±1,0	P<0,01	P<0,01	P>0,05
VO_{2max} , мл/мин	2536,6±118,2	2791,6±62,1	3771,9±130,5	P>0,05	P<0,01	P<0,01
$ЧСС_{покоя}$, уд/мин	83,4±2,1	73,6±1,5	73,1±2,0	P<0,01	P<0,01	P>0,05
$W_{max}/ЧСС_{max}$, кгм/уд/мин	5,39±0,23	7,13±0,16	9,27±0,36	P<0,01	P<0,01	P<0,01
$КП_{max}$, мл/уд/мин	13,3±0,7	15,1±0,4	20,5±0,7	P<0,01	P<0,01	P<0,01
$ЧСС_{max}/ЧСС_{покоя}$, %	233,6±5,7	254,7±4,9	256,9±6,7	P<0,01	P<0,01	P>0,05
$ЧСС_{В5}/ЧСС_{покоя}$, %	130,9±3,0	144,1±3,3	122,4±3,4	P<0,01	P>0,05	P<0,01

Сравнение средних величин показателя физической работоспособности, определяемой в тесте PWC_{170} , у спортсменов разной спортивной квалификации показало ее закономерное и достоверное увеличение от этапа к этапу ($P < 0,01$).

Повышение физической работоспособности у спортсменов с ростом подготовленности обеспечивается увеличением практически всех показателей, составляющих основные категории факторов, ее обуславливающих.

Анализ полученных данных позволяет заключить, что рост специальной подготовленности обеспечивается комплексным развитием всех компонентов функциональной подготовленности организма, существенным закономерным наращиванием функциональных резервов. Это хорошо иллюстрируется сравнением профилей функциональных возможностей спортсменов различной подготовленности, которые показаны на рис. 3. Для обеспечения возможности сравнения различных параметров, все показатели были нормализованы (приведены к единой шкале) путем построения оценочной шкалы «выбранных точек» (В.М.Зациорский, 1982; В.С.Фомин, 1984; Д.В.Медведев, 2007).

Из представленных функциональных портретов можно видеть, что с ростом специальной подготовленности существенно увеличивается площадь профиля, что отражает увеличение функциональных возможностей.

Вместе с тем, представленные в табл. 11 и на рис. 9 данные позволяют только количественно охарактеризовать динамику закономерного увеличения, как самой физической работоспособности, так и комплекса факторов, ее обуславливающих.

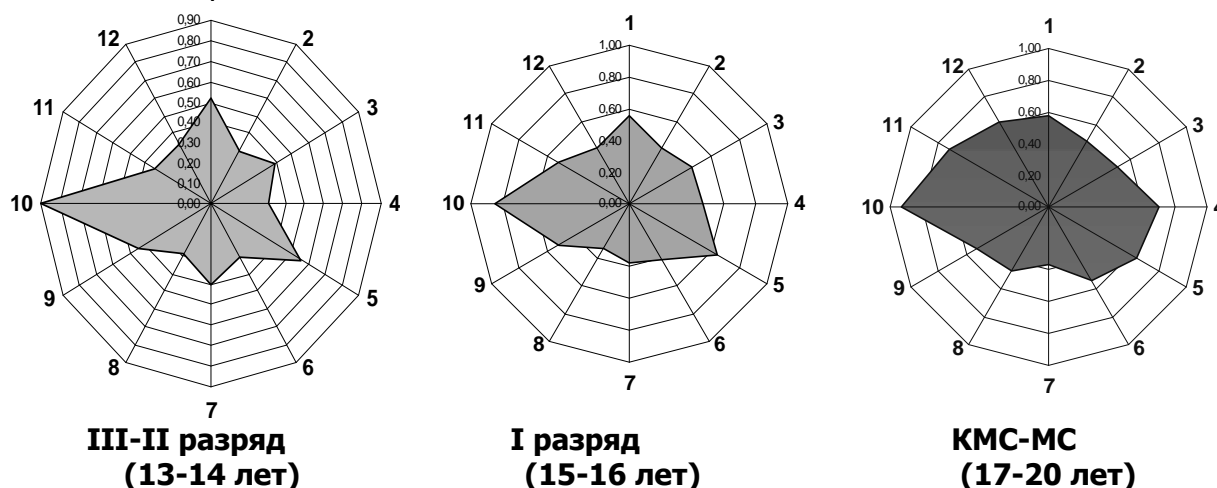


Рис. 9 Функциональные портреты физической работоспособности спортсменов различной квалификации (нормализованные величины).

1] - Длина тела; 2] - Масса тела; 3] - ЖЕЛ; 4] - PWC_{170} ; 5] - ЧСС_{покоя}; 6] - W_{max} ;
7] - ЧСС_{max}; 8] - VO_{2max} ; 9] - ЧСС_{max}/ЧСС_{покоя}; 10] - ЧСС₅/ЧСС_{покоя}; 11] -
 W_{max} /ЧСС_{max}; 12] - КП_{max}

Для выяснения роли различных факторов в обеспечении физической работоспособности был проведен корреляционный анализ, позволивший выяснить степень взаимосвязи величины физической работоспособности с

этими факторами, а значит и степень ее обусловленности ими. В таблице 12 представлены коэффициенты корреляции изучаемых показателей с величиной физической работоспособности у спортсменов различной подготовленности.

Корреляционный анализ степени взаимосвязи величины физической работоспособности с показателями основных категорий факторов, обуславливающих ее на этапе начальной подготовки у футболистов III-II спортивных разрядов, показал следующее. Уровень физической работоспособности имеет сильную статистическую взаимосвязь с показателями морфофункционального статуса организма, составляющих категорию «морфофункциональной мощности». Обнаружились следующие достоверные взаимосвязи PWC_{170} : с величиной длины тела - 0,788 ($P < 0,01$); массы тела - 0,878 ($P < 0,01$) и ЖЕЛ - 0,708 ($P < 0,01$).

Такое положение вещей согласуется с данными литературы, где отмечается, что такие показатели, как длина и масса тела, окружность грудной клетки, играют определенную роль как факторы, обуславливающие внешнее проявление двигательной функции детей (В.М.Зациорский, 1969; А.А.Гужаловский, 1979).

Таблица 12

Корреляционные взаимосвязи величины физической работоспособности с функциональными показателями у футболистов различного возраста и квалификации (r)

Показатели	Спортивная квалификация		
	III-II разряд (13-14 лет) (n=26)	I разряд (15-16 лет) (n=29)	КМС-МС (17-20 лет) (n=31)
Длина тела	0,788**	0,310	-0,288
Масса тела	0,878**	0,304	-0,055
ЖЕЛ	0,708**	0,458**	-0,260
W_{max}	0,552**	0,742**	0,949**
$ЧСС_{max}$	-0,570**	-0,470**	-0,212
VO_{2max}	0,374*	0,364*	0,866**
$ЧСС_{покоя}$	-0,358	-0,469**	-0,597**
$W_{max}/ЧСС_{max}$	0,602**	0,782**	0,945**
$КП_{max}$	0,473*	0,454*	0,896**
$ЧСС_{max}/ЧСС_{покоя}$	0,114	0,303	0,495**
$ЧСС_{В5}/ЧСС_{покоя}$	0,166	0,312	-0,270

*Примечание: Взаимосвязь достоверна: * - при $P < 0,05$; ** - при $P < 0,01$.*

Известно, что показатели физического развития и телосложения выступают в качестве одних из ведущих, «доминантных» факторов, в значительной мере обуславливающих и специальную работоспособность, и спортивный результат (Т.С.Тимакова, 1973; Н.Ж.Булгакова, А.Р.Воронцов,

1977; Н.Ж.Булгакова, 1978; А.И.Шамардин, 2000). Вместе с тем, физическая работоспособность у юных футболистов уже имеет среднюю статистическую взаимосвязь с параметрами, отражающими факторы «предельной мощности функционирования» (W_{max} , $ЧСС_{max}$, VO_{2max}) и даже с параметрами категории «экономизации» ($W_{max}/ЧСС_{max}$ и $КП_{max}$), см. табл. 12.

На этапе спортивного совершенствования у футболистов, с квалификацией на уровне I спортивного разряда, физическая работоспособность утрачивает достоверные корреляционные связи с показателями физического развития, кроме показателя ЖЕЛ ($r = 0,458$, $P < 0,01$).

Вместе с тем, наблюдается вполне четкая тенденция к возрастанию степени взаимосвязи физической работоспособности с факторами «предельной мощности функционирования» и «экономичности». На этом этапе физическая работоспособность достоверно коррелирует с W_{max} , $ЧСС_{max}$, VO_{2max} (соответственно - $0,742$, $-0,470$ и $0,364$, $P < 0,01$).

Гораздо значительнее, по сравнению с этапом начальной подготовки, усиливается взаимосвязь физической работоспособности с факторами функциональной экономичности и эффективности: с величиной $ЧСС_{покоя}$ ($r = -0,469$, $P < 0,01$), с величиной ватт-пульса ($W_{max}/ЧСС_{max}$) при максимальной работе ($r = -0,782$, $P < 0,01$) и величиной кислородного пульса - $КП_{max}$ ($r = 0,454$, $P < 0,05$).

Отмечаемое одинаково высокое значение в обеспечении общей физической работоспособности факторов «предельной мощности функционирования» и «факторов экономичности» - явление вполне закономерное. В.С.Мищенко (1980) отмечает, что развитие резервов мощности функционирования не исключает, а, наоборот, предусматривает экономичное, эффективное их использование.

На этапе высшего спортивного мастерства у взрослых футболистов усиливается наметившаяся на этапе спортивного совершенствования общая тенденция к усилению взаимосвязи физической работоспособности с показателями, отражающими факторы категории «экономичности». При этом взаимосвязь физической работоспособности с показателями «морфофункциональной мощности», уже со всеми, полностью утрачивает достоверность.

В то же время еще в большей степени усиливается связь физической работоспособности с показателями «предельной мощности функционирования»: с максимальной мощностью мышечной работы (W_{max} , $r = 0,949$, $P < 0,01$) и максимальной аэробной производительностью (VO_{2max} , $r = 0,866$, $P < 0,01$).

Весьма в значительной мере усиливается взаимосвязь физической работоспособности с параметрами, отражающими функциональную экономизацию и повышение эффективности выполнения физической нагрузки

(ЧССпокоя, $r = -0,597$, $P < 0,01$; $W_{max}/ЧСС_{max}$, $r = -0,945$, $P < 0,01$ и $КП_{max}$, $r = 0,896$, $P < 0,01$), см. табл. 2.

Кроме того, на этом этапе многолетней подготовки, статистически достоверным оказывается взаимосвязь физической работоспособности с одним из показателей функциональной реактивности – скоростью увеличения уровня ЧСС при максимальной нагрузке относительно уровня покоя ($ЧСС_{max}/ЧСС_{покоя}$), $r = -0,495$, $P < 0,01$.

Следует отметить, что функциональная реактивность у спортсменов футболистов в небольшой степени взаимосвязана с физической работоспособностью на всех этапах многолетней адаптации к физическим нагрузкам. Это вероятно обусловлено спецификой привычной мышечной деятельности в футболе, которая не связана с продолжительной интенсивной работой, в процессе которой и развивается скорость мобилизации функциональных систем организма, так как это имеет место, например, в циклических видах спорта (В.С.Мищенко, 1990).

Таким образом, результаты исследования позволяют заключить, что физическая работоспособность закономерно повышается с увеличением возраста и повышением квалификации спортсменов, что обеспечивается комплексным развитием всех компонентов функциональной подготовленности организма, существенным закономерным наращиванием функциональных резервов. Вместе с тем роль различных факторов в обеспечении физической работоспособности существенно различается на разных этапах многолетней адаптации к мышечной деятельности.

На этапе начальной подготовки физическая работоспособность в основном определяется высоким уровнем факторов, образующих категорию «морфофункциональной мощности».

На промежуточном этапе (спортивного совершенствования или углубленной специализации) наряду с факторами категории «мощности», в обеспечение физической работоспособности достоверное значение приобретают факторы «предельной мощности функционирования». В это же время увеличивается значение и факторов «экономичности».

На заключительном этапе многолетней подготовки (высшего спортивного мастерства), ведущее значение уже имеют факторы «экономичности» при сохранении высокого уровня значимости факторов «предельной мощности функционирования».

6.2. Физиологически факторы, определяющие физическую работоспособность спортсменов различной специализации

В основе приобретения и повышения специальной работоспособности в спорте лежит механизм долговременной адаптации организма спортсмена к условиям тренировочной и соревновательной деятельности, что внешне

выражается в его морфофункциональной специализации. Морфофункциональная специализация понимается как избирательное приспособительное совершенствование тех функциональных возможностей организма, которые имеют преимущественное значение для конкретной спортивной деятельности, и развитие таких морфологических перестроек, которые выступают в качестве материальной основы специализированной гиперфункции. В результате целенаправленной и регулярной тренировки организм может, активно реагируя на внешние воздействия, избирательно повышать свои рабочие возможности и количественно развивать ту форму специфической работоспособности, которая обусловлена конкретной двигательной деятельностью и преимущественно определяет ее успех (Ю.В.Верхошанский, 1966, 1970, 1988).

Таким образом, максимальный уровень специфической работоспособности спортсмена в конкретных условиях соревновательной деятельности обеспечивается специализированной функциональной структурой, устойчивой формой межсистемных отношений в организме. Ее формирование связано с выведением физиологических систем на высокий уровень функциональных возможностей, фиксированный на основе соответствующих морфологических перестроек, и включено в процесс долговременной адаптации организма к напряженной мышечной деятельности. Важнейшие характеристики специализированной функциональной структуры заключаются в ее готовности к мобилизации, быстром выведении на высокий рабочий режим всех физиологических систем с учётом их роли в осуществлении мышечной деятельности, стабильности воспроизведения в условиях повторного решения двигательной задачи (Ю.В.Верхошанский, 1988).

Различия в структуре физической работоспособности спортсменов разных специализаций закономерный результат многолетнего процесса морфофункциональной специализации организма (Ю.В.Верхошанский, 1988). Учет закономерностей таковой специализации является непременным условием оптимального управления развитием адаптации организма к физическим нагрузкам. Это касается как подбора тренирующих воздействий, так и определения стратегии использования восстановительных средств, и естественно – определения маркеров при контроле и оценке функциональной подготовленности спортсменов.

Исходя из этого представляется крайне важным изучение степени развития отдельных компонентов физической работоспособности у спортсменов различной специализации, их роли в обеспечении ее высокого уровня, их взаимообусловленности.

В этом плане весьма важный вопрос о выборе показателей и их объеме, который всегда приходится учитывать при изучении факторной обусловленности таких мультикомпонентных свойств организма, как физическая работоспособность, или, к примеру, аэробной производительности. Несомненно, что их информативность должна быть высокой и количество

этих показателей должно быть достаточным для отражения изучаемого свойства в полном объеме и со всех сторон. Экспериментально показано, что ни один из известных показателей, получаемых в тех или иных тестах, не способен в полной мере объективно отразить физическую работоспособность во всем возможном диапазоне и объеме ее проявления. Отмечается, что, например, максимальное потребление кислорода, оказывается наиболее информативным для прогноза работоспособности в зоне субмаксимальной мощности. А такой показатель, как относительная величина максимального потребления кислорода (на кг массы тела), весьма часто определяемая в исследованиях, оказывается вовсе не информативным в оценке работоспособности (В.В.Зайцева и др., 1997).

В настоящее время для исследователей при анализе многофакторных структур доступен весьма обширный объем показателей, позволяющих оценивать изучаемое свойство в комплексе. В этом плане, нам представляется целесообразным группирование показателей в определенные категории. Такая категоризация уже производилась ранее целым рядом авторов (В.С.Мищенко, 1980, 1990; В.С.Горожанин, 1984; Т.И.Гулбиани, 1991; С.Н.Кучкин, 1986; И.Н.Солопов, А.И.Шамардин, 2003 и др.). В.С.Мищенко (1990) выделяет категории «мощности», «экономичности», «реализации» и «подвижности». В.С.Горожанин (1984) основные факторы, обуславливающие двигательную подготовленность, рассматривает в рамках категорий «мощности», «устойчивости» и «экономичности». С.Н.Кучкин (1986) различает категории «мощности», «мобилизации» и «экономичности-эффективности» в отношении аэробной производительности организма. Общими для всех этих классификаций являются категории «мощности» и «экономичности».

Что касается таких категорий, как «мобилизация», «устойчивость», «реализация», «подвижность», то мнения различных авторов согласуются в меньшей степени и подразумевают различные показатели. Так, например, категории «реализации» (В.С.Мищенко, 1984) и «мобилизации» (С.Н.Кучкин, 1986), различаются только в названии, а, по сути, отражают одни и те же факторы. Перекликается с ними и используемый Т.И.Гулбиани (1991) термин – «утилизация». В.С.Мищенко (1980) в категорию факторов «реализации» включил показатели, отражающие наибольшие переносимые сдвиги внутренней среды организма, что составляет категорию «устойчивости» по В.С.Горожанину (1984). В свою очередь В.С.Горожанин (1984) к категории факторов «устойчивости» относит показатель максимального потребления кислорода (МПК), тогда как у В.С.Мищенко (1980) МПК определяется как показатель «мощности». И.Н.Солопов и А.И.Шамардин (2003) обозначили большинство показателей, составляющих вышеперечисленные категории, как параметры «предельной мощности функционирования».

В тоже время объем анализируемых показателей должен быть в определенной мере минимизирован, во избежание рассеивания и размытия основных направлений взаимообусловленности. Определение объема параметров, используемых для комплексной оценки, обуславливается необходимостью минимизации погрешности. Как показали специальные исследования, при измерении 5-6 параметров обеспечивается погрешность получения интегральной оценки равная 10-15%. Дальнейшее увеличение количества измеряемых параметров незначительно повышает точность определения интегральной оценки. Вследствие этого целесообразно ограничиваться совокупностью из 5-6 единичных наиболее информативных параметров (В.В.Иванов и др., 1986).

В нашем исследовании, целью которого явилось выяснение уровня развития основных факторов, обуславливающих и лимитирующих физическую работоспособность, их роли в ее обеспечении и особенностей ее структуры у представителей различных спортивных специализаций, мы постарались учесть выше обозначенные аспекты и условия.

В таблице 13 представлены средние величины изучаемых показателей у представителей трех спортивных специализаций: футболистов ($n = 35$), пловцов ($n = 40$) и легкоатлетов-бегунов ($n = 41$).

Для анализа были использованы 12 вышеизложенных показателей, отражающих основные категории факторов, так или иначе, обуславливающих уровень физической работоспособности. К основным категориям, предложенным И.Н.Солоповым и А.И.Шамардиным (2003), была добавлена категория факторов «функциональной мобилизации (процентное увеличение ЧСС при максимальной нагрузке ($ЧСС_{max}/ЧСС_{покоя}$) и снижения ЧСС к 5-ой минуте восстановления относительно уровня покоя ($ЧСС_{B5}/ЧСС_{покоя}$). По этим показателям и производилась комплексная характеристика и оценка физической работоспособности спортсменов.

Показатель, определяемый в тесте PWC_{170} , рассматривался как собственно величина неспецифической физической работоспособности спортсменов.

Считается, что для оценки физической работоспособности спортсменов различных специализаций необходимо использовать показатели, получаемые в специфических тестах. Вместе с тем имеется мнение, что при тестировании физической готовности в различных видах спорта можно отказаться от поисков специфических для данной деятельности тестов на работоспособность и перейти к поиску специфических показателей в неспецифических тестах (И.А.Алешков, А.М.Невмянов, 1978). Это утверждение основывается на том, что у тренированных спортсменов реакции функциональных систем организма на мышечную нагрузку протекают по универсальной схеме общего адаптационного синдрома, однако стадии адаптации у них приобретают черты специфичности, отражая точное соответствие приспособительных изменений характеру, направленности и ин-

тенсивности нагрузки и условиям деятельности (А.К.Москатова, 1990). Развитие тренированности спортсменов происходит путем специализации комплекса вегетативных и двигательных функций. При этом специализация функций проявляется не только в процессе деятельности, в которой тренируется спортсмен, но и при выполнении других упражнений (А.Б.Гандельсман и др., 1972).

Таблица 13

Средние величины функциональных показателей у спортсменов различных специализаций ($\bar{x} \pm m$)

Показатели	Спортивная специализация			Достоверность различий		
	Футбол (n=35)	Плавание (n=40)	Бег (n=41)	I-II	I-III	II-III
	I	II	III			
PWC ₁₇₀ , кГм/мин	922,9±33,8	1196,0±57,3	1119,0±51,2	P<0,01	P<0,01	P>0,05
Длина тела, см	173,7±1,5	173,5±1,3	177,5±1,1	P>0,05	P<0,05	P<0,05
Масса тела, кг	60,6±1,7	62,0±2,0	64,1±1,2	P>0,05	P>0,05	P>0,05
ЖЕЛ, мл	4359,0±147,5	5551,3±201,8	5120,0±111,6	P<0,01	P<0,01	P>0,05
W _{max} , кГм/мин	1211,0±31,4	1640,9±58,4	1505,0±58,8	P<0,01	P<0,01	P>0,05
ЧСС _{max} , уд/мин	186,0±1,3	192,2±1,6	187,4±1,8	P<0,01	P>0,05	P>0,05
VO _{2max} , мл/мин	2633,0±48,9	3381,5±131,4	3318,0±152,0	P<0,01	P<0,01	P>0,05
ЧСС _{покоя} , уд/мин	82,5±1,9	79,1±1,8	75,4±2,2	P>0,05	P<0,05	P>0,05
W _{max} /ЧСС _{max} , кГм/уд/мин	6,52±0,19	8,58±0,33	8,07±0,33	P<0,01	P<0,01	P>0,05
КП _{max} , мл/уд/мин	14,15±0,28	17,73±0,76	17,88±0,87	P<0,01	P<0,01	P>0,05
ЧСС _{max} /ЧСС _{покоя} , %	230,4±5,9	247,1±5,1	257,3±8,0	P<0,05	P<0,01	P>0,05
ЧСС ₅ /ЧСС _{покоя} , %	133,3±3,5	138,5±3,5	144,0±3,7	P>0,05	P<0,05	P>0,05

На этом основании, мы сочли возможным рассматривать отобранные показатели в качестве факторов, способных отразить специфические особенности проявления физической работоспособности у спортсменов, специализирующихся в различных видах спорта. Сравнение величин внешней механической работы, фиксируемых в тесте PWC₁₇₀, у спортсменов разных специализаций показал, что у пловцов и бегунов обнаруживаются довольно высокие средние значения этого показателя, которые статистически не различаются между собой. У футболистов этот показатель достоверно ниже (P<0,01). Сравнительный анализ показателей «морфофункциональной мощности» показывает наличие существенных различий только по параметру жизненной емкости легких, тогда как показатели длины и массы тела достоверно не различаются у представителей разных спортивных специализаций. Анализ средних величин показателей категории «предельной мощности функционирования» показал достоверное их преобладание у представителей циклических видов спорта – бегунов, и особенно, у пловцов. Максимальная мощность кратковременной работы, ЧСС при ней и

максимальное потребление кислорода у пловцов оказались наибольшими. Несколько меньше эти показатели у бегунов. Аналогичная картина проявилась и при сравнении параметров «функциональной экономичности». Величины этих показателей несколько выше у бегунов по сравнению с пловцами, тогда как футболисты имеют достоверно более низкие показатели функциональной экономичности. Несколько иная ситуация наблюдается при сравнении показателей «функциональной мобилизации». Увеличение ЧСС при максимальной нагрузке относительно уровня покоя наибольшее у бегунов ($257,3 \pm 8,0$ %), наименьшее у футболистов ($230,4 \pm 5,9$). В тоже время скорость восстановления ЧСС к 5 минуте восстановительного периода оказалась наибольшей у футболистов, а наименьшей – у бегунов.

Таким образом, результаты исследования позволяют заключить, что у представителей циклических видов спорта уровень физической работоспособности наибольший, что вполне закономерно, так как большинство показателей, ее обуславливающих, также существенно выше, чем у футболистов. Наглядно это представлено на рис. 10, где приведены функциональные портреты изучаемых параметров у представителей трех различных спортивных специализаций.



Рис. 10 Функциональные портреты физической работоспособности спортсменов различной специализации (нормализованные величины). [1]- Длина тела; [2]- Масса тела; [3]- ЖЕЛ; [4]- PWC_{170} ; [5]- ЧСС_{покоя}; [6]- W_{max} ; [7]- ЧСС_{max}; [8]- VO_{2max} ; [9]- $СС_{max}/ЧСС_{покоя}$; [10]- $ЧСС_{5}/ЧСС_{покоя}$; [11]- $W_{max}/ЧСС_{max}$; [12]- $KП_{max}$

В таблице 14 представлены коэффициенты корреляции изучаемых показателей с величиной физической работоспособности спортсменов различной специализации, определяемой в тесте PWC_{170} .

Можно видеть, что у футболистов величина физической работоспособности в средней степени обуславливается величинами показателей «морфофункциональной мощности». У пловцов эти параметры обуславливают физическую работоспособность в значительно большей степени

(сильная взаимосвязь). У бегунов эта обусловленность проявляется в значительно меньшей степени (слабая взаимосвязь).

Факторы «предельной мощности функционирования» у представителей всех специализаций играют существенную роль в обеспечении физической работоспособности. Вместе с тем, у пловцов все показатели этой категории факторов имеют среднюю степень статистической взаимосвязи с физической работоспособностью ($P < 0,01$). У бегунов наблюдается почти аналогичная картина, из трех показателей этой категории, по одному взаимосвязаны слабо, средне и сильно. У футболистов из трех показателей этой категории только один взаимосвязан с физической работоспособностью в средней степени, тогда как два других имеют слабую взаимосвязь.

Параметры «функциональной экономичности» в наибольшей степени обуславливают физическую работоспособность у пловцов (два из трех показателей имеют сильную взаимосвязь с физической работоспособностью, один – среднюю, $P < 0,01$). Эти же показатели у бегунов также играют большую роль в обеспечении физической работоспособности, хотя и в меньшей степени, чем у пловцов. У футболистов разные показатели экономичности в различной степени обуславливают физическую работоспособность. Ватт-пульс весьма сильно взаимосвязан, кислородный пульс – средне, тогда как ЧСС в покое обнаруживает слабую взаимосвязь с физической работоспособностью.

Наконец, показатели мобилизационных возможностей при максимальной работе и в период восстановления у пловцов имеют слабую, хотя и достоверную связь с физической работоспособностью. У бегунов только один показатель средне взаимосвязан с физической работоспособностью. У футболистов ни один из показателей этой категории достоверно не взаимосвязан с физической работоспособностью.

Как видно, из приведенных данных, сравнительный анализ корреляционных взаимосвязей различных показателей основных категорий факторов, обуславливающих физическую работоспособность показывает довольно пеструю картину. В этом плане наши результаты подтверждают высказывание И.В.Аулика (1990) о том, что отдельные факторы физической работоспособности варьируют в широких пределах. Хотя в определенной мере удастся выделить характерные взаимосвязи этих показателей для определенных видов спорта, это не позволяет получить представление о взаимообусловленности и взаимодействии различных факторов в обеспечении физической работоспособности.

При решении указанного вопроса чаще всего используется простой подход, заключающийся в сравнительном анализе средних величин параметров, отражающих, по возможности, основные компоненты физической работоспособности. Действительно, при таком анализе удастся выяснить уровень развития ведущих факторов физической работоспособности, т.е. получить ее количественную характеристику, что и было нами осуществ-

лено. Более того, сравнительный анализ корреляционных взаимосвязей отдельных показателей с величиной физической работоспособности позволил в определенной мере выяснить роль этих параметров в ее обеспечении.

Таблица 14

Корреляционные взаимосвязи величины физической работоспособности с функциональными показателями у спортсменов различных специализаций (r)

Показатели	Спортивная специализация		
	Футбол (n=35)	Плавание (n=40)	Бег (n=41)
Длина тела	0,598**	0,694**	0,214
Масса тела	0,573**	0,772**	0,191
ЖЕЛ	0,437**	0,765**	0,481**
W_{\max}	0,683**	0,656**	0,750**
$ЧСС_{\max}$	-0,384*	-0,616**	-0,349*
$VO_{2\max}$	0,487**	0,648**	0,609**
$ЧСС_{\text{покоя}}$	-0,252	-0,538**	-0,611**
$W_{\max}/ЧСС_{\max}$	0,703**	0,737**	0,809**
$КП_{\max}$	0,593**	0,703**	0,648**
$ЧСС_{\max}/ЧСС_{\text{покоя}}$	0,156	0,362*	0,524**
$ЧСС_{5}/ЧСС_{\text{покоя}}$	0,223	0,420**	-0,150

Примечание: Взаимосвязь достоверна: * - при $P < 0,05$; ** - при $P < 0,01$.

Вместе с тем, учитывая то обстоятельство, что функциональная подготовленность представляет собой комплекс иерархически связанных и взаимодействующих компонентов, такого подхода оказывается недостаточно для описания особенностей структуры физической работоспособности. В этом плане требуется анализ интегрирования и оценка взаимообусловленности различных функциональных систем организма. Известно, что теснота межсистемных связей определяется функциональными возможностями этих систем и интенсивностью внешних воздействий на организм. При внешних воздействиях, не выходящих за пределы возможностей отдельных систем, теснота связей между ними минимальна. Увеличение силы воздействия, например, в результате интенсификации физических нагрузок, взаимодействия между функциональными системами усиливаются, что приводит к расширению функциональных возможностей организма в целом за счет ограничения этих возможностей у отдельных систем. В этом случае усиление взаимосвязей между различными функциональными системами организма является свидетельством нарастания напряжения регуляторных механизмов (М.Ю.Гедымин и др., 1988).

Таким образом, методический подход, основанный на анализе тесноты межсистемных взаимосвязей, позволяет уже качественно охарактеризовать физиологическую «стоимость» адаптации и как ее результат – физическую работоспособность. Исходя из этого положения нами было осуществлено сравнение интеркорреляционных связей всех изучаемых показателей. На рис. 11 представлены только статистически достоверные взаимосвязи изучаемых показателей у представителей различных спортивных специализаций. Можно видеть, что количество и теснота межфакторных взаимосвязей у представителей различных видов спорта существенно различаются. Наибольшая теснота межсистемных корреляционных связей наблюдается у пловцов. Существенно меньше взаимообусловленность функциональных показателей у бегунов и футболистов.

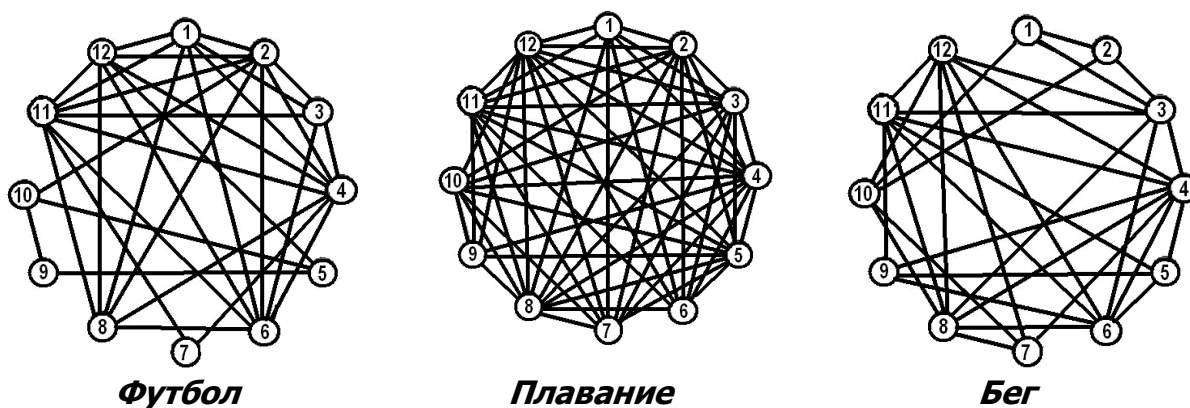


Рис. 11 Матрицы интеркорреляционных связей факторов, обуславливающих физическую работоспособность у спортсменов разной специализации (только достоверные взаимосвязи). 1 – Длина тела; 2 – Масса тела; 3 – ЖЕЛ; 4 – PWC170; 5 - ЧССпокоя; 6 – Wmax; 7 – ЧССmax; 8 - VO2max; 9 - ЧССmax/ЧССпокоя; 10 - ЧССB5/ЧССпокоя; 11 - Wmax/ЧССmax; 12 - КП max

Исходя из выше изложенных положений, значительная теснота взаимосвязей изучаемых показателей и их обширная взаимообусловленность у пловцов может свидетельствовать о значительной степени напряженности регуляторных механизмов, обеспечивающих довольно высокий уровень физической работоспособности представителей этого вида спорта (см. табл. 4). Это может быть объяснено именно особенностями специфики вида спорта. Мышечная деятельность в спортивном плавании осуществляется весьма в специфических условиях водной среды. Уже само только пребывание в воде представляет для организма существенную функциональную нагрузку. Как известно, особенности функциональной деятельности организма человека в водной среде и проявление их в спортивном плавании зависят от влияния физических свойств водной среды на функции различных органов и систем и их адаптации к необычным условиям (Л.Л.

Головина, 1980; В.П. Пономарев, 1984; И.Н.Солопов, 1988; И.Н.Солопов, С.А.Бакулин, 1996).

Именно наличие водной среды в сочетании с большими объемами и интенсивностью тренирующих воздействий, характерных для современного спортивного плавания, являются теми внешними условиями, которые вызывают напряженность в регуляторных механизмах, обеспечивающих физическую работоспособность.

Косвенным подтверждением этого можно считать и то обстоятельство, что у легкоатлетов – бегунов, у которых величины физической работоспособности почти столь же высоки, как и у пловцов, наблюдается гораздо меньшая напряженность регуляторных механизмов, что выражается в структуре физической работоспособности и характеризуется меньшим количеством межсистемных связей (см. рис. 5).

У футболистов, хотя и наблюдается, практически, одинаковые с бегунами теснота и количество достоверных корреляционных связей между основными факторами, обуславливающими физическую работоспособность, сама величина ее существенно меньше, чем у бегунов. Это показывает, что соотношение «работа – стоимость» у них менее предпочтительна, чем у бегунов.

Итак, теснота межсистемных корреляционных взаимосвязей у представителей разных видов спорта с одной стороны показывает различную степень напряженности регуляторных механизмов и физиологическую «стоимость» адаптации (М.Ю.Гедымин и др., 1988), с другой стороны свидетельствует о различной мере интегрированности различных функциональных систем с целью достижения высоких уровней физической работоспособности. Это подтверждается и различной величиной, у спортсменов разных специализаций, такого показателя как «мощность» корреляции, который применяется для общей оценки уровня интеграции отдельных факторов и представляет собой значение квадратного корня из суммы всех сводных коэффициентов корреляции.

Это показатель позволяет интегрально оценивать тесноту функциональных взаимосвязей между исследуемыми показателями. При этом высокие его значения указывают на то, что исследуемые величины взаимно скоррелированы. Уменьшение значения данного показателя отражает диссоциированное изменение отдельных параметров и снижение регулирующих влияний обеспечивающих их функциональных систем (К.В.Судаков и др., 1995; А.П.Исаев и др., 1997).

Показатель «мощности» корреляции факторов, обуславливающих физическую работоспособность оказался наивысшим именно у пловцов и составил – 6,04, тогда как у футболистов он равнялся – 5,41, а у бегунов – 5,15.

Таким образом, результаты, полученные в исследовании, показывают, что физическая работоспособность у спортсменов, адаптированных к

мышечной деятельности с различным характером двигательных актов и в разных внешних условиях, обеспечивается специфическим соотношением значимых факторов, ее обуславливающих. При этом специфическими являются не только уровни развития отдельных факторов и их роль в обеспечении физической работоспособности, но и характер их взаимосвязей и взаимообусловленности, степень напряженности регуляторных механизмов, физиологическая «стоимость» адаптации, что в конечном итоге выражается в особенностях структуры физической работоспособности спортсменов разных специализаций.

ГЛАВА 7. ОПТИМИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНОВ

7.1. Оптимизация функциональной подготовленности организма спортсменов посредством направленных воздействий на дыхательную систему

В последнее время уделяется большое внимание внедрению в тренировочный процесс спортсменов широкого круга дополнительных, т.н. эргогенических средств, в качестве которых могут выступать различные средства направленного воздействия на организм – искусственная управляющая среда (тренажеры, особые условия – покрытия и др.), применение естественных биологически активных веществ, направленные воздействия на дыхательную систему (гипоксия, дыхание через дополнительное «мертвое» пространство, дыхание при повышенном резистивном и эластическом сопротивлении, произвольная гиповентиляция) и др. (Н.И.Волков, 1998; А.И.Шамардин, 2000; И.Н.Солопов, 2004 и др.). Использование этих средств позволяет полнее раскрыть функциональные резервы организма спортсмена, интенсифицировать процессы адаптации к факторам тренировочного воздействия, повысить эффективность подготовки, при этом удастся избежать критических степеней напряжения опорно-двигательного аппарата и регуляторных механизмов (С.Н.Кучкин, 1986, В.Н.Платонов, 1997; А.И.Шамардин, 2000; И.Н.Солопов, А.И.Шамардин, 2003; И.Н.Солопов, 2004, 2007 и др.).

Более того, использование дополнительных эргогенических средств, становится в настоящее время необходимым элементом современных технологий тренировочного процесса в спорте (В.Н.Платонов, 1997; А.И.Шамардин, 2000; И.Н.Солопов, 2004).

Одним из важных практических вопросов, является вопрос об объектах целенаправленного воздействия, и, следовательно, объекте исследований. В этом плане уникальной является дыхательная функция, жизненная важность которой не требует особых доказательств, также как и прикладное значение произвольного управления дыханием. В смысле «удобства», дыхательная функция отвечает всевозможным требованиям. И, наконец, основное преимущество выбора именно дыхательной системы, состоит в том, что ее функцию можно рассматривать как в плане чисто висцеральной, которая стоит на страже постоянства внутренней среды организма (гомеостаза), так и как функцию соматическую, деятельность которой обеспечивается сокращениями дыхательной мускулатуры (И.С.Бреслав, 1975; С.Н.Кучкин, 1986; И.Н.Солопов, 1998, 2004). Вследствие этого возможно на автоматическую ритмику дыхательных движений в определенных пределах накладывать и произвольные коррекции, что по-

зволяет произвольно управлять уровнем легочной вентиляции и через ее посредство влиять на параметры внутренней среды (И.С.Бреслав, 1975; И.Н.Солопов, 1984), и на целый ряд функциональных систем организма (Е.П.Гора, 1992). Вследствие этого, дыхательная функция является своеобразным «входом» во внутреннюю среду организма (И.С.Бреслав, 1975). Кроме того, дыхательная функция оказывает определенное влияние на состояние кровообращения, центральной нервной системы (Е.П.Гора, 1992). Таким образом, управляя параметрами дыхания, возможно воздействовать на состояние внутренней среды, создавая оптимальные условия для развития адаптации, а также контролировать состояние ЦНС. Это во многом и предопределяет ее выбор для активного воздействия.

Целенаправленная тренировка резервов дыхательной системы путем использования различных целенаправленных нагрузок на дыхательную функцию способствует значительному улучшению состояния дыхательной системы, аэробной производительности, формированию более совершенных адаптационных механизмов и повышению работоспособности (С.Н. Кучкин, 1991, 1999; В.В. Михайлов, 1983; И.Н. Солопов и др., 1993).

Весьма эффективным средством, способствующим усилению воздействия на организм физических нагрузок, является дыхание в условиях повышенного резистивного и эластического сопротивления дыханию (А.Н. Крестовников, 1951; С.Н. Кучкин, 1996; И.Н. Солопов и др., 1993).

Вместе с тем, исследований, в которых бы определялся эффект систематической физической тренировки с дополнительными воздействиями на дыхание недостаточно, хотя практическая потребность в этом имеется, например, при специальной профессиональной подготовке (В.М. Баранов, А.Н. Котов, М.А. Тихонов, 1995) и спортивной (М.А. Курагин, 1977; G.L.Warren et al., 1989).

7.1.1. Влияние тренировки с дополнительным резистивным сопротивлением дыханию на показатели физической работоспособности человека

Неуклонный прогресс достижений в современном спорте и рост профессиональных нагрузок в отдельных областях деятельности человека предопределяют развитие крайней степени физического напряжения, достигающего в ряде случаев предела физиологических возможностей. В связи с этим возникает необходимость разработки новых средств и методов повышения функциональных резервов организма для оптимизации процессов адаптации к экстремальным нагрузкам и роста физической работоспособности (В.К. Бальсевич, 2001; И.Н. Солопов, А.И. Шамардин, 2003).

Известно, что уровень физической работоспособности человека определяется действием многих факторов (В.С.Мищенко, 1990). Анализ фи-

физиологических механизмов повышения физической работоспособности с учетом специфики влияния комплекса этих факторов может помочь не только в разработке новых подходов к диагностике и оценке функциональной подготовленности спортсменов, но и послужить базой при определении стратегии и тактики совершенствования системы их подготовки, выборе методов, как традиционных средств (физических упражнений), так и дополнительных эргогенических воздействий, которые эффективно воздействуют на функциональный потенциал организма. Показано, что специальная тренировка с использованием целенаправленных нагрузок на дыхательную функцию способствует значительному улучшению состояния дыхательной системы, аэробной производительности, формированию более совершенных адаптационных механизмов и повышению уровня физической работоспособности человека (И.Н Солопов, А.И. Шамардин, 2003). Однако опубликованные в литературе данные не дают четкого ответа на очень важный вопрос о том, за счет совершенствования каких именно физиологических механизмов происходит повышение уровня физической работоспособности организма в результате использования таких специальных воздействий.

Основываясь на вышеизложенном, была произведена оценка влияния курса мышечных тренировок, проводимых в условиях дополнительного резистивного сопротивления дыханию, на динамику и структуру физической работоспособности, а также параметры функционального состояния организма спортсменов.

Для выяснения эффективности использования дыхания с повышенным резистивным сопротивлением на фоне мышечных нагрузок был организован и проведен физиологический эксперимент, в котором приняли участие 11 спортсменов-бегунов в возрасте 18-20 лет.

Продолжительность курса мышечных тренировок составляла 4 недели, в течение которых участники эксперимента 20-25 % объема специальной работы выполняли при дыхании через специальную маску с диафрагмой, создающей инспираторно-экспираторное резистивное сопротивление величиной 8-10 мм вод. ст.

В начале и конце курса тренировок спортсмены были обследованы в лаборатории. Лабораторное обследование включало определение уровня физической работоспособности во время двух одномоментных 5-минутных нагрузках на велоэргометре по принципам проведения теста PWC_{170} , максимальной мощности физической нагрузки (W_{max}) и максимального потребления кислорода (VO_{2max}). Регистрацию объемно-временных показателей внешнего дыхания и газоанализ осуществляли при помощи метабологафа «Ergo-oxyscreen (Jaeger)». Измерение жизненной емкости легких (ЖЕЛ) производили посредством электронного спирометра «Spirosift-3000» (Fukuda, Япония) со стандартной регистрацией показателей. Измерение силы дыхательных мышц на вдохе и выдохе (СДМ вд. и СДМ выд.)

производили в изометрическом режиме при помощи пневмоманометра, в мм рт.ст. Определение частоты сердечных сокращений (ЧСС) осуществляли методом электрокардиографии в условиях покоя ($ЧСС_{\text{покоя}}$), во время выполнения максимальной мышечной нагрузки ($ЧСС_{\text{max}}$), при определении $VO_{2\text{max}}$ и на 5-й минуте восстановления ($ЧСС_{V_5}$). При максимальной мощности мышечной работы оценивали величины ватт-пульса [$W_{\text{max}}/ЧСС_{\text{max}}$] и кислородного пульса [$КП_{\text{max}} (VO_{2\text{max}}/ЧСС_{\text{max}})$].

Динамика основных функциональных показателей спортсменов в результате проведения 4-недельного курса тренировок с дополнительным резистивным сопротивлением дыханию представлена в таблице 15. При анализе полученных данных прежде всего обращает на себя внимание вполне ожидаемая тенденция к повышению силы инспираторной и экспираторной дыхательной мускулатуры в среднем на 4,0-9,1% ($p > 0,05$). В то же время, величина жизненной емкости легких практически не изменялась, вероятно, в виду того, что резистивная нагрузка не приводила к существенному увеличению легочных объемов и вентиляции при выполнении физической работы.

Таблица 15

Изменение функциональных показателей у спортсменов бегунов в результате тренировки с дополнительным резистивным сопротивлением дыханию ($X \pm m$)

Показатели	В начале эксперимента (n = 11)	В конце эксперимента (n = 11)	Достоверность различий
СДМ вд., мм рт.ст.	123,6 ± 5,9	128,6 ± 4,5	p > 0,05
СДМ выд., мм рт.ст.	180,9 ± 9,2	197,3 ± 8,8	p > 0,05
ЖЕЛ, мл	4782,0 ± 200,8	4918,0 ± 179,7	p > 0,05
RWC ₁₇₀ , кгМ/мин	935,6 ± 40,7	1275,0 ± 65,6	p < 0,01
W _{max} , кгМ/мин	1239,0 ± 18,9	1691,0 ± 45,7	p < 0,01
ЧСС _{max} , уд/мин	189,8 ± 4,5	185,4 ± 2,4	p > 0,05
VO _{2max} , мл/мин	3366,0 ± 307,2	4465,0 ± 318,7	p < 0,05
ЧСС _{покоя} , уд/мин	84,8 ± 4,1	74,2 ± 2,4	p < 0,05
W _{max} /ЧСС _{max} , кгМ/уд/мин	6,5 ± 0,1	9,1 ± 0,2	p < 0,01
КП _{max} , мл/уд/мин	17,8 ± 1,6	24,1 ± 1,8	p < 0,05
ЧСС _{max} /ЧСС _{покоя} , %	229,4 ± 13,0	252,4 ± 8,4	p > 0,05
ЧСС _{V5} /ЧСС _п , %	160,7 ± 5,4	143,6 ± 4,3	p < 0,05

Существенные изменения отмечены со стороны показателей, отражающих физическую работоспособность спортсменов. Так, в результате 4-недельной тренировки почти в одинаковой степени достоверно повысились значения работоспособности, зарегистрированной в тесте RWC₁₇₀, (на 36,3%, $p < 0,01$), максимальной мощности кратковременной работы - W_{max} (на 36,5%, $p < 0,05$) и максимального потребления кислорода -

VO_{2max} (на 32,6%, $p<0,05$).

Такое увеличение показателей работоспособности, на наш взгляд, было обусловлено существенным повышением эффективности и экономичности функционирования основных физиологических систем организма, что выражалось в достоверном возрастании величины кислородного пульса (на 35,4%, $p<0,05$) и ватт-пульса (на 40,0%, $p<0,01$). При этом значения ЧСС в условиях покоя достоверно ($p<0,05$) снижались на 12,5% по отношению к исходному уровню), что принято рассматривать в качестве одного из главных критериев совершенствования функции вегетативного обеспечения организма (В.С. Мищенко, 1990).

На 10,6% достоверно ($p<0,05$) повышался показатель скорости вращения ЧСС к 5-ой минуте восстановительного периода. Увеличились и мобилизационные возможности организма, что нашло свое отражение в повышении показателя усиления ЧСС при максимальной нагрузке относительно уровня покоя ($ЧСС_{max}/ЧСС_{покоя}$) на 10,0% ($p<0,05$).

Таким образом, использование во время тренировки спортсменов методики дыхания с дополнительным резистивным сопротивлением дыханию способствовало повышению уровня физической работоспособности и появлению положительной динамики основных параметров функционального состояния организма. В этом плане весьма важно проследить изменения в структуре взаимосвязей уровня физической работоспособности и основных определяющих ее функциональных показателей. Значения коэффициентов корреляции между обозначенными показателями приведены в таблице 16.

Таблица 16

Изменение корреляционных взаимосвязей величины физической работоспособности с функциональными показателями у спортсменов бегунов в результате тренировки с дополнительным резистивным сопротивлением дыханию (r)

Показатели	В начале эксперимента	В конце эксперимента
СДМ вд., мм рт.ст.	-0,300	0,467
СДМ выд., мм рт.ст.	-0,440	0,282
ЖЕЛ, мл	0,294	0,814**
W_{max} , кгм/мин	-0,050	0,567*
$ЧСС_{max}$, уд/мин	-0,340	0,225
VO_{2max} , мл/мин	0,308	0,194
$ЧСС_{покоя}$, уд/мин	-0,609*	-0,553*
$W_{max}/ЧСС_{max}$, кгм/уд/мин	0,446	0,563*
$КП_{max}$, мл/уд/мин	0,384	0,175
$ЧСС_{max}/ЧСС_{покоя}$, %	0,432	0,609*
$ЧСС_{5}/ЧСС_{покоя}$, %	0,425	0,354

*Примечание: Взаимосвязь достоверна: * - при $p<0,05$; ** - при $p<0,01$.*

Из этой таблицы видно, что в начале эксперимента большинство показателей имели слабую статистическую связь с уровнем физической работоспособности и только одна связь была статистически существенной. После окончания курса тренировок корреляционные связи существенным образом укрепились до среднего статистического уровня. При этом уже пять показателей, определяющих уровень физической работоспособности, имели статистически достоверные взаимосвязи.

Для более полного представления о силе и структуре взаимосвязей между уровнем физической работоспособностью и определяющими ее показателями мы посчитали необходимым осуществить анализ интеркорреляционных связей всей совокупности полученных данных. Известно, что при непредельных внешних воздействиях обнаруживается низкая сила межсистемных связей. При увеличении интенсивности воздействий межсистемные связи укрепляются, что отражает нарастание напряжения регуляторных механизмов, увеличение физиологической стоимости адаптации и физической работоспособности (М.Ю. Гедымин, Д.К. Соколов и др., 1988).

На рис. 12 представлены матрицы статистически достоверных интеркорреляционных связей изучаемых показателей, зарегистрированные у спортсменов в начале и в конце курса тренировки с дополнительным резистивным сопротивлением дыханию.

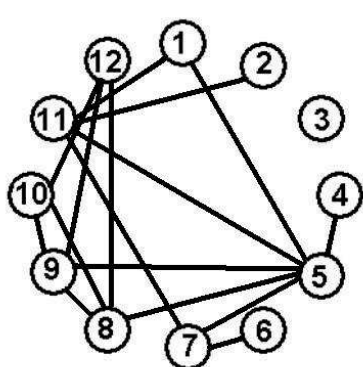
Из полученных данных можно видеть, что сила межфакторных взаимосвязей и их количество к концу курса тренировки не увеличилось, но сами они стали более разноплановыми. Это означает, что физиологическая стоимость повышения уровня физической работоспособности не увеличилась и не произошло повышения напряжения регуляторных механизмов.

Для общей оценки уровня интегрированности отдельных показателей, определяющих уровень физической работоспособности, был рассчитан показатель «мощности» корреляции (квадратный корень из суммы всех коэффициентов корреляции). В ранее выполненных работах показано, что низкие значения этого показателя отражают диссоциированное изменение отдельных параметров и снижении регулирующих влияний обеспечивающих их функциональных систем, тогда как его высокие значения указывают на тесноту функциональных взаимосвязей между исследуемыми показателями, что рассматривается как фактор функциональной оптимизации (К.В. Судаков, О.П. Тараканов, Е.А. Юматов, 1995; А.П. Исаев, Е.В. Быков и др., 1997).

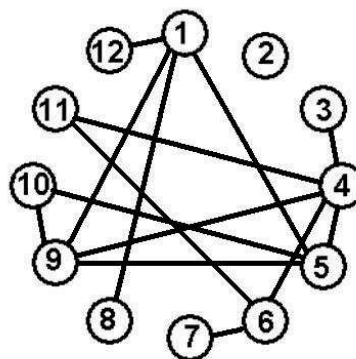
В начале настоящего исследования показатель «мощности» корреляции показателей, определяющих уровень физической работоспособности, составлял 4,74, а после завершения курса тренировки он повысился до 5,14. Это свидетельствует о возрастании интегрированности различных

функциональных систем при обеспечении более высокого уровня физической работоспособности.

Таким образом, использование методики дополнительного резистивного сопротивления дыханию во время тренировки спортсменов оказывает положительное влияние на их физическую подготовленность и способствует значительному повышению уровня физической работоспособности. Это обусловлено улучшением функционального состояния дыхательной мускулатуры, повышением экономичности и эффективности функционирования кардиореспираторной системы и организма в целом при физической нагрузке. Происходящие при этом изменения в структуре межсистемных связей отражают увеличение интегрированности различных функциональных систем при обеспечении более высоких значений физической работоспособности при сохранении физиологической стоимости такого повышения и уровня напряжения регуляторных механизмов.



В начале эксперимента



В конце эксперимента

Рис. 12. Матрицы интеркорреляционных связей факторов, обуславливающих физическую работоспособность у спортсменов в начале и в конце экспериментальной тренировки 1 – СДМ вд.; 2 – СДМ выд.; 3 – ЖЕЛ; 4 – PWC170; 5 - ЧССпокоя; 6 – Wmax; 7 – ЧССmax; 8 - VO2max; 9 - ЧССmax/ЧССпокоя; 10 - ЧССВ5/ЧССпокоя; 11 - Wmax/ЧССmax; 12 - КП max (Д.В. Медведев и др., 2007).

В итоге, повышение физической работоспособности в результате систематического использования дыхания с дополнительным резистивным сопротивлением обеспечивается как ростом функциональных возможностей, так и оптимизацией структуры связей между функциональными системами, направленной на повышение экономичности их функционирования.

7.1.2. Влияние тренировки с дыханием через дополнительное «мертвое» пространство на гипоксическую устойчивость юных футболистов

Функциональная устойчивость рассматривается как одно из условий высокой физической работоспособности (R.T.Withers et al., 1982; В.С.Мищенко, 1986; В.Н.Артамонов, 1989; С.Ю.Тюленьков, 1998). Среди механизмов, лежащих в основе развития функциональной устойчивости, выделяют механизмы поддержания функциональной активности эндокринной системы (А.А. Виру, 1983); механизмы психоэмоциональной резистентности (В.С.Фомин, 1984; С.А. Разумов, 1986; Ю.В. Высочин, 1986); механизмы поддержания энергетического гомеостаза (В.С.Горожанин, 1984; В.С.Мищенко, 1990); механизмы компенсации утомления (В.Д. Моногаров, 1986); механизмы компенсации нарушения температурного гомеостаза (В.А.Романенко, 1977); механизмы гипоксической устойчивости (С.П.Летунов, 1967; С.П.Летунов, Ф.А.Иорданская и др., 1972; А.С.Мозжухин, Д.Н.Давиденко и др., 1985), а также механизмы устойчивости мобилизационных возможностей физиологических систем (А.С.Солодков, 1988; В.С.Мищенко, 1990).

Можно предположить, что направленные воздействия на каждый из этих механизмов может обеспечить повышение функциональной устойчивости в целом. В качестве таких воздействия возможно использование целого ряда средств, таких как гипоксическая гипоксия, произвольное снижение легочной вентиляции, дыхание через дополнительное «мертвое» пространство (ДМП) и др. (И.Н.Солопов, 2004).

При этом следует выделить дыхание через ДМП, которое является достаточно мощным средством комплексного воздействия на организм. Тренировка в условиях дыхания через ДМП оказывает положительное воздействие на силу и выносливость респираторной мускулатуры, благоприятно влияет на дыхательную систему, повышает функциональные и компенсаторно-приспособительные возможности людей (Л.П.Петровская, 1986; Л.Ц.Иоффе и др., 1987; А.И.Шамардин, 2000).

Имея ввиду выше обозначенные положения представляется весьма важным выяснить каким образом влияет систематическая тренировка с ДМП на такой механизм, как гипоксическая устойчивость. Поэтому влияние систематической тренировки при дыхании через дополнительное «мертвое» пространство на параметры гипоксической устойчивости выяснялось в экспериментальной тренировке с участием двух групп юных футболистов (контрольной и экспериментальной, по 11 человек в каждой). Дыхание через ДМП объемом 1000мл участниками экспериментальной группы использовалось в течение 8 недель в каждом занятии при кроссовой работе и в двухсторонних играх.

Гипоксическая устойчивость оценивалась по времени задержки дыхания на вдохе и выдохе (ЗД вдох и ЗД выдох). Кроме того, производился газовый анализ альвеолярного воздуха, забираемого в конце задержки дыхания на вдохе при помощи газоанализатора «Ergo-oxyscreen (Jaeger)». По результатам газоанализа рассчитывали парциальное давление кислорода и углекислого газа в альвеолярном воздухе ($P_{A}O_2$ и $P_{A}CO_2$).

Физические нагрузки при дыхании умеренно гипоксическо-гиперкапнической газовой смесью вызвали развитие адаптации организма к этим условиям и как следствие существенное возрастание устойчивости к сдвигам в газовом гомеостазе организма. На это указывает весьма значительное увеличение времени задержки дыхания как на вдохе, так и особенно на выдохе, соответственно на 17,8 и 32,0 % ($P < 0,05$), см. табл. 17.

Таблица 17

Динамика показателей устойчивости организма к сдвигам газового гомеостаза в пробах с задержкой дыхания у юных футболистов до и после экспериментальной тренировки с дыханием через ДМП ($X \pm m$)

Показатели	Экспериментальная группа (n=11)			Контрольная группа (n=11)		
	В начале эксперимента	В конце эксперимента	%	В начале эксперимента	В конце эксперимента	%
ЗД вдох, с	45,0 ± 4,3	53,0 ± 3,1*	17,8	48,3 ± 4,4	57,6 ± 5,8	8,9
$P_{A}O_2$, мм рт.ст.	81,7 ± 3,9	79,5 ± 2,8*	-2,7	84,1 ± 2,8	86,1 ± 3,8	2,4
$P_{A}CO_2$, мм рт.ст.	43,6 ± 1,6	46,0 ± 1,3*	5,5	42,9 ± 0,8	42,1 ± 0,7	-1,9
ЗД выдох, с	24,1 ± 2,6	31,8 ± 3,3*	32,0	21,5 ± 1,6	25,4 ± 3,7	18,1
$P_{A}O_2$, мм рт.ст.	73,7 ± 3,3	73,5 ± 2,4	-0,3	79,0 ± 2,8	80,8 ± 3,5	2,3
$P_{A}CO_2$, мм рт.ст.	41,6 ± 1,8	45,3 ± 1,5*	8,9	39,1 ± 1,1	41,1 ± 1,2	5,1

*Примечание: Достоверность различий: * при $P < 0,05$ (критерий знаков, Z).*

При этом в экспериментальной группе наблюдалась и более выраженная альвеолярная гипоксия, которая наблюдалась на момент прекращения задержки дыхания как на вдохе (изменение составило 2,7%, $P < 0,05$), так и на выдохе, хотя и не существенное (0,3%, $P < 0,05$).

Это вполне согласуется с данными некоторых авторов, указывающих на повышение гипоксической устойчивости в результате тренировки в условиях гипоксии (В.А.Гончаров, 1988).

При этом прекращение задержки дыхания на вдохе происходило при более высоком парциальном давлении углекислого газа в альвеолярном воздухе — в среднем 46,0 мм рт.ст. против исходного 43,6 мм рт.ст. ($P <$

0,05). Аналогичная ситуация наблюдалась и при задержке дыхания на выдохе - в среднем 45,3 мм рт.ст. против исходного 41,6 мм рт.ст. ($P < 0,05$).

В контрольной группе эти же изменения были гораздо менее выражены и не являлись статистически достоверными. Это обстоятельство весьма примечательно. Можно полагать, что возрастание устойчивости к гипоксии и гиперкапнии, может служить основой для развития выносливости. Уже давно экспериментально обоснована взаимосвязь между индивидуальной устойчивостью к гипоксии и уровнем развития выносливости у спортсменов (С.П.Летунов, 1968; С.П.Летунов, Р.Е.Мотылянская, 1972).

Экспериментально установлено, что с ростом общей и специальной выносливости юных футболистов, повышением их функциональных возможностей увеличивается и устойчивость к гипоксии. Это проявляется в удлинении фазы устойчивой оксигенации крови кислородом, в большем проценте снижения оксигемоглобина при мышечной работе, лучшей переносимости тренировочных нагрузок, в более экономной реакции дыхания и кровообращения (Э.С.Алибаев, 1985).

Таким образом результаты исследования показали, что регулярное использование дыхания через дополнительное «мертвое» пространство при физических нагрузках в тренировке юных футболистов способствует адаптации организма к условиям гипоксии и гиперкапнии, на что указывает достоверное увеличение времени задержки дыхания как на вдохе, так и на выдохе, в среднем соответственно на 17,8 и 32,0 % ($P < 0,05$), а также более выраженные сдвиги параметров газового гомеостаза, которые способны переносить спортсмены экспериментальной группы.

7.1.3. Влияние тренировки с дополнительным эластическим сопротивлением дыханию на показатели функциональных возможностей

В серии специальных исследований нами выяснялись реакции организма на введение повышенного эластического сопротивления, а также влияние систематических мышечных тренировок в этих условиях на функциональное состояние и уровень общей и специальной работоспособности юных спортсменов.

Для выяснения эффективности использования в тренировочном процессе дыхания с повышенным эластическим сопротивлением, был организован эксперимент с участием 20 юных футболистов (13—14 лет). Были сформированы контрольная (9 человек) и экспериментальная (11 человек) группы одинаковой физической подготовленности. Тренировка продолжалась шесть недель, в течение которых обе группы тренировались по одинаковой тренировочной программе. В отличие от контрольной группы, участники экспериментальной 20-25% всего объема тренировочной работы

выполняли в условиях дыхания с дополнительным эластическим сопротивлением дыхательным движениям.

Дополнительное эластическое сопротивление дыхательным движениям создавалось посредством специально изготовленного жилета. Поверх жилета располагались два эластичных прорезиненных бинта, степень натяжения которых возможно было регулировать. Предусматривалось постепенное повышение дозировки дополнительного эластического сопротивления дыхательным движениям в первую и вторую недели тренировки. Начиная с третьей недели тренировки, дополнительное эластическое сопротивление, должно было обеспечивать снижение жизненной емкости легких на 10 %.

Использование жилетов в тренировке осуществлялось в основном при работе аэробного характера (кроссы), при двухсторонних играх и упражнениях на развитие силы и силовой выносливости, а также при упражнениях технико-тактической направленности.

Реакция организма юных футболистов на введение дополнительной нагрузки на дыхательную систему изучалась при двух уровнях физической активности: в условиях мышечного покоя, в положении сидя; при выполнении стандартной мышечной нагрузки, которая подбиралась индивидуально в размере 45-50 % от максимально возможной, определяемой предварительно. Регистрация изучаемых показателей осуществлялась на 5 минуте в условиях свободного и нагруженного дыхания.

Первоначально в условиях покоя производилось определение величин жизненной емкости легких (ЖЕЛ), произвольной максимальной вентиляции легких (МВЛ), максимальной статической силы инспираторной (ПМ вд.) и экспираторной (ПМ выд.) мускулатуры, статической выносливости инспираторных (ТПМвд.) и экспираторных (ТПМвыд.) мышц и динамической выносливости респираторной мускулатуры (50% МВЛ).

Работа выполнена при соблюдении основных биоэтических правил и требований с научным обоснованием планируемых исследований, анализом возможных рисков и дискомфорта, описанием исследования для неспециалистов и получением информированного согласия от участников эксперимента (А.М. Генин, Е.А.Ильин и др., 2001).

Введение повышенного эластического сопротивления экскурсиям грудной клетки в условиях покоя изменило результаты дыхательных проб по сравнению с условиями свободного дыхания. Дополнительное эластическое сопротивление дыхательным движениям существенно ($P < 0,01$) снизило величину ЖЕЛ (в среднем на 10,0%), что было определено условиями эксперимента. Достоверно уменьшилась и МВЛ (на 8,5 %, $P < 0,01$). Это снижение было обусловлено уменьшением дыхательного объема (на 12,8 %), зарегистрированного при выполнении пробы с максимальной вентиляцией легких, величина которого, вероятно, лимитировалась повышенным сопротивлением дыхательным движениям. При этом наблюдалось

компенсаторное увеличение частоты дыхания (на 10,4 %), что обеспечивало изовентиляторную реакцию регуляторных механизмов дыхания (И.С. Бреслав, 1984).

В покое и при стандартной работе (45-50 % от максимума) были определены основные объемно-временные параметры внешнего дыхания и газообмена у юных футболистов как при свободном, так и при нагруженном дыхании (табл. 18).

Таблица 18

Изменение параметров дыхательной функции при введении повышенного эластического сопротивления дыхательным движениям в покое и при мышечной работе ($X \pm t$)

Показатели	Покой (n=8)			Мышечная работа (n=8)		
	Свободное дыхание	Сопротивление	%	Свободное дыхание	Сопротивление	%
ЧСС, уд/мин	83,3 ± 1,9	85,1 ± 3,3	2,16	154,0 ± 5,8	149,8 ± 7,4	-2,7
МОД, л/мин	9,33 ± 0,6	10,6 ± 0,9	13,6	37,4 ± 3,4	39,9 ± 2,5	6,7
ЧД, цикл/мин	16,0 ± 1,8	20,3 ± 1,1*	26,9	35,9 ± 1,5	34,1 ± 2,1	-5,0
ДО, л	0,63 ± 0,08	0,54 ± 0,06*	-14,3	1,04 ± 0,08	1,19 ± 0,09	14,4
$\Delta\%O_2$	3,88 ± 0,24	4,1 ± 0,5	5,7	4,63 ± 0,3	4,99 ± 0,46	7,8
VO_2 , л/мин	0,29 ± 0,03	0,34 ± 0,07	17,2	1,43 ± 0,17	1,62 ± 0,28	13,3
%CO ₂	3,04 ± 0,06	3,17 ± 0,16	4,3	4,15 ± 0,13	4,2 ± 0,11	1,2
VCO_2 , л/мин	0,22 ± 0,02	0,24 ± 0,03	9,1	1,24 ± 0,13	1,26 ± 0,13	1,6

*Примечание: Достоверность различий: * при $P < 0,05$; ** - при $P < 0,01$ (критерий знаков, Z).*

В покое наблюдалось достоверное снижение дыхательного объема (на 14,3 %, $P < 0,05$), вызванное ограничением дыхательных движений. При этом наблюдался компенсаторный рост частоты дыхания (на 26,9%, $P < 0,05$), что привело к некоторому увеличению объема легочной вентиляции на 13,6 % ($P > 0,05$).

Известно, что регуляция объемно-временных параметров внешнего дыхания осуществляется по принципу реципрокных отношений. В случае, если объемный параметр, в силу каких-либо причин, уменьшается, то временной компонент компенсаторно увеличивается, и наоборот (И.С. Бреслав, 1984; И.Н. Солопов, 1985). Наши результаты в определенной мере подтверждаются данными других авторов, отмечавших, что сопротивление дыханию приводит к адаптивной перестройке паттерна дыхания (Е.В. Сидельникова, А.А. Артеменков, Ю.П. Пушкарев, 1997).

При мышечной работе наблюдалась несколько иная ситуация. В среднем уровень вентиляции был незначительно выше (на 6,7 %, $P > 0,05$), чем при свободном дыхании. Отмечено несущественное снижение частоты

дыхания (в среднем на 5,0 %, $P > 0,05$) при некотором увеличении дыхательного объема (в среднем на 14,4 %, $P > 0,05$).

Вероятно, увеличение работы дыхательной мускулатуры привело к усилению метаболизма, что выразилось в повышении уровня потребления O_2 и выделения CO_2 как в покое, так и при мышечной работе, соответственно на 17,2 % и 13,3 % и 9,1 % и 1,6 % (см. табл. 18).

Результаты исследований, описанные выше, позволили предположить возможность использования повышенного эластического сопротивления дыхательным движениям в качестве дополнительного тренирующего фактора. Была разработана примерная программа использования в тренировке юных футболистов повышенного эластического сопротивления дыхательным движениям в рамках определенных двигательных режимов. Дозировку дополнительных воздействий на дыхательную систему определили в пределах 20-25 % от общего объема тренировочной работы.

В таблице 19 представлены средние величины показателей внешнего дыхания, силы и выносливости респираторной мускулатуры у юных футболистов экспериментальной и контрольной групп до и после тренировки.

Таблица 19

Динамика средних величин показателей внешнего дыхания, силы и выносливости респираторной мускулатуры у футболистов экспериментальной и контрольной групп до и после курса тренировок ($X \pm m$)

Показатели	Экспериментальная группа (n=11)			Контрольная группа (n=9)		
	До курса тренировок	После курса тренировок	%	До курса тренировок	После курса тренировок	%
ЖЕЛ, л	3,72±0,18	3,93±0,20	5,6	3,74±0,13	3,86±0,21	3,2
МВЛ, л/мин	116,4±5,4	125,1±5,4	7,5	113,0±4,1	121,6±6,8	4,6
ПМ вд., мм рт.ст.	102,7±5,1	135,0±6,5**	31,5	103,9±7,1	122,2±9,5	17,6
ПМ выд., мм т.ст.	132,3±7,3	198,6±9,1**	50,1	131,1±15,5	168,3±15,2	28,4
ТПМ вд., с	15,4±1,7	28,0±2,1**	81,8	20,0±2,0	17,7±1,2	-11,5
ТПМ выд., с	18,4±1,2	30,2±2,6*	64,1	21,0±1,7	24,1±2,2	14,8
50% МВЛ, с	91,0±13,8	189,2±23,5**	107,9	155,0±32,5	195,6±50,0	26,2

Следует отметить, что систематическая тренировка при повышенном эластическом сопротивлении дыхательным движениям оказывает мощное воздействие прежде всего на показатели силы и выносливости дыхательных мышц. В экспериментальной группе максимальная статическая сила инспираторной и экспираторной мускулатуры возросла соответственно на 31,5 и 50,1 % ($P < 0,01$). Столь же существенно увеличились и показатели статической выносливости инспираторных (на 81,1 %, $P < 0,01$) и экспира-

торных (на 64,1 %, $P < 0,05$) мышц. Показатель динамической выносливости респираторной мускулатуры в опытной группе возрос еще в большей мере в среднем на 107,9 % ($P < 0,01$).

Вместе с тем, объемные показатели дыхательной системы (ЖЕЛ, МВЛ) изменились незначительно. Величина фактической ЖЕЛ в экспериментальной группе увеличилась в среднем на 5,6% ($P > 0,05$), а величина фактической МВЛ возросла на 7,5 % ($P > 0,05$). Это вполне закономерно, так как ограничение дыхательных движений посредством специального жилета, создающего дополнительное эластическое сопротивление, не способствовало увеличению дыхательного объема даже при интенсивных мышечных нагрузках. В контрольной группе эти показатели менялись разнонаправлено и незначительно (табл. 19).

В результате экспериментальной тренировки у футболистов опытной группы значительно возросли показатели абсолютной величины максимального потребления кислорода, в среднем на 15,0% ($P < 0,05$). Такой высокий прирост характеризует срочный резерв повышения аэробных возможностей организма. Относительная величина МПК (в мл/кг/мин) увеличилась в экспериментальной группе на 7,0%, а в контрольной только на 2,8% (табл. 20).

Таблица 20

Динамика показателей аэробной производительности, общей и специальной работоспособности у футболистов в результате экспериментальной тренировки с дополнительным эластическим сопротивлением дыханию ($X \pm m$)

Показатели	Экспериментальная группа (n=11)			Контрольная группа (n=9)		
	До курса тренировок	После курса тренировок	%	До курса тренировок	После курса тренировок	%
МПК, л/мин	2,73 ± 0,14	3,14 ± 0,16*	15,0	2,93 ± 0,20	3,12 ± 0,29	6,5
МПК/вес, мл/кг/мин	54,3 ± 1,9	58,1 ± 2,1	7,0	61,1 ± 2,8	62,8 ± 4,2	2,8
РWC ₁₇₀ , кг/мин	908,4 ± 59,3	1020,9 ± 9,7**	12,4	875,5 ± 96,4	929,6 ± 112,5	6,2
РWC ₁₇₀ /вес, кг/кг/мин	18,1 ± 1,0	18,8 ± 0,6	3,9	17,8 ± 1,3	18,5 ± 1,7	3,9
6-мин бег, м	1491,4 ± 26,2	1728,6 ± 4,5**	15,9	1536,7 ± 30,3	1698,3 ± 37,9*	10,5
Челночный бег 3 x 30м, с	14,7 ± 0,3	13,8 ± 0,2**	-6,1	15,1 ± 0,2	14,3 ± 0,1	-5,2
Тройной прыжок, м	5,7 ± 0,1	6,2 ± 0,1**	8,8	5,5 ± 0,1	6,2 ± 0,1**	12,7

В экспериментальной группе достоверно повысилась величина кислородного пульса (в среднем на 14,9 %, $P < 0,05$), который, как известно, рассматривается как показатель экономичности и эффективности системы снабжения организма кислородом, показатель эффективности взаимодействия дыхательной и сердечно-сосудистой систем (С.Н. Кучкин, В. М. Ченегин, 1981; М.М. Marbut, А.А. Wade, 1988).

Величина PWC_{170} за время экспериментальной тренировки увеличилась в опытной группе в среднем на 12,4% ($P < 0,01$). В контрольной группе это увеличение составило в среднем 6,2%, (см. табл. 20).

Данное обстоятельство свидетельствует о существенно возросшей физической подготовленности и работоспособности юных футболистов. Это подтверждается и результатами в тесте 6-минутный гладкий бег. Прирост этого показателя в экспериментальной группе оказался более значителен, чем в контрольной, соответственно на 15,9 % ($P < 0,01$) и 10,5 % ($P > 0,05$).

Необходимо отметить, что кроме прироста общей, отмечается повышение и специальной работоспособности. Результаты теста 3 по 30 метров (челночный бег) показали, что в экспериментальной группе наблюдалось существенное увеличение скорости бега. Суммарное время бега в среднем снизилось на 6,1% ($P < 0,01$). Показатель скоростно-силовых возможностей, определенный в тесте тройной прыжок, повысился в экспериментальной группе в среднем на 8,8 % ($P < 0,01$). В контрольной группе в среднем также произошло улучшение результатов, но статистически не достоверно.

Таким образом, эксперимент показал, что систематическое использование повышенного эластического сопротивления в тренировке юных футболистов положительно влияет, прежде всего, на показатели внешнего дыхания, силу и выносливость дыхательной мускулатуры, способствует значительному повышению аэробной производительности организма, росту физической работоспособности. Как следствие, весьма значительно улучшаются показатели специальной физической подготовленности юных спортсменов.

В этом плане ранее проведенные нами исследования (Д.В. Медведев, Е.П. Горбанева и др., 2007) показали, что аналогичные результаты достигаются и при использовании резистивного сопротивления в тренировке спортсменов. Было установлено, что рост физической работоспособности в результате тренировки с дополнительным эластическим сопротивлением дыхательным движениям сопровождается нарастанием напряженности регуляторных механизмов и увеличением физиологической стоимости ее более высокого уровня при повышении интегрированности функциональных взаимосвязей факторов, которые ее обуславливают. В то время как систематическое использование повышенного резистивного сопротивления обеспечивает повышение физической работоспособности спортсменов,

обусловливаемое изменениями в структуре межсистемных связей, отражающих увеличение интегрированности различных функциональных систем при обеспечении более высокого уровня физической работоспособности при сохранении физиологической стоимости такого повышения и при стабильности напряжения регуляторных механизмов.

Эти обстоятельства позволяют избирательно применять данные средства в тренировке спортсменов. Применение эластического сопротивления дыханию будет наиболее эффективно в подготовительном периоде, тогда как резистивные нагрузки целесообразно использовать в период непосредственной подготовки к соревнованиям.

7.2. Оптимизация функциональной подготовленности спортсменов с помощью направленной релаксации под влиянием функциональной музыки и композиций эфирных масел

7.2.1 Релаксация, ее роль в оптимизации функционального состояния спортсменов

Спортивная деятельность подразумевает постоянное балансирование на грани, отделяющей оптимальное состояние функций от расстройств, вызванного перенапряжением. Так, ряд авторов (Б.А. Вяткин, 1981; А.Д. Гиссен, 1990) отмечает, что только определённый уровень стресса является оптимальным и позволяет спортсмену показывать наилучший результат, а превышение эмоционального напряжения какого-то определённого уровня, наоборот, негативно влияет на результаты деятельности (В.М. Мясищев, 1978). В период ответственных стартов у высококвалифицированных спортсменов вследствие увеличения мышечно-эмоционального напряжения регистрируется срыв «иммунологической адаптации», в результате чего из сыворотки крови полностью исчезают отдельные классы иммуноглобулинов (Б.Б. Першин и соавт., 1985).

В настоящее время в связи с все более широким распространением эмоциональных стрессов вообще, и в спорте в частности, проблема оптимизации функционального состояния организма человека (ФСО) является одной из актуальнейших в физиологии и одновременно относится как к фундаментальным, так и к прикладным проблемам (Р.М. Баевский, 1979; М.Ю. Гедымин и соавт., 1988; И.Н. Солопов, А.И. Шамардин, 2003).

Как показывают многочисленные исследования, одним из адекватных путей решения проблемы оценки и управления функциональным состоянием организма человека является достижение состояния релаксации (J. Hewitt, 1985; S.J. Legg et al., 1997; Ю.В. Высочин, 1975-2002; Е.А. Умрюхин, 1987; К.В.Судаков, 1993, 1995 и др.). Релаксация, направленная на

предупреждение, коррекцию и устранение эмоциональных стрессов, является эффективной формой дополнения к использованию немедикаментозных средств коррекции разнообразных функциональных состояний организма (Е. Jacobson, 1938; А.В.Алексеев, 1985; А. Алексеев, 1990; Е.А. Умрюхин, Г.Н. Легостаев, 1995), являясь альтернативой или дополнением к фармакологическим подходам (С. Hassed, 1996).

Это состояние возникает вследствие снятия напряжения после сильных переживаний или физических усилий. Релаксация может быть произвольной (состояние расслабленности при засыпании или при значительном физическом и психическом утомлении) и произвольной (принятие спокойной позы, мысленного представления состояния, обычно соответствующего состоянию покоя, расслабление мышц). В.С. Лобзин, (1980) отмечает, что расслабление мышц служит внешним выражением положительных эмоций, вследствие возникновения которых релаксация приводит к нормализации эмоциональной сферы.

При релаксации возникает трофотропное (гипометаболическое) состояние, которое опосредуется парасимпатической нервной системой и характеризуется снижением психофизиологической активности. При длительной релаксации происходит снижение повышенной активности лимбической и гипоталамической областей, сопровождающееся уменьшением уровня тревожности, а также подавлением психологической и физиологической реакции на стрессовое воздействие (Т.А. Айвазян, 1991). Е. Kriegel et al., (1984) приводят данные о том, что релаксация устанавливает новые отношения между напряжением и расслаблением в организме.

Изменения в характере биоэлектрической активности мозга при релаксации были исследованы А.С. Горевым (1995). Им был проведен анализ тонкой структуры спектра в полосе α - ритма в экспериментальной парадигме фон - релаксация - реактивация. При этом происходят сдвиги функционального состояния ЦНС в сторону понижения уровня активации – релаксация, что находит отражение в изменениях (увеличение) значений показателей спектральной плотности мощности (СПМ) и когерентности (КОГ).

Таким образом, релаксация вызывает ряд существенных изменений функционального состояния организма, что не может не вызвать интерес в связи с задачами оптимизации функционального состояния людей, занятых напряженной профессиональной деятельностью.

В настоящее время существует достаточно большой круг методик и способов, позволяющих достичь состояния релаксации. Среди них можно выделить те, которые предусматривают использование определенных технических средств, и тех которые не требуют особых приспособлений. При этом все приемы релаксации основаны на более или менее сознательном расслаблении мышц.

По мнению К.В. Судакова и соавт., (1997), “на ранних стадиях функциональных расстройств, вызванных эмоциональными напряжениями, в основе реабилитационных мероприятий лежит неспецифический информационный синдром дезинтеграции различных ФС”. Реабилитационные мероприятия нормализуют нарушенные эмоциональным стрессом мультипараметрические взаимоотношения различных ФС гомеостатического уровня. При этом не имеет существенного значения природа действующего реабилитационного фактора и важно только то, чтобы реабилитационное воздействие смогло бы изменить информационные дисфункции, сложившиеся в организме. Отсюда становится понятным, почему на ранних стадиях развития патологии (или предпатологических состояний – обычных спутников спортивной тренировки) эффективны такие средства информационного воздействия на организм, как слабые электромагнитные поля, гомеопатия, су-джок-терапия, акупунктура, ароматерапия (Т.Н. Мальяренко, 2004).

Общетеоретические представления о механизмах реабилитации должны строиться на основе теории функциональных систем, сформулированной (П.К. Анохин, 1975). С этой позиции любая реабилитационная процедура выступает в качестве внешнего дополнительного звена саморегуляции, компенсирующего недостающие звенья саморегуляции функциональных систем гомеостатического уровня.

Для практических целей всегда необходимо определить тот показатель внутренней среды, который наиболее значимо отклонился от статистической нормы. Только после этого с помощью реабилитационных мероприятий можно привести этот показатель к нормальному уровню. При этом необходимо постоянно помнить о том, что среднестатистической нормы реально не существует и что для каждого субъекта имеется свой индивидуальный нормальный набор взаимосвязанных показателей внутренней среды, т.е. индивидуальная норма. Следовательно, реабилитационные мероприятия должны у каждого индивида восстановить его индивидуальную исходную интеграцию показателей гомеостаза.

В связи с довольно большим диапазоном использования релаксационной терапии не может существовать универсального метода воздействия. Поэтому в каждом отдельном случае необходим определённый набор методик, или такое их сочетание (учитывающее наиболее важные, характерные особенности воздействия), позволяющее достичь искомого результата. Известен целый ряд способов достижения эффекта релаксации. Это и традиционные, такие как различные виды бань, функциональная музыка, и достаточно новые методы: прогрессивная мышечная релаксация, аутогенная тренировка, различные медитативные методики (К.В.Судаков, 1998).

Существующие методы релаксации имеют как свои несомненные достоинства, так и недостатки. Кроме того необходимо помнить о том, что потребность в наличии широкого спектра методов и средств для релакса-

ции, особенно для спортивной практики, весьма велика. Изучение существующих методов для расширения границ их применения, уточнение их физиологических механизмов для сохранения и повышения уровня здоровья и эффективности деятельности людей, занятых напряженными видами профессиональной деятельности, является насущной задачей социальной физиологии (К.В. Судаков, 1993).

Уменьшение степени эмоционального напряжения приводит к нормализации состояния мышечного тонуса и, в свою очередь, расслабление мышц способствует снятию избыточного психоэмоционального напряжения (К.В. Судаков, 1981, 1993). Нашими многолетними исследованиями (Н.Н. Сентябрев, 1984 - 2006) подтверждено, что изменения психоэмоционального состояния и мышечного тонуса - взаимно обуславливающие друг друга процессы. Кроме того, мышечная релаксация в чистом виде является процессом довольно сложно управляемым, что особенно видно на примере сауны или аутогенной тренировки. Сложность заключается и в том, что ощущения возникающие при ней мало осознаваемы и, следовательно, плохо управляемы.

Г.Н. Легостаев (1996), Т.А. Айвазян и соавт., (1988) в своих работах показали, что при АТ большой процент людей (иногда до 30%) отсеивается в связи с невозможностью её освоения. Полагают, что данный контингент не может освоить аутогенную тренировку или прогрессивную релаксацию по (Е. Jacobson, 1964) в связи с тем, что имеет сложности с кортикализацией мышечных ощущений.

Исследованиями И.Н. Солопова (1998) установлено, что спортсмены, занимающиеся мышечной деятельностью и восприятием мышечных ощущений, не всегда точно способны их оценить. По его мнению, для качественного восприятия требуется ряд специально направленных средств тренировки, за счет которых улучшается способность шкалировать и воспроизводить параметры специфической двигательной функции пловцов.

В процессе релаксации различного генеза характерны гемодинамические изменения: снижение напряжения механизмов регуляции сердечно-сосудистой системы и оптимизация кровообращения головного мозга (В.С. Лобзин, М.И. Решетников, 1986 и др.).

Наряду с наиболее общими, сходными механизмами конкретных методов направленной релаксации как способа воздействия на функциональное состояние организма, у них имеются и различия, связанные как со спецификой данного метода, так и с соотношением ауто-суггестивных, условно-рефлекторных и ассоциативных механизмов.

С целью углубленного изучения возможных физиологических механизмов влияния на ФСО и параметры напряженной профессиональной деятельности спортсменов с помощью ароматерапии и функциональной музыки проведены дополнительные исследования и детальный обзор литературы.

7.2.2. Ароматерапия с использованием аромакомпозиций эфирных масел растений

Благотворное влияние ароматов эфирных масел растений на человека известно с давних времен (Л.З. Грейхман, 1986; С. Миргородская, 1998; Н.В. Нагорная, 1998; Л.Г. Дудченко и соавт., 1999; А. Семенова, О. Шувалова, 2002).

Эфирные масла - душистые летучие вещества, входящие в состав различных частей эфиро-масляничных растений и содержащие многокомпонентные органические соединения (высшие органические кислоты, сложные эфиры, одно- и многоатомные спирты, альдегиды, кетоны, терпены и фенолы), количество которых варьирует от 120 до 500. Кроме того, известно, что эфирные масла входят в состав многих фармацевтических препаратов, а также широко используются с лечебной и оздоровительной целью в чистом виде.

Для медицинской ароматерапии используются исключительно специализированные эфирные масла, отвечающие международным нормам ISO. Считается, что только в таких эфирных маслах заложена возможность одновременного комплексного воздействия на несколько уровней организма: от клеточного до органного и системного. Международный стандарт ISO, учитывает, что в процессе хранения у натурального эфирного масла меняется показатель кислотности. Правилами ISO регламентируется срок годности масла от 6 до 12 месяцев при температуре от 5 до 25°C в стеклянном флаконе с 50%-м заменителем (хранение на свету ухудшает его свойства) и плотно завинчивающейся пластмассовой крышкой (Н.С. Леонова, 2003; О.А. Ирисова, Ю.Б. Беспалова, 2005, http://expodata.ru/~expopress/2005/mr/pmr05tez_irisova2.php).

Эфирным маслам не свойственно узко специфическое действие и потенциал их влияния распределяется равномерно среди различных систем и органов, они очень тонко и плавно регулируют нервную и эндокринную системы, оказываются эффективными при фригидности и импотенции, восполняют жизненную энергию, выводят токсины. Некоторые компоненты эфирных масел обладают гормоноподобной структурой, что позволяет им вмешиваться в психофизические функции организма. Установлено, что эфирные масла обладают способностью влиять на гипофиз и вызывать образование эндорфинов, которые обостряют сексуальные желания, вызывают эйфорию и, кроме того, обладают обезболивающим действием (Y. Mekonnen, 1999; H.3rd. Roca, S. Imes, 2001; D.V. Thomas, 2002; Л.Г. Дудченко и соавт., 1999; С.С. Солдатченко и соавт., 2003).

Главными свойствами эфирных масел является их антисептическая, антимикробная, противовоспалительная активность, а также способность влиять на эластичность сосудов, улучшая венозный отток и способность тонизировать ЦНС (M. Lis-Balchin, S. Hart, 1999; M. Lis-Balchin et al., 2002;

С. Яковлев 2000; С.С. Солдатченко и соавт., 2000). Кроме того, исследованиями А.Ф. Сидоренко и С.И. Кедрова, (2000) показано, что ингаляция эфирных масел мелиссы, лимонной полыни, эвкалипта, майорана помимо воздействия на функциональное состояние ЦНС изменяет и уровень сахара в крови.

При правильном сочетании методов ароматерапии можно оказывать влияние на физическое, психоэмоциональное и биоэнергетическое состояние человека (L.L. Halcon, 2002).

По мнению ряда исследователей (M. Lis-Balchin, 1997; MJ. Emslie et al., 2002, Ю.Е. Маляренко и соавт., 2007) ароматерапия является одним из немногих методов немедикаментозной коррекции ФСО, сочетающим в себе высокую эффективность и минимальное количество факторов риска, что позволяет более аргументировано управлять его функциями. Кроме того, с помощью обонятельных сенсорных притоков коррекция функций особенно оправдана при пограничных состояниях между здоровьем и болезнью. Целесообразно её использование как на этапе развития, так и старения, а также на производстве, особенно у операторов, у спортсменов при подготовке к соревнованиям и в период восстановления, в клиниках различного профиля, при нарушениях обоняния. Также в литературе имеются факты, позволяющие утверждать, что начальные этапы старения с помощью аромавоздействий могут быть отодвинуты на более поздние сроки. Кроме того, выявлено стимулирующее влияние аромавоздействий на клеточный и гуморальный иммунитет и его фагоцитарное звено.

В современном мире, среди специалистов существуют различные мнения о сфере действия эфирных масел, с чем и связаны различия в определении понятия ароматерапии. Оптимальным, по мнению С.С. Солдатченко и соавт., (2003), является определение польских специалистов В. Бруда и И. Конопацкой, согласно которому ароматерапия - метод лечения с применением натуральных эфирных масел, вводимых в организм через дыхательные пути, через кожу и слизистые оболочки (Н.В. Нагорная, 1998; О.А. Ирисова, Ю.Б. Беспалова, 2005, http://expodata.ru/~expopress/2005/mr/pmr05tez_irisova2.php). Все формы ее процедур основаны на введении в организм человека высококачественных, чистых, не содержащих химических носителей или добавок эфирных масел, полученных без использования вредного для человека технического, электрического, радиационного оборудования (G.J. Daniels, P. McCabe, 1994; H.3rd. Roca, S. Imes, 2001; L.L. Halcon, 2002; MJ. Emslie et al., 2002).

Эффективность ароматерапии обусловлена воздействием молекул эфирных масел на обонятельный анализатор, который является наиболее древним в эволюционном отношении структурой организма, связанной с лимбической системой головного мозга, зоной интеграции вегетативных, эмоциональных и психомоторных компонентов нейрофизиологических реакций, регулирующей интегративные процессы парасимпатического и

симпатического отделов вегетативной нервной системы и висцеральные функции. Вследствие интеграции лимбическая система отвечает за функции внимания, памяти, эмоций, пищевого и полового поведения, механизмы сна, за регуляцию иммунной системы, организацию сенсомоторных функций и вегетативного контроля (М.Ю. Макачук, 1999). Эти мнения подтверждаются исследованиями М. Lis-Balchin, S.Hart (1999), М. Lis-Balchin et al., (2002) СG. Ballard et al., (2002), С. Holmes et al., (2002), в которых отмечается влияние запахов на состояние ряда структур мозга, особенно связанных с формированием эмоций. О.В. Авиловым (2007) установлено, что наиболее характерным изменением после обонятельного воздействия, является уменьшение активности парасимпатического звена вегетативной регуляции.

Наиболее распространена точка зрения, что психологический и физиологические эффекты запахов обусловлены двумя механизмами: ассоциативным и условно-рефлекторным.

Ассоциативный основан на запоминании взаимодействия запахов с привычными представлениями (ассоциациями). Но конечный физиологический эффект летучих фитоорганических веществ зависит не только от ассоциативного, но и подкоркового условно-рефлекторного механизма, связанного с формированием специфических для каждого ароматического растения обонятельных рефлексов (А. Burns et al., 2002; С.С. Солдатченко и соавт., 2003).

Реальное рецептивное поле аромавоздействий не ограничивается обонятельными рецепторами. Оно обширно, поскольку молекулы эфирных масел с вдыхаемым воздухом проникают в легкие и оттуда в кровоток и разносятся по всем системам организма, что способствует формированию выраженного системного ответа и активации механизмов саморегуляции различных функций. Это указывает на существование гуморального пути воздействия ароматов, обеспечивающего быстрое их всасывание в кровь в неизменном виде, что осуществляется обширной сетью капилляров в слизистой оболочке носа, дыхательных путях и альвеолах легких. Кроме того эффективность ароматерапии во многом обусловлена энергетическим потенциалом природных ароматических соединений, их способностью оптимизировать возбуждательные и тормозные процессы ЦНС, а также баланс вегетативной активности, механизмы иммунной защиты и функции ВНД. (Л.З. Грейхман, 1986).

Фундаментальные механизмы ароматерапии являются объектом изучения восстановительной медицины. При этом отмечается, что методологическая основа такой технологии, в частности аргументация сферы ее применения, нуждается в современной научной базе (В. Cooke, Е. Ernst, 2000; Ю.Н. Моргалев и соавт., 2002). Кроме того, до сих пор не известны нейрофизиологические механизмы действия ароматических веществ на ор-

ганизм человека, а также очень слабо изучено их влияние на состояние структур ЦНС человека (О.Л. Кондупьян, 2003).

Как считает Н.С. Леонова, (2003), необходимо учитывать, то, что человек очень индивидуально воспринимает запах и по механизму ароматерапию можно отнести к регулирующему.

По мнению Ю.Н. Моргалева и соавт., (2002) наиболее перспективно использование запахов эфирных масел для коррекции начальных функциональных отклонений (дозонологических состояний) а не для терапии развившихся болезней. Для оценки уровня функциональных отклонений в различных системах организма (ЖКТ, ССС, ВНС, система дыхания и др.) предложен метод аромаграфической диагностики выявления начальных дисфункций физиологических систем организма человека, основанный на предположении о том, что предпочтение запахов зависит от текущего ФСО.

J.S. Jellinek (1997) различает четыре механизма, на которых могут быть основаны психодинамические эффекты аромата: квазифармакологический механизм, влияющий на ЦНС или гормональные системы; семантический механизм, объясняющий влияние персонального опыта с некоторыми ароматами; гедонический механизм валентности, обеспечивающая размер приятности для эмоционального статуса; и механизм плацебо, основанный на субъективном ожидании. Все эти механизмы могут быть активны у субъектов, принимающих участие в экспериментах с обонянием, что может быть достаточно трудно и даже невозможно, чтобы распознать их дифференциальное влияние на конечные результаты.

В исследованиях CG. Ballard et al. (2002) показана эффективность ароматерапии с использованием эфирного масла Мелиссы (*Melissa officinalis*) для снятия возбуждения у людей с серьезной деменцией. При этом авторы отмечают что 60% группы, использующей эфирное масло, и 14 % группы, использующей плацебо, испытали снижение возбудимости на 30%. При этом у пациентов, получающих эфирное масло Мелиссы возбудимость снижалась на 35%, а у тех кто использовал плацебо - на 11 % ($P < 0,001$). Таким образом, имеются все основания для суждений о наличии в механизмах действия эфирных масел плацебо-компонента.

При воздействии эфирных масел на ЦНС выявлено 4 типа основных реакций: постоянное улучшение концентрации внимания и работоспособности; достижение максимума этих показателей через некоторый период с последующим снижением до уровня, превышающего исходный; максимальное улучшение показателей сразу после воздействия эфирного масла с последующим снижением; снижение показателей концентрации внимания и работоспособности под воздействием эфирных масел (Н.В. Нагорная, 1998).

При исследовании эффективности деятельности работы операторов О.Л. Кондупьян (2003) было показано, что в случаях обогащения экспери-

ментальной ситуации новой сенсорной информацией (звуковое воздействие с помощью шума, и обонятельного воздействия с помощью включения ороданта-розмарина, около 5 минут) уровень активности ФСО возрастает, происходит рост скорости опознания слов. По его мнению, это происходит за счет неспецифической активации структур ретикулярной формации мозга. Однако если при воздействии шума процесс повышения скорости возникает быстро, то изменение это довольно нестабильно и скоро (через 15-20 слов) снижается. Обонятельные воздействия с помощью запаха розмарина в 36,6% случаях приводили к повышению скорости реакции, а эффективность распознавания растет вплоть до завершения исследования. Делается вывод о том, что привлечение обоняния к операторской деятельности повышает качество деятельности более эффективно и на более длительное время, чем звуковое воздействие. Повышение качества деятельности оператора при аромавоздействиях происходит, главным образом, за счет формирования новой системы отношений в пределах существующей функциональной системы, и обеспечивающей деятельность оператора в рамках этой модели. Кроме того, при вдыхании ароматических веществ показано некоторое увеличение мощности альфа-ритма ЭЭГ, что может быть связано согласно индивидуальному отчету испытуемых, с повышением психологического комфорта.

Перспективы использования ароматерапии в спорте. При экстремальных условиях труда эфирные масла могут быть использованы для повышения работоспособности, улучшения памяти, повышения внимания, точности выполнения. В спорте ароматерапия еще не нашла широкого применения, хотя многочисленные сведения подтверждают целесообразность использования эфирных масел для коррекции и оптимизации ФСО спортсменов (Л.З. Грейхман, 1986; С. Миргородская, 1998; Н.В.Нагорная, 1998; Л.Г. Дудченко и соавт., 1999; С.Мялук, 2005).

Исследованиями сотрудников неврологической клиники Крымского НИИ им. И.М. Сеченова установлено, что эфирные масла лаванды и полыни лимонной можно применять для оптимизации рефлекторной активности ЦНС, ускорения выработки динамического стереотипа при выполнении однотипных операций, что в конечном итоге приводит к сокращению времени выполнения заданий. При этом также увеличивается объем кратковременной памяти, активизируется состояние человека в критической стрессовой ситуации, уменьшая время на поиск необходимого решения (С.С. Солдатченко и соавт., 2003).

Экстремальные условия, помимо своего физического воздействия на ткани и системы, могут вызывать отрицательную психологическую реакцию. При эмоциональном стрессе у человека возникают неоправданно большие сдвиги в ряде функциональных систем организма, что является, по-видимому, одной из основных причин ряда сосудистых “катастроф”.

Многие авторы вполне обоснованно указывают на стимулирующее воздействие эфирных масел на сердечно-сосудистую систему, которое особенно выражено при физических нагрузках, что позволяет повысить работоспособность организма и сократить процесс восстановления (С.Миргородская, 1998; Н.В. Нагорная, 1998).

При анализе литературы нами отмечены многочисленные факты, подтверждающие актуальность и целесообразность применения ароматерапии в спортивной практике. Так, можно отметить преимущества перед медикаментозной терапией, которые заключаются в более легкой ассимиляции биологически активных веществ (по сравнению с синтетическими препаратами), более мягкое воздействие, связанное со сходством процессов происходящих в растительных клетках и клетках организма человека, практическое отсутствие побочных эффектов при соблюдении дозировки.

Важным положительным фактором является относительно низкая токсичность эфирных масел, способность проявлять активность в дозах, которые меньше токсических. При этом, естественно, имеет место высокий коэффициент безопасности.

Известно, что для оптимизации функционального состояния и физической работоспособности более приемлемы комфортные, приятные, обладающие широким спектром действия средства, где действенность сочетается с простотой и доступностью (H.J3rd. Roca, S. Imes, 2001; Е.А. Умрюхин, 1990). Именно ароматерапии присуще сочетание всех вышеперечисленных условий. Кроме того, сами процедуры применения эфирных масел не требуют приложения дополнительных усилий от самого спортсмена, что очень важно для его заинтересованности этим внутренировочным средством.

Н.Г. Озолин (2003) утверждает, что у спортсменов может быть эффективно вдыхание (через нос) ароматов эфирных масел, композиций, благовонных курений (например, ладана, ароматических пирамидок из Индии) для успокоения и восстановления, а также в целях психокоррекции.

С.Н. Битко, В.Г. Окипняк, (2002) изучали влияние пролонгированного воздействия масла лаванды на адаптацию к тренировочным нагрузкам баскетболистов. Их исследования показывают, что после 30-ти дневного курса вдыхания масла лаванды у спортсменов улучшается адаптация к тренировочным и соревновательным нагрузкам, возрастает точность, дифференцировка и подвижность игровой деятельности, также имеет место адаптация регуляторных механизмов ССС по парасимпатическому (более экономичному) типу.

Все изложенное позволяет сделать заключение о том, что эфирные масла или их композиции могут служить средством положительного воздействия на функциональное состояние организма. Вместе с тем практически отсутствуют сведения о том, как и какими путями происходит влияние эфирных масел и их композиций на функциональное состояние людей, за-

нятых напряженной профессиональной деятельностью, а также чем обусловлено их возможное влияние на эффективность этой деятельности. Возможно, что одним из путей решения этой проблемы может послужить сравнение эффектов применения аромакомпозиций с результатами использования функциональной музыки, которая, видимо, имеет определенные черты сходства (в физиологических механизмах) воздействия на состояние организма человека.

7.2.3. Функциональная музыка и ее влияние на функциональное состояние человека

О благотворном лечебном действии музыки на организм человека известно с древних времен (О.А. Блинова, 1998; С.В. Шушарджан, 2003). Хотя интерес к воздействию музыки на человека проявляли еще древние ученые, попытки научного обоснования и осмысления механизмов ее воздействия на человека стали предприниматься в конце XIX начале XX века. В работах Г.И. Герасимович, Е.А. Эйныш, (1999), С.В. Шушарджан, (2000) и др., имеются данные о благотворном влиянии музыки на ЦНС, дыхание, кровообращение и газообмен.

Музыкальная терапия взята на вооружение различными специалистами. В настоящее время она находит свое применение и активно используется в работе клиник российских и зарубежных психотерапевтических центров (О.А. Блинова, 1998).

При использовании музыки на рабочих местах активность в первый час работы повышается на 10%, брак снижается на 30%, общая работоспособность увеличивается до 70%. Для психологов положительное влияние музыки на производительность труда - давно доказана, а исследования на эту тему ведутся с конца XIX в. Такую музыку стали называть функциональной, фоновой, обстановочной или музыкой окружающей среды. При этом внедряли функциональную музыку, в основном, на заводах, а производственная сфера оставалась в тени (Ю.Г. Коджаспиров, 1987).

Многие авторы рассматривают возможность использования музыкального воздействия в стоматологии, кардиологии, хирургии, психиатрии (S.V. Hanser, 1985; J. Bean, 1986; Ю. Евдокимова, В. Мельченко, 1993; Г.И. Герасимович, Е.А. Эйныш, 1999).

В настоящее время функциональная музыка занимает достойное место среди средств воздействия на ФСО человека, особенно как высокоэффективное средство релаксации (J.F.Byers, K.A.Smyth, 1997; Ю.Г. Коджаспиров, 1987). Специально подобранные музыкальные произведения или фрагменты, исполняемые в медленных темпах (*andante*, *adagio*, *largo* и т.д.), приводят к снижению нервно-психического напряжения, оптимизации и

ускорению протекания восстановительных процессов (М. Iwanaga, М. Tsukamoto, 1997).

Музыка активно влияет на психику человека, вызывая определенные эмоциональные переживания и эмоции, которые оказывают влияние на интенсивность обменных процессов, дыхательную и сердечно-сосудистую системы, стимулируют работу головного мозга и кровообращения (Н.Н. Захарова, В.М. Авдеев, 1982; В.И. Петрушкин, 1988). Ранее нашими исследованиями (Н.Н. Сентябрев, А.Н. Фомин, 1994, Н.Н.Сентябрев, А.Г. Камчатников, 2001) показаны неоднозначные эффекты влияния функциональной музыки, возможно, определяемые высокой лабильностью ВНД и субъективностью восприятия музыкальных произведений.

Положительное эмоциональное возбуждение при звучании приятных мелодий усиливает внимание, активизирует ЦНС и стимулирует мыслительную деятельность, ослабляет “нагрузку” на работающие звенья, и, следовательно, способствует увеличению работоспособности человека (И.В. Муравов, 1977; А.Б. Леонова, А.С. Кузнецова, 1993).

Известно, что познавательная обработка музыкальной информации происходит в различных структурах ЦНС, особенно в местах пересечения аудитивных и моторных ассоциативных полей (Л.П. Сербина, 2000).

Исследования Н.Н. Захаровой и В.М. Авдеева (1982) свидетельствуют об изменении активности коры головного мозга, а также изменениях со стороны сердечно-сосудистой и дыхательной систем под воздействием музыки.

М.Н. Ливанов, Г.И. Шульгина, (1986) считают, что предъявление музыки можно уподобить предъявлению положительного условного стимула, который приводит в действие определенный механизм, синхронизирующий ритмическую активность различных участков головного мозга.

Н.А. Фудиным и соавт., (1996) показано, что определенным образом подобранная музыка улучшает самочувствие, снижает психоэмоциональное напряжение, нормализует вегетативный тонус, оптимизирует функциональное состояние и повышает эффективность целенаправленной деятельности студентов перед экзаменами. Эффективность музыки как корригирующего воздействия определяется исходно-преобладающим вегетативным тонусом обследуемого, в большей степени она может быть адресована симпатотоникам находящимся в состоянии психоэмоционального напряжения.

По мнению Н.Н. Захаровой и В.М. Авдеева (1982) вполне правомерно использование музыки для активации корковой деятельности, в частности процессов связанных с выбором реакции, и особенно тогда, когда активность коры головного мозга находится на низком уровне функционирования. Исследования указывают на существенное уменьшение времени двигательной реакции под влиянием музыки (Н.Н. Захарова, О.И. Иващенко, 1984). Эти и другие качества музыки позволяют рассматривать ее как

эффективное средство нелекарственной реабилитации функционального состояния человека.

Большинство исследователей склонно считать, что взаимодействие человека с музыкальным произведением - процесс многосторонний, результаты которого определяются как особенностями личности, так и объективными свойствами музыки (А.Л. Готсдинер, 1993).

Влияние музыкальных форм на организм человека происходит на физиологическом (низшем) и высшем (психическом) уровнях. Воздействие в первом случае осуществляется через внешнюю (физическую) сторону музыкального произведения: высоту звука, его громкость, продолжительность действия, тембр, тональность и ритм (S. Koelsch et al., 2003; Ю.Г.Коджаспиров, 1987; Г.И. Герасимович, Е. А. Эйныш, 1999; С.Л. Долгушин, 1999). Эмоциональное воздействие также оказывается общим звучанием (без осознания его смыслового содержания), т.е. воздействием на психическом уровне - через внутреннюю (языковую) сторону музыкального произведения, включающую в себя осмысление звукосопрежения (мелодические, гармонические, ритмические обороты), которые вызывают у слушателя определенные представления (А.Л. Готсдинер, 1993). Особо выделяется воздействие вокального голоса (С.В. Шушарджан, 2000).

Нами было высказано предположение (Н.Н. Сентябрев, 2004), что в механизмах влияния функциональной музыки существенную роль играет ауто-суггестивный компонент - "личностная плацебо - реактивность", который не исключает и условно-рефлекторную составляющую.

Среди методов оптимизации функционального состояния спортсмена достаточно действенной является функциональная музыка. ФМ – это доступное и эффективное средство воздействия на функциональное состояние человека (S.B. Hanser, 1985; С. Palmer, 1997; Ю. Евдокимова, В.Мельченко, 1993).

Значимое место отводится музыке в процессе психопрофилактики неблагоприятных функциональных состояний человека, в частности связанных с занятиями спортом (А.Б. Леонова, А.С. Кузнецова, 1993).

Необходимо отметить, что характер исполняемой музыки может давать прямо противоположные физиологические реакции (Н.Н.Захарова, В.М.Авдеев 1982; Ю.Г.Коджаспиров, 1987; Н.А.Фудин и соавт., 1996). Немаловажно знать и то, что аудио воздействия, в том числе и музыкальное, значительно проигрывает по величине времени последствия эффектов.

Противоречивость данных по результатам использования музыки для воздействия на функциональное состояние людей подтверждается дискуссией по поводу «эффекта Моцарта». Исследования F. Rauscher (1998) показали положительное влияние на работоспособность мозга музыки Моцарта, в частности на улучшение умственных способностей студентов и качество выполнения заданий. Близкие к этому результаты были получены и некоторыми другими исследователями (R. Fudin, E. Lembessis, 2004).

Высказывается мнение, что суперорганизация мозговой коры резонирует с особенностями ритмической организации мелодий, найденной в музыке Моцарта (J.R. Hughes, 2001). Но судя по данным W.F. Thompson et. al., (2001) положительные эффекты связаны с особенностями самой музыки Моцарта (энергичная или лирическая). Некоторые исследователи приводят сведения о том, что положительные эффекты имеются, но они не связаны конкретно с музыкой Моцарта (A. Lints, S. Gadbois, 2003). Существует достаточно много исследований, в которых отрицается наличие «эффекта Моцарта» (С.В. Carstens et. al., 1995; К.М. Steele et. al., 1999).

В отличие от ароматерапии, функциональная музыка в спорте в настоящий момент получила более широкое распространение, что подтверждается анализом литературы. Существуют источники доказывающие положительное воздействие музыки как на восстановительные процессы, так и на стимуляцию работоспособности спортсменов (Ю.Г. Коджаспиров, 1987; В.Н. Цветков, В.И. Шапошникова, 2004).

В целом, ФМ является достаточно эффективным способом релаксации (В. Blumenstein et al., 1995), обладая лишь одним видимым недостатком: эффект ФМ связан с необходимостью ее субъективного восприятия, что само по себе не всегда достижимо и определено целым рядом требований к состоянию психики, ее особенностям, текущему состоянию, музыкальному вкусу и т. д.

7.2.4. Эффекты применения функциональной музыки и эфирных масел

В исследовании проводившимся в течение пяти лет (2002–2007 гг.) принимало участие 42 спортсмена-легкоатлета (мужчины в возрасте 18-22 лет), специализирующиеся в спринтерском беге со спортивной квалификацией от I разряда до мастера спорта. Всего было проведено 2310 комплексных обследований - в исходном состоянии, до и после применения ароматерапевтических композиций эфирных масел и функциональной музыки разного характера (релаксирующего и активизирующего). На различных этапах исследования определяли функциональное состояние организма людей, занятых напряженной профессиональной деятельностью.

Для характеристики психоэмоционального статуса оценивали психофизиологические показатели с помощью компьютерного тестирования - автоматической системы оперативного контроля оператора «ОКО». С ее помощью проводились тесты САН по В.А.Доскину, «ситуационная тревожность» (СТ) по Спилбергеру, тест цветовых выборов по Люшеру. Оценка состояния ЦНС осуществлялась регистрацией реакции на движущийся объект (РДО) и времени сложной двигательной реакции (ВДР).

Для оценки функционального состояния ЦНС также определяли время простой двигательной реакции на свет и на звук с помощью хроно-

рефлексометра, входившего в комплекс авиаврача. При этом подавали в произвольном порядке сенсорные стимулы с различными интервалами времени между очередными раздражителями (световой и звуковой).

Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы определялось методом тонометрии. Регистрация величин АД и ЧСС с помощью электронного автоматического тонометра OMRON RX-3 (Япония) проводили в положении сидя с помощью наложения манжеты на дистальные отделы предплечья. Определяли АД сист., АД диаст., ЧСС, ПД (по формуле: $ПД = АД \text{ сист.} - АД \text{ диаст.}$), КЭК – коэффициент эффективности кровообращения по формуле: $КЭК = АД \text{ сист.} / ЧСС$.

Для оценки регуляторных механизмов и состояния вегетативного тонуса рассчитывали вегетативный индекс Кардо (ВИ) - показателя информационно-тонического компонента системы вегетативного обеспечения по формуле: $ВИ = (1 - АД \text{ диаст.} / ЧСС) \times 100$.

Для оценки параметров напряженной двигательной деятельности определяли максимальную скорость бега (после предварительного разгона) используя фотоэлектрохронометрию с помощью времяизмерительного устройства ВИУ-2 (ВИСТИ).

При этом методом электроподографии при помощи электроконтактной дорожки (рис. 13) оценивали параметры бегового шага (усреднением характеристик четырех шагов на максимальной скорости). С помощью этого метода оценивали время шага ($t_{\text{шага}}$), время периода опоры ($t_{\text{оп}}$) и полета ($t_{\text{пол}}$), рассчитывали темп (f) бега, используя формулу $f = 1/t$ шага. Длину шага ($l_{\text{шага}}$) вычисляли по формуле $l_{\text{шага}} = v/f$. Показатель беговой активности (K) рассчитывали по формуле $K = t_{\text{пол}} / t_{\text{оп}}$.

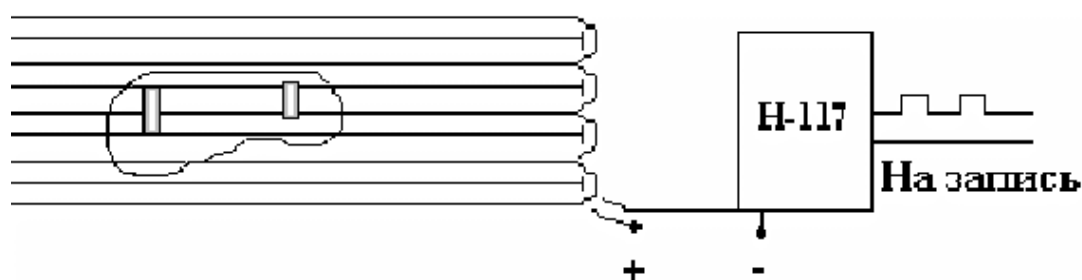


Рис.13. Принципиальная схема электроконтактной дорожки для регистрации опорных и полетных интервалов

С помощью велоэргометра «МОНАРК» определяли другой показатель результата напряженной мышечной деятельности - предельное время работы (в сек) с максимальной скоростью и максимальным (индивидуально определяемым) сопротивлением до начала снижения скорости педалирования (невозможность поддерживать максимальный режим педалирования). Такой модифицированный тест (С.Н. Кучкин, В.М. Ченегин, 1981; К.Ю. Ажицкий и соавт., 1990) позволял получать усредненный показатель величин пиковой и максимальной анаэробной мощности.

Для статистической обработки результатов исследования использовали непараметрическую оценку значимости различий средних величин с помощью критерия знаков. Рассчитывали парные коэффициенты корреляции между всеми показателями, корреляционные плеяды, для оценки трендов проводили построение гистограмм.

Для всех тестов имелась инструкция, с которой был ознакомлен каждый обследованный до их выполнения.

В соответствии с целью и задачами работы исследования проводились по следующим направлениям (сериям).

1 – серия – фоновые обследований для определения параметров психофизиологического состояния и напряженной двигательной деятельности спортсменов, для выявления исходных параметров функционального состояния организма каждого испытуемого и групп в целом/.

2 – серия – обследуемые подвергались действию готовых композиций эфирных масел разной направленности «Арома - Спокойствие» и «Арома - Вдохновение» (ЗАО Мирра – М, Россия) в виде холодных ингаляций - вдыхание запаха композиции, нанесенной на ладони, в течение не менее 2-3 мин. Сначала изучались эффекты «Спокойствия», затем - «Вдохновения» (в разное время и после проветривания помещения для полного удаления запаха). Предварительно был проведен опрос на субъективное отношение к запаху аромакомпозиций, при этом для исключения плацебо-эффектов спортсменам не была известна маркировка препарата.

3 – серия – изучение эффектов функциональной музыки (ФМ) разного характера (релаксирующего и активизирующего). Она была представлена фрагментами произведений классической и популярной музыки (И.С. Бах, П.И. Чайковский, В.А. Моцарт, композиции групп Beatles, Enigma и др.). В соответствии с имеющимися рекомендациями (Ю.Г. Коджаспиров, 1987) в качестве критериев выбора музыкальных фрагментов использовали характер произведений (ритм, тональность и мелодические особенности), учитывали индивидуальные предпочтения. Воспроизведение осуществлялось с помощью цифрового аудиоплеера IRIVER с битрейтом от 128 до 320 kbit. Для прослушивания использовали головные микрофоны, диапазон воспроизводимых частот 20 гц – 20 кгц, прослушивание осуществлялось с помощью головных микрофонов DIALOG stereo headset M-751HV с индивидуальным регулятором громкости (18 мВт макс. громкости), экспозиция не менее 3-5 мин..

На всех этапах исследования проводили анкетирование с помощью специально составленного опросника «субъективная оценка восприятия темпо-ритмовых характеристик спринтерского бега».

Статистическая обработка данных произведена на компьютере типа IBM PC (Pentium-1700) с помощью Microsoft Excel 2003 для Windows XP. Для всех показателей рассчитывались показатели описательной статисти-

ки. Для определения достоверности различия средних величин использовались значения критерия знаков Z.

На первом этапе исследования был проведен анализ физиологических эффектов воздействий разного характера (релаксирующего и активизирующего) аромакомпозиций и функциональной музыки на показатели функционального состояния организма (ФСО) и параметры напряженной профессиональной деятельности спортсменов-спринтеров. Для оценки ФСО регистрировали показатели состояния ЦНС, ВНС и ССС.

Тестирование выявило индивидуальные различия в предпочтении запахов. Среди спринтеров группы I разряда и КМС (n=17), 64,7% предпочли запах релаксирующей аромакомпозиции, 35,3% - активизирующей. В группе высококвалифицированных спринтеров (КМС и МС) 77,8% оценивали как более приятный запах релаксирующей аромакомпозиции, 22,2% - активизирующей. Преобладание положительной оценки запаха аромакомпозиции «Спокойствие» связано с высоким уровнем психоэмоционального напряжения, хотя встречались и исключения. В ряде случаев отмечены реакции не характерные для группы, когда при выраженном психоэмоциональном напряжении спортсмену все же приятнее запах активизирующей аромакомпозиции. Основным результатом сеансов аромакомпозиций, подбиравшихся по индивидуальным предпочтениям и текущему функциональному состоянию было повышение уровня функциональных возможностей и функционального состояния ЦНС.

Для аромакомпозиции «Спокойствие» было характерно развитие психоэмоциональной релаксации, о чем можно судить по снижению ряда показателей (ЭС, ПН, ПУ, СТ и др.) и изменению соотношения КПР к КЗР в сторону преобладания запаздывающих. Это может косвенно свидетельствовать о развитии тормозных реакций в ЦНС. При этом увеличилось ВДР и возросла точность реакций, время простой двигательной реакции на световой и звуковой стимул.

Активизирующая аромакомпозиция «Вдохновение» оказывала во многом противоположное воздействие. Выросли показатели ЭС, Т, СТ, соотношение реакций на движущийся объект изменилось в сторону преобладания преждевременных. Значимо сократилось ВДР и повысилась точность реакций. Время простой реакции на световой и звуковой стимул сократилось, однако произошло снижение его стабильности.

Применение аромакомпозиций в состоянии относительного покоя отразилось на состоянии ССС. Сеансы релаксирующей аромакомпозиции приводили к снижению ЧСС, АД сист., АД диаст. и напряженности регуляторных механизмов (ВИ). На 8,9% повысился показатель эффективности кровообращения.

По изменениям ВИ и ЧСС можно считать, что сеансы активизирующей аромакомпозиции способствовали увеличению симпатических влияний. Отмечено снижение КЭК.

Применение аромакомпозиций перед напряженной мышечной деятельностью работы на велоэргометре с максимальной мощностью показало следующее. Аромакомпозиции разного характера по сравнению с фоном приводили к снижению напряженности регуляторных механизмов, вегетативный тонус после работы повышался значительно меньше, чем в фоне. Вегетативный индекс после активизирующей аромакомпозиции снизился даже больше чем после релаксирующей. Однако отмеченные различия связаны в большей мере с различиями фона. Главным для практики явилось произошедшее увеличение предельного времени максимальной работы после релаксирующей аромакомпозиции на 17,8% и после активизирующей на 18,3%.

Одним из немаловажных моментов явились изменения темпоритмовых характеристик напряженной двигательной деятельности в результате применения аромакомпозиций, которые косвенно отражали состояние эффекторного аппарата непосредственно в процессе мышечной деятельности. Все различия существенны. Сеансы релаксирующей аромакомпозиции привели к увеличению времени шага преимущественно за счет периода полетной фазы, увеличилась длина шага, снизился темп. Скорость при этом практически не изменилась (снижение составило 0,01м/с). Результатом применения активизирующей аромакомпозиции было сокращение времени шага за счет сокращения периода опоры, при повышении темпа и уменьшении длины шага, произошло повышение скорости бега (на 0,05м/с).

Таким образом, можно констатировать в целом положительные результаты влияния аромакомпозиций на функциональное состояние эффекторного звена специфической функциональной системы непосредственно в процессе профессиональной деятельности.

Далее изучали эффекты применения функциональной музыки различного характера. Для решения этой задачи было проведено исследование по той же схеме и с теми же участниками, что и на предыдущем этапе.

Были получены результаты, показавшие, что между эффектами аромакомпозиций и функциональной музыки существовали как черты сходства, так и различий. Одним из выраженных сходств явились близкие изменения состояния ЦНС, оба изученных способа модификации функционального состояния приводят к их оптимизации об этом можно судить по увеличению субъективных показателей и показателей отражающих уровень функциональных возможностей и функциональное состояние ЦНС. Происходило повышение характеристики теста РДО количества точных реакций (табл. 21).

Прослушивание функциональной музыки разного характера приводило к сходным изменениям функционального состояния ССС произошедшим после однотипных по характеру аромакомпозиции.

Таблица 21
Воздействия аромакомпозиций и функциональной музыки на характеристики функционального состояния организма спринтеров (n=42)

Методы	Показатели	После аромакомпозиций			
		Фон	«Спокойствие»	Фон	«Вдохновение»
Тест «САН» по Доскину (балл)	Самочувствие	4±0,9	4,2±0,7	3,9±0,9	4,1±0,9
	Активность	3,7±0,5	3,9±0,7	3,6±0,6	4±0,8*
	Настроение	3,8±0,6	4,2±0,8*	3,8±0,6	4,1±0,7
	Желание работать	3,6±0,6	4,1±0,7*	3,8±0,4	3,9±1,0
Ситуативная тревожность по Спилбергеру СТ (балл)		8,5±2,2	7,4±1,8*	8,8±2,5	9,4±2,2
РДО (ед.)	КТР	2,3±1,4	2,8±2,0*	2,4±1,1	3,7±1,6**
	КПР	10,4±3,9	6,9±4,5*	9,4±3,9	12,9±6,0
	КЗР	12,3±4,6	15,3±4,7*	13,3±4,6	8,4±4,9*
ВДР (время сложной двигательной реакции) (мс, ус. ед)	СВР	0,44±0,04	0,47±0,06*	0,45±0,03	0,415±0,06*
	УФВ	1,87±0,4	2,05±0,6**	1,75±0,4	2,46±0,6**
	ФСС	2,69±0,4	2,96±0,5*	2,88±0,6	3,47±0,7**
Оценка функционального состояния ССС (мм.рт.ст, уд./мин)	АД сист.	123,8±6,0	120,6±6,8	124,5±7,3	126,5±7,8
	АД диаст.	77,6±7,1	73,3±8,3	78,0±8,7	74,2±8,3
	ПД	46,2±8,4	47,3±9,5	46,5±9,6	52,3±7,6*
	ЧСС	73,6±6,3	65,8±6,8*	72,0±7,0	76,6±6,7*
Оценка эффективности кровообращения - КЭК (ус.ед.)		1,68±0,34	1,83±0,25*	1,73±0,45	1,65±0,55
Оценка состояния вегетативного баланса - ВИ Кардю (балл)		-5,4±9,6	-11,4±7,1*	-8,3±10,7	+3,1±8,2*
Методы	Показатели	После функциональной музыки (ФМ)			
		Фон	Релаксирующая	Фон	Активизирующая
Тест «САН» по Доскину (балл)	Самочувствие	3,9±0,8	4,5±0,6*	3,8±0,6	4,6±0,6*
	Активность	3,8±0,4	4,2±0,6	4±0,5	4,2±0,6
	Настроение	3,9±0,6	4,6±0,5*	3,9±0,5	4,5±0,6*
	Желание работать	3,5±0,5	4,2±0,5*	3,6±0,4	4,2±0,6*
Ситуативная тревожность по Спилбергеру СТ (балл)		8,8±2,8	7,5±1,8*	8,6±2,9	9,1±1,6
РДО (ед.)	КТР	2,4±0,8	4±1,4**	2,4±0,6	4,3±1,4**
	КПР	10,8±5,4	6,2±3,0*	10,2±4,4	9,1±3,0
	КЗР	11,8±5,7	14,8±2,5*	12,4±5,1	11,6±3,8
ВДР (время сложной двигательной реакции) (мс, ус. ед)	СВР	0,43±0,06	0,44±0,04	0,44±0,05	0,39±0,04*
	УФВ	2,08±0,4	2,25±0,5*	2,0±0,9	2,55±0,5**
	ФСС	2,81±0,5	3,31±0,4**	2,77±0,5	3,49±0,5**
Оценка функционального состояния ССС (мм.рт.ст, уд./мин)	АД сист.	122,5±6,7	118,5±7,3	122,0±7,4	128,6±8,5
	АД диаст.	78,3±7,9	74,2±6,5*	77,3±7,2	75,3±8,1
	ПД	44,2±9,8	44,3±8,4	44,7±9,0	53,3±10,3
	ЧСС	72,0±5,3	63,9±6,1*	70,4±4,7	76,0±6,9*
Эффективность кровообращения - КЭК (у.е.)		1,70±0,36	1,85±0,29*	1,73±0,35	1,69±0,46
Оценка состояния вегетативного баланса - ВИ Кардю (балл)		-8,8±12,6	16,1±7,7**	-9,8±10,2	+0,9±8,3**

Примечание: достоверность различий дана в сравнении с фоном: * - при $p < 0,05$; ** - при $p < 0,01$ (критерий знаков, Z).

При сравнении влияний функциональной музыки и аромакомпозиций на эффективность профессиональной деятельности стоит отметить произошедшее увеличение одного из главных результирующих факторов напряженной мышечной деятельности бегунов-спринтеров предельного времени работы максимальной мощности (рис. 14).

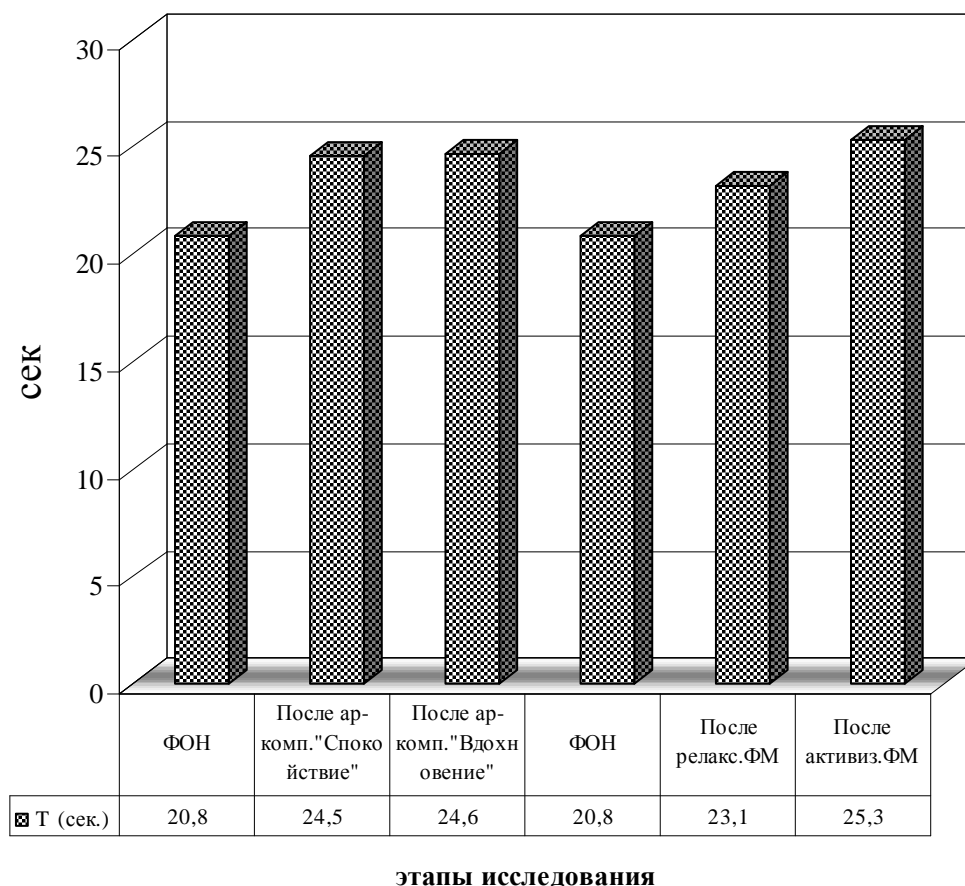


Рис. 14. Динамика предельного времени максимальной работы на различных этапах исследования

Релаксирующие воздействия различной модальности приводили к повышению предельного времени работы в разной степени. *Большее предельное время работы возросло после применения аромакомпозиции по сравнению с функциональной музыкой релаксирующего характера (17,8% против 11,1%).* Активизирующие воздействия приводили к сходным изменениям повышения предельного времени (18,3% против 21,6%), но при использовании функциональной музыки прирост был несколько больше.

Прослушивание функциональной музыки и применение однотипных аромакомпозиций показало некоторые важные различия изменений кинематических характеристик бега (табл. 22).

Таблица 22

Воздействие аромакомпозиций и функциональной музыки разного характера на темпо-ритмические характеристики двигательной деятельности спринтеров ($M \pm m$, $n=42$)

Показатели	После аромакомпозиций			
	Фон	«Спокойствие»	Фон	«Вдохновение»
V –скорость бега (м/с)	9,23±0,05	9,22±0,03	9,22± 0,03	9,27±0,04*
$t_{шага}$ - время шага (мс)	243,0±1,75	245,0±0,27*	240,5±1,32	239,0±0,43
$t_{оп.}$ -время опоры (мс)	89,0±0,7	89,0±0,71	88,0±0,56	86,0±0,6*
$t_{пол.}$ -время полета (мс)	154,0±0,68	156,0±0,59*	152,5±0,89	153,0±0,43
f - темп шагов (ш/с)	4,12±0,07	4,08±0,04	4,16±0,04	4,19±0,05*
$l_{шага}$ – длина шага (см)	224,0±0,25	225,0±0,38	223,0±0,31	221,0±0,47
K -показатель беговой активности ($t_{пол.}/t_{оп.}$) (ус.ед.)	1,74±0,04	1,76±0,04	1,75±0,09	1,78±0,05*
Показатели	После функциональной музыки (ФМ)			
	Фон	Релаксирующая	Фон	Активизирующая
V –скорость бега (м/с)	9,22±0,03	9,21±0,02	9,21±0,09	9,23±0,02*
$t_{шага}$ - время шага (мс)	240,5±1,42	244,0±0,38*	240,5±0,97	241,0±0,38
$t_{оп.}$ -время опоры (мс)	88,0±0,66	89,0±1,12	87,5±0,35	84,5±0,38*
$t_{пол.}$ -время полета (мс)	152,5±0,86	156,0±0,53*	153,0±0,42	156,5±0,38*
f - темп шагов (ш/с)	4,16±0,04	4,10±0,04*	4,16±0,06	4,15±0,03
$l_{шага}$ – длина шага (см)	223,0±0,36	225,0±0,45*	221,0±0,42	223,0±0,66
K -показатель беговой активности ($t_{пол.}/t_{оп.}$) (ус.ед.)	1,75±0,04	1,76±0,05	1,76±0,06	1,86±0,03**

Примечание: достоверность различий дана в сравнении с фоном:

* - при $p < 0,05$; ** - при $p < 0,01$ (критерий знаков, Z).

При релаксирующих воздействиях сходным было увеличение времени шага, снижение темпа и увеличение длины беговых шагов. Но при функциональной музыке происходит повышение времени опоры, при релаксирующей аромакомпозиции растет период полета (отражающий силовой компонент и релаксационные свойства мышц).

Активизирующие воздействия оказывали тонизирующее воздействие на нервно-мышечный аппарат спортсменов. Это приводило к изменению кинематических характеристик бега. Было отмечено сходное влияние на сокращение длительности опорных периодов бегового шага, однако при ФМ не изменяется время шага и темп специфической двигательной деятельности по сравнению с воздействием аромакомпозиции «Вдохновение». Кроме того, после ФМ увеличилась длительность периода полета и длина шага, изменение которых по сравнению с аромакомпозицией «Вдохнове-

ние» произошло в противоположную сторону.

Данный этап показал некоторые сходства наряду с существенными отличиями как субъективных, так и объективных показателей тестов при применении аромакомпозиций и функциональной музыки разного характера имеются. Сходства действия аромакомпозиций и ФМ заключаются в изменениях ряда показателей ФСО обследованных, приводящих к модификации психоэмоциональных состояний, изменению уровня активности ССС и ВНС. Отличалось воздействие аромакомпозиций и ФМ на параметры и структуру напряженной двигательной деятельности. Обе процедуры повышают предельное время максимальной работы, увлечение скорости бега в ряде случаев не происходит. Изменяется темпо-ритмовая структура специфической двигательной деятельности. Одни воздействия повышают темп, другие увеличивают время и длину шага. Степень изменения функционального состояния ЦНС (УФВ и ФСС) после воздействий аромакомпозиций и ФМ была неодинаковой.

Далее для выявления возможных физиологических механизмов влияния эфирных масел (аромакомпозиций) и сеансов функциональной музыки различного характера был проведен анализ межсистемных взаимосвязей показателей ФСО и напряженной двигательной деятельности. Для определения степени напряженности регуляторных механизмов и физиологической «цены» повышения результата двигательной функции рассчитывали показатель «мощности» корреляции изучаемых параметров. Также использовали интегральный показатель «мощности» корреляции (ρ) представляющий значение квадратного корня из суммы всех сводных коэффициентов корреляции. Модификация этого самого стабильного в обычных условиях показателя может свидетельствовать о глубоких перестройках структуры взаимосвязей функциональных систем, определяющих общее ФСО. Он дает возможность оценить уровень интегративности изучаемых показателей (К.В. Судаков и соавт., 1995). Важно отметить, что жесткие гомеостатические константы, к которым в частности относится двигательный гомеостаз, имеют большую диагностическую значимость уже при изменении их величин даже на 3-5%.

Для выяснения характера и степени взаимообусловленности и взаимодействия параметров различных систем в обеспечении максимального результата специфической двигательной деятельности в условиях различных воздействий, был проведен анализ интеркорреляционных связей изучаемых показателей. Предполагалось, что данные системы являлись компонентами единой функциональной системы организма, направленной на достижение полезного результата профессиональной деятельности бегунов-спринтеров.

Были выделены: 1 блок – показатели сердечно-сосудистой и вегетативной нервной систем (ЧСС, ВИ, АД сист., АД диаст., КЭК) 2 блок - предконечные и конечные параметры специфической двигательной дея-

тельности (Тшага, Lшага, К, V и T) и 3 блок – характеристики состояния центральной нервной системы (КТР, СВР, УФВ, ФСС).

Воздействие аромакомпозиции «Спокойствие» приводило к значительному изменению числа и характера сильных связей изучаемых параметров. Из имевшихся шести сильных положительных взаимосвязей остались лишь две. Однако добавились новые связи, таким образом, число сильных связей выросло до восьми. Изменилось и число отрицательных связей (рис.15).

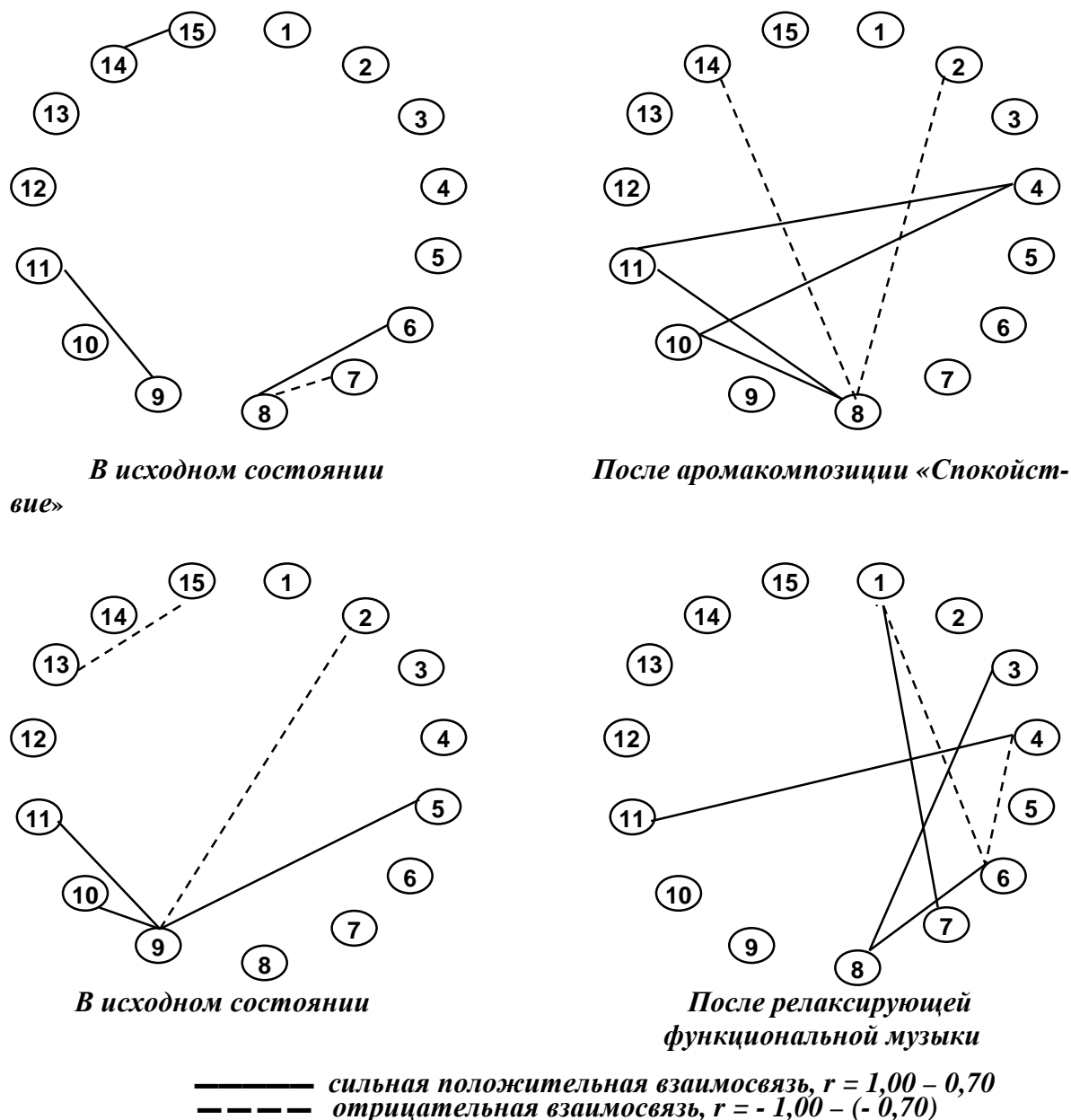


Рис. 15. Различия воздействий аромакомпозиций и функциональной музыки релаксирующего характера на межсистемные взаимосвязи (1 – ЧСС; 2 – ВИ Кардо; 3 – КЭК; 4 – АД сист.; 5 – АД диаст.; 6 – Тшага; 7 – f (темп); 8 – Lшага; 9 – К (Топ./Тпол.); 10 – V (скорость); 11 – T (предельное время работы); 12 – КТР; 13 – СВР; 14 – УФВ; 15 – ФСС)

Ослабевают взаимосвязи состояния регуляторного аппарата с параметрами двигательной деятельности, в частности с предконечной характеристикой - длиной шага, отражающей мощность отталкивания (силовой компонент), эластичностью мышечного аппарата, косвенно связан с состоянием психоэмоционального напряжения ЦНС (релаксацией), и с собственно конечной характеристикой профессиональной деятельности (предельным временем максимальной работы).

Следовательно, повышение результативности специфической двигательной деятельности может определяться активизацией релаксационных процессов ЦНС и соответствующей динамикой вегетативного тонуса. При этом меняется структура связей ВИ с параметрами специфической двигательной деятельности (длина шага), взаимосвязь которой ослабела с параметрами состояния ЦНС

Для общей оценки уровня интегративности отдельных показателей, обуславливающих результат двигательной функции, был рассчитан показатель «мощности» корреляции, показавший, что наряду с увеличением количества межсистемных связей, имеет место рост результата двигательной функции. Это происходит при использовании воздействий аромакомпозиций и ФМ и не сопровождается увеличением тесноты функциональных взаимосвязей между исследуемыми показателями. Показатель «мощности» корреляции в исходном ФСО варьирует в пределах 8-9%, тогда как применение аромакомпозиций и ФМ значительно увеличивает его вариабельность. Количество и теснота интеркорреляционных (межсистемных) взаимосвязей при изучаемых воздействиях существенно различается.

В результате воздействий аромакомпозиций и ФМ релаксирующего характера показатель «мощности» корреляции значительно снизился, больше всего после ФМ (46,7%), и несколько меньше после аромакомпозиции «Спокойствие» (36,2%). Сходная тенденция динамики интеграции параметров ФСО наблюдалась после применения активизирующих воздействий, так в результате воздействия аромакомпозиции «Вдохновение» снижение тесноты межсистемных корреляционных связей составило 19,4%, после ФМ лишь 2,7% (рис.16).

В результате применения изучаемых воздействий происходит существенное повышение результата двигательной функции, обеспеченное статистически значимым повышением экономичности функционирования некоторых ФС организма, что не приводит к напряжению регуляторных механизмов и повышению физиологической стоимости более высокого уровня двигательной функции.

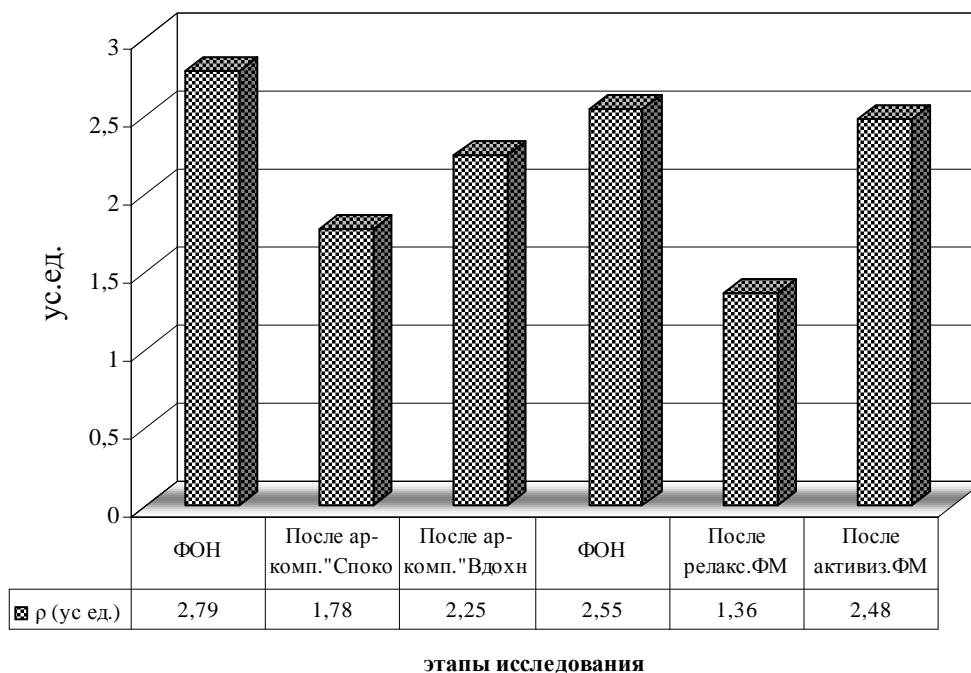


Рис. 16. Динамика мощности корреляции (ρ) межсистемных взаимосвязей

Таким образом, использование аромакомпозиций и функциональной музыки различного характера приводит к неодинаковым изменениям специфической функциональной системы, определяющей результаты напряженной профессиональной деятельности. Релаксационные воздействия приводят к модификации имеющейся функциональной системы, тогда как активизирующая аромакомпозиция не вызывает таких изменений. Релаксация, вызванная применением аромакомпозиции характеризуется большим числом сильных связей, лучшим взаимодействием компонентов функциональной системы. Все это обуславливает более выраженные изменения эффективности работы эффекторов, что является причиной улучшения параметров специфической деятельности.

Предварительное тестирование участников настоящего исследования показали, что при выборе аромакомпозиций существенным является текущее функциональное состояние организма – повышенный или сниженный по отношению к оптимальной величине уровень психоэмоционального возбуждения. Это согласуется с представлениями Ю.Н. Моргалева и соавт. (2002) о предпочтении запахов эфирных масел в связи с имеющимися дисфункциями организма. Однако результаты данной работы свидетельствуют, что возможны индивидуальные исключения, своего рода «извращенные» предпочтения. В таких, довольно редких, случаях, несмотря на высокое психоэмоциональное напряжение, обследуемый отдавал предпочтение активизирующей аромакомпозиции. Коррекция такого выбора, применение и в таком случае успокаивающей, седативной аромакомпозиции приводило к ожидаемому позитивному результату. Причины та-

ких редких отклонений требуют дополнительных и углубленных исследований обнаруженного нами феномена.

При проведении исследования получены доказательства важного факта - применение аромакомпозиций не только способствуют миорелаксации у лиц, занятых напряженной профессиональной деятельностью, как это показано исследованиями С.Н. Битко, В.Г. Окипняк (2002), Н.Н.Сентябрева (2002 - 2004) и других, но приводят к существенной коррекции функционального состояния организма в зависимости от его исходного состояния. При этом происходит перестройка специфической функциональной системы, определяющей эффективность профессиональной деятельности. Существенно то, что положительные изменения полезных результатов специфической функциональной системы, определяющей деятельность бегунов, при использовании аромакомпозиции «Спокойствие» были больше, чем при релаксирующей функциональной музыке. Перестройки при использовании аромакомпозиции «Спокойствие» включают активацию вегетативного звена регуляции и оптимизации функционального состояния ЦНС, тогда как музыка в большей степени влияет на психоэмоциональное состояние. Физиологическая «цена» происходящих изменений при воздействиях с помощью композиций эфирных масел и функциональной музыки является близкой. Сходно снижается «цена» при релаксирующей аромакомпозиции на 36,3%, а при релаксирующей музыке – на 46,7%. При активизирующей аромакомпозиции произошло снижение на 19,4%, а при активизирующей музыке на 2,7%. Возможно, что результаты изученных воздействий различаются из-за неодинаковых механизмами их реализации. Эффекты функциональной музыки в значительной степени определяются корковыми механизмами (Н.Н. Захарова, О.И. Иващенко, 1984; А.Л. Готсдинер, 1993; РМ.Scheufele, 2000 и др.). Воздействие эфирных масел и их композиций во многом реализуется на уровне подкорковых обонятельных и эмоциогенных структур (М. Lis-Balchin, 1997; J.S. Jellinek, 1997; М.Ю. Макачук, 1999, Т.Н. Маляренко, 2004).

В данной работе показано, что в результате использования релаксирующей аромакомпозиции длина шага выступает одним из наиболее значимых показателей, видимо в связи с тем, что она демонстрирует повышение мощности работы мышц – разгибателей нижних конечностей и улучшение координации всех мышечных групп, участвующих в обеспечении бега. Усиливаются связи длины шага с результирующими характеристиками напряженной двигательной деятельности (скоростью бега и предельным временем максимальной работы) и ослабевают (становятся отрицательными) с показателем состояния регуляторных механизмов (ВИ Кардо) и с одной из важных характеристик состояния ЦНС – (УФВ). После релаксирующей ФМ наиболее связанными стали ЧСС (усиление ее связи с темпом шагов и ослабление связи со временем шага) и временем шага связи

которого с ЧСС и АДс становятся отрицательными, отмечается усиление связи между КЭК и длиной шага.

Картина изменения взаимосвязей ФСО при использовании аромакомпозиции «Вдохновение» сходна с активизирующей музыкой. При этом существенных перестроек функционального состояния не отмечено. Однако эффективность специфической деятельности повышается в большей степени, чем при подобных воздействиях релаксирующего характера. В результате физиологическая «цена» значительно снижается при использовании аромакомпозиции «Вдохновение», чем при активизирующей ФМ.

Считают, что исполнение любого двигательного акта предполагает создание в ЦНС программы движения и реализацию ее периферическими элементами локомоторной системы, причем развитие в патологических случаях гипертонуса искажает реальные параметры движения за счет дефицита и дисбаланса проприоцепции (Г.А. Иваничев, Н.Г. Старосельцева, 2000). Можно сделать предположение, что одним из возможных путей срочного улучшения параметров двигательной деятельности и конечных ее результатов может являться предположенное Н.Н. Сентябевым (2004) повышение эффективности проприоцептивной импульсации при использовании различных способов релаксации, в том числе и с помощью воздействий, изученных в данной работе.

В результате анализа полученных результатов отмечено, что изменения функционального состояния организма и происходящие при этом изменения числа и силы взаимосвязей выражены меньше после применения активизирующей аромакомпозиции, чем после релаксирующей аромакомпозиции «Спокойствие». Возможным объяснением этому могут быть представления Е. Kriegel (1984) о том, что именно релаксация существенно изменяет корково-подкорковые взаимоотношения. Можно предположить, что такие перестройки могут быть основой модификации специфической функциональной системы деятельности бегунов. Подтверждением этого может служить характер изменения числа сильных связей и их выраженности, происходящих при использовании функциональной музыки и, особенно композиций эфирных масел.

7.3. Влияние метаболических препаратов на силовую и скоростно-силовую подготовленность акробатов

Существенные нарушения гомеостаза, выражающиеся в гипоксемии при напряженной и регулярной мышечной работе, способствуют накоплению утомления, которое снижает у спортсменов двигательную функцию, процесс переработки информации, обучение двигательным навыкам или их совершенствование, негативно отражаются на здоровье (Судаков К.В. и соавт., 1997; Баевский Р.М., Береснева А.П., 1997; Sharkey S.B., 2003;

Schneider G.M., 2003). Оптимизация процессов адаптации в системе управления движениями и составляющих её блоков становится в связи с этим особенно актуальной.

Средствами выбора оптимизации адаптации спортсменов могут быть метаболические препараты, способствующие мобилизации функциональных резервов организма и снижающие «цену» адаптации к физическим нагрузкам. К ним относятся аминалон, фенибут и пикамилон, обладающие антигипоксическими свойствами и активирующие транспортную функцию крови, коррегирующие метаболизм клетки вследствие мембранно-протекторного или прямого энергизирующего действия (Сейфулла Р.Д., Орджоникидзе З.Г., 2003; Кулиненко Д.О., Кулиненко О.С., 2004; Машковский М.Д., 2004).

Целью, которая решалась данным сегментом общей темы, было изучение влияния метаболических препаратов на силовую и скоростно-силовую подготовленность акробатов.

Изучение силовых возможностей спортсменов проводили с помощью кистевой и становой динамометрии (в кг), скоростно-силовой подготовленности - методом тензодинамометрии при прыжке вверх толчком двумя ногами (Донской Д.Д., Зациорский В.М., 1979; Кожекин И.П., Ермаков В.В., 1997; Тихонин В.И., 2004). На основании анализа тензодинамограмм рассчитывали взрывные возможности акробатов: градиент силы (с), скоростно-силовой индекс (кг/с), коэффициент реактивности (с), высоту прыжка (м).

В сериях данного раздела исследований участвовали 58 акробатов-мальчиков 10-12 лет (1-2 разряда), которые были разделены на 5 групп: 1-ая – контрольная; 2-ая группа атлетов получала плацебо; 3-ья - аминалон (0,25г), 4-ая - фенибут (0,25г) и 5-ая - пикамилон (0,10г) (Россия, Акрихин). Препараты и плацебо употреблялись за 40 мин до начала тренировки. Спортсмены принимали участие в исследовании с письменного согласия родителей и под контролем врача. Длительность исследования силовой и скоростно-силовой подготовленности акробатов составляла 4 недели (3 тренировки в каждой).

Результаты изучения силовых показателей кисти спортсменов после каждой недели тренировок показали, что в 1-ой и 2-ой группах акробатов сила кисти по истечении 4-ой недели тренировок возросла соответственно на 5,1% (тенденция к достоверности) и 8,7% ($p < 0,05$), а в группе спортсменов, получавших аминалон, - на 11,6% ($p < 0,05$) и на 11,63% ($p < 0,05$) - в группе атлетов, принимавших фенибут. После использования в тренировочном процессе пикамилона (2 недели) сила кисти увеличилась на 15,6% ($p < 0,05$), а через 3 недели – на 21,05% ($p < 0,05$). После 4-ой недели тренировок кистевая сила значимо не отличалась от ее величины на третьей неделе.

Становая сила у спортсменов контрольной группы до конца исследования достоверно не изменялась, а у акробатов, принимавших плацебо, увеличилась после 4-х недель тренировок на 7,9% ($p < 0,05$). В группе атлетов, принимавшей аминалон в течение 3-х недель, становая сила увеличилась на 6,0% (тенденция к достоверности) и на 9,5% ($p < 0,05$) через 4 недели тренировок; у акробатов, принимавших фенибут и пикамилон в течение 2х недель, повысилась на 3% и 4,1% (тенденция к достоверности) соответственно, а через 3 и 4 недели – на 11% ($p < 0,001$) и 9,9% ($p < 0,001$); 12,6% ($p < 0,001$) и 15,4% ($p < 0,001$) соответственно относительно данных 1-ой недели.

Частным проявлением динамической силы является взрывная сила, которая характеризуется, как способность атлетов развивать максимальную силу в минимальный отрезок времени. Об увеличении взрывной силы судили по показателю градиента силы, который определялся временем достижения $\frac{1}{2}$ максимального усилия ($t_{0,5F_{max}}$), т.е., чем меньше был градиент силы, тем выше были скоростно-силовые возможности акробатов. В результате анализа записанных тензодинамограмм установлено, что изменение показателей скоростно-силовых возможностей в контрольной группе и группе акробатов, принимавших в тренировочном процессе плацебо, значимо не различались между собой.

У спортсменов, принимавших перед тренировкой аминалон, величина $t_{0,5F_{max}}$ после 2-х недель тренировок уменьшилась на 29,3% ($p < 0,001$), а после 3-ей и 4-ой недели тренировок градиент силы стабилизировался приблизительно на 0,16с, что меньше, чем на 1-ой неделе тренировок на 19,2% ($p < 0,001$). В группе спортсменов, получавших фенибут, градиент силы через 1 неделю тренировочных занятий прыжками равнялся $0,14 \pm 0,003$ с. При этом он уменьшился относительно исходных данных на 21,3% ($p < 0,001$).

Через 2 недели тренировок с применением препарата градиент силы составлял $0,12 \pm 0,003$ с и стал меньше на 14,3% ($p < 0,001$) относительно данных 1-ой недели тренировок, а после 3-ей и 4-ой недель тренировочного цикла он достоверно возрос относительно данных 2-ой недели. У атлетов, принимавших пикамилон, градиент силы через 1 неделю тренировок достоверно увеличился на 32,6% по сравнению с исходными данными. После 2-х, 3-х и 4-х недель тренировок он значимо уменьшился на 11,25%, 12,5% и на 21,3% относительно данных 1-ой недели.

Изменение градиента силы акробатов после 1-ой и 4-ой недель тренировок (рис.1) свидетельствовало о том, что в контрольной группе и группе акробатов, принимавших плацебо, его значение увеличилось на $0,02 \pm 0,003$ с и $0,025 \pm 0,006$ с, а используемые спортсменами аминалон, фенибут и пикамилон способствовали достоверному его уменьшению на $0,058 \pm 0,002$ с, $0,02 \pm 0,003$ с и $0,04 \pm 0,0$ с (соответственно).

Аналогичную ситуацию наблюдали и при изменении скоростно-силового индекса - частного от деления разности между максимальным и минимальным значениями проявляемой силы на величину временного интервала, за который это изменение произошло.

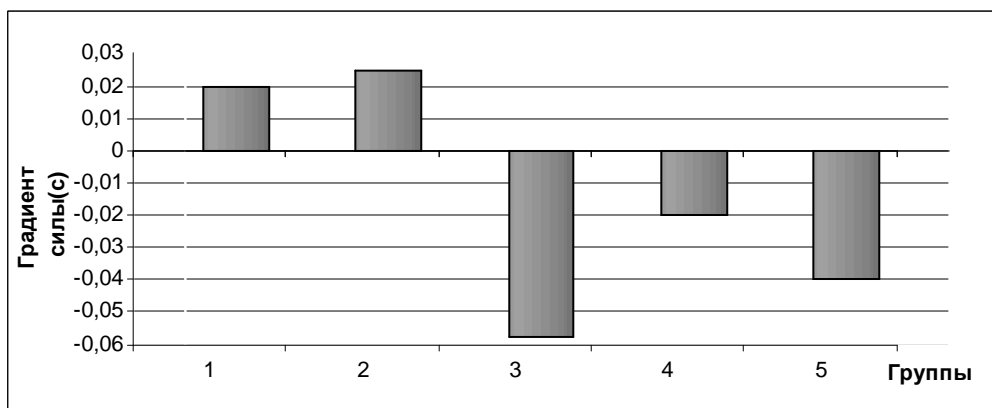


Рис. 17. Изменение градиента силы после использования акробатами метаболитических препаратов (1 - контрольная группа; 2 – группа акробатов, принимавших плацебо; 3 - аминалон; 4 - фенибут; 5 - пикамилон)

Чем бóльшая сила достигается за меньшее время, тем больше скоростно-силовой индекс, следовательно, выше скоростно-силовая подготовленность спортсменов. В исследуемых группах акробатов, принимавших аминалон, фенибут и пикамилон, величина скоростно-силового индекса возрастала относительно данных группы «плацебо» на $15,55 \pm 3,12$ кг/с ($p < 0,001$), $11,2 \pm 2,66$ кг/с (тенденция к достоверности) и $26,78 \pm 3,65$ кг/с ($p < 0,001$) соответственно, а в контрольной группе и группе атлетов, принимавших плацебо, уменьшалась на $6,9 \pm 2,27$ кг/с и $4,78 \pm 1,88$ кг/с (рис. 18).

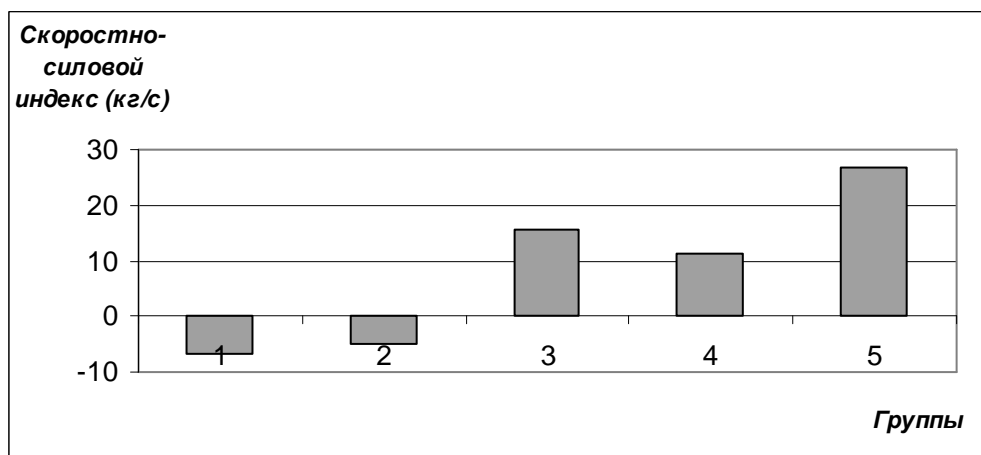


Рис. 18. Изменение скоростно-силового индекса акробатов при сравнении данных 1 и 4 недели (1 - контрольная группа; 2 – группа акробатов, принимавших плацебо; 3 - аминалон; 4 - фенибут; 5 - пикамилон)

При перемещении собственного тела в пространстве, когда приходится преодолевать силу тяжести своего тела, информативным является показатель скоростно-силовых качеств – коэффициент реактивности спортсмена, показывающий величину скоростно-силового индекса, приходящуюся на вес спортсмена. Метаболические препараты аминалон, фенибут и пикамилон способствовали достоверному увеличению коэффициента реактивности (на $0,6 \pm 0,10$ с, $0,47 \pm 0,10$ с и $0,83 \pm 0,14$ с соответственно) относительно данных контрольной группы и акробатов, принимавших плацебо, где коэффициент реактивности уменьшился на $0,33 \pm 0,23$ с и на $0,08 \pm 0,14$ с соответственно (рис. 19).

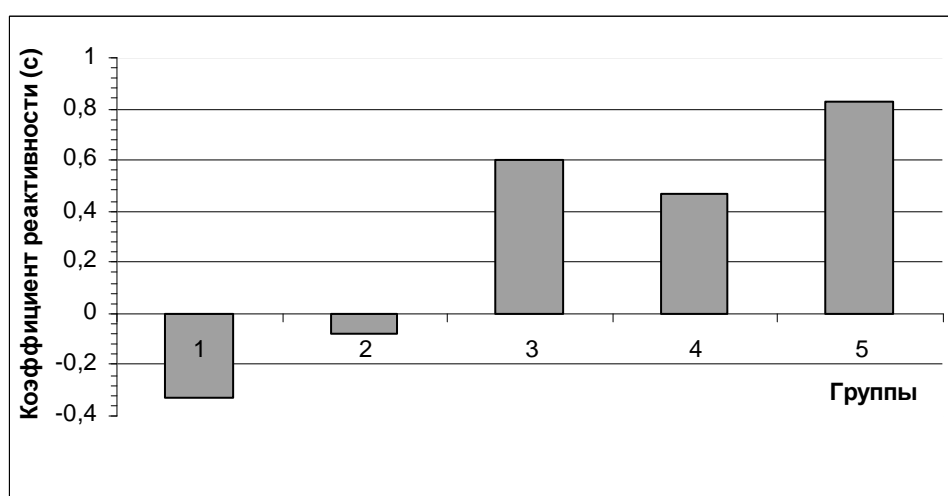


Рис. 19. Изменение коэффициента реактивности акробатов при сравнении значений после 1-ой и 4-ой недель тренировок (1 - контрольная группа; 2 – группа акробатов, принимавших плацебо; 3 - аминалон; 4 - фенибут; 5 - пикамилон)

Показателем взрывной силы спортсменов является и высота их прыжка. У акробатов, использовавших в тренировочном процессе аминалон, фенибут и пикамилон, высота прыжка возросла на $0,023 \pm 0,013$ м ($p < 0,01$), $0,011 \pm 0,007$ м ($p < 0,01$) и $0,015 \pm 0,003$ м ($p < 0,01$) соответственно, а у атлетов, принимавших плацебо, уменьшилась после 4-ой недели тренировок на $0,037 \pm 0,01$ м и достоверно не отличалась от значений в контрольной группе (рис.20)

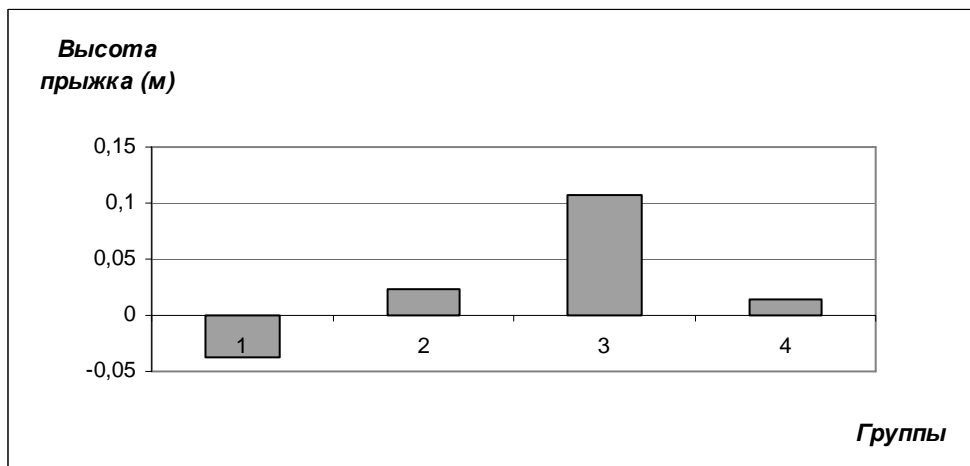


Рис. 20. Изменение высоты прыжка юных акробатов при сравнении показателей после 1-ой и 4-ой недель (1 - группа акробатов, принимавших плацебо; 2 - аминалон; 3 - фенибут; 4 - пикамилон).

Таким образом, под влиянием метаболических препаратов аминалона, фенибута и пикамилона у юных акробатов наблюдали достоверное увеличение силовой и скоростно-силовой подготовленности. Это нашло отражение в увеличении статической и динамической (взрывной) силы у спортсменов и свидетельствовало о совершенствовании целесообразных координационных и структурных параметров движения, обеспечивающих новый уровень адаптации за счет позитивного влияния метаболических препаратов, обладающих антигипоксическими и ноотропными свойствами, на какой-то из факторов: увеличение синхронизации возбуждения различных двигательных единиц, снижение напряжения в мышцах-антагонистах или ускорение расщепления АТФ при выполнении двигательного действия (Кучкин С.Н., Таранов В.Ф., Русаков В.А., Якимович В.С., 1990). Полученные результаты исследований свидетельствуют о возможности использования метаболических препаратов аминалона, фенибута, пикамилона в акробатике для коррекции адаптации и совершенствования специфических качеств двигательной деятельности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Жёсткая конкуренция в современном спорте, неуклонный рост спортивных результатов, экстремальные физические, психические и эмоциональные соревновательные нагрузки, с выраженными предстартовыми состояниями, длительные и интенсивные тренировки, требуют предельного напряжения физиологических систем организма на всех этапах многолетней подготовки спортсменов. Это обуславливает поиск новых путей повышения эффективности процесса подготовки человека к напряженной специфической деятельности, оптимизации всех ее сторон, позволяющей существенно расширить диапазон адаптационных перестроек направленных на наращивание функциональных резервов организма и совершенствование механизмов его функционирования, а также обеспечить максимальную производительность в использовании уже имеющегося или достигнутого уровня функциональных возможностей.

В связи с этим, одним из приоритетных направлений по праву следует признать использование специальной и целенаправленной функциональной подготовки спортсменов, целью которой является планомерное совершенствование основных физиологических качественных характеристик функциональных возможностей организма, т.е. мощности, мобилизации, устойчивости, экономичности и степени реализации потенциала систем в конкретных условиях соревновательной деятельности, с использованием дифференцированного подхода в соответствии со спецификой спортивной деятельности и этапностью многолетней подготовки.

Поэтому изучение особенностей качественных характеристик физиологических механизмов повышения функциональных возможностей организма человека во взаимосвязи с такими индивидуально-типологическими особенностями, как уровень адаптированности к физическим нагрузкам, специфика привычной мышечной деятельности позволяет получить сведения, которые могут быть использованы при определении направлений и путей повышения функциональных возможностей организма человека, определении средств, методов и режимов тренирующих воздействий, рационализации и повышения эффективности процесса специальной подготовки к экстремальной профессиональной и спортивной деятельности, разработки системы адекватного контроля и оценки функциональной подготовленности организма человека.

Знание закономерностей совершенствования физиологических механизмов физической работоспособности и их функциональных свойств в процессе адаптации к специфической мышечной деятельности, является основой для подбора адекватных эргогенических средств целенаправленного воздействия на организм, используемых на фоне привычных физических нагрузок и выступающих как дополнительные адаптогенные факторы.

Проведённые исследования дают возможность констатировать квалификационные различия параметров функциональной мобилизации и экономизации. С ростом функциональной подготовленности спортсменов происходит закономерное повышение функциональной экономизации как в покое, так и в процессе выполнения физических нагрузок стандартной и предельной мощностей, что выражается в покое снижением величин частотных и некоторым увеличением объёмных показателей вегетативных функций и оптимизацией их соотношения.

На начальных этапах подготовки, выраженные функциональные реакции организма спортсменов при выполнении стандартной нагрузки с ростом квалификации существенно уменьшаются, при этом демонстрируется увеличение функциональной экономизации при нагрузке предельной мощности, проявляющееся в повышении эффективности функционирования организма.

Квалификационные особенности функциональной мобилизации проявляются в снижении её выраженности при стандартной и предельной нагрузках. Происходит «перекрёстная компенсация» таких качественных характеристик, как мобилизация и экономизация.

В восстановительном периоде после выполнения физических нагрузок с ростом квалификации увеличивается скорость восстановительных процессов и повышается их эффективность, а также лучше мобилируются функциональные возможности в период срочного восстановления.

Стоит обратить внимание на то, что спортсмены, адаптированные к мышечной работе различного характера, существенно отличаются по показателям мобилизационных возможностей и функциональной экономизации в разные периоды выполнения физических нагрузок и восстановления после них. Обнаруживаемые различия обуславливаются как спецификой привычной мышечной деятельности и условиями ее осуществления, к которой у спортсменов формируется устойчивая адаптация, так и характером, интенсивностью и объемом тренирующих воздействий.

Что касается физической работоспособности, выступающей как интегральный показатель функционального состояния и функциональной подготовленности организма, то она закономерно повышается с увеличением возраста и повышением квалификации спортсменов, что обеспечивается комплексным развитием всех компонентов функциональной подготовленности организма, существенным закономерным наращиванием функциональных резервов. Роль различных физиологических факторов в обеспечении физической работоспособности существенно различается на разных этапах многолетней адаптации к мышечной деятельности. На начальном этапе адаптации к физическим нагрузкам в обеспечении физической работоспособности ведущую роль играют факторы «морфофункциональной мощности», на промежуточном этапе основное значение приобретают факторы «предельной мощности функционирования» при утрате

значения факторов «морфофункциональной мощности», на заключительном этапе - главное значение имеют уже факторы «экономичности» при сохранении высокого уровня значимости факторов «предельной мощности функционирования».

Физическая работоспособность у спортсменов, адаптированных к мышечной деятельности с различным характером двигательных актов и в разных внешних условиях, обеспечивается специфическим соотношением значимых физиологических факторов, ее обуславливающих. При этом специфическими являются не только уровни развития отдельных факторов и их роль в обеспечении физической работоспособности, но и характер их взаимосвязей и взаимообусловленности, степень напряженности регуляторных механизмов и физиологическая «стоимость» адаптации.

В настоящее время актуализируется внедрение в тренировочный процесс спортсменов широкого круга дополнительных, т.н. эргогенических средств, применение которых позволяет полнее раскрыть функциональные резервы организма спортсмена, интенсифицировать процессы адаптации к факторам тренировочного воздействия, повысить эффективность подготовки, при этом удастся избежать критических степеней напряжения опорно-двигательного аппарата и регуляторных механизмов. Использование дополнительных эргогенических средств, становится в настоящее время необходимым элементом современных технологий тренировочного процесса в спорте.

Систематическое использование на фоне мышечных нагрузок дополнительных эргогенических средств в виде повышенного эластического и резистивного сопротивления дыханию положительно влияет на увеличение физической работоспособности и обеспечивается как ростом функциональных возможностей организма, так и оптимизацией структуры связей между функциональными системами, направленной на повышение экономичности их функционирования.

Разные по характеру воздействия на организм в виде эластического и резистивного сопротивления дыханию на фоне мышечных нагрузок одинаково способствуя повышению уровня физической работоспособности, оказывают различное влияние на тесноту межсистемных связей, структуру взаимосвязей физиологических факторов и интегрированность этих факторов.

Эти обстоятельства позволяют избирательно применять данные средства в тренировке спортсменов. Применение эластического сопротивления дыханию будет наиболее эффективно в подготовительном периоде, тогда как резистивные нагрузки целесообразно использовать в период непосредственной подготовки к соревнованиям.

Использование в качестве эргогенического средства дыхания через дополнительное «мёртвое пространство» при физических нагрузках в тренировке юных футболистов сопровождается ростом общей и специальной

выносливости, повышением их функциональных возможностей, увеличением устойчивости к гипоксии, лучшей переносимостью тренировочных нагрузок, более экономной реакцией дыхания и кровообращения, способствует адаптации организма к условиям гипоксии и гиперкапнии. В связи с этим, можно полагать, что возрастание устойчивости к гипоксии и гиперкапнии, может служить основой для развития выносливости.

Важным фактом является то, что систематическое использование повышенного эластического сопротивления в тренировке юных футболистов положительно влияет, прежде всего, на показатели внешнего дыхания, силу и выносливость дыхательной мускулатуры, способствует значительному повышению аэробной производительности организма, росту физической работоспособности. Как следствие, весьма значительно улучшаются показатели специальной физической подготовленности юных спортсменов.

Таким образом, функциональные возможности организма человека в процессе адаптации к специфической мышечной деятельности, различные стороны и проявления функциональных характеристик и физиологические механизмы, их обуславливающие, существенно различаются, имеют различную динамику в зависимости от уровня функциональной подготовленности (этапа многолетней адаптации), характерных особенностей адаптированности организма к привычной мышечной деятельности и эффективно совершенствуются при использовании дополнительных эргогенических воздействий.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

Средние величины показателей функциональной мобилизации у спортсменов разных специализаций в начальной фазе выполнения стандартной мышечной нагрузки ($\bar{X} \pm t$)

Показатели	Спортивная специализация			Достоверность Различий		
	Футбол (n=25)	Плавание (n=18)	Бег (n=17)	I-II	I-III	II-III
	I	II	III			
ЧСС _{W1} /ЧСС _{покоя} , %	144,0 ± 4,2	159,2 ± 5,8	150,2 ± 4,2	P<0,05	P>0,05	P>0,05
VE _{W1} /VE _{покоя} , %	219,0 ± 11,0	282,8 ± 27,3	175,3 ± 16,1	P<0,05	P<0,05	P<0,01
VO ₂ W ₁ /VO ₂ покоя, %	289,0 ± 20,6	347,2 ± 25,1	286,8 ± 24,7	P>0,05	P>0,05	P>0,05
VE _{W1} /МВЛ, %	15,5 ± 1,1	11,3 ± 1,0	15,3 ± 1,2	P<0,01	P>0,05	P<0,05
VT _{W1} /ЖЕЛ, %	17,1 ± 1,1	15,9 ± 1,3	20,0 ± 1,4	P>0,05	P>0,05	P<0,05
VO ₂ W ₁ /VO ₂ max, %	20,3 ± 1,9	28,2 ± 2,2	29,4 ± 2,5	P<0,01	P<0,01	P>0,05

Таблица 2

Средние величины показателей функциональной мобилизации у спортсменов разных специализаций в процессе выполнения кратковременной мышечной нагрузки максимальной мощности ($\bar{X} \pm t$)

Показатели	Спортивная специализация			Достоверность различий		
	Футбол (n=25)	Плавание (n=18)	Бег (n=17)	I-II	I-III	II-III
	I	II	III			
W _{max} , кГм/мин	1292,0 ± 27,6	1735,3 ± 107,1	1296,0 ± 27,3	P<0,01	P>0,05	P<0,01
ЧСС _{max} , уд/мин	184,0 ± 1,4	189,2 ± 2,4	188,0 ± 3,4	P>0,05	P>0,05	P>0,05
VO ₂ max, мл/мин	2764,0 ± 93,6	3529,4 ± 157,3	3047,0 ± 75,7	P<0,01	P<0,05	P<0,01
VE _{max} , л/мин	68,5 ± 2,4	88,3 ± 5,9	112,0 ± 5,3	P<0,01	P<0,01	P<0,01
fb _{max} , цикл/мин	41,9 ± 1,3	37,6 ± 1,8	52,4 ± 2,0	P>0,05	P<0,01	P<0,01
VT _{max} , мл	1651,0 ± 56,8	2340,3 ± 109,1	2140,0 ± 76,9	P<0,01	P<0,01	P>0,05
ЧСС _{max} /ЧСС _{покоя} , %	232,0 ± 6,9	242,4 ± 6,9	225,5 ± 9,6	P>0,05	P>0,05	P>0,05
VE _{max} /VE _{покоя} , %	1017,0 ± 65,2	1259,4 ± 99,1	980,0 ± 86,3	P<0,05	P>0,05	P<0,05
VE _{max} /МВЛ, %	69,2 ± 3,4	50,5 ± 3,1	84,5 ± 4,1	P<0,01	P<0,01	P<0,01
VT _{max} /ЖЕЛ, %	36,9 ± 1,5	37,3 ± 1,5	43,9 ± 1,5	P>0,05	P<0,01	P<0,01

Таблица 3

*Средние величины показателей функциональной мобилизации
у спортсменов разных специализаций в период срочного и
отставленного восстановления после мышечной нагрузки ($X \pm m$)*

Показатели	Спортивная специализация			Достоверность различий		
	Футбол (n=25)	Плавание (n=18)	Бег (n=17)	I-II	I-III	II-III
	I	II	III			
ЧСС _{B1} /ЧСС _{покоя} , %	180,0 ± 6,1	196,7 ± 5,4	192,8 ± 8,9	P<0,05	P>0,05	P>0,05
VEB ₁ /VE _{покоя} , %	586,0 ± 43,7	877,3 ± 61,3	529,8 ± 41,6	P<0,01	P>0,05	P<0,01
VO ₂ B ₁ /VO ₂ покоя, %	663,0 ± 60,0	747,0 ± 45,5	528,8 ± 62,5	P>0,05	P>0,05	P<0,01
ЧССB ₅ /ЧСС _{покоя} , %	136,0 ± 4,6	143,4 ± 4,5	158,8 ± 4,5	P>0,05	P<0,01	P<0,05
VEB ₅ /VE _{покоя} , %	168,0 ± 12,9	235,1 ± 22,3	268,5 ± 20,2	P<0,05	P<0,01	P>0,05
VO ₂ B ₅ /VO ₂ покоя, %	168,0 ± 15,7	197,1 ± 18,1	288,9 ± 28,9	P>0,05	P<0,01	P<0,05

Таблица 4

*Средние величины показателей функциональной экономичности
и
эффективности у спортсменов разных специализаций в условиях
мышечного покоя ($X \pm m$)*

Показатели	Спортивная специализация			Достоверность различий		
	Футбол (n=25)	Плавание (n=18)	Бег (n=17)	I-II	I-III	II-III
	I	II	III			
ЧСС _{покоя} , уд/мин	80,8 ± 2,3	79,1 ± 2,5	85,4 ± 2,9	P>0,05	P>0,05	P>0,05
VE _{покоя} , л/мин	8,0 ± 0,3	7,3 ± 0,4	12,4 ± 0,9	P>0,05	P<0,01	P<0,01
fb _{покоя} , цикл/мин	15,5 ± 0,8	13,0 ± 0,7	17,2 ± 1,2	P<0,05	P>0,05	P<0,01
VT _{покоя} , мл	484,0 ± 30,0	594,4 ± 51,1	748,1 ± 61,9	P<0,01	P<0,01	P>0,05
VT/fb _{покоя} , у.е.	36,3 ± 4,7	51,1 ± 7,3	48,0 ± 6,2	P>0,05	P>0,05	P>0,05

Таблица 5

Уровень показателей функциональной экономичности и эффективности у спортсменов разных специализаций в начальной фазе стандартной физической нагрузки ($X \pm m$)

Показатели	Спортивная специализация			Достоверность различий		
	Футбол (n=25)	Плавание (n=18)	Бег (n=17)	I-II	I-III	II-III
	I	II	III			
ЧСС W_1 /ЧСС $_{\text{покоя}}$, %	144,0 ± 4,2	159,2 ± 5,8	150,2 ± 4,2	P<0,05	P>0,05	P>0,05
VE W_1 /VE $_{\text{покоя}}$, %	219,0 ± 11,0	282,8 ± 27,3	175,3 ± 16,1	P<0,05	P<0,05	P<0,01
VO $_2W_1$ /VO $_{2\text{покоя}}$, %	289,0 ± 20,6	347,2 ± 25,1	286,8 ± 24,7	P>0,05	P>0,05	P>0,05
VE W_1 /МВЛ, %	15,5 ± 1,1	11,3 ± 1,0	15,3 ± 1,2	P<0,01	P>0,05	P<0,05
VT W_1 /ЖЕЛ, %	17,1 ± 1,1	15,9 ± 1,3	20,0 ± 1,4	P>0,05	P>0,05	P<0,05
VO $_2W_1$ /VO $_{2\text{max}}$, %	20,3 ± 1,9	28,2 ± 2,2	27,5 ± 1,9	P<0,01	P<0,05	P>0,05
W $_1$ /ЧСС W_1 , кгМ/уд/мин	3,8 ± 0,2	7,2 ± 0,5	3,6 ± 0,1	P<0,01	P>0,05	P<0,01
КП W $_1$, мл/уд/мин	4,8 ± 0,4	7,9 ± 0,6	7,2 ± 0,7	P<0,01	P<0,01	P>0,05
КИО $_2W_1$, мл/л/мин	36,7 ± 3,4	50,4 ± 1,7	45,3 ± 3,3	P<0,01	P>0,05	P>0,05
КЭДЦ W $_1$, мл/цикл/мин	28,6 ± 3,3	49,8 ± 3,6	43,2 ± 3,5	P<0,01	P<0,01	P>0,05
VT/fb W $_1$, у.е.	39,4 ± 3,1	52,1 ± 4,2	50,9 ± 6,7	P<0,05	P>0,05	P>0,05

Таблица 6

Показатели функциональной экономичности и эффективности в период восстановления у спортсменов разных специализаций ($X \pm m$)

Показатели	Спортивная специализация			Достоверность различий		
	Футбол (n=25)	Плавание (n=18)	Бег (n=17)	I-II	I-III	II-III
	I	II	III			
ЧСС B_1 /ЧСС $_{\text{покоя}}$, %	180,0 ± 6,1	196,7 ± 5,4	192,8 ± 8,9	P<0,05	P>0,05	P>0,05
VE B_1 /VE $_{\text{покоя}}$, %	586,0 ± 43,7	877,3 ± 61,3	529,8 ± 41,6	P<0,01	P>0,05	P<0,01
КПВ $_1$, мл/уд/мин	8,4 ± 0,7	13,5 ± 0,7	9,9 ± 0,8	P<0,01	P>0,05	P<0,01
КИО $_2B_1$, мл/л/мин	31,9 ± 3,4	34,3 ± 1,2	26,2 ± 1,7	P>0,05	P>0,05	P<0,01
КЭДЦ B $_1$, мл/цикл/мин	44,7 ± 5,4	77,7 ± 4,3	50,6 ± 3,8	P<0,01	P>0,05	P<0,01
VT/fb B $_1$, у.е.	51,7 ± 3,0	87,1 ± 6,5	65,0 ± 7,1	P<0,01	P>0,05	P<0,05
ЧСС B_5 /ЧСС $_{\text{покоя}}$, %	136,0 ± 4,6	143,4 ± 4,5	158,8 ± 4,5	P>0,05	P<0,01	P<0,05
VE B_5 /VE $_{\text{покоя}}$, %	168,0 ± 12,9	235,1 ± 22,3	268,5 ± 20,2	P<0,05	P<0,01	P>0,05
КПВ $_5$, мл/уд/мин	2,7 ± 0,2	5,0 ± 0,4	6,6 ± 0,5	P<0,01	P<0,01	P<0,05
КИО $_2B_5$, мл/л/мин	27,8 ± 3,3	33,6 ± 1,3	28,5 ± 2,2	P>0,05	P>0,05	P>0,05
КЭДЦ B $_5$, мл/цикл/мин	14,3 ± 1,4	35,1 ± 3,4	34,6 ± 2,6	P<0,01	P<0,01	P>0,05
VT/fb B $_5$, у.е.	25,7 ± 2,0	70,8 ± 9,3	51,9 ± 5,6	P<0,01	P<0,01	P>0,05

ЛИТЕРАТУРА

1. АВЕРИНА О.П., МИХАНОВ И.А., ХМЕЛЕВА С.Н., ШАПКАЙЦ Ю.М. О факторах физической работоспособности юных пловцов// Физиологические механизмы адаптации к мышечной деятельности.- Тез. докл. XIX Всесоюзн. конф.- Волгоград, 1988.- С. 4-5.
2. АВИЛОВ, О.В. Обонятельные воздействия при стрессорных состояниях у студентов и школьников: автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 03.00.13 / О.В. Авилов. - Челябинск, 2007. – 46 с.
3. АГАДЖАНЯН Н. А., МИРРАХИМОВ М.М. Горы и резистентность организма.— М., 1970.— 170с.
4. АЖИЦКИЙ К.Ю. КОРОТКИХ С.В., ЕРЕМИН А.Н. Тестирование и оценка пиковой анаэробной мощности у мужчин в условиях массовых обследований // Теория и практика физической культуры. - 1990. - №7. – С. 52-53.
5. АЛЕКСЕЕВ А. О пользе релаксации // Спортивные игры. - 1990. - №5. - С. 30-31.
6. АЛЕШКОВ И.А., НЕВМЯНОВ А.И. О принципах исследования работоспособности футболистов// Теория и практика физической культуры, 1978.- № 10.- С. 32 - 37.
7. АЛИБАЕВ Э.С. Средства и методы повышения физической подготовленности и функциональных возможностей юных футболистов в условиях жаркого климата: Автореф. дис. ... канд. пед. наук.- М., 1985.- 24 с.
8. АНОХИН П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. - М.: Медицина, 1975.- 448 с.
9. АНТИКОВА В.А. Эффективность внешнего дыхания при напряженной мышечной деятельности// Автореф. дис. ... канд. биол. наук.- Киев, 1976.- 24 с.
10. АНТИПОВ Е. Морфофункциональные особенности футболистов // Теория и практика футбола, 1999.- № 4.- С. 9-12.
11. АПЧЕЛ В.Я. ЦЫГАН.В.Н. Стрессоустойчивость человека - СПб.: ВМедА, 1999. – 86 с.
12. АРТАМОНОВ В.Н. Физиологические факторы, определяющие физическую работоспособность М., 1989.- 40 с.
13. АРШАВСКИЙ И. А. Очерки по возрастной физиологии. – М.: Медицина, 1967. – 467 с.
14. АУЛИК И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте. Москва: Медицина, 1990. – 192 с.
15. БАЕВСКИЙ, Р.М. КИРИЛЛОВ О.И., КЛЕЦКИН С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе - М.: Наука, 1984.- 220 с.

16. БАЛАНДИН В. И. Психофизиологические резервы повышения эффективности соревновательной деятельности // Пути мобилизации функциональных резервов спортсмена.- Ленинград, 1984.- С. 98-106.

17. БАЛЬСЕВИЧ В.К. Контуры новой стратегии подготовки спортсменов олимпийского класса // Теория и практика физической культуры, 2001.- № 4.- С. 9-10.

18. БАРАНОВ В.М., КОТОВ А.Н., ТИХОНОВ М.А. Функциональное состояние дыхательных мышц и физическая работоспособность в условиях длительной невесомости // Пути оптимизации функции дыхания при нагрузках, в патологии и в экстремальных состояниях. Тверь, 1995.- С. 3 - 8.

19. БАШКИРОВ А.А. Физиологические механизмы адаптации к гипоксии // Адаптация человека и животных к экстремальным условиям внешней среды: - Сб. науч. тр. – М., 1985. –С. 10 – 28.

20. БЕРЕЗОВСКИЙ В.А Гипоксия и индивидуальные способности реактивности. – Киев: Наук. думка, 1978. – 214 с.

21. БИТКО С.Н., ОКИПНЯК В.Г. Влияние пролонгированного воздействия эфирного масла лаванды на показатели игровой деятельности и адаптацию к физической нагрузке у баскетболистов // Вісник Черкаського університету. - 2002. - Вип.39. - С. 9-14.

22. БЛИНОВА О.А. Процесс музыкальной психотерапии. Систематизация и описание основных форм работы // Психологический журнал. - 1998. - Т.19. - № 3. - С. 106-118.

23. БОЕВ В.М. Изменение психофизиологических показателей тренированных людей при велоэргометрической работе до отказа / ТиПФК., 1985. - № 3. – С. 21 – 22.

24. БОРИЛКЕВИЧ В.Е. Физическая работоспособность в экстремальных условиях мышечной деятельности. - Л.: ЛГУ, 1982.- 45 с.

25. БРЕСЛАВ И.С. Паттерны дыхания: Физиология, экстремальные состояния, патология. - Л.: Наука, 1984.- 205 с.

26. БУЛГАКОВА Н.Ж., ВОРОНЦОВ А.Р. Зависимость спортивного результата в возрастных группах от показателей физического развития юных пловцов// Теория и практика физической культуры, 1977.- № 2.- С. 28-32.

27. БУЛГАКОВА Н.Ж., ВОРОНЦОВ А.Р. О прогнозировании способностей в плавании на основе лонгитудинальных исследований// Теория и практика физической культуры, 1978.- № 7.- С. 37-40.

28. ВАЗИН А.Н., СОРОКИН А.П., СУДАКОВ К.В. Количественный анализ различных режимов интенсивной мышечной нагрузки // Успехи физиологических наук - 1978.- Т. 9.- № 3.- С. 133-148.

29. ВАЩУК О.В. Физиологические резервы кардиореспираторной системы у спортсменов различной специализации // Научные основы

подъема массовости и эффективности физической культуры и спорта.- Л.: ГДОИФК, 1982.- С. 70.

30. ВЕРЕТЕЛЬНИК Е.Н. Физиологическая оценка изменений сердечно-сосудистой системы в процессе адаптации к физическим нагрузкам у лиц различного пола и возраста: Автореф. дис. ...канд. биол.наук. – Самара, 2000. – 22 с.

31. ВЕРХОШАНСКИЙ Ю.В. Закономерности функциональной специализации двигательного аппарата спортсмена (для скоростно-силовых видов спорта) // Тезисы докладов XII Всесоюзной научной конференции по физиологии, морфологии, биомеханике и биохимии мышечной деятельности. - Львов, 1972.- С. 228-229.

32. ВЕРХОШАНСКИЙ Ю.В. Закономерности процесса становления спортивного мастерства // Теория и практика физической культуры, 1966.- № 11.- С. 18-21.

33. ВЕРХОШАНСКИЙ Ю.В. Закономерности функциональной специализации организма в ходе становления спортивного мастерства // Теория и практика физической культуры, 1970.- № 6.- С. 4-9.

34. ВЕРХОШАНСКИЙ Ю.В. Основы специальной силовой подготовки в спорте. - М.: Физкультура и спорт, 1977.- 152 с.

35. ВЕРХОШАНСКИЙ Ю.В. Основы специальной физической подготовки спортсменов. - М.: Физкультура и спорт, 1988.- 331 с.

36. ВЕРХОШАНСКИЙ Ю.В. Программирование и организация тренировочного процесса. - М.: Физкультура и спорт, 1985.- 176 с.

37. ВИРУ А.А. Функциональная устойчивость и физиологические резервы организма // Характеристика функциональных резервов спортсмена. – Л., 1982. – С. 8-11.

38. ВИРУ А.А., КЫРГЕ П.К. Гормоны и спортивная работоспособность. – М.: Физкультура и спорт, 1983. – 159 с.

39. ВОЛКОВ В.М. Тренировка и восстановительные процессы. - Смоленск: СГИФК, 1990.- 149 с.

40. ВОЛКОВ В.М., РОМАШОВ А.В. Предсоревновательная подготовка спортсменов. - Смоленск: СГИФК, 1991.- 107 с.

41. ВОЛКОВ Н., ОЛЕЙНИКОВ В. Стресс и адаптация в процессе тренировки // Четвертый Міжнародний науковий конгрес «Олімпійський спорт і спорт для всіх: проблеми здоров'я, рекреації, спортивної медицини та реабілітації».-Киев, 2000.- С. 21.

42. ВОЛКОВ Н.И., ГОРДОН С.М., ШИРКОВЕЦ Е.А., ИВАНОВ В.С. Максимум аэробной и анаэробной работоспособности у пловцов // Теория и практика физической культуры, 1968.- № 10.- С. 31-35.

43. ВЫСОЧИН Ю.В. Физиологические механизмы экстренного повышения физической работоспособности // Физиологические механизмы адаптации к мышечной деятельности: тез. докл. XIX Всесоюзн. конф.: Волгоград, 1988. - С.89 -90.

44. ГАНДЕЛЬСМАН А.Б., ЗАБЕЛЛО Н.В., ХУТОВ А.М. Специализация функций и показатели тренированности спортсменов // Тезисы докладов XII Всесоюзной научной конференции по физиологии, морфологии, биомеханике и биохимии мышечной деятельности. - Львов, 1972.- С. 10.

45. ГЕДЫМИН М.Ю., СОКОЛОВ Д.К., КАНДОР И.С., ЕВЛАМПИЕВА М.Н., ОСИПЯН В.А., ПАШИНИНА О.М. Об интегральной оценке функционального состояния организма // Физиология человека, 1988. – Т. 14. - № 6. – С. 957-963.

46. ГЕНИН А.М., ИЛЬИН Е.А., КАПЛАНСКИЙ А.С., КАСАТКИНА Т.Б., КУЗНЕЦОВА К.А., ПЕСТОВ И.Д., СМИРНОВА Т.А. Биоэтические правила проведения исследований на человеке и животных в авиационной, космической и морской медицине // Авиакосмическая и экологическая медицина, 2001, т.35, №4, с.14-20.

47. ГЕНОВ Ф. Психологические особенности мобилизационной готовности спортсмена. – М.: Физкультура и спорт, 1971. – 245 с.

48. ГЕРАСИМЕНКО А.П. Исследование эффективности методов развития объема и распределения внимания и влияние их на некоторые стороны подготовки юных футболистов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. - М., 1974.- 21 с.

49. ГОЛОВИНА Л.Л. Физиологическая характеристика плавания. - М., ГЦОЛИФК. - 1980. - 25 с.

50. ГОЛУБЕВ Ю.В. К оценке общей психологической подготовленности высококвалифицированных спортсменов // Теория и практика физической культуры, 1984.- № 9.- С. 6-8.

51. ГОРИЗОНТОВ П.Д. Современное состояние проблемы «стресса» // Мат. пленума о-ва патофизиологов. – Ереван, 1974. – С. 23 – 40.

52. ГОРОЖАНИН В.С. Нейрофизиологические и биохимические механизмы физической работоспособности// Методологические проблемы совершенствования системы спортивной подготовки квалифицированных спортсменов. - М., 1984.- С. 165-199.

53. ГОТОВЦЕВ П.И., ДУБРОВСКИЙ В.И. Спортсменам о восстановлении. - М.: Физкультура и спорт, 1981.- 144 с.

54. ГРАЕВСКАЯ Н.Д. Влияние спорта на сердечно-сосудистую систему. – М.: Медицина, 1975.

55. ГРАЕВСКАЯ Н.Д., ДОЛМАТОВА Т.И. Спортивная медицина: курс лекций и практических занятий. Учебное пособие. – М.: Советский спорт, 2004. – 304 с.

56. ГРЕЙХМАН Л.З. Аэрофитотерапия. - К.: Здоров`я, 1986. – 128 с.

57. ГУЖАЛОВСКИЙ А.А. Этапность развития физических (двигательных) качеств и проблема оптимизации физической подготовки детей школьного возраста: Автореф. дис. ... док. пед. наук. - М., 1979.- 26 с.

58. ГУЛБИАНИ Т.И. Факторная структура физической работоспособности мадших шкоьников: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. - Тбилиси, 1991. - 20 с.

59. ГУЛИДА О.М. Аэробная экономичность в факторной структуре функциональной подготовки спортсменов// Мед. пробл. физ. культуры. - Киев, 1986.- № 10.- С. 79 - 81.

60. ДАВИДЕНКО Д.Н. Физическая тренировка и работоспособность человека // Совершенствование научных основ физического воспитания и спорта. – Л., 1981. – С. 136-137.

61. ДАВИДЕНКО Д.Н., МОЗЖУХИН А.С. Функциональные резервы адаптации организма спортсмена. Лекция. – Л.: изд. ГДОИФК им. П.Ф. Лесгафта, 1985. – 21 с.

62. ДАНЬКО Ю.И. Очерки физиологии физических упражнений.- М.: Медицина, 1974.- 255 с.

63. ЗАЙЦЕВ А.А., КУЧКИН С.Н. Обучение управлению мышечным напряжением с помощью биологической обратной связи // Физиологические механизмы спортивной работоспособности. - Волгоград, 1991. - С. 50-53.

64. ЗАЙЦЕВА В.В., СОНЬКИН В.Д., БУРЧИК М.В., КОРНИЕНКО И.А. Оценка информативности эргометрических показателей работоспособности// Физиология человека, 1997.- Т. 23.- № 6.- С. 58-63.

65. ЗАПОРОЖАНОВ В.А., ПЛАТОНОВ В.Н. Управление тренировочным процессом высококвалифицированных спортсменов. - Киев, Здоров"я, 1985.- 192 с.

66. ЗАЦИОРСКИЙ В.М. (ред.) Спортивная метрология. - М.: Физкультура и спорт.- 1982.- 256 с.

67. ЗАЦИОРСКИЙ В.М. Кибернетика, математика, спорт. – М.: Физкультура и спорт, 1969. - 199 с.

68. ЗОТОВ В.П. Восстановление работоспособности в спорте.- Киев: Здоровья, 1990.- 200 с.

69. ИВАНОВ В.В., ПОПОВ Г.И., ШАРАБАРОВА И.Н., АНТОНОВ А.Л. Методика интегральной оценки подготовленности спортсменов: Методические рекомендации.- М., 1986.- 25 с.

70. ИВОЙЛОВ А.В. Средства и методы обеспечения функциональной устойчивости точностных движений в спортивной деятельности: Автореф. дис. ... док. пед. наук. - Малаховка, 1987.- 51 с.

71. ИОФФЕ Л.Ц., ЛЮБОМИРСКАЯ Р.И., СВЕРЧКОВА В.С., РЕХТМАН А.Г., ИСРАИЛОВА Г.И. Повышение функциональных возможностей организма человека путем тренировок дыханием через дополнительное мертвое пространство// Физиология человека, 1987.- Т. 13.- N 2.- С. 241 - 244.

72. ИСАЕВ А.П., БЫКОВ Е.В., КАБАНОВ С.А. Корреляционный анализ отдельных показателей кардиореспираторной системы для выявле-

ния стресс-состояний // Теория и практика физической культуры, 1997. - № 9. – С.

73. КАРПМАН В.Л., БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ З.Б., ГУДКОВ И.А. Исследование физической работоспособности у спортсменов. - М.: Физкультура и спорт, 1974. - 96 с.

74. КАРПМАН В.Л., АРЕСТОВ Ю.М., БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ З.Б., ГУДКОВ И.А., БЕЛИНА О.Н., КИРИЛЛОВ А.А. Методы определения и оценка физической работоспособности у футболистов.- Методические рекомендации.- М., 1977.- 23 с.

75. КАРПМАН В.Л., БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ З.Б., ГУДКОВ И.А. Тестирование в спортивной медицине.- М.: Физкультура и спорт, 1988.- 208 с.

76. КАССИЛЬ Г.Н. Гуморально-гормональные механизмы регуляции функций при спортивной деятельности /Кассиль Г.Н., Вайсфельд И.Л., Матлина Э.Ш., Шрейберг Г.Л./ - М.: Наука, 1978. – 51с.

77. КЛЕСОВ И.А. Личностные факторы эффективности надежности соревновательной деятельности юных футболистов // Теория и практика физической культуры. — 1993. — № 2. — С. 19—20.

78. КОДЖАСПИРОВ Ю.Г. Функциональная музыка в подготовке спортсменов - М.: Физкультура и спорт, 1987. - 64 с.

79. КОЛЧИНСКАЯ А.З. Представления о вторичной тканевой гипоксии и механизмах её развития. – В кн.: Вторичная тканевая гипоксия. – К.: Наук. Думка, 1983. – С. 30 – 43.

80. КОНДУПЬЯН О.Л. Компенсаторные процессы в анализаторных системах человека при аромавоздействиях // Валеология. - 2003. - №2. - С. 52-60.

81. КОНОПКИН О.А., МЕДВЕДЕВ В.В., ПАРАШИН Ю.П. Определение индивидуально-типологических различий по основным свойствам нервной системы у спортсменов игровых видов спорта // Метод. разработка.- М.: ГЦОЛИФК, 1988.- 30 с.

82. КОРЖЕНЕВСКИЙ А.Н., КВАШУК П.В., ПТУШКИН Г.М. Новые аспекты комплексного контроля и тренировки юных спортсменов в циклических видах спорта // Теория и практика физической культуры, 1993.- № 8.- С. 28-33.

83. КОРОБКОВ А.В. О некоторых критериях тренированности в спорте высших достижений // Тез.докл. XII Всес. научн. конф. по физиологии, морфологии, биомеханике и биохимии мышечной деятельности.- Львов, 1972.- С. 22-23.

84. КРЕСТОВНИКОВ А.Н. Очерки по физиологии физических упражнений. - М.: Физкультура и спорт, 1951.- 531 с.

85. КРЕТТИ Б.Д. Психология в современном спорте. — М.: Физкультура и спорт, 1978. — 224 с.

86. КУДАШОВА Л.Р. Вопросы управления функциональной подготовленностью спортсменов // Физиология мышечной деятельности. Тез.

Докл. Международной конференции.- М.: Физкультура, образование и наука, 2000.- С.84-85.

87. КУРАКИН М.А. Утомление дыхательных мышц при стайерском беге // Теория и практика физической культуры, 1977.- № 2.- С. 20-23.

88. КУЧКИН С.Н. Удельный вклад различных систем в аэробную производительность организма на различных этапах долговременной адаптации к физическим нагрузкам // Координация функций при срочной и долговременной адаптации организма спортсмена к физическим нагрузкам. - Л., 1990. - С. 15-20.

89. КУЧКИН С.Н. Дыхательные упражнения в спорте. - Волгоград, 1991.- 48 с.

90. КУЧКИН С.Н. Резервы дыхательной системы (обзор и состояние проблемы) // Резервы дыхательной системы. - Волгоград, 1999.- С. 7-51.

91. КУЧКИН С.Н. Резервы дыхательной системы и аэробная производительность организма: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. - Казань, 1986. - 48 с.

92. КУЧКИН С.Н., СОЛОПОВ И.Н., ШАМАРДИН А.А., ДУБРОВСКИЙ С.В. Влияние физической тренировки с дополнительным эластическим сопротивлением дыханию на физическую работоспособность и состояние дыхательной системы футболистов // Актуальные проблемы физической культуры и спорта. Тез. докл. областной научно-практической конференции. - Волгоград, 1996.- С. 221 - 223.

93. КУЧКИН С.Н., ЧЕНЕГИН В.М. Методы исследования в возрастной физиологии физических упражнений и спорта. - Волгоград, 1998.- 86с.

94. КУЧКИН С.Н., ЧЕНЕГИН В.М. Физиологические методы исследования в спорте. - Волгоград. – 1981. – 84 с.

95. ЛЕТУНОВ С.П. О некоторых путях повышения функциональных возможностей организма в процессе спортивной тренировки // Теория и практика физической культуры. - 1967. - № 12. - С. 34-38.

96. ЛЕТУНОВ С.П., ИОРДАНСКАЯ Ф.А., НЕМИРОВИЧ-ДАНЧЕНКО О.Р., ЧИБИЧЬЯН Д.А., ЯКИМОВ А.М. Изучение устойчивости к гипоксической гипоксии в процессе развития общей и специальной выносливости у спортсменов// Теория и практика физической культуры, 1972.- N 10.- С. 30-33.

97. МАЙЛС С. Подводная медицина.- М.: Медицина, 1971.- 328 с.

98. МАКАРЧУК М.Ю. Роль нюхового анализатора в интегративній діяльності мозку: автореф. дисс. ... д-ра биол. наук: 03.00.13 – К., Видавн. Київ. нац. у-ту., 1999. – 34 с.

99. МАЛЯРЕНКО Ю.Е., БЫКОВ А.Т., МАЛЯРЕНКО Т.Н., АБЕРИН Д.А. Роль осознаваемых и неосознаваемых аромавоздействий в кор-

рекции функционального состояния организма человека на этапе старения // Валеология. - 2007. - №1. - С. 18-27.

100. МАРТИРОСОВ Э., РАМИН-БАЛУЧИ. Морфологические особенности футболистов высокой квалификации разных амплуа // Теория и практика футбола, 2004. - № 3 (23). – С. 27-32.

101. МАРТИРОСОВ Э.Г. Соматический статус и спортивная специализация: Автореф.дисс. ...докт. биол. наук. - М., 1998. - 87с.

102. МАРТИРОСОВ Э.Г., СКОМОРОХОВ Е.В., ФАРМОШИ И., ВАРГА Ш. Соматотип ведущих юных футболистов мира/Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. - 1987. - № 8. - С. 29-33.

103. МАТСИН Т.А., ВИРУ А.А. Теория и практ. физич. культ., 1978, № 11. – С. 19 – 22.

104. МЕДВЕДЕВ В. И. Компоненты адаптационного процесса.—Л.: Наука, 1984.— 112 с.

105. МЕДВЕДЕВ В.И. Устойчивость физиологических и психофизиологических функций человека при действии экстремальных факторов. – Л.: Наука, 1982. – 104 с.

106. МЕДВЕДЕВ Д.В. Физиологические факторы, определяющие физическую работоспособность человека в процессе многолетней адаптации к специфической мышечной деятельности: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.- Москва, 2007.- 24 с.

107. МЕДВЕДЕВ Д.В., ГОРБАНЕВА Е.П., ЮМАТОВА С.Н., КУЗНЕЦОВА Т.Ю., СОЛОПОВ И.Н., КАТУНЦЕВ В.П. Оценка влияния курса тренировок с дополнительным резистивным сопротивлением дыханию на показатели физической работоспособности человека // Авиакосмическая и экологическая медицина, 2007. – Т. 41. - № 3. – С. 14-18.

108. МЕЕРСОН Ф. З. Основные закономерности индивидуальной адаптации // Физиология адаптационных процессов. - М.: Наука, 1986. - С. 10-76.

109. МЕЕРСОН Ф. З. Адаптация к высотной гипоксии // В кн.: Физиология адаптационная процессов.— М.: Наука, 1986.— С. 224-248.

110. МЕЕРСОН Ф. З., ЛАРИОНОВ Л. П. Депрессия сократительной функции и снижение эффективности использования кислорода при компенсаторной гипертрофии сердца// Кардиология.— 1975.— № 4.- С. 107-114.

111. МЕЕРСОН Ф.З. Адаптация, стресс и профилактика. – М.: Наука, 1981. – 278 с.

112. МИРГОРОДСКАЯ С. Ароматерапия: мир запахов запахи мира - М.: Навеус, 1998. - 120с.

113. МИХАЙЛОВ В.В. Спорт и дыхание (изд. 2-е).- М.: Физкультура и спорт, 1966.- 40 с.

114. МИХАЙЛОВ В.В. Дыхание спортсмена. - М.: Физкультура и спорт, 1983.- 103 с.

115. МИХАЙЛОВ В.М. Отчет о проведенных испытаниях аппаратно-программного комплекса "Поли-Спектр" и системы медицинского контроля для дистанционной передачи электрокардиограммы (ЭКГ) и дыхания в процессе морской тренировки космонавтов / В.М. Михайлов, Н.А. Филатов // 2001. – [http //www.neurosoft.ru/rus/notice/2001_12_18_2/index.aspx](http://www.neurosoft.ru/rus/notice/2001_12_18_2/index.aspx).

116. МИШЕНКО В.С. Автоматизированная диагностика функциональных возможностей спортсменов на основе физиологических критериев // Научно-спортивный вестник. - 1986. -№ 3. -С. 21-25.

117. МИЩЕНКО В. С. Физиологические механизмы долговременной адаптации системы дыхания человека к напряженной мышечной деятельности: Автореф. дис. ... док. биол. наук.—К., 1984.—48 с.

118. МИЩЕНКО В.С. Функциональные возможности спортсменов. - Киев: Здоровья, 1990.- 200 с.

119. МИЩЕНКО В.С. Ведущие факторы функциональной подготовленности спортсменов, специализирующихся в циклических видах спорта// Медико-биологические основы оптимизации тренировочного процесса в циклических видах спорта. - Киев, 1980.-С. 29-53.

120. МИЩЕНКО В.С. Физиологические механизмы оптимизации реактивности системы дыхания человека при развитии ее функциональных возможностей в условиях напряженной спортивной тренировки // Мед.-биол. основы подгот. квалиф. спортсменов.- Киев, 1986.- С. 67 - 81.

121. МОЗЖУХИН А.С. Пути изучения физиологических резервов у спортсменов // Совершенствование научных основ физического воспитания и спорта. – Л., 1981. – С. 156-157.

122. МОЗЖУХИН А.С. Физиологические резервы спортсмена. – Л., 1979. – 16 с.

123. МОНОГАРОВ В.Д. Утомление в спорте. – К.: Здоровья, 1986. – 120 с.

124. МОРГАЛЕВ Ю.Н., МОРГАЛЕВА Т.Г., ВОЛНИН Л.В. и др. Использование аромограммы для определения степени дисфункции систем организма // Валеология. - 2002. - №1. - С. 55-61.

125. МОСКАТОВА А.К. Физиологические механизмы адаптации и развития тренированности. – М.: ГЦОЛИФК, 1990.- 48 с.

126. МЯЛУК С. Обоснование необходимости исследований сочетанного применения арома- и музыкотерапии для восстановления работоспособности спортсменов // Физическое воспитание студентов и творческих специальностей: сб. науч. статей. - Харьков, 2005. – Вып.3. - С. 45-51.

127. ОЗОЛИН Н.Г. Современная система спортивной тренировки. - М.: Физкультура и спорт, 1970. - 479 с

128. ПАНИН Л.Е. Энергетические аспекты адаптации. – Л.: Медицина, 1978. – 192 с.

129. ПЕТРОВСКАЯ Л.В. Влияние тренировки гипоксией на сердечно-сосудистую систему человека // Сердечно-сосудистая система в эксперименте и клинике.- Чебоксары, 1986.- С. 9 - 13.

130. ПЕТРУХИН В.Г. Морфологические основы функциональной подготовленности спортсменов // Медико-биологические проблемы спортивной тренировки. – М., 1985. – С. 23-33.

131. ПЛАТОНОВ В.Н. Адаптация в спорте.- Киев: Здоров'я, 1988.- 216 с.

132. ПЛАТОНОВ В.Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте. - Киев: Олимпийская литература, 1997. – 584 с.

133. ПЛАТОНОВ В.Н. Теория и методика спортивной тренировки. - Киев: Вища школа, 1984.- 352 с.

134. ПОНОМАРЕВ В.П. Физиологическая характеристика плавания.- Л., ГДОИФК им. П.Ф.Лесгафта.- 1984.- 19 с.

135. ПШЕННИКОВА М.Г. Адаптация к физическим нагрузкам // Физиология адаптационных процессов. - М.: Наук, 1986.- С. 124-221.

136. РАЗУМОВ С.А. Физиология эмоционально-стрессовых состояний и работоспособность спортсмена. Лекция. – Л.: изд. ГДОИФК им. П.Ф. Лесгафта, 1986. – 22 с.

137. РОДИОНОВ А.В. Толерантность к стрессу как фактор эффективной спортивной деятельности в экстремальных условиях // Проблемы резервных возможностей человека. – М., 1982. – С. 128-141.

138. РОМАНЕНКО В.А. Особенности влияния направленной спортивной тренировки на устойчивость организма человека к эрготермическому воздействию: Автореф. дис ... канд. биол. наук. – Ташкент, 1977. – 21 с.

139. СВЕТЛИЧНАЯ Г.Н., СМИРНОВА Е.В., ПОКИДЫШЕВА Л.И. Корреляционная адаптометрия как метод оценки кардиоваскулярного и респираторного взаимодействия // Физиология человека. – 1997. - Т.23. - №3. - С. 58-62.

140. СЕЛЬЕ Г. Очерки об адаптационном синдроме. М., 1960, 254 с.

141. СЕЛЬЕ Г. Стресс без дистресса. - М.: Прогресс, 1982, 127 с.

142. СЕНТЯБРЕВ Н.Н. Направленная релаксация организма при напряженной мышечной деятельности человека: монография – Волгоград: ВГАФК, 2004. – 142 с.

143. СЕРБИНА Л.П. Взаимодействие музыки и движения // Теория и практика физической культуры. - 2000. - №5. - С. 42-45.

144. СИНЕЛЬНИКОВА Е.В., АРТЕМЕНКОВ А.А., ПУШКАРЕВ Ю.П. Вегетативный статус организма при резистивной нагрузке на дыхание // Пути оптимизации функции дыхания при нагрузках, в патологии и в экстремальных состояниях. - Тверь, 1997.- С. 100-103.

145. СИНИЦИНА Т.М., ЧЕКУРДА Р.П. Частота сердечных сокращений и дыхания при различной успешности выполнения умственной работы // Физиология человека, 1986.- Т. 12.- № 2.- С. 199 - 203.

146. СКОМОРОХОВ Е.В., ГОДИК М.А. Исследование биохимических критериев энергетических способностей у футболистов высших разрядов // Тез. докладов XV Всес. научной конференции по физиологии и биохимии спорта.- М., 1978.- С. 156-157.

147. СМИРНОВ Ю.И. Основные свойства и показатели спортивной подготовленности. - Малаховка, 1987. - 48 с.

148. СОЛДАТЧЕНКО С.С., КАЩЕНКО Г.Ф., ПИДАЕВ А.В. Ароматерапия. Профилактика и лечение заболеваний эфирными маслами – Симферополь, Таврида, 2003. – 256 с.

149. СОЛОДКОВ А.С. Физиологические аспекты адаптации моряков. - Л., 1981.- 46 с.

150. СОЛОДКОВ А.С. Адаптация в спорте: Теоретические и прикладные аспекты // Теория и практика физической культуры. - 1990. -№ 5. - С.3-5.

151. СОЛОДКОВ А.С. Адаптация, функциональные системы и физиологические резервы организма // Системные механизмы адаптации и мобилизации функциональных резервов организма в процессе достижения высшего спортивного мастерства. – Л., 1987. – С. 5-12.

152. СОЛОДКОВ А.С. Адаптивные возможности человека // Физиология человека, 1982.- Т. 8.- № 3.- С. 445-449.

153. СОЛОДКОВ А.С. Физическая работоспособность спортсмена. – СПб., 1995. – 43 с.

154. СОЛОПОВ И.Н. Способность человека оценивать и управлять основными параметрами функции дыхания: Автореферат дис... док. биол. наук.- Москва, 1996.- 40 с.

155. СОЛОПОВ И.Н. Адаптация к физическим нагрузкам и физическая работоспособность спортсменов.- Учебное пособие.- Волгоград.- ВГАФК, 2001.- 80 с

156. СОЛОПОВ И.Н. Восприятие и произвольный контроль основных параметров внешнего дыхания у человека. - Волгоград, 1998. - 184 с.

157. СОЛОПОВ И.Н. Исследование способности человека управлять объемно-временными параметрами дыхания при мышечной работе (на примере плавания): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. - Тарту, 1985.- 24 с.

158. СОЛОПОВ И.Н. Физиологические эффекты методов направленного воздействия на дыхательную функцию человека. Монография. – Волгоград, 2004. – 220 с.

159. СОЛОПОВ И.Н. Функциональная подготовленность и функциональная подготовка спортсменов // Проблемы оптимизации функцио-

нальной подготовленности спортсменов. – Вып. 3. - Волгоград, 2007. – С. 4-12.

160. СОЛОПОВ И.Н., БАКУЛИН С.А. Физиология спортивного плавания. Учебное пособие. Волгоград, 1996.- 84 с.

161. СОЛОПОВ И.Н., ИВАНОВ Л.В., ГЕРАСИМЕНКО А.П. Оптимизация функциональной подготовленности человека посредством дыхания с сопротивлением при мышечных нагрузках // Пути оптимизации функции дыхания при нагрузках, в патологии и в экстремальных состояниях.- Тверь, 1993.- С. 98-105.

162. СОЛОПОВ И.Н., КУЗНЕЦОВА Т.Ю., СУСЛИНА И.В., ГОРБАНЕВА Е.П., МЕДВЕДЕВ Д.В., ЮМАТОВА С.Н. Функциональная экономизация у спортсменов различной специализации // Проблемы оптимизации функциональной подготовленности спортсменов. – Вып. 3. - Волгоград, 2007. – С. 45-56.

163. СОЛОПОВ И.Н., МИЩЕНКО И.А. Повышение эффективности мышечной деятельности у пловцов на основе совершенствования точности восприятия параметров двигательной функции посредством биологической обратной связи // Биоуправление в медицине и спорте.- Мат. IV Всеросс. конф.- Омск, 2002.- С. 76-79.

164. СОЛОПОВ И.Н., САДОВНИКОВ Е.С. Произвольный контроль дыхания в тренировочной и соревновательной деятельности пловцов: Учебно-методическое пособие.- Волгоград: ВГАФК, 2000.- 32 с.

165. СОЛОПОВ И.Н., СЕНТЯБРЁВ Н.Н., ГОРБАНЁВА Е.П. Диагностика и управление функциональным состоянием. Учебное пособие для самостоятельной работы студентов. – Волгоград: ВГАФК, 2006. – 110 с.

166. СОЛОПОВ И.Н., ШАМАРДИН А.И. Функциональная подготовка спортсменов. – Монография. - Волгоград: «ПринТерра-Дизайн», 2003.– 263 с.

167. СУДАКОВ К.В. Общая теория функциональных систем.- М.: Медицина, 1984.- 224 с.

168. СУДАКОВ К.В. Системные механизмы эмоционального стресса. – М.: Медицина, 1981. – 224 с.

169. СУДАКОВ К.В., ТАРАКАНОВ О.П., ЮМАТОВ Е.А. Кросс-корреляционный вегетативный критерий эмоционального стресса // Физиология человека. – 1995.- Т. 21.- № 3.- С. 87 – 95.

170. СУДАКОВ К.В., УЛЬЯНИНСКИЙ Л.С. Механизмы устойчивости сердечно-сосудистых функций при экспериментальном эмоциональном стрессе // Пат. физиология и экспериментальная терапия. – 1988.- № 1.- С. 73 – 77.

171. ТИМАКОВА Т.С. Значение морфофункциональных показателей и индивидуальных темпов полового развития юных пловцов для отбора и спортивной ориентации // Теория и практика физической культуры, 1973.- № 5.- С. 45-48.

172. ТЮЛЕНЬКОВ С.Ю. Методика оценки физической работоспособности футболистов высокой квалификации// Футбол.- М.: Физкультура и спорт, 1986.- С.

173. ТЮЛЕНЬКОВ С.Ю. Структура технико-тактических показателей игры и факторы эффективности соревновательной деятельности в футболе// Тенденции развития спорта высших достижений и стратегия подготовки высококвалифицированных спортсменов в 1997-2000 гг.- Мат. Всерос. научно-практич. конференции.- М., 1997.- С. 386-395.

174. ТЮЛЕНЬКОВ С.Ю. Теоретико-методические аспекты управления подготовкой высококвалифицированных футболистов: Автореф. дис. ... док. пед. наук.- М., 1996.- 54 с.

175. ТЮЛЕНЬКОВ С.Ю. Управление подготовкой футболистов высокой квалификации (Теоретико-методические аспекты).- М.: МГИУ, 1998.- 290 с.

176. ФЁДОРОВ Б.М. Стресс, кардиологические аспекты // Физиология человека. – 1997.- Т. 23.- № 2.- С. 89 – 99.

177. ФЁДОРОВ В.Л. Электромиографическая регистрация латентного времени произвольного сокращения и расслабления скелетных мышц, как один из методов оценки функционального состояния нервно-мышечной системы спортсмена //Материалы пленума комиссии по вопросам физиологии спорта. - Киев, 1957. С. 43 -44.

178. ФОМИН В.С. Структура функциональной подготовленности спортсмена // Функциональные резервы спортсменов различной квалификации и специализации. - Л.: ГДОИФК, 1986. - С.15-19.

179. ФОМИН В.С. Физиологические основы управления подготовкой высококвалифицированных спортсменов. - М., 1984.- 64 с.

180. ШАМАРДИН А.И. Оптимизация функциональной подготовленности футболистов. - Волгоград, 2000.- 276 с.

181. ШАМАРДИН В.Н. Медико-биологические основы спортивной тренировки футболистов.- Днепропетровськ: “Пороги”, 1998.- 134 с.

182. ШУШАРДЖАН С.В. Музыкотерапия: история и перспективы // Клиническая медицина – 2000. - №3. - С 87-94.

183. ЯХОНТОВ Б.О. Влияние дополнительного «мертвого» пространства на дыхательную функцию человека в покое и при мышечной работе: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1971.- 33 с.

184. ASTRAND P.-O. Experimental studies of physical working capacity in relation to sex and age.- Copenhagen: Munksgaard, 1952. - 171 p.

185. ASTRAND P., RODAHL J. Textbook of physiology. Chapt 7. Respiration. N.Y.- London, 1970.- P. 185-235.

186. BALLARD CG. Aromatherapy as a safe and effective treatment for the management of agitation in severe dementia: the results of a double-blind, placebo-controlled trial with Melissa / CG. Ballard, JT. O'Brien, K. Reichelt et. al // J Clin Psychiatry. – 2002, Jul; 63 (7). – P. 553-8.

187. BEAN J. Music therapy with the cerebral- palsied child: For developing voluntary motor control // *British J. Music Therapy*. - 1986. - V.17. - №3. - P. 2-13.

188. BELMAN V.J., SHADMEHR R. Targeted resistive ventilatory muscle training in chronic obstructive pulmonary disease // *J. Appl. Physiol.* - 1988. - V. 65. - N. 6. - P. 2726- 2735.

189. BLUMENSTEIN B., BAR-ELI M., TENEBBAUM G. The augmenting role of biofeedback: effects of autogenic, imagery and music training on Physiological indices and athletic performance / B. Blumenstein, // *J. Of Sports Sciences*. – 1995. - №13 (4). – P. 343 - 354.

190. BROWNLEY K.A., MCMURRAY R.G., HACKNEY A.C. Effects of music on physiological and affective responses to graded treadmill exercise in trained and untrained runners / K.A. Brownley, // *Int. J. Psychophysiol.* - 1995. - V.19(3). - P. 193-201.

191. BURNS A., BURNE J., BALLARD C., HOLMES C. Sensory stimulation in dementia // *Br. Med. J.* - 2002. - 325. - P. 1312-1313.

192. BYERS J.F., SMYTH K.A. Effect of a music intervention on noise annoyance, heart rate, and blood pressure in cardiac surgery patients // *Am. J. Crit. Care*. - 1997. - V.6 (3). - P. 183-191.

193. CARSTENS CB., HUSKINS E., HOUNSHELL GW. Listening to Mozart may not enhance performance on the revised Minnesota Paper Form Board Test // *Psychol Rep.* - 1995, Aug; 77 (1). – P. 111-4.

194. COOKE B. ERNST E. Aromatherapy: a systematic review // *Br. J. Gen. Pract.* - 2000. - V. 50. - №455. - P. 493-496.

195. DANIELS GJ., MECABE P. Nursing diagnosis and natural therapies. A symbiotic relationship // *J. Holist Nurs.* – 1994, Jul; 12 (2). - P.184-192.

196. EMSLIE MJ., CAMPBELL MK., WALKER KA. Changes in public awareness of, attitudes to, and use of complementary therapy in North East Scotland: surveys in 1993 and 1999 // *Complement Ther Med.* - 2002. - V.10 (3). - P.148-153.

197. FUDIN R., LEMBESSIS E. The Mozart effect: questions about the seminal findings of Rauscher, Shaw, and colleagues // *Percept Mot Skills*. - 2004, Apr; 98(2). - P. 389-405.

198. GAAB J. BLATTLER N., MENZI T. et al. Randomized controlled evaluation of the effects of cognitive-behavioral stress management on cortisol responses to acute stress in healthy subjects // *Psychoneuroendocrinology*. – 2003. - V.28(6). - P. 767-79.

199. GRIMBY G. Respiration as a limiting factor of working capacity // *Pneumonologie*, 1976.- Bd 5.- . 11 - 16.

200. HALCON LL. Aromatherapy: therapeutic applications of plant essential oils // *Minn Med.* - 2002. - V.85(11). - P.42-6.

201. HANSER S.B. Music therapy and stress reduction research // *J. Music Therapy*. - 1985. - V.22. - P. 193-206.

202. HASSED C. Meditation in general practices. // Aust. Fam. Physician. - 1996. - 25 (8). – P. 1257-60.
203. HEWITT J. Relaxation - 1985. - New York - 184 p.
204. HOLMER I. Oxygen uptake during swimming in man// J. Appl. Physiol., 1972.- V. 33.- P. 507-509.
205. HOLMES C., HOPKINS V., HENSFORD C. et al. Lavender oil as a treatment for agitated behaviour in severe dementia: a placebo controlled study // Intern. J. of Geriat. Psychiatry. – 2002. - V.17. - I.4. - P.305-308.
206. HONGRATANAWORAKIT T., BUCHBAUER G. Relaxing effect of ylang ylang oil on humans after transdermal absorption // Phytother Res. – 2006. - V.20. - №9. - P. 758-63.
207. HUGHES JR. The Mozart Effect / JR. Hughes // Epilepsy Behav. – 2001, Oct; 2(5). - P. 396-417.
208. ILMBERGER M., HEUBERGER J. E., MAHRHOFER C. et al. The Influence of Essential Oils on Human Attention. I: Alertness // Chem. Senses. – 2001. - V.26. - P. 239 - 245.
209. IWANAGA M., TSUKAMOTO M. Effects of excitative and sedative music on subjective and physiological relaxation // Percept Mot. Skills. - 1997. - V.85 (1). - P. 287-296.
210. JELLINEK J.S. Psychodynamic odor effects and their mechanisms // Cosmet. Toiletr. - 1997. – 112. - P. 61–71.
211. KOCH M.E., KAIN Z.N., AYOUB C. et al. The Sedative and Analgesic Sparing Effect of Music // Anesthesiology. - 1998. - V.89. - №2. - P. 175 - 182.
212. KOELSCH S., MAESS B., GROSSMANN T. et al. Electric brain responses reveal gender differences in music processing // Neuroreport. – 2003, Apr 15;14(5). – P. 709-13.
213. KRIEGEL E., GAEFKE J., KATZENSTEIN A. Complex changes due to autogenic relaxation (as part of sociodynamic psychotherapy): seen within the framework a system approach // Emotion and Behavior: system approach: Proc. Int. Symp. - Moskow, 1984. – P. 165.
214. LASARUS A.A. Verhatenstherapie im Ubergang. - Munchen-Basel, 1978.- 193s.
215. LIS-BALCHIN M. Essential oils and 'aromatherapy': their modern role in healing // J R Soc Health. – 1997. - 117(5). – P. 324-9.
216. MARBUT M.M., WADE A.J. Oxygen pulse as a measure of aerobic power during submaximal work in humans// J.Physiol. (Gr. Brit.), 1988.- V. 399.- P. 73.
217. MEKONNEN, Y. Effects of ethanol extract of Moringa stenopetala leaves on guinea-pig and mouse smooth muscle / Y. Mekonnen // Phytother Res. - 1999, V.13(5). - P. 442-4.
218. PALMER C. Music performance //Annu. Rev. Psychol. – 1997. - 48. – P. 115-38.

219. RAUSCHER FH., SHAW GL. Key components of the Mozart effect // *Percept Mot Skills*. – 1998, Jun; 86(3 Pt 1). – P. 835-41.

220. ROCA, H.J3RD, IMES S. Integration: a synergistic approach to help-wellness / H.J3rd. Roca // *SCI Nurs*. – 2001. - Fall; 18 (3). - P. 134-137.

221. SCHEUFELE PM. Effects of progressive relaxation and classical music on measurements of attention, relaxation, and stress responses // *J Behav Med*. - 2000; 23 (2). – P. 207-28.

222. STEELE K.M. BROWN J.D., STOECKER J.A. Failure to confirm the Rauscher and Shaw de-scription of recovery of the Mozart effect // *Percept Mot Skills*. – 1999, Jun; 88(3 Pt 1). – P. 843-8.

223. THOMAS D.V. Aromatherapy: mythical, magical, or medicinal? // *Holist Nurs Pract*. – 2002, Oct; 16 (5). - P. 8-16.

224. THOMPSON WF., SCHELLENBERG EG., HUSAIN G. Arousal, mood, and the Mozart effect // *Psychol Sci*. - 2001, May; 12(3). - P.248-51.

225. VICKERS AJ., de Craen AJ. Why use placebos in clinical trials? A narrative review of the methodological literature // *J Clin Epidemiol*. - 2000; 53. – P. 157-6.

226. VOGEL M.E., ROMANO S.E. Mental health behavioral medicine // *Primary Care; Clinics in Office Practice*. – 1999. - V.26. - №.2. - P. 385-400.

227. WARREN G.L., CURETHON J., SPARLING P.B. Does lung function limit performance in a 24-hour ultramarathon? // *Respir. Physiol*, 1989.- V. 78.- N. 2.- P. 253 – 263.

228. WIEBE E. A randomized trial of aromatherapy to reduce anxiety before abortion // *Eff Clin Pract*. – 2000, Jul-Aug; 3(4). – P. 166-9.

229. WITHERS R.T., MARICIC Z., WASILEMAKI S., KELLY L. Match analysis of Australian professional Soccer players // *Journal of Human Movement Studies*, 1982. – N 7. - P. 159-176.

И.Н. Солопов, Н.Н.Сентябрев, Е.П.Горбанева,
А.Г.Камчатников, В.А.Лиходеева, Н.В.Серединцева,
И.В.Суслина, Д.В.Медведев

**ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА
ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНОВ
И ИХ ОПТИМИЗАЦИЯ**

Научное издание

Ответственный редактор: И.Н.Солопов

Ответственный за выпуск: Ю.Н.Москвичев

Подписано в печать 26.12.2008 г.
Формат 60x84 1/16. Объем 7,6 п. л.
Тираж 500 экз. Заказ № 135

Издательство ФГОУВПО «Волгоградская
Государственная академия физической культуры»
400005, Волгоград, пр. Ленина, 78