

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

На правах рукописи

ФОМЕНКО Ирина Александровна

**ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ
СПОРТСМЕНОВ РАЗНОГО УРОВНЯ АДАПТИРОВАННОСТИ
К МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ С РАЗЛИЧНЫМ
ХАРАКТЕРОМ ЛОКОМОЦИЙ**

03.03.01 – Физиология

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата
медицинских наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук,
профессор СОЛОПОВ И.Н.

Волгоград - 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Глава 1. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	12
1.1. Сущность и структура функциональной подготовленности спортсменов	12
1.2. Функциональные свойства и характеристики, определяющие подготовленность спортсменов	19
1.3. Факторы и физиологические механизмы, обуславливающие физическую работоспособность спортсменов	25
1.4. Функциональные особенности женского организма и их учет при тренировке спортсменок	31
Глава 2. МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ	38
2.1. Организация исследования и контингент обследованных	38
2.2. Методы исследования	40
Глава 3. ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНОК РАЗНОГО УРОВНЯ АДАПТИРОВАННОСТИ К МЫШЕЧНЫМ НАГРУЗКАМ	47
3.1. Структура и уровень качественных характеристик функциональной подготовленности спортсменок разной квалификации	47
3.2. Значение различных функциональных параметров для обеспечения физической работоспособности спортсменок на разных этапах многолетней тренировки	62
3.3. Состояние напряженности регуляторных механизмов спортсменок разного уровня адаптированности к физическим нагрузкам	71

Глава 4. ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНОВ, АДАПТИРОВАННЫХ К РАЗЛИЧНОЙ СПЕЦИФИЧЕСКОЙ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .	76
4.1. Структура и уровень качественных характеристик функциональной подготовленности спортсменов, специализирующихся в различных видах спорта	76
4.2. Роль различных параметров функциональной подготовленности в обеспечении физической работоспособности спортсменов разной специализации	85
4.3. Уровень напряженности регуляторных механизмов у спортсменов, адаптированных к мышечной деятельности с различным характером локомоций	92
Глава 5. ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНОВ В РАЗЛИЧНЫЕ ФАЗЫ ОВАРИАЛЬНО-МЕНСТРУАЛЬНОГО ЦИКЛА	98
5.1. Динамика состояния структурных компонентов функциональной подготовленности спортсменов в различные фазы овариально-менструального цикла	99
5.2. Взаимосвязи параметров функциональной подготовленности с уровнем физической работоспособности у спортсменов в различные фазы овариально-менструального цикла	104
5.3. Уровень напряженности регуляторных механизмов у спортсменов в разные фазы овариально-менструального цикла	111
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	115
ВЫВОДЫ	122
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	125
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	127

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ

Обозначения	Наименование обозначения
L, см	Длина тела
P, кг	Масса тела
VC, л	Жизненная емкость легких
MMV, л/мин	Максимальная вентиляция легких
fb, цикл/мин	Частота дыхания
HR _{покоя} , уд/мин	Частота сердечных сокращений в состоянии покоя
HR _{max} , уд/мин	Частота сердечных сокращений при максимальной мощности мышечной работы
HR _{max} /HR _{покоя} , %	Увеличение частоты сердечных сокращений при максимальной мощности мышечной работы относительно состояния покоя
HR _{W1} /HR _{покоя} , %	Увеличение частоты сердечных сокращений при мышечной работе стандартной мощности относительно состояния покоя
PWC ₁₇₀ , кГм/мин	Мощность физической работоспособности при частоте сердечных сокращений равной 170 уд/мин
TA in., с	Время задержки дыхания на вдохе
TA ex., с	Время задержки дыхания на выдохе
VE _{max} , л/мин	Величина легочной вентиляции при максимальной мышечной работе
VE _{max} /MMV, %	Процент использования максимальной вентиляции лёгких при максимальной мощности мышечной работы
V _{Tmax} /VC, %	Процент использования жизненной ёмкости лёгких при максимальной мощности мышечной работы
VO _{2max} /W _{max} , мл/кГм/мин	Потребление кислорода на единицу работы при максимальной мышечной работе
VO _{2max} , мл/мин	Максимальное потребление кислорода
VO _{2max} /fb _{max} , мл/цикл/мин	Кислородный эффект дыхательного цикла при максимальной мышечной работе
VO _{2max} /HR _{max} , мл/уд/мин	Кислородный пульс при максимальной мышечной работе
V _T , мл	Величина дыхательного объема
V _{Tmax} /fb _{max} , у.е.	Коэффициент соотношения объёмно-временных параметров паттерна дыхания
W _{W1}	Мышечная нагрузка стандартной мощности
W _{max}	Мощность максимальной мышечной нагрузки
W _{max} /HR _{max} , кГм/уд/мин	Ватт-пульс при максимальной мышечной работе
Xr	Среднее значение коэффициентов корреляции всех изучаемых показателей.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Характерной чертой современного спорта является всё более широкое и активное участие в нем представительниц женского пола. В настоящее время растет количество соревнований с участием женщин, существенно расширяется программа соревнований самого высокого уровня за счет увеличения женских дисциплин (Иорданская Ф.А., 1999; Соха Т.К., 2002).

Это неизбежно обуславливает необходимость более детальной и углубленной разработки как методики и технологий тренировочного процесса, так и соревновательной деятельности женщин (Шахлина Л.Г., 1999; Соха Т.К., 2002). Достижение спортивных результатов высокого уровня при сохранении и укреплении здоровья спортсменок в существенной мере зависит от всестороннего научного обоснования рациональных методик тренировки и оптимальных режимов состязательной деятельности спортсменок. Это, в свою очередь, требует детального изучения адаптивных реакций женского организма с учетом овариально-менструального цикла, индивидуально-годовой и сезонной периодики физиологических функций и еще целого ряда важных вопросов.

Одной из наиболее остро стоящих является проблема управления спортивной подготовкой женщин, которая базируется, прежде всего, на эффективном контроле и диагностике развития адаптации к физическим нагрузкам (Чоговадзе А.В., Круглый М.М., 1977; Фомин В.С., 1984; Дембо А.Г., 1988; Запорожанов В.Г., 1988; Шамардин А.И., 2000) и на рациональном построении на этой основе процесса подготовки спортсменок.

В свою очередь адекватная и объективная система контроля может функционировать только на базе четких представлений о динамике функционального состояния организма, о внешних и внутренних факторах, обуславливающих развитие функциональных возможностей, о структуре и основных компонентах функциональной подготовленности организма (Фомин В.С., 1984;

Мищенко В.С., 1990; Шамардин А.И., 2000; Кудашова Л.Р., 2000; Солопов И.Н., Шамардин, 2003; Горбанева Е.П., 2008, 2012; Солопов И.Н. и др., 2010).

Знание структурных особенностей и физиологических механизмов, определяющих уровень функциональной подготовленности, ее качеств и свойств, факторов ее лимитирующих, будет определять методологию, стратегические и тактические характеристики, методические приемы управления функциональным состоянием, и, в итоге, эффективность процесса адаптации организма к физическим нагрузкам. Что явится базой повышения объективизации системы комплексного контроля и основой для действительной индивидуализации тренировочного процесса (Солопов И.Н. и др., 2010).

В связи с этим, крайне важным представляется выяснение вопросов связанных со структурой функциональной подготовленности спортсменов и её особенностями у различного контингента (Солопов И.Н., 2001, 2007). Структура функциональной подготовленности спортсменов и наличие всех её компонентов едины для всех видов спорта. Вместе с тем, роль и степень значения различных ее компонентов, совершенство тех или иных механизмов, уровень развития разных функциональных свойств, их сочетание и взаимообусловленность будут характеризоваться довольно выраженной специфичностью в каждом конкретном виде спорта и даже более того, будут различаться в каждой отдельной специализации, амплуа в одном и том же виде спорта (Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003; Солопов И.Н., 2007). Следует особо отметить, что все параметры функциональных возможностей будут существенно изменяться в зависимости от внешних условий и особенностей ритмической организации функционального состояния. Это в большей степени касается спортсменов.

Результаты изучения хроноструктуры физиологических систем у женщин свидетельствуют о существенном влиянии на продуктивность и устойчивость физиологических систем организма овариально-менструального цикла (Радыш И.В., 1994; Агаджанян Н.А. и др., 1998; Hall M.V., 2000). При этом специфика биоритмологических процессов женского организма определяется

деятельностью гипоталамо-гипофизарно-яичниковой системы, обуславливающей овариально-менструальный цикл, и взаимосвязана с изменениями в регуляции функций всего организма в целом и отдельных функциональных систем (Бабичев В.Н., 1999; Cutolo M. et al., 2006; Pearson L.J. et al., 2008; Spencer J.L. et al., 2008; Семилетова С.В., 2009).

Следует отметить, что изучение вопросов, касающихся структуры и уровня различных ее компонентов, специфических особенностей функциональной подготовленности женщин, активно занимающихся спортом, с разной степенью адаптированности к специфическим физическим нагрузкам и в связи с ритмической организации функций организма практически не осуществлялось. В связи с этим направление и тема настоящего диссертационного исследования являются актуальными.

Цель: Выяснить уровень различных компонентов и специфические особенности структуры функциональной подготовленности у спортсменок разной степени адаптированности к систематическим мышечным нагрузкам с различным характером локомоций и в зависимости от ритмической организации функционального состояния организма.

Задачи исследования:

1. Выяснить уровень и особенности параметров различных компонентов функциональной подготовленности организма спортсменок с разной степенью адаптированности к физическим нагрузкам.

2. Изучить особенности и уровень развития показателей различных компонентов функциональной подготовленности организма спортсменок, адаптированных к специфической мышечной деятельности различного характера.

3. Определить роль различных параметров функционирования организма в обеспечении физической работоспособности у спортсменок, находящихся на различных этапах многолетней адаптации к мышечной деятельности с различным характером локомоций.

4. Выяснить особенности и степень напряженности регуляции функций у спортсменок различного уровня тренированности и адаптированных к разным видам специфической спортивной деятельности.

5. Изучить динамику структуры функциональной подготовленности, физической работоспособности и напряженности регуляции функций в течение овариально-менструального цикла у спортсменок.

Научная новизна результатов исследования. Впервые получены новые сведения об особенностях проявлений функциональной мощности, мобилизации, устойчивости и экономизации-эффективности у спортсменок различного уровня адаптированности к мышечной деятельности с различным характером локомоций.

Получены новые данные о значении различных физиологических факторов и установлены закономерности включения их различных категорий в обеспечение физической работоспособности спортсменок с различным характером привычной мышечной деятельности и находящегося на разных этапах многолетнего процесса адаптации к физическим нагрузкам.

Впервые установлено, что у спортсменок различной квалификации, адаптированных к мышечной работе с различным паттерном моторики, интегрированность вегетативных функций, напряженность регуляторных механизмов и физиологическая «стоимость» адаптации различаются.

Впервые охарактеризована динамика уровней и проявления различных параметров функциональной подготовленности, их роль в обеспечении физической работоспособности, теснота их взаимосвязей и взаимообусловленности, степень напряженности регуляторных механизмов, физиологическая «стоимость» адаптации у спортсменок в течение овариально-менструального цикла.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования. Установленные в работе факты и выявленные закономерности расширяют представления о физиологических механизмах и факторах, определяющих и лимитирующих функциональные возможности и физическую работоспособ-

ность спортсменок, находящихся на разном уровне адаптированности к мышечным нагрузкам и в связи со специфической мышечной деятельностью с различным характером локомоций.

Полученные данные дополняют представление о функциональных резервах организма, расширяют теоретические сведения о структуре функциональной подготовленности, закономерностях их динамики в связи с цикличностью изменения функционального состояния в течение овариально-менструального цикла.

Полученные в исследовании результаты могут послужить основой для оптимизации системы целенаправленного комплексного контроля и оценки уровня функциональной подготовленности спортсменок в зависимости от характера привычного вида локомоций и уровня адаптированности к систематическим мышечным нагрузкам. При учете особенностей функциональной подготовленности различного контингента спортсменок возможно осуществление дифференцированного подхода к организации контроля физической работоспособности, что послужит основой для оптимизации тактики тренировочного процесса и повышения его эффективности.

Полученные результаты могут быть использованы при определении направлений и путей целенаправленного повышения функциональных возможностей организма спортсменок, определении средств, методов и режимов тренирующих воздействий, подборе адекватных средств целенаправленного воздействия на организм в процессе специальной подготовки к экстремальной профессиональной и спортивной деятельности.

Сформулированные в работе положения и материалы исследования могут быть использованы в учебном процессе высших учебных заведений физической культуры, на факультетах физического воспитания, при подготовке и переподготовке специалистов в области физической культуры и спорта.

Внедрение результатов исследования. Основные результаты исследований внедрены в лекционный и практический курсы на кафедре анатомии и

физиологии и кафедре спортивной медицины ФГБОУ ВПО «Волгоградская государственная академия физической культуры».

Апробация работы. Основные положения и результаты исследований были доложены и обсуждены на итоговых конференциях Волгоградской государственной академии физической культуры за 2012-2013 гг. (г. Волгоград), на XXXIX научной конференции студентов и молодых ученых вузов Южного Федерального округа (декабрь 2011 г. - март 2012 г., г. Краснодар), на XXXX научной конференции студентов и молодых ученых вузов Южного Федерального округа (декабрь 2012 г. - март 2013г., г. Краснодар), на расширенном межкафедральном заседании в рамках проблемной комиссии «Физиология, гигиена, экология, медицинская биология, микробиология, клиническая диагностика, медицина и спорт» Волгоградского государственного медицинского университета (декабрь 2013 г., г. Волгоград).

Публикации результатов работы. По материалам диссертации опубликовано 9 научных работ, отражающих основное содержание исследований, в том числе 3 в изданиях, рецензируемых ВАК РФ.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 154 страницах компьютерного текста, состоит из введения, обзора литературы, описания организации и методов исследования, трех глав с изложением результатов собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы, содержащего 244 работы, включая 57 источников зарубежных авторов, содержит 9 рисунков и 13 таблиц.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Уровень функциональной подготовленности спортсменок с ростом адаптированности к систематической мышечной деятельности в целом прогрессивно повышается, что выражается в увеличении основных показателей качественных характеристик функциональных возможностей организма при определенной неравномерности темпа и величины прироста их отдельных параметров.

2. Структура и уровень качественных характеристик функциональной подготовленности (мощность, мобилизация, устойчивость и экономизация) спортсменов имеют особенности, обуславливаемые характером морфологических и функциональных перестроек в процессе адаптации к специфическому характеру локомоций.

3. Физическая работоспособность спортсменов, адаптированных к мышечной деятельности различного характера, обеспечивается специфическим соотношением функциональных свойств и факторов, разной их ролью, при различном характере их взаимосвязей, степени напряженности регуляторных механизмов и физиологической «стоимости» адаптации.

4. У спортсменов разного уровня адаптированности к мышечной работе с различным характером моторики интегрированность вегетативных функций, напряженность регуляторных механизмов и физиологическая «стоимостью» адаптации имеет различную возрастно-квалификационную динамику и специфические особенности проявления.

5. Динамика уровня и проявления различных параметров функциональной подготовленности, их роль в обеспечении физической работоспособности, теснота их взаимосвязей и взаимообусловленности, степень напряженности регуляторных механизмов и физиологическая «стоимость» адаптации у спортсменов имеют существенные различия в течение овариально-менструального цикла.

Глава 1

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Сущность и структура функциональной подготовленности спортсменов

В настоящее время все более четко понимается тот факт, что спортивная тренировка, конечной целью которой является достижение наивысшего спортивно-технического результата, направлена на развитие именно функциональных возможностей организма спортсмена (Булатова М.М., 1996; Мищенко В.С. и др., 1999; Шамардин А.И., 2000; Кизько А.П., 2001; Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003; Лысенко Е.Н., 2006; Солопов И.Н., 2007; Горбанева Е.П., 2008; Солопов И.Н. и др., 2009, 2010). Результатом такого развития в процессе адаптации является именно уровень совершенства физиологических механизмов, осуществляющих регуляцию вегетативного обеспечения и управление локомоциями. Развитие качественных свойств различных сторон и проявлений функций организма рассматривают как способность и готовность к выполнению специфической мышечной деятельности в спорте (Патонов В.Н., 1988, 1997; Солопов И.Н., 1999, 2001, 2007; Солодков А.С., 2000; Павлов С.Е., 1999; Павлов С.Е., 1999, 2000, 2004; Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003; Мищенко В.С. и др., 2007; Солопов И.Н. и др., 2009, 2010; Павлова Т.Н. и др., 2010)

Вместе с тем, к настоящему моменту все еще нет единого мнения по вопросу о понятии «функциональное состояние» и «функциональная подготовленность» спортсмена. В большинстве случаев под этим термином, употребляемым весьма широко, понимают довольно ограниченное содержание. В большинстве случаев под функциональной подготовленностью понимаются почти исключительно возможности кардиореспираторной системы организма. Так, В.С. Мищенко (1990) рассматривает в качестве функциональных возмож-

ностей (функциональной подготовленности) практически только аэробную производительность организма, а «комплекс функциональных физиологических свойств» (качественных характеристик функционирования систем - мощность систем, их экономичность, устойчивость, подвижность и способность реализации потенциала системы) рассматривает как структурные элементы - компоненты функциональной подготовленности.

Вместе с тем, по мнению целого ряда специалистов, понятие и сущность функциональной подготовленности, значительно шире, чем только аэробные возможности организма человека (Павлов С.Е., 1999, 2004; Шамардин А.И., 2000; Солопов И.Н., 2007).

В литературе указывается, что каждое двигательное качество базируются на определенных функциональных возможностях организма, а в их основе лежат конкретные физиологические механизмы. К примеру, двигательная выносливость, преимущественно будет определяться и лимитироваться уровнем функционирования механизмов энергообеспечения – анаэробной и аэробной производительностью, а также степенью «функциональной устойчивости». Для других двигательных качеств будет характерна другая структура лимитирующих факторов и механизмов, при другом соотношении, доли вклада и роли тех или иных процессов в обеспечении целенаправленной двигательной активности спортсмена. Это все будет в большой степени обуславливаться спецификой локомоций и условиями их выполнения в рамках определенного вида спорта (Солопов И.Н. и др., 2009, 2010).

Одним из первых обозначил проблему функциональной подготовки и функциональной подготовленности В.С.Фомин (1984). Им была предложена четырехкомпонентная структура функциональной подготовленности спортсменов, которая рассматривается как уровень слаженности взаимодействия (взаимосодействия) психического, нейродинамического, энергетического и двигательного компонентов.

Имея в виду, что выполнение мышечной работы при спортивной деятельности обеспечивается функционированием целого ряда физиологических систем, функциональная подготовленность вполне обоснованно понимается не как уровень состояния какой-либо отдельной системы органов, а как отправление функциональной системы, объединяющей эти органы и системы для выполнения целенаправленного двигательного действия - спортивного результата (Фомин В.С., 1984, 1986; Солопов И.Н. и др., 2009, 2010).

В литературе отмечается, что главное значение в формировании межсистемных отношений в организме и развитии адаптационного процесса в условиях напряженной мышечной деятельности принадлежит локомоторной системе, точнее, режиму ее эксплуатации. В связи с этим, основное внимание в тренировочном процессе должно уделяться методике развития именно двигательного компонента – физической подготовленности (Верхошанский Ю.В., 1988). Вместе с тем, подготовка спортсмена должна ориентироваться на развитие и совершенствование именно тех функциональных резервов и процессов в организме, которые, в основном, обуславливают специфическую работоспособность.

Отдельные авторы под функциональной подготовленностью понимают исключительно физическую подготовленность. Однако, ряд авторов не разделяет такую точку зрения. Они считают, что физическую подготовленность необходимо рассматривать только как часть функциональной подготовленности и отождествлять с ее двигательным компонентом (Фомин В.С., 1984; Платонов В.Н., 1984; Шамардин А.И., 2000; Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003; Горбачева Е.П., 2008; Солопов И.Н. и др., 2010).

Другой компонент – энергетический, отражающий возможности основных механизмов энергообеспечения, является неотъемлемой частью функциональной и физической подготовленности. Отмечают, что и такие компоненты, как нейродинамический и психический, также так или иначе связаны с выполнением двигательного акта (Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003). Отсюда

вполне закономерным видится положение о том, что все компоненты функциональной подготовленности спортсменов развиваются практически единственным средством – физическими упражнениями, т.е. мышечными нагрузками, определенным образом организованными в рамках специфической биомеханической структуры.

В настоящий момент функциональную подготовленность рассматривают как физиологическую основу всех остальных видов подготовленности, выделяемых в теории спорта (Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003; Солопов И.Н. и др., 2010). Имеются все основания говорить о функциональной составляющей в каждом виде специально-технической подготовленности – технической, физической, тактической и психической.

Рассматривая каждый вид подготовки спортсмена, традиционно выделяемых в методике спортивной тренировки вообще, то можно обнаружить, что в своей основе все эти традиционно выделяемые виды, представляют собой процесс совершенствования определенных механизмов и функций вполне конкретных физиологических систем организма в их специфическом сочетании (Солопов И.Н. и др., 2010).

Так, техническая подготовка, т.е. формирование и совершенствование двигательных навыков, можно представить как формирование определенной структуры взаимосвязей в центральной нервной и нервно-мышечной системах, а впоследствии - совершенствование функционирования их механизмов.

Процесс тактической подготовки вполне обоснованно можно представить как процесс, в своей основе имеющий развитие функций центральной нервной системы и ее высших отделов, развитие их основных отправлений – восприятия, анализа, синтеза, реагирования, принятие решения.

Психологическая (психическая) подготовка – развитие функций высших отделов центральной нервной системы. Этот вид подготовки по механизмам и проявлениям смыкается с процессом тактической подготовки и может быть также обозначен как психофункциональная подготовка.

Физическая (двигательная) подготовка, представляет собой развитие и совершенствование функций центральной нервной системы, нервно-мышечного аппарата и вегетативных систем, обеспечивающих локомоции.

Таким образом, можно констатировать, что уровень функционирования разных систем организма, проявление различных физиологических механизмов, являются основой для всех видов подготовки, выделяемых в теории и методике спортивной тренировки. Вполне не случайно еще в 1971 году болгарский исследователь Ф.Генов отмечал, что «физиологическая подготовленность является основой всей спортивной деятельности и особенно той, которая требует протекания ряда физиологических функций организма спортсмена на максимальном уровне».

Рассматривая вопрос о структуре функциональной подготовленности спортсменов, следует отметить, что к настоящему времени он еще весьма далек от полного решения. Так тот же Ф.Генов (1971) в структуре спортивной подготовленности, выделил следующие подструктуры: *физиологическая подготовленность*, определяемая адаптивными изменениями, неизменно наступающими в организме в результате систематической тренировки, *психологическая подготовленность*, характеризующаяся изменениями в психике человека происходящими в связи со спецификой деятельности в спорте, *техническая подготовленность*, определяемая уровнем развития способности к выполнению специфических по форме и интенсивности двигательных действий, и *социальная подготовленность*, определяемая мотивами выполняемой спортивной деятельности (объединяющее звено).

Несколько позднее В.С.Фомин (1984) функциональную подготовленность спортсменов рассматривал как уровень слаженности взаимодействия (взаимосодействия) четырех, выделенных им, компонентов:

- *психического* (включавшего процессы восприятия, внимания, анализа ситуации, прогнозирования, выбора и принятия решения, скорости переработки информации и другие функции высшей нервной деятельности);

- *нейродинамического* (объединяющего процессы возбудимости, подвижности и устойчивости, напряженности вегетативной регуляции);
- *энергетического* (включающего основные механизмы энергообеспечения организма);
- *двигательного* (проявляющегося в виде таких качеств как сила, скорость, гибкость и координационные способности (ловкость)).

При этом все основные компоненты функциональной подготовленности дифференцируются по определенным уровням: первый уровень – «базовый уровень функциональной подготовленности» – составляют энергетический и нейродинамический компоненты, как компоненты неспецифические. Второй – «специально-базовый уровень функциональной подготовленности» – образуют двигательный и психический компоненты. Третий – «специальный уровень функциональной подготовленности» – составляют техническая и тактическая подготовленность, как интегративные проявления функциональных возможностей в специфической двигательной функции и базирующиеся на развитии свойств и качеств компонентов первого и второго уровней.

Данная структура функциональной подготовленности спортсменов, при соответствующем интегрировании с другими построениями, в настоящее время некоторыми авторами взята за основу (Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003; Горбанева Е.П., 2008).

Исходя из выше изложенного, к настоящему моменту структура функциональной подготовленности спортсменов некоторыми авторами представляется в виде следующих компонентов:

- *информационно-эмоциональный компонент*, включающий процессы сенсорного восприятия, памяти и эмоциональных проявлений;
- *регуляторный компонент*, объединяющий механизмы моторного, вегетативного, гуморального и коркового контуров регуляции;
- *двигательный компонент*, включающий функции опорно-двигательного аппарата, эффективность собственно локомоций;

- *энергетический компонент*, отражающий мощность, подвижность, емкость и эффективность аэробного и анаэробного механизмов энергопродукции;
- *психический компонент*, проявляющийся в уровне развития психических качеств, уровне психического состояния и психической работоспособности спортсменов (Солопов И.Н. и др., 2010).

В описанной структурной схеме отражено понимание функциональной подготовленности как базового генерального свойства организма, являющегося основой для специфической двигательной функции, проявляющейся в виде спортивно-технического результата, который реализуется через проявление физической, технической и тактической подготовленности спортсмена (Солопов И.Н., 2007; Горбанева Е.П., 2008; Солопов И.Н. и др., 2010).

Таким образом, в настоящее время функциональную подготовленность спортсмена понимают как базовое, многокомпонентное свойство организма, сущностью которого является уровень совершенства физиологических механизмов, их готовность обеспечить на данный момент проявления всех необходимых для спортивной деятельности качеств, обуславливающее, эффективную мышечную деятельность в рамках специфического регламентированного двигательного акта (Mines A.H., 1993; Voening D., 1997; Солопов И.Н., 2001; Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003).

При этом структура функциональной подготовленности – наличие всех ее компонентов – как правило, имеет значение практически для всех видов деятельности, однако роль тех или иных компонентов, совершенство тех или иных физиологических механизмов, а также уровень развития функциональных свойств, их сочетание и взаимообусловленность, всегда в высшей степени специфичны для каждого конкретного вида деятельности (Мищенко В.С., 1990; Медведев Д.В., 2007; Солопов И.Н., 2007; Солопов И.Н. и др., 2009, 2010).

1.2. Функциональные свойства и характеристики, определяющие подготовленность спортсменов

Эффективность физиологических механизмов, обуславливающих функциональные возможности, в большой мере зависит от их функциональных свойств – мощности, мобилизации, её экономичности и устойчивости (Мищенко В.С., 1990; Горбанева Е.П., 2008; Солопов И.Н. и др., 2010), выступающих как качественные характеристики функционирования физиологических систем, обуславливающих уровень специальной физической работоспособности, которая рассматривается в качестве интегрального показателя функциональной подготовленности (Платонов В.Н., 1984; Willmore J.H., Costil D.L., 1994; Viru A., 1995; Morrow J.R. et al., 1995; McArdle W.D. et al., 1996; Солопов И.Н., 2001, Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003; , Солопов И.Н. и др., 2010). Функциональные характеристики (функциональные свойства) факторов, определяющих функциональные возможности организма, позволяют наиболее полно и адекватно отражать функциональную подготовленность организма (Мищенко В.С., 1990).

К таким качественным характеристикам функциональной подготовленности спортсменов относят параметры морфофункциональной мощности, функциональной мобилизации, устойчивости и экономичности-эффективности (Мищенко В.С., 1990; Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003; Солопов И.Н. и др., 2010).

В литературе в качестве параметров мощности функционирования рассматриваются характеристики морфофункционального статуса организма и показатели физиологических систем, наблюдаемые при максимальных мышечных нагрузках и отражающие максимум мощности функционирования организма (Горожанин В.С., 1984; Кучкин С.Н., 1986; Мищенко В.С., 1990; Медведев Д.В., 2007; Горбанева Е.П., 2008, 2012). Комплекс показателей морфофункциональной мощности, характеризующих особенности соматотипа, опре-

деляет физическую работоспособность и уровень возрастного развития человека, а также особенности психической деятельности, метаболизма, компенсаторных реакций организма (Карпман В.Л., 1987; Солопов И.Н. и др., 2010).

Мощность функционирования физиологических механизмов, обеспечивающих выполнение физической работоспособности, рассматривается как весьма специфическая характеристика, определяемая уровнем энергопродукции и энергозатрат, требуемых для выполнения механической работы в локомоторных актах различного рода. Количественной мерой функциональной мощности является скорость, прежде всего, энергозатрат, связанная с выполнением механической работы мышцами тела и достижением требуемого эффекта (Горожанин В.С., 1984). К наиболее показательным параметрам функциональной мощности относят величины максимальной аэробной производительности и максимальной мощности выполняемой мышечной нагрузки (Мищенко В.С., 1990).

Практически все показатели функциональной мощности несут на себе отпечаток специфических особенностей, которые определяются привычным характером паттерна локомоций (спецификой двигательных актов в том или ином виде спорта). При этом эти особенности проявляются как в условиях мышечного покоя, так и в реакциях на стандартные и особенно на предельные физические нагрузки.

Мощность функционирования организма, особенно на предельных уровнях, связана с уровнем энергетического обмена, активностью гормональной и ферментативной деятельности, морфофункциональным развитием сенсорных и эффекторных систем – вегетативных, мышечной. Кроме того в большой мере мощность функционирования систем организма зависит от запасов источников энергии и активности развития аэробных и анаэробных механизмов энергообразования.

В литературе отмечается, что одним из ключевых моментов развития адаптированности является повышение мобилизационных возможностей или

«функциональной мобилизации», которые проявляются в быстром вработывании, повышении предельных возможностей организма при специфической мышечной деятельности, повышении способности организма удерживать высокий уровень интенсификации функций, ускорении и повышении эффективности протекания восстановления (Кучкин С.Н., 1986; Волков В.М., 1990; Гулбиани Т.И., 1991; Hagerman F.C., 1992; Солодков А.С., 1995; Morrow J.R. et al., 1995; McArdle W.D. et al., 1996; Горбанева Е.П., 2008, 2012; Солопов И.Н. и др., 2010).

Процессы функциональной мобилизации обуславливают изменения, происходящие во время вработывания при постоянной мощности выполняемой мышечной работы и предел этих изменений, во время увеличения или при достижении максимальной мощности нагрузки (Давыденко Д.Н., 1988; Tipton С.М., 1991; Волков В.М., Ромашов А.В., 1991; Корженевский А.Н. и др., 1993; Craig N.P. et al., 1993; Rogers D. M. et al., 1995; Кучкин С.Н., 1999; Stainaker J., 2002).

Еще одним важнейшим функциональным свойством является функциональная устойчивость, которая рассматривается как одно из условий оптимального функционирования основных физиологических систем в процессе выполнения конкретных двигательных задач в спорте (Withers R.T. et al., 1982; Мищенко В.С., 1986; Артамонов В.Н., 1989; Власов А.А., 2013).

Отмечается, 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 (Виру А.А., 1982).

Функциональная устойчивость – это многокомпонентное свойство организма, которое включает в себя комплекс факторов, обуславливающих: 1) устойчивость функционирования систем организма и максимальные сдвиги па-

раметров внутренней среды (Мищенко В.С., 1990); 2) эмоциональную устойчивость и помехоустойчивость (Ивойлов А.В., 1987; Клесов И.А., 1993); 3) устойчивость психических и психомоторных функций (Конопкин О.А. и др., 1988).

В литературе функциональная устойчивость физиологических систем рассматривается как 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 (Солопов И.Н. и др., 2010).

Функциональная устойчивость характеризуется такими чертами как многоуровневость проявления и обусловленности, многокомпонентность, системность проявления и обусловленности, специфичность проявления и обусловленности, гетерохронизм обусловленности, тренируемость (Горбанева Е.П. и др., 2008; Солопов И.Н. и др., 2010).

В литературе среди физиологических механизмов, лежащих в основе развития и проявления функциональной устойчивости, указываются механизмы поддержания функциональной активности эндокринной системы (Матсин Т.А., 1979; Матсин Т.А. и др., 1981; Виру А.А., 1982, 1983), механизмы психоэмоциональной резистентности (Медведев В.И., 1982; Родионов А.В., 1982; Баландин В.И., 1984; Фомин В.С., 1984; Боев В.М., 1985; Разумов С.А., 1986; Высочин Ю.В., 1988), механизмы поддержания энергетического гомеостаза (Панин Л.С., 1978; Горожанин В.С., 1984), механизмы компенсации утомления (Моногаров В.Д., 1986), механизмы компенсации нарушения температурного гомеостаза (Романенко В.А., 1977; Панина Н.Г., 2010), механизмы гипоксической устойчивости (Летунов С.П., 1967; Мозжухин А.С., Давиденко Д.Н., 1984; Балы-

кин М.В. и др., 2011), а также механизмы устойчивости мобилизационных возможностей физиологических систем (Голубев В.Н., Давиденко Д.Н., 1984; Солодков А.С., 1988; Мищенко В.С., 1990).

Крайне важным фактором, определяющим и отражающим уровень функциональной подготовленности спортсменов в большинстве видов спорта, является высокая экономизация и эффективность функционирования организма (Летунов С.П., 1967; Тхань Ф.Ч., 1970; Гулида О.М., 1986). Экономичность и эффективность выполнения работы зависят от возможностей целого ряда функциональных систем и механизмов, а также совершенства техники движений.

Функциональная экономизация проявляется в трех формах приспособлений: 1. В более быстром усилении функций в самом начале работы (в период вработывания) , что увеличивает долю участия в ее энергетическом обеспечении более выгодных аэробных процессов; 2. В уменьшении функциональных сдвигов и снижении энергетических расходов во время выполнения нагрузки; 3. В ускорении восстановительных процессов (Волков В.М., 1990; Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003).

Биомеханическая экономизация достигается практически только двумя путями. Во-первых – за счет снижения величин энергетических трат в каждом цикле движений. Во-вторых, за счет рекуперации энергии – преобразования кинетической энергии в потенциальную и ее обратном переходом в кинетическую (Горожанин В.С., 1984).

Более подготовленные спортсмены отличаются меньшим расходом энергии, меньшими изменениями легочной вентиляции и потребления кислорода. Экономизация достигается за счет увеличения доли 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. При этом, как правило, наблюдается

оптимальное соотношение объемно-временных параметров внешнего дыхания и более рациональная согласованность дыхательных и двигательных актов (Михайлов В.В., Панов Г.М., 1975; Кучкин С.Н., 1986, 1999; Волков В.М., 1990), что обеспечивает более экономичное функционирование вегетативных систем (Grimby G., 1976; Кучкин С.Н., 1986).

Установлено, что с началом мышечной деятельности происходит повышение экономичности внешнего дыхания. Это обусловлено рядом факторов: увеличением дыхательного объема, увеличением диффузионной поверхности и диффузионной способности легких, увеличением соотношения между альвеолярной вентиляцией и минутным объемом дыхания, вентиляцией и перфузией в легких (Антикова В.А., 1976). Весьма важными параметрами, влияющими на экономичность работы и эффективность энергообеспечения, являются отношение уровня потребления кислорода в процессе соревновательной деятельности к максимальным аэробным возможностям и величина порога анаэробного обмена. Показано, что низкая экономичность функционирования, то есть неспособность спортсмена использовать имеющийся функциональный потенциал в специфических условиях соревновательной деятельности, может стать фактором, ограничивающим спортивные достижения (Платонов В.Н., 1984).

По данным Ф.З.Меерсона (1981), экономизирующий эффект долговременной адаптации проявляется практически на всех уровнях жизнедеятельности организма: на уровне клеток и органов; на уровне системы в целом, где она определяется соотношением органов; на уровне нейрогуморальной регуляции, где экономизация проявляется в повышении реактивности органов по отношению к медиаторам и гормонам. Экономизирующий эффект повышения реактивности к управляющим нервным и гуморально-гормональным факторам обеспечивает мобилизацию системы при меньшем выделении регуляторных метаболитов и при меньшем возбуждении регуляторных механизмов.

Подводя итог характеристике качественных сторон функциональных возможностей, следует отметить, что все они находятся в достаточно сложных

отношениях, которые проявляются во взаимодействии (Фомин В.С., 1984, 1985), взаимообусловленности и взаимокompенсации (Солопов И.Н. и др., 2010). Указывается, что повышение устойчивости организма к нагрузкам и экстремальным факторам может быть связано с расширением диапазона физиологических резервов организма (Варванин В.Н., 1995). Именно поэтому возможности любых функциональных систем выражаются в предельной мобилизации соответствующих функций, предельной длительности поддержания функциональной активности (Виру А.А., 1983) и обуславливаются механизмами устойчивости мобилизационных возможностей физиологических систем (Голубев В.Н., Давиденко Д.Н., 1984; Солодков А.С., 1988; Мищенко В.С., 1990).

Отмечается, что функциональная устойчивость весьма тесно связана с функциональной экономизацией и эффективностью (Моногаров В.Д., 1986). Так, было установлено, что, чем меньше потребление кислорода при нагрузке от индивидуального аэробного потолка, тем более длительно спортсмен способен поддерживать необходимый уровень мощности выполняемой работы (Ткаченко А.В. и др., 2007; Craig N.P. et al., 1993).

1.3. Факторы и физиологические механизмы, обуславливающие физическую работоспособность спортсменов

Под термином «физическая работоспособность» понимают потенциальную способность человека выполнять работу определенного характера и вида в заданных режимах внешних условий, которая проявляется в различных формах мышечной деятельности. (Мозжухин А.С., 1980; Мотылянская Р.Е., Артамонов В.Н., 1982; Артамонов В.Н., 1989; Яружный Н.В., 1993).

Уровень физической работоспособности – одна из наиболее важных характеристик подготовленности спортсмена, которая обеспечивает эффектив-

ность соревновательной деятельности. Физическая работоспособность выступает в качестве фундамента для развития специфических качеств, способности организма к перенесению весьма больших по объему и интенсивности специфических нагрузок, возможности реализовать функциональные потенциалы к интенсивному протеканию процесса восстановления (Артамонов В.Н., 1989; Белоцерковский З.Б., 2005; Харитонов Л.Г. и др., 2005).

В литературе отмечается, что физическая работоспособность определяется в основном тремя факторами: энергетическими возможностями организма, экономичностью локомоций и объемом энергетических ресурсов (Уткин В.Л. и др., 1986). При этом многими специалистами энергетическому фактору придается крайне важное значение (Astrand P., Rodahl J., 1970; Кучкин С.Н., 1986; Хамзаев Ш.А., Сабирова Э.Ю., 1986).

Указывается, что уровень физической работоспособности определяется взаимообусловленностью ресурсов организма и эффективностью управления ими, которое осуществляется центральными нейро-гуморальными и автономными механизмами регулирования на всех уровнях физиологической активности организма. Оптимальное соотношение активности центрального и автономного контура регулирования обуславливает устойчивость, стабильность и надежность функционирования и является важным признаком высокого уровня физической работоспособности (Мотылянская Р.Е., Артамонов В.Н., 1982).

При этом на различных этапах многолетней спортивной тренировки вклад в обеспечение работоспособности различных резервов организма не равнозначен. Гетерохронность значения различных факторов для физической работоспособности отмечена рядом авторов (Верхошанский Ю.В., 1985, 1988; Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003; Медведев Д.В., 2007; Горбанева Е.П., 2008, 2012). Например, указывается, что максимальное потребление кислорода, имеющее весьма высокую информативность для оценки уровня физической работоспособности спортсменов невысокой квалификации, с ростом спортив-

ного мастерства довольно существенно утрачивает свое значение (Борилкевич В.Е., 1982).

Рассматривая процесс многолетней адаптации к физическим нагрузкам (регулярной мышечной тренировки) целом, отмечается, что повышение уровня специальной физической работоспособности спортсмена характеризуется почти линейной взаимосвязью со спортивным результатом. Одновременно изменение различных параметров, ее обуславливающих проявляет весьма разнонаправленные тенденции. Для одних из этих функциональных показателей, оказывающих существенное влияние на повышение спортивных достижений, характерен существенный рост лишь на начальном этапе многолетней тренировки. А затем у этих показателей отмечается замедляющийся темп прироста. Для ряда других показателей весьма типичен ускоренный прирост на среднем уровне становления спортивного мастерства, и затем его стабилизация или некоторое замедление. Еще у одной группы функциональных показателей наблюдается интенсивный прирост, и она обнаруживает высокую степень корреляционной взаимосвязи со спортивным результатом только на этапе высшего спортивного мастерства. Еще одна часть функциональных показателей повышается относительно равномерно и незначительно, как результат целостной адаптивной реакции организма (Верхошанский Ю.В., 1985, 1988; Кучкин С.Н., 1990, 1999; Шамардин А.И., 2000; Медведев Д.В., 2007; Горбанева Е.П., 2008, 2012; Солопов И.Н. и др., 2010).

Уровень развития отдельных компонентов физической работоспособности у разных людей различен и зависит от внешних условий — профессии, характера физической активности и вида спорта. Взаимозависимость между разными факторами варьирует в широких пределах. Несомненное влияние на работоспособность имеет состояние здоровья (Аулик И.В., 1979).

Способность поддерживать высокий уровень работоспособности в условиях существенных сдвигов гомеостаза, обуславливается индивидуальной устойчивостью к сдвигам во внутренней среде (Летунов С.П., 1967; Летунов

С.П., Мотылянская Р.Е., 1972; Scoggin C., Dockel R., 1978; Marbut M.M., Wade A.J., 1988; Корженевский А.Н. и др., 1993; Mishchenko V., Monogarov V., 1995). Обнаружена высокая степень взаимосвязи между уровнем физической работоспособности и показателями гипоксической устойчивости организма (В.Б.Шварц, С.В.Хрущев, 1984; Горбанева Е.П., 2012; Власов А.А., 2013).

Еще одним важным фактором, определяющим и отражающим уровень физической работоспособности спортсмена, является высокая экономизация функционирования физиологических систем организма (Hollozy J., 1973; Гулида О.М., 1986; Гулбиани Т.И., 1991).

Вся совокупность функциональных возможностей, обуславливающих физическую работоспособность организма человека, определяется тремя основными параметрами: 1) способностью организма к интенсивному функционированию в соответствии с текущими энергетическими запросами; 2) стабильностью функционирования организма и возможностью сохранять гомеостаз в условиях неизбежных его сдвигов при напряженной работе; 3) резистентностью к изменениям, происходящим во внутренней среде организма.

В литературе отмечается, что в определенной мере функциональная готовность, и ее интегративный показатель – физическая работоспособность, во всех видах спорта, так или иначе, обуславливается всеми основными ее компонентами. Специфические виды локомоций человека при спортивной деятельности, какой бы качественной формы работоспособности они ни требовали, осуществляется довольно ограниченным набором мышечных групп, имеющимся у него, реализуется одними и теми же физиологическими механизмами, функционально и энергетически обеспечивается одними и теми же системами и органами организма (Верхошанский Ю.В., 1988). Существенно различаться будет только роль (значение) каждого из компонентов в обеспечение высокой специальной работоспособности, их уровень и степень их взаимосвязи, которые будут обуславливаться спецификой двигательного акта в конкретном виде спортивных локомоций (Солопов И.Н. и др., 2010).

Вместе с тем, несмотря на весьма существенное влияние специфических особенностей и условий тренировочной и соревновательной деятельности, в каждом конкретном виде спорта на структуру функциональной подготовленности, качественные характеристики морфофункциональной специализации организма обнаруживают и общие признаки, присущие различным видам спорта.

В весьма большой зависимости от вида спортивной деятельности (формы локомоций) физическое упражнение (результат) будет иметь специфические характеристики, которые соответственно будут обуславливаться и обеспечиваться специфическим же соотношением роли различных компонентов функциональных возможностей организма. Значение различных компонентов функциональных возможностей организма будет определяться, кроме специфики двигательного акта (основного фактора структурирования функционального потенциала), ещё и возрастными, половыми, морфологическими и многими другими особенностями организма.

У лучше подготовленных спортсменов реактивность функциональных систем организма на физическую нагрузку протекают по универсальной схеме общего адаптационного синдрома. Вместе с тем, стадии развития адаптированности у них приобретают черты специфичности, отражая точное соответствие приспособительных изменений характеру, направленности и интенсивности данной нагрузки и условиям деятельности (Москатова А.К., 1990). Показано, что существенными различиями функциональных реакций у спортсменов является то, что с ростом спортивного мастерства эти приспособительные реакции характеризуются все более выраженной специфичностью (Яковлев Н.Н., 1983; Bouchard C., Malina R.W., 1986; Харитонов Л.Г. и др., 2005).

Систематические занятия определенными видами физических упражнений спортивного характера способствуют совершенствованию строения организма путем развития тех или иных морфологических структур, обеспечивающих выполнение данного вида деятельности. В свою очередь, это способ-

ствуется росту функциональной активности строго определенных тканей, органов и систем и обеспечивает повышению экономизации и эффективности конкретного вида работы и демонстрации все более высоких спортивных результатов (Петрухин В.Г., 1985).

Отмечается, что в каждом виде спорта имеются ведущие или доминантные характеристики, обуславливающие рост спортивного мастерства. В разных видах спорта отдельные морфофункциональные и психофизиологические характеристики приобретают особую значимость для эффективности соревновательной деятельности (Шамардин А.И., 2000).

В специальных работах (Шамардин А.И. и др., 2000; Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003), были обследованы спортсмены определенных видов спорта (пловцы, футболисты и гимнасты). Было показано, что физическая работоспособность у представителей различных видов спорта обуславливается различной степенью влияния различных категорий факторов ее определяющих.

Во всех видах спорта уровень физической работоспособности в значительной степени обуславливается морфофункциональным статусом организма. При этом факторы морфофункциональной мощности играют несколько большую роль в таком циклическом виде спорта как плавание. В этом плане известно, что показатели физического развития и телосложения выступают в плавании в качестве ведущих, «доминантных» факторов, в значительной мере обуславливающих и специальную работоспособность, и спортивный результат (Тимакова Т.С., 1973; Булгакова Н.Ж., Воронцов А.Р., 1977; Булгакова Н.Ж., 1978). Так, величина жизненной емкости легких имеет линейную взаимозависимость с расстоянием скольжения пловчих, определяющих плавучесть и обуславливающих эффективность специальной мышечной деятельности (Булгакова Н.Ж., 1986). А такой показатель, как максимальная аэробная производительность во многом обуславливает собственно спортивный результат в плавании (Волков Н.И. и др., 1968; Eriksson B. et al., 1978; Кучкин С.Н., 1986; Солопов И.Н., 1988; Солопов И.Н., С.А.Бакулин С.А., 1996).

1.4. Функциональные особенности женского организма и их учет при тренировке спортсменок

Женский спорт в современном мире имеет такое же большое значение, как и мужской. Все более расширяется круг спортивных дисциплин с участием представительниц женского пола. В этой связи в спортивной науке весьма актуализируются вопросы оптимальной организации тренировочного процесса спортсменок, обязательным условием которого является сохранение их здоровья.

В женском спорте, так же как и в мужском, наблюдается существенный рост спортивно-технических достижений на фоне все увеличивающихся тренировочных нагрузок. Это обстоятельство неизбежно предопределяет решение вопросов повышения эффективности управления тренировкой, оптимизации тренирующих воздействий при неременном обеспечении наиболее полной мобилизации функциональных возможностей организма, предотвращая при этом нарушение онтогенетических процессов (Naughton G. et al., 2000; Norris S.R., Smith D.J., 2002; Bompa T.O., 2005; Ford P. et al., 2011; Ключко Л.И., Трофимов В.А., 2012).

В этой связи первостепенное значение приобретает решение задач выяснения физиологических факторов, обуславливающих эффективность спортивной деятельности (Noakes T.D., 2000) и являющихся основой для прогрессивного наращивания функциональных возможностей организма спортсмена (Jones A.M., Carter H., 2000; Лысенко Е.Н., 2007; Солопов И.Н. и др., 2010; Горбанева Е.П., 2012). Данное положение обуславливает необходимость учета особенностей адаптации к физическим нагрузкам и специфики восстановления спортсменок. Это тем более важно в связи с тем, что в отдельных видах спорта тренировочные занятия начинаются с очень раннего возраста, и закономерности созревания женского организма в онтогенезе требуют научно-обоснованных положений тренировочного процесса спортсменок.

В литературе отмечается, что состояния стресса при интенсивных тренировочных нагрузках большого объема замедляют процессы окостенения и полового развития в целом (Georgopoulos N. et al., 1999, 2002; Венгерова Н.Н., Соловьева И.О., 2006; Carvalho L. A. et al., 2012). Наблюдаются нарушения менструальной функции, развитие аменореи (Frisch R. et al., 1981; Loucks A. B., 1990; Theintz G. E. et al., 1993; Lindholm C. et al., 1994; Ченегин В.М. и др., 1994; Klentrou P., Plyley M., 2003; Венгерова Н.Н., Соловьева И.О., 2007). Задержка в развитии репродуктивной функции под влиянием ранних специализированных нагрузок у спортсменок создает неблагоприятные факторы риска для функционального состояния девушек, влияя на уровень их здоровья (Ченегин В.М. и др., 1994; Georgopoulos N. et al., 2002; Carvalho L. A. et al., 2012).

Воздействие больших тренировочных нагрузок в препубертатном периоде на гипоталамо-гипофизарную систему в некоторых случаях провоцирует перенапряжения различного характера и даже травмы (Caine D. J., Nassar L., 2005; Гобузева К.В., 2006; Венгерова Н.Н., Соловьева И.О., 2007; L.A. Burt L. A. et al., 2010).

Это предопределяет высокую актуальность изучения функциональных особенностей и биологических циклов женского организма и их влияния на развитие функциональных возможностей спортсменок.

Известно, что женщины весьма существенно отличаются по своим анатомо-физиологическим и функциональным характеристикам от мужчин. У них в среднем ниже масса и длина тела, меньше мышечный компонент, а жировой компонент напротив – больше. В этой связи общее содержание воды в теле у женщин также существенно меньше, чем у мужчин (Коц Я.М. 1980; Хрисанфова Е.Н., 1991; Агаджанян Н.А. и др., 1998; Солодков А.С., Сологуб Е.Б., 2005).

Имеются и значительные различия в костной системе у женщин по сравнению с мужчинами. Верхние и нижние конечности у женщин относительно короче. Грудной отдел позвоночника у женщин относительно короче, а шейный и поясничный отделы – длиннее. У женщин грудная клетка короче и шире,

ширина плеч меньше, ширина таза больше, чем у мужчин. Вследствие этих особенностей строения скелета у женщин центр тяжести располагается ниже (Хрисанфова Е.Н., 1991; Агаджанян Н.А. и др., 1998; Никитюк Б.А., Чтецов В.П., 1998).

Различия в размерах тела и строении позвоночника, а также отдельных органов определяют отличия в физических возможностях и работоспособности женщин и мужчин. У молодых мужчин максимальное потребление кислорода в среднем на 20 - 30% больше, чем у женщин того же возраста (Коц Я.М. 1980, 1982; Агаджанян Н.А. и др., 1998).

Особенности аэробной производительности женщин связаны с более низкими возможностями сердечно-сосудистой и дыхательной систем. По сравнению с мужчинами, они имеют меньший объем, массу и некоторые функциональные показатели сердца. При нагрузке минутный объем крови возрастает в большей степени за счет прироста частоты сердечных сокращений, а не систолического объема (Коц Я.М. 1980, 1982; Солодков А.С., Сологуб Е.Б., 2005).

У женщин наблюдается меньшее содержание эритроцитов и гемоглобина в крови, меньший объем циркулирующей крови на 1 кг массы тела, что связано с более низким уровнем андрогенов – мужских половых гормонов в крови женщин, которые стимулируют эритропоэз. Низкая концентрация гемоглобина определяет меньшую кислородную емкость артериальной крови (Коц Я.М. 1980, 1982; Хрисанфова Е.Н., 1991; Агаджанян Н.А. и др., 1998).

Концентрация молочной кислоты в крови у женщин выше, чем у мужчин, при выполнении одинаковой абсолютной мощности не максимальной аэробной работы. В этом случае женщины работают на более высоком относительном уровне потребления O_2 (%МПК), т. е. ближе к своему «кислородному потолку», чем мужчины (Коц Я.М. 1980, 1982; Солодков А.С., Сологуб Е.Б., 2005).

Со стороны респираторной системы у женщин также наблюдаются относительно низкие величины ее параметров по сравнению с мужчинами, что свя-

зано с меньшим объектом грудной клетки, легких, меньшей силой дыхательных мышц. Величина жизненной емкости легких ниже, чем у мужчин, меньше величина дыхательного объема, но больше – частота дыхательных циклов. Рабочее увеличение МОД составляет 80 % от максимума у мужчин и достигается менее эффективным путем – за счет большего увеличения частоты дыхания. Женщины уступают мужчинам по величине максимальной вентиляции легких. МВЛ на 20 % ниже мужской (Коц Я.М. 1980, 1982).

Отмечаются отличия и в потенциях механизмов энергообеспечения. Резервы энергетических субстратов у женщин в среднем на 20 % ниже, чем у мужчин. Это связано с меньшим объемом мышечной массы. Резервы анаэробного гликолиза и гликогенолиза меньше, что проявляется максимальной концентрацией молочной кислоты в крови. Однако, в аэробных условиях работы женщины в большей степени, чем мужчины, способны утилизировать жиры, которые считаются более выгодными источниками энергии (Коц Я.М., 1980, 1982; Солодков А.С., Сологуб Е.Б., 2005).

Пожалуй, основной физиологической особенностью женщины является репродуктивная функция, которая теснейшим образом связана с овариально-менструальным циклом (ОМЦ). В женском организме постоянно происходят периодические изменения, обусловленные циклическим выделением гормонов гипоталамуса гонадолиберинов и гонадостатинов. Гормоны гипофиза – фолликулостимулирующий и лютеинизирующий – обуславливают циклическое образование и выделение в кровь гормонов яичника – эстрогена и прогестерона, действующих на все клетки организма, но преимущественно на слизистые оболочки половых путей. Совокупность всех этих изменений принято называть овариально-менструальным циклом (ОМЦ).

Продолжительность овариально-менструального цикла в среднем 4 недели – 28 суток, но может составлять и 3-5 недель, что находится в пределах нормы. В нем выделяют 3 периода:

- 1) Менструальный период (до 4 суток) – фаза десквамации.

2) Постменструальный период (10-12 суток) – фаза пролиферации эндометрия.

3) Предменструальный период (около 2 недель) – фаза секреции и набухания эндометрия.

В функциональном отношении ОМЦ может быть разделен на фолликулярную, овуляторную и лютеиновую фазы, в течение которых уровень циркулирующих гонадотропных и стероидных (эстрогены, прогестины, андрогены) гормонов имеет четкие закономерности изменения (Анашкина Г.А., 1984; Gore-Laugeon R. E. et al., 1994).

Вообще классификаций фаз овариально-менструального цикла очень много. Наиболее распространенная предусматривает выделение пяти фаз.

Первая фаза – менструальная – продолжается с 1 по 3 – 7 дни ОМЦ, связана со спазмом, омертвением капилляров слизистой матки и ее отторжением, что сопровождается разрывов мелких сосудов и кровотечением.

Вторая фаза – постменструальная – продолжается с 4 – 7 по 12 дни, характеризуется ростом фолликула в яичнике, созреванием яйцеклетки, возрастающим синтезом эстрогенов и развитием слизистой матки.

Третья фаза – овуляторная – продолжается с 13 по 14 день – характеризуется разрывом созревающего фолликула, выходом яйцеклетки и продвижением ее по маточным трубам в матку.

Четвертая фаза – постовуляторная – с 15 до 25 дней, заключается в формировании желтого тела из остатков фолликула и выделением гормона прогестерона, который активирует развитие кровеносных сосудов и секреторные процессы в слизистой матки. При отсутствии оплодотворения и беременности желтое тело через 10 – 12 дней подвергается обратному развитию.

Пятая фаза – предменструальная – наступает за 2 – 3 дня до начала менструального цикла (с 26 – 28 дня). Она связана с регрессом желтого тела и прекращением секреции прогестерона (Свечникова Н.В. и др., 1975).

Регуляцию менструального цикла осуществляют кора больших полушарий, гипоталамус, гипофиз, яичники, периферические ткани и органы, реагирующие на половые гормоны.

Специфика биоритмологических процессов женского организма обусловлена деятельностью гипоталамо-гипофизарно-яичниковой системы, обеспечивающей овариально-менструальный цикл (ОМЦ), и взаимосвязана с изменениями в регуляции функций как всего организма, так и отдельных его систем (Otis C. L., 1992; Йен С.К., 1998; Бабичев В.Н., 1999; Шахлина Л.Г., 2001; Cutolo M. et al., 2006; Pearson L.J. et al., 2008; Spencer J.L. et al., 2008; Семилетова С.В., 2009; Венгерова Н.Н., Соловьева И.О., 2009). В ходе цикла изменения происходят на всех уровнях организации функционирования организма. Наблюдается весьма существенная динамика биохимических показателей крови (Герасимов И.Г., Приходько Е.Н., 1996; Вихляева Е. М., 2002), активности вегетативной нервной системы (Ткаченко Н.М., Ильина Э.М., 1994; Young E.A. et al., 2009), функционального состояния центральной нервной системы (Ткаченко Н.М. и др., 1991; Чернобай Е.Г., 2002; Berga S.L., 2008), меняется пространственно-временная организация биоэлектрической активности мозга женщин (Васильева В.В., 2005), проявляются непериодические изменения психических процессов, эмоционального поведения, физической, умственной работоспособности (Ефимова И.В., Будыка Е.В., 1993; Rilling J.K. et al., 2008) и регуляция сердечного ритма (Sato N. et al., 1997).

При выраженном предменструальном синдроме в предменструальный период возможно ухудшение работоспособности женщины (Wilmore J.H., Costill D. L., 1994). Имеются данные о том, что ухудшение состояния в предменструальную фазу усугубляется с возрастом (Cleckner-Smith C.S. et al, 1998; Raja S.N. et al, 1992; Ситяева С.М., 2005).

В настоящее время нет устоявшихся и однозначных положений методики тренировки женщин. В литературе встречаются две противоположные точки зрения по этому вопросу. Согласно одной точки зрения в тренировочном про-

цессе необходимо учитывать овариально-менструальный цикл женщин. Вторая же связана с тем положением, что тренировочную работу спортсменок необходимо строить на основе общих принципов тренировки (Соболева Т.С., 1999).

Тем не менее, все большее признание получает положение о том, что тренировку женщин, планирование тренирующих воздействий для развития всех видов подготовки, следует осуществлять исходя из особенностей строения женского организма и особенностей его функционирования, периодов овариально-менструального цикла, функциональных возможностей основных систем организма, восстанавливаемости функций (Иорданская Ф.А., 1999).

Наименее благоприятной, с точки зрения перенесения тренировочных и соревновательных нагрузок, является предменструальная фаза. В это время отмечается снижение работоспособности спортсменок, у них отмечается повышенная раздражительность, угнетенность (Клочко Л.И., Трофимов В.А., 2012).

Снижение функциональных возможностей организма характерно также для менструальной и овуляторной фаз. В эти фазы снижены основной обмен и температура тела. В фазу менструации потоотделение при мышечной работе начинается раньше, чем в остальные фазы цикла, что, предположительно, связано со снижением содержания эстрогенов (женских половых гормонов), которые оказывают тормозящее действие на потоотделение.

С учетом колебания уровня гормонов и состояния всех функциональных систем при спортивной тренировке следует учитывать, что в 5-ю - предменструальную и 1-ю - менструальную фазы, в 3-ю – овуляторную, снижается умственная и физическая работоспособность, повышается функциональная стоимость выполненной работы, возникает состояние функционального стресса.

Глава 2

МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Организация исследования и контингент обследованных

Работа выполнена на базе кафедры анатомии и физиологии Волгоградской государственной академии физической культуры в течение 2011-2013 годов. В исследовании приняли участие 113 спортсменок женского пола в возрасте 10-20 лет. Всего было проведено 1310 измерений (табл. 2.1).

Для решения поставленных в исследовании задач были осуществлены комплексные спироэргометрические исследования с участием спортсменок различных специализаций (плавание; легкая атлетика, бег на средние дистанции; легкая атлетика – прыжки; дзюдо и фитнес-аэробика) 17-20 лет. Все спортсменки существенно не отличались по уровню физического развития и физической подготовленности и не имели отклонений в состоянии здоровья.

Исследования проведены в три основных этапа:

На первом этапе осуществлено изучение научно-методической литературы по теме исследований, произведен подбор адекватных методов и методических приемов исследования, определен контингент обследуемых.

На втором этапе проведено изучение параметров функциональной подготовленности у спортсменок разного возраста и с разной степенью адаптации к мышечной деятельности, у спортсменок с разной структурой локомоций и у спортсменок в различные фазы овариально-менструального цикла

На третьем этапе проведена математическая обработка полученного экспериментального материала, его анализ, описание и оформление диссертационной работы.

Работа выполнена при соблюдении основных биоэтических правил и требований с научным обоснованием планируемых исследований, анализом возможных рисков и дискомфорта, описанием исследования для неспециали-

стов и получением информированного согласия от участников эксперимента (Генин А.М. и др., 2001).

Таблица 2.1

Объем исследований по основным направлениям и возрастно-половой и количественный состав контингента обследованных спортсменок

Направление исследований	Спортивная специализация	Количество измерений	Пол	Возраст, лет	Количество обследованных
Изучение функциональной подготовленности спортсменок на разных этапах многолетней адаптации к мышечной деятельности	Фитнес-аэробика	110	Жен.	10–11	11
	Фитнес-аэробика	240	Жен.	14–16	24
	Фитнес-аэробика	140	Жен.	17–20	14
Изучение функциональной подготовленности спортсменок с разной структурой локомоций	Плавание	100	Жен.	17-20	10
	Легкая атлетика (бег)	160	Жен.	17-20	16
	Легкая атлетика (прыжки)	80	Жен.	17-20	8
	Дзюдо	70	Жен.	17-20	7
	Фитнес-аэробика	140	Жен.	17-20	14
Изучение функциональной подготовленности спортсменок в различные фазы овариально-менструального цикла	Фитнес-аэробика	270	Жен.	17-20	9
Всего:	-	1310	-	-	113

2.2. Методы исследования

Для достижения поставленных в исследовании задач использовался комплекс методов для определения и оценки различных параметров функционального состояния организма, уровня физической работоспособности и аэробной производительности спортсменок. Полученные результаты были обработаны с помощью методов вариационной статистики.

Был проведен теоретический анализ и обобщение данных доступных литературных источников. Было изучено и проанализировано 243 литературных источника отечественных и зарубежных авторов.

Определение физической работоспособности (**PWC₁₇₀**). Физическая работоспособность у спортсменок 14-20 лет определялась в двух пятиминутных мышечных нагрузках по принципам проведения теста PWC₁₇₀ (Sjostrand Т., 1947; Карпман В.Л. и др., 1972, 1977; Белоцерковский З.Б., 2005).

При выполнении этого теста испытуемые выполняли две 5-минутные нагрузки, различающиеся по величине мощности. Первая индивидуально подбиралась таким образом, чтобы частота сердечных сокращений находилась в диапазоне 120-140 уд/мин, вторая выполнялась при HR 150-170 уд/мин. Между нагрузками испытуемые отдыхали в течение 5 минут. В конце первой и второй нагрузки регистрировалась частота сердечных сокращений в 1 минуту.

После проведения тестирования показатель PWC₁₇₀ рассчитывался по формуле, предложенной В.Л. Карпманом и др. (1974):

$$PWC_{170} = W_1 + (W_2 - W_1) \cdot \frac{170 - f_1}{f_2 - f_1},$$

где W_1 и W_2 – мощность первой и второй нагрузок, f_1 и f_2 – частота сердечных сокращений после первой и второй нагрузок.

Нагрузка задавалась на велоэргометре. Регистрация частоты сердечных сокращений (HR) осуществлялась по электрокардиограмме.

Уровень физической работоспособности спортсменов возрастной категории 10-11 лет определялся в модифицированном тесте PWC_{170} , предложенном И.А. Корниенко с соавт. (1978). В этом тесте после измерения ЧСС в состоянии покоя испытуемые выполняют нагрузку в виде нашагиваний на степ-платформу высотой 30 см (h) в темпе 30 подъемов в минуту (n). После трех минут выполнения нагрузки у испытуемых регистрировался показатель ЧСС. Если величина ЧСС превышала или была равна 130 уд/мин, нагрузка прекращалась, и фиксировался полученный показатель. Если же частота пульса не достигала величины 130 уд/мин, нагрузка продолжалась еще в течение двух минут, после чего регистрировалась окончательная ЧСС. Величина физической работоспособности в этом случае рассчитывалась по формуле:

$$PWC_{170} = W * \frac{170 - f_1}{f_2 - f_1},$$

где f_1 – ЧСС в покое, f_2 – ЧСС после трех или пяти минут нагрузки,

Определение максимальной аэробной производительности (VO_{2max}) и максимальной мощности кратковременной работы (W_{max}). После определения уровня физической работоспособности испытуемым предлагалось увеличить мощность работы, насколько это было возможно, в течение следующих 2-3 минут. Это обеспечивало выведение их на уровень максимального потребления кислорода и давало возможность определить максимальную мощность кратковременной работы.

Определение частоты сердечных сокращений (**HR**). Частоту сердечных сокращений определяли в условиях покоя (в положении сидя электрокардиографическим методом по интервалу R – R на электрокардиограмме), на первой минуте выполнения мышечной работы стандартной мощности, в момент выполнения максимальной мышечной нагрузки при определении МПК и в период восстановления после выполнения мышечных нагрузок.

Измерение жизненной емкости легких (**VC**). Определение величины жизненной емкости легких производилось посредством электронного спирометра "Spirosift-3000 (Fukuda, Япония) со стандартной регистрацией показателей. После проведения инструктажа испытуемые совершали две-три пробные попытки. После этого выполнялось трехкратное измерение жизненной емкости легких. Учитывалась наибольшая полученная величина.

Измерение максимальной вентилиции легких (**MMV**). Определение максимальной вентилиции легких осуществлялось посредством спирометрического исследования при помощи электронного спирометра "Spirosift-3000 (Fukuda, Япония). Испытуемым предлагалось производить форсированную гипервентиляцию с максимально доступной частотой и глубиной дыхательных движений. Из трех производимых попыток, учитывалась наибольшая (Кучкин С.Н., Ченегин В.М., 1981; Солопов И.Н., Бакулин С.А., 1996).

Гипоксическая устойчивость определялась в пробах с задержкой дыхания на вдохе и выдохе.

Проба Штанге – задержка дыхания на вдохе (**TA_{in}**). В положении стоя испытуемые производили вдох, затем глубокий выдох и снова вдох (80-90% от max) и задерживали дыхание на сколько это было возможно.

Проба Генча - задержка дыхания на выдохе (**TA_{ex}**). Испытуемые в положении стоя производили вдох, затем полный выдох и задерживали свое дыхание на максимально возможное время.

Регистрировалось время задержки дыхания в секундах.

Определение параметров внешнего дыхания. Определялись следующие основные показатели легочной вентилиции (внешнего дыхания): минутный объем легочной вентилиции (**VE**), частота дыхания в минуту (**fb**), величина дыхательного объема (**V_T**). Измерение и регистрация данных параметров осуществлялась посредством комбинированного прибора «Ergo-Oxyscreen (Jaeger)».

Расчетным путем получали показатели:

Величина прироста частоты сердечных сокращений при нагрузке максимальной мощности в процентах относительно уровня покоя ($HR_{max}/HR_{покоя}$).

Величине прироста частоты сердечных сокращений при нагрузке стандартной мощности в процентах относительно уровня покоя ($HRW_1/HR_{покоя}$)

Степень использования максимальной вентиляции лёгких при W_{max} (VE_{max}/MMV , %).

Степень использования жизненной ёмкости лёгких при W_{max} (V_{Tmax}/VC , %).

Потребления кислорода на единицу работы (VO_{2max}/W_{max}).

«Ватт-пульс» (W/HR). Показатель «ватт-пульс» определялся при нагрузке и рассчитывался как отношение мощности нагрузки (W) к частоте сердечных сокращений (HR) (Мищенко В.С., 1980).

Кислородный пульс (VO_2/HR). Показатель кислородного пульса рассчитывался как отношение объема потребления кислорода к частоте сердечных сокращений, который рассматривался как показатель экономичности и эффективности системы снабжения организма кислородом (Кучкин С.Н., Ченегин В.М., 1981; Marbut M.M., Wade A.J., 1988).

Кислородный эффект дыхательного цикла (VO_2/fb). Показатель кислородного эффекта дыхательного цикла рассчитывался как отношение объема потребления кислорода к частоте дыхания.

Коэффициент соотношения объемно-временных параметров паттерна дыхания (V_T/fb). Данный показатель рассчитывался как отношение величины дыхательного объема к частоте дыхания (Солопов И.Н. и др., 2007, 2008; Горбанева Е.П., 2008).

Процедура исследований

В качестве функциональной пробы на всех этапах применялась трёхступенчатая физическая нагрузка, дозированная по величине индивидуальной частоты сердечных сокращений (fh): 1 нагрузка – $fh = 120 - 150$ уд/мин.; 2 нагруз-

ка – $fh = 150 - 170$ уд/мин.; 3 нагрузка – $fh \geq 180$ уд/мин (максимальная). Первые две нагрузки выполнялись в течение 5 минут, с перерывом в 5 минут. Величины мощности этих нагрузок и соответствующие уровни частоты сердечных сокращений использовались для расчета показателя физической работоспособности (PWC_{170}). Третья нагрузка выполнялась в максимальном режиме мышечной деятельности (W_{max}) и поддерживалась в течение 2 – 3 минут с целью достижения организмом максимального потребления кислорода.

При анализе результатов исследования за основу принималась концепция о выделении ведущих функциональных свойств (мощности, мобилизации, экономичности-эффективности и устойчивости) физиологических систем, обеспечивающих функциональную подготовленность спортсменов на этапах многолетней подготовки.

В качестве факторов мощности рассматривались характеристики морфофункционального статуса организма, а также показатели физиологических систем, регистрируемые при максимальных мышечных нагрузках, отражающие максимум мощности функционирования организма (Горожанин В.С., 1984; Кучкин С.Н., 1986; Мищенко В.С., 1990; Горбанева Е.П., 2012). В условиях мышечного покоя измерялись: длина тела (L), масса тела (P), жизненная ёмкость лёгких (VC), максимальная вентиляция лёгких (MMV). При предельной физической нагрузке – мощность внешней механической работы (W_{max}), частота сердечных сокращений (HR_{max}), лёгочная вентиляция (VE_{max}), дыхательный объём (V_{Tmax}), частота дыхания (fb_{max}), максимальное потребление кислорода (VO_{2max}).

Функциональная мобилизация оценивалась по величине прироста показателей, отражающих реактивность изменения функций организма при нагрузке максимальной мощности в процентах относительно уровня покоя ($HR_{max}/HR_{покоя}$), увеличения частоты сердечных сокращений ($HRW_1/HR_{покоя}$), процент использования максимальной вентиляции лёгких при W_{max} ($VE-$

$_{\max}/MMV$, %), процент использования жизненной ёмкости лёгких при $W_{\max}$ ($V_{T_{\max}}/VC$, %)

Функциональная устойчивость определялась по гипоксической устойчивости организма посредством проб с задержкой дыхания на вдохе и выдохе ($TA_{in.}$, $TA_{ex.}$)/

Функциональная экономизация оценивалась при кратковременной мышечной работе максимальной мощности по величинам ватт-пульса ($W_{\max}/HR_{\max}$), кислородного пульса ($VO_{2\max}/HR_{\max}$), кислородного эффекта дыхательного цикла ($VO_{2\max}/fb_{\max}$), потребления кислорода на единицу работы ($VO_{2\max}/W_{\max}$), коэффициента соотношения объемно-временных параметров паттерна дыхания ($V_{T_{\max}}/fb_{\max}$).

Для выяснения продолжительности овариально-менструального цикла и его фаз в течение двух месяцев до начала исследований спортсменки вели учетную запись сроков наступления менструации, и ее продолжительности. Наличие стадии овуляции устанавливалось путем измерения базальной температуры тела (БТТ) (Крупко-Большова Ж.А., 1986; Ситяева С.М., 2005).

Базальная температура измерялась спортсменками ректально каждое утро в течение МЦ, сразу после пробуждения приблизительно в одно и то же время. Разница между средней БТТ предовуляторной и постовуляторной фазы может составлять $0,5^{\circ}\text{C}$ - $0,8^{\circ}\text{C}$, но должна быть не менее $0,4^{\circ}\text{C}$ - $0,5^{\circ}\text{C}$ (Ситяева С.М., 2005).

Исследования проводились на базе кафедры анатомии и физиологии ВГАФК в индивидуальном порядке приблизительно в одно и то же время (11-13 часов). Оценка функциональной подготовленности спортсменок осуществлялась в менструальную, постменструальную (предовуляторную) и постовуляторную фазы овариально-менструального цикла.

Методы математической обработки

Оценка результатов исследований осуществлялась при использовании разнообразного спектра методов математического анализа экспериментальных данных. Рассчитывались следующие показатели: средняя арифметическая ве-

личина (x) и средняя ошибка среднего арифметического (m), критерий различий средних величин Стьюдента (t), парный коэффициент корреляции (r). За достоверный принимался 5-ти процентный уровень значимости.

Обработка первичных данных и заключительный статистический анализ полученных результатов производились с использованием программного пакета Microsoft Excel XP (Copyright ©, 1995-1999 by Microsoft Corporation).

Методы математической статистики использовались в соответствии с рекомендациями, приводимыми в литературе (Каминский Л.С., 1964; Бейли Н., 1964; Schutz R.W., 1973; Урбах В.Ю., 1975; Зациорский В.М., 1979, 1982; Лакин Г.Ф., 1980, 1990).

Глава 3

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНОК РАЗНОГО УРОВНЯ АДАПТИРОВАННОСТИ К МЫШЕЧНЫМ НАГРУЗКАМ

3.1. Структура и уровень качественных характеристик функциональной подготовленности спортсменок разной квалификации

В настоящее время тенденции развития современного спорта характеризуются все более широким вовлечением в спортивную деятельность представительниц женского пола. В связи с этим все более актуализируются проблемы, связанные со специальной физической и функциональной подготовкой женщин (Иорданская Ф.А., 1996, 1999), что предопределяет необходимость проведения специальных исследований, направленных на изучение особенностей структуры различных сторон подготовленности и физиологических механизмов функционирования организма женщин. Эти сведения необходимы для построения адекватных тренировочных программ и методик для спортсменок (Соха Т., 1995, 2002; Шахлина Л.Г., 1999), объективных технологий контроля, оценки и управления тренировочным процессом (Чоговадзе А.В., Круглый М.М., 1977; Шамардин А.И., 2000; Солопов И.Н. и др., 2010).

В свою очередь, эффективные технологии тренировочного процесса женщин и объективная система контроля могут быть построены только на основе широких представлений об особенностях развития адаптации организма женщин к физическим нагрузкам специфического характера, о факторах, определяющих и лимитирующих специфическую физическую работоспособность спортсменок (Фомин В.С., 1984; Мищенко В.С., 1990; Солопов И.Н., Шамардин, 2003; Горбанева Е.П., 2008, 2012; Солопов И.Н. и др., 2010).

Известно, что в процессе многолетней спортивной тренировки в организме человека происходит закономерное прогрессивное повышение уровня функциональных возможностей локомоторного аппарата и физиологических

систем и формирование оптимального взаимодействия между этими системами, что обеспечивает рост физической работоспособности. Это выражается в количественных изменениях – темпе и величине прироста функциональных показателей (Васильева В.В., 1974; Верхошанский Ю.В., 1988; Иорданская Ф.А., 1999; Солопов И.Н. и др., 2010; Горбанева Е.П., 2008, 2012).

При этом отмечается, что в ходе многолетней адаптации организма к систематическим физическим нагрузкам (мышечной тренировке) наблюдается определенная гетерохронность в формировании приспособительных перестроек в функциональных системах организма и совершенствовании физиологических механизмов (Верхошанский Ю.В., 1988; Кучкин С.Н., 1986, 1999; Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003), определяющих уровень функциональной подготовленности спортсменов (Горбанева Е.П., 2008; Солопов и др., 2010).

Совершенство физиологических механизмов, лежащих в основе функциональных возможностей, в большой мере зависит от их функциональных свойств – мощности, мобилизации, устойчивости (Мищенко В.С., 1990), рассматриваемых как качественные характеристики функционирования физиологических систем (Платонов В.Н., 1984; Солопов И.Н., 2001, Солопов И.Н. и др., 2010).

Функциональная мощность всех механизмов, обеспечивающих физическую работоспособность, рассматривается как специфическая характеристика, определяемая как верхний предел функционирования физиологических систем, определяющих выполнение механической работы в тех или иных специфических движениях (Горожанин В.С., 1984; Мищенко В.С., 1990).

Одним из важнейших условий развития адаптированности является повышение мобилизационных возможностей или «функциональной мобилизации», которая обуславливает функциональные изменения во время вработывания при постоянной мощности выполняемой мышечной работы и предел этих изменений, в случае увеличивающейся или максимальной мощности физической нагрузки (Корженевский А.Н. и др., 1993; Солодков А.С., 1995).

Функциональная устойчивость является одним из условий оптимального функционирования основных физиологических систем в процессе решения конкретных двигательных задач (Withers R.T. et al., 1982; Виру А.А., 1982) и при выполнении мышечной работы рассматривается как отражение способности удерживать высокие уровни энергетических процессов в условиях предельной интенсивности физических нагрузок, 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 (Мищенко В.С., 1990; Горбанева Е.П., 2008; Солопов И.Н. и др., 2010).

Функциональная экономизация является важнейшим результатом и характеристикой адаптации организма к мышечной деятельности, проявляющаяся в повышении экономичности функционирования двигательного аппарата, системы регуляции функций и систем вегетативного обеспечения организма (Горбанева Е.П., 2008, 2012; Солопов И.Н. и др., 2010).

Следует отметить, что в литературе приводятся данные об особенностях функциональной подготовленности и ее качественных характеристиках почти исключительно касающиеся спортсменов-мужчин, тогда как спортсменкам посвящены единичные работы и только по отдельным функциональным системам.

В этой связи основной задачей данной серии исследований явилось осуществление сравнительного анализа уровня развития основных качественных характеристик функциональной подготовленности у спортсменок различной квалификации.

В условиях мышечного покоя измеряли величины длины (L) и массы (P) тела, жизненной емкости легких (VC), максимальной вентиляции легких (MMV), частоты сердечных сокращений (HR). Кроме того, определяли гипоксическую устойчивость по времени максимальной задержки дыхания на вдохе (TA in.) и выдохе (TA ex.).

Далее испытуемые выполняли модифицированный тест на определение максимальной аэробной производительности в виде трехступенчатой физической нагрузки, дозированной по величине индивидуальной частоты сердечных сокращений (HR): 1 нагрузка – $HR = 120 - 150$ уд/мин.; 2 нагрузка – $HR = 150 - 170$ уд/мин.; 3 нагрузка – $HR \geq 180$ уд/мин (максимальная). Первые две нагрузки выполнялись в течение 5 минут, с перерывом в 5 минут. Величины мощности этих нагрузок и соответствующие величины частоты сердечных сокращений брались для расчета показателя PWC_{170} . Третья нагрузка предусматривала поддержание в течение 2-3 минут максимальной мощности (W_{max}). При этой нагрузке измерялось максимальное потребление кислорода (VO_{2max}) и частота сердечных сокращений (HR_{max}).

Еще целый ряд показателей получали расчетным путем. Мобилизационные возможности оценивались по показателям увеличения частоты сердечных сокращений при стандартной и максимальной мышечной нагрузке относительно уровня покоя (соответственно $HR_{W1}/HR_{покоя}$ и $HR_{max}/HR_{покоя}$), а также по величине процента использования собственной жизненной емкости легких и максимальной вентиляционной способности, которые рассчитывались соответственно как отношение дыхательного объема и легочной вентиляции, зарегистрированные при максимальной мышечной нагрузке соответственно к VC (V_{Tmax}/VC) и к MMV (VE_{max}/MMV) в %.

В качестве параметров экономичности и эффективности функционирования физиологических систем рассматривали показатели ватт-пульса (W_{max}/HR_{max}), кислородного пульса (VO_{2max}/HR_{max}), кислородного эффекта дыхательного цикла (VO_{2max}/fb_{max}) и кислородной стоимости единицы выполняемой работы (VO_{2max}/W_{max}).

Кроме того, для оценки эффективности внешнего дыхания рассчитывали коэффициент соотношения объемно-временных параметров паттерна дыхания (V_{Tmax}/fb_{max}).

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

К наиболее информативным показателям функциональной мощности относятся величины максимальной аэробной производительности и максимальной мощности кратковременной мышечной работы (Мищенко В.С., 1990; Горбанева Е.П., 2008; Солопов И.Н. и др., 2010). В качестве факторов мощности рассматриваются и характеристики морфофункционального статуса организма, а также показатели физиологических систем, регистрируемые при максимальных мышечных нагрузках и отражающие максимум мощности функционирования организма (Горожанин В.С., 1984; Кучкин С.Н., 1986; Мищенко В.С., 1990; Медведев Д.В., 2007; Солопов И.Н. и др., 2010; Горбанева Е.П., 2012).

Исходя из этого, для оценки уровня функциональной мощности у спортсменок анализировались показатели, характеризующие особенности физического развития, работоспособность и функциональную мощность системы кислородного обеспечения организма.

В таблице 3.1. представлены средние величины выше обозначенных показателей у спортсменок разных возрастно-квалификационных групп.

Из приведённых в таблице 3.1 данных следует, что в процессе возрастного развития и повышения спортивного мастерства спортсменок показатели соматотипа закономерно прогрессируют. При этом большинство показателей функциональной мощности имело наибольший прирост при переходе от первой возрастно-квалификационной группы ко второй (диапазон прироста показателей составил 16,6-67,5%, $P < 0,05$). Различия же между второй и третьей группами спортсменок по размерам прироста показателей были несколько меньшими (от 0,3 до 30,2%).

Наблюдаемая динамика роста параметров функциональной мощности у спортсменок практически не отличается от таковой, отмечаемой рядом авторов

при обследовании спортсменов мужчин. Показано, что рост спортивного мастерства, который, как правило, происходит параллельно с возрастным развитием, сопровождается прогрессивным увеличением показателей соматотипа, параметров мощности системы обеспечения организма кислородом, увеличением параметров функции внешнего дыхания, кровообращения и др. (Радзиевский Г.А. и др., 2002; Павлов В.И. и др., 2009, Павлов В.И., 2010; Горбанева Е.П., 2012). При этом отмечается, что наибольший размер прироста показателей функциональной мощности наблюдается как раз на начальных этапах многолетнего процесса становления спортивного мастерства (Кучкин С.Н., 1986, 1999; Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003; Горбанева Е.П., 2008; Солопов И.Н. и др., 2010).

Таблица 3.1

Средние показатели функциональной мощности у спортсменок фитнес-аэробики различных возрастно-квалификационных групп ($\bar{X} \pm m$)

Показатели	Возраст и спортивная квалификация			Достоверность различий		
	10-11 лет (II разряд) (n = 11)	14-16 лет (I разряд) (n = 24)	17-20 лет (КМС) (n = 14)	I-II	I-III	II-III
	I	II	III			
L, см	141,3±1,8	164,8±1,2	165,9±1,5	*	*	-
P, кг	31,1±0,73	52,1±1,5	55,6±1,3	*	*	-
VC, мл	2936,4±63,6	3947,9±88,7	4350,0±76,2	*	*	*
W _{max} , КГМ/МИН	473,1±22,3	763,8±16,4	850,7±28,4	*	*	*
VO _{2max} , МЛ/МИН	1923,6±29,8	2280,3±34,2	2286,1±51,3	*	*	-

Примечание: * - здесь и далее достоверность различий по t-критерию Стьюдента при $p < 0,05$.

На следующем этапе исследования производился сравнительный анализ параметров функциональной мобилизации у спортсменок различного возраста и специальной подготовленности.

Известно, что уровень адаптированности к физическим нагрузкам характеризуется повышением функциональных резервов и готовностью к их мобилизации, и проявляется увеличением физической работоспособности организма спортсменов (Волков В.М., 1990; Солодков А.С., 1995; Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003).

В этой связи производился сравнительный анализ таких показателей мобилизационных возможностей, как величина прироста показателей, отражающих реактивность изменения частоты сердечных сокращений при нагрузке стандартной мощности ($HR_{W1}/HR_{\text{покоя}}$) и при нагрузке максимальной мощности ($HR_{\text{max}}/HR_{\text{покоя}}$) в процентах относительно уровня покоя, процент использования максимальной вентиляции лёгких при W_{max} (VE_{max}/MMV , %), процент использования жизненной ёмкости лёгких при W_{max} ($V_{T_{\text{max}}}/VC$, %), максимальная вентиляция лёгких (MMV), частота сердечных сокращений при кратковременной работе максимальной мощности (HR_{max}).

В таблице 3.2. приведены средние значения изучаемых показателей, характеризующих функциональную мобилизацию у спортсменок разного возраста и специальной квалификации.

Как известно, скорость вработывания в начальной фазе выполнения мышечной работы является одним из критериев высокого уровня тренированности спортсменов. Установлено, что 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 (Данько Ю.И., 1974; Солопов И.Н., 2001; Солопов И.Н. и др., 2010).

Сравнение показателей, отражающих «мобилизационные» возможности системы кровообращения спортсменок показывает, что величины показателя «возбудимости пульса» (процентного увеличения частоты сердечных сокращений при нагрузке относительно уровня ЧСС в покое) при выполнении нагрузки

как стандартной, так и максимальной мощности закономерно увеличивается с ростом подготовленности спортсменов.

Таблица 3.2

Средние показатели функциональной мобилизации у спортсменок фитнес-аэробики различных возрастно-квалификационных групп ($\bar{X} \pm m$)

Показатели	Возраст и спортивная квалификация			Достоверность различий		
	10-11 лет (II разряд) (n = 11)	14-16 лет (I разряд) (n = 24)	17-20 лет (КМС) (n = 14)	I-II	I-III	II-III
	I	II	III			
HR _{W1} /HR _{покоя} , %	159,7±3,1	173,5±3,1	178,1±3,2	*	*	-
HR _{max} /HR _{покоя} , %	212,1±2,8	231,5±5,6	247,2±4,0	*	*	*
VE _{max} /MMV, %	57,7±3,8	73,7±1,9	76,2±3,2	*	*	-
V _{Tmax} /VC, %	25,9±1,1	24,9±1,1	26,8±0,8	-	-	-
MMV, л/мин	55,3±1,5	63,2±2,4	82,3±2,5	*	*	*
HR _{max} , уд/мин	169,4±1,5	172,0±1,9	180,9±1,9	-	*	*

Увеличение этих показателей во второй группе относительно первой составило соответственно 8,6 и 9,1% ($P < 0,05$), тогда как в третьей группе спортсменов величины показателей «возбудимости пульса» относительно аналогичных показателей во второй группе соответственно были больше всего на 2,7 и 6,8% ($P < 0,05$).

Функциональная мобилизация отражает возможности физиологических систем организма к быстрому выходу их параметров на необходимый уровень функционирования для обеспечения выполнения мышечной работы определенной мощности (Мищенко В.С., 1990; Горбанева Е.П., 2008; Солопов И.Н. и др., 2010). При этом весьма важно и то, как быстро физиологические системы выйдут на необходимый уровень функционирования и то, насколько эффек-

тивно при этом используется функциональный потенциал (Горбанева Е.П., 2012).

Сравнение средних величин показателей, отражающих эффективность использования вентиляционных возможностей, процента использования максимальной вентиляции лёгких ($VE_{\max}/MMV$, %) и процента использования жизненной ёмкости лёгких при $W_{\max}$ ($V_{T_{\max}}/VC$, %), зарегистрированных в разных возрастно-квалификационных группах спортсменок, обнаружило следующее.

Во второй группе спортсменок величина показателя $VE_{\max}/MMV$ при максимальной нагрузке в среднем была на 27,7 % ($P<0,05$) больше, чем в первой, и на 3,4% ($P>0,05$) меньше, чем в третьей. В то же время средняя величина показателя использования собственной жизненной емкости легких ($V_{T_{\max}}/VC$) при максимальной нагрузке во второй группе спортсменок была незначительно меньше (на 3,4%), чем в первой и несколько больше, чем в третьей (на 7,6%). Во всех случаях эти различия были статистически не достоверны ($P>0,05$).

Вместе с тем два показателя функциональной мобилизации – максимальная вентиляция легких и частота сердечных сокращений при максимальной нагрузке – имели несколько иную динамику. Если на начальном этапе многолетней подготовки эти параметры имели относительно небольшой прирост, соответственно на 14,3% ($P<0,05$) и 1,5% ($P>0,05$), то на промежуточном этапе этот прирост был уже существенно большим и составил соответственно 30,2% ($P<0,05$) и 5,2% ($P<0,05$). Это согласуется с данными, полученными другими авторами с участием спортсменов-мужчин, свидетельствующими о более существенном росте мобилизационных возможностей функциональных систем спортсменов именно на промежуточных этапах становления спортивного мастерства (Кучкин С.Н., 1986, 1999; Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003; Солопов И.Н. и др., 2010).

Для оценки функциональной устойчивости и функциональной экономизации использовался ряд показателей, прямо или косвенно отражающих эти характеристики подготовленности организма спортсменов.

Функциональная устойчивость оценивалась по показателям гипоксической устойчивости организма, определяемой в пробах с задержкой дыхания на вдохе и выдохе (TA_{in} , TA_{ex}).

В спорте экономичность рассматривается как функциональная и метаболическая «цена» высоких, и даже предельных уровней мощности выполняемой работы (Мищенко В.С., 1990; Горбанева Е.П., 2008). С этой целью оцениваются такие показатели экономичности функционирования, как расход энергии на единицу работы, степень напряженности регуляции и оптимальность соотношения объемно-временных параметров вегетативных функций, в том числе в соотношении с мощностью выполняемой внешней механической работы.

Нами производилась оценка таких показателей, как ватт-пульс (W_{max}/HR_{max}), кислородный пульс (VO_{2max}/HR_{max}), кислородный эффект дыхательного цикла (VO_{2max}/fb_{max}), величина затрат (потребления) кислорода на единицу работы (VO_{2max}/W_{max}), коэффициент соотношения объемно-временных параметров паттерна дыхания (V_{Tmax}/fb_{max}), зарегистрированных при коротко-временной мышечной работе максимальной мощности.

В таблице 3.3. представлены средние величины показателей, отражающих параметры функциональной устойчивости и функциональной экономизации, зарегистрированные у спортсменов разных возрастно-квалификационных групп, как в условиях покоя, так и при мышечной нагрузке максимальной мощности.

Гипоксическая устойчивость, оцениваемая по времени задержки дыхания на вдохе (TA_{in}) и выдохе (TA_{ex}) и рассматриваемая в литературе в качестве интегративного выразителя и функциональной подготовленности вообще, и функциональной устойчивости в частности (Летунов С.П., 1967; Летунов С.П., Мотылянская Р.Е., 1972; Мозжухин А.С., Давиденко Д.Н. и др., 1985; Власов

А.А., 2013), прогрессивно повышалась от одной квалификационной группы спортсменок к другой. Наибольший темп прироста показателей гипоксической устойчивости отмечался между первой и второй квалификационной группами (на 28,6-78,9%, $P < 0,05$). Прирост этих показателей в третьей группе относительно второй составил несколько меньшие величины (10,4-13,8%, $P > 0,05$).

Таблица 3.3

Средние показатели функциональной устойчивости и экономизации у спортсменок фитнес-аэробики различных возрастно-квалификационных групп ($\bar{X} \pm m$)

Показатели	Возраст и спортивная квалификация			Достоверность различий		
	10-11 лет (II разряд) (n = 11)	14-16 лет (I разряд) (n = 24)	17-20 лет (КМС) (n = 14)	I-II	I-III	II-III
	I	II	III			
TA in., с	32,7±2,8	58,5±4,2	64,6±5,8	*	*	-
TA ex., с	25,9±2,9	33,3±2,9	37,9±2,9	-	*	-
HR _{покоя} , уд/мин	79,9±0,6	75,1±1,7	73,4±1,1	*	*	-
W _{max} /HR _{max} , кГм/уд/мин	2,8±0,1	4,5±0,1	4,7±0,2	*	*	-
VO _{2max} /HR _{max} , мл/уд/мин	11,4±0,2	13,3±0,3	12,7±0,4	*	*	-
VO _{2max} /fb _{max} , мл/цикл/мин	46,6±1,3	44,5±1,7	43,3±1,9	-	-	-
VO _{2max} /W _{max} , мл/кГм/мин	4,1±0,2	3,0±0,1	2,7±0,1	*	*	*
V _{Tmax} /fb _{max} , у.е.	18,4±0,9	21,2±1,3	22,2±1,4	-	*	-

Показано, что проявления функциональной экономизации наблюдаются как в условиях мышечного покоя, так и во время выполнения физической нагрузки (Мищенко В.С., 1990; Горбанева Е.П., 2008, 2012; Солопов И.Н. и др., 2010). В частности, величина частоты сердечных сокращений в условиях мышечного покоя традиционно считается одним из характерных показателей, отражающих уровень функциональной экономизации не только сердечно-сосудистой системы, а всего организма спортсменов в целом (Граевская Н.Д.,

1975; Мищенко В.С., 1990; Кучкин С.Н., Ченегин В.М., 1998; Кузнецова Т.Ю., 2008; Горбанева Е.П., 2012).

Средние величины показателя частоты сердечных сокращений в условиях покоя, зарегистрированные в нашем исследовании у спортсменок различной квалификации имели устойчивую тенденцию к снижению с $79,9 \pm 0,6$ уд/мин в группе II разряда до $73,4 \pm 1,1$ уд/мин ($P < 0,05$) в группе кандидатов в мастера спорта.

Для высокого уровня спортивной результативности имеет важное значение степень экономизации на всех уровнях функционирования организма и отдельных его систем и, прежде всего, тех, которые прямо или косвенно определяют физическую работоспособность человека (Волков Н.И., 1969; Михайлов В.В., Панов Г.М., 1975; Горожанин В.С., 1984; Кучкин С.Н., 1986, 1999; Горбанева Е.П., 2008, 2012). При этом особое значение имеет экономичность-эффективность и сопряжённость функционирования сердечно-сосудистой, дыхательной и двигательной систем.

Исходя из этого, нами был проведен сравнительный анализ показателей, отражающих именно эти процессы у спортсменок различной подготовленности.

Сравнение средних величин показателя ватт-пульса ($W_{\max}/HR_{\max}$) в разных квалификационных группах обнаруживает его значительное увеличение с ростом подготовленности спортсменок с $2,8 \pm 0,1$ кГм/уд/мин в первой группе до $4,7 \pm 0,2$ кГм/уд/мин в третьей ($P < 0,05$). При этом наибольшая положительная разница наблюдается между первой и второй группами ($60,7\%$, $P < 0,05$).

Еще один показатель эффективности-экономичности функционирования – кислородный пульс ($VO_{2\max}/HR_{\max}$) также обнаружил тенденцию к росту с повышением уровня подготовленности. У спортсменок II разряда этот показатель был меньше, чем у спортсменок I разряда на $16,7\%$ ($P < 0,05$) и на $11,4\%$ ($P < 0,05$), чем у кандидатов в мастера спорта. При этом средние величины пока-

зателя кислородного пульса, зарегистрированные во второй (I разряд) и третьей (КМС) группах, между собой существенно не различались ($P>0,05$).

Средние величины показателя кислородного эффекта дыхательного цикла (VO_{2max}/fb_{max}) во всех возрастно-квалификационных группах спортсменок достоверно не различались между собой ($P>0,05$). Наблюдался даже небольшой дрейф в сторону уменьшения от группы II разряда к группам спортсменок I разряда и КМС ($P>0,05$).

Величина кислородной стоимости мышечной работы (величина затрат (потребления) кислорода на единицу работы – VO_{2max}/W_{max}) оказалась наименьшей у более старших и более подготовленных спортсменок 17-20 лет, и достоверно различалась с показателями спортсменок как второй (на 10%, $P<0,05$), так и первой (34,1%, $P<0,05$) групп. Необходимо отметить, что этот показатель различался по величине и во второй и первой группах (на 26,8%, $P<0,05$). Это позволяет сделать вывод о существенном снижении энерготрат на выполняемую работу с ростом квалификации спортсменок, а значит, о повышении эффективности и экономичности функционирования организма.

В заключении для характеристики экономичности внешнего дыхания спортсменок различной квалификации нами анализировались средние величины коэффициента соотношения объемно-временных параметров паттерна дыхания, выражающийся в отношении величины дыхательного объема к величине частоты дыхания – V_t/fb (Солопов И.Н. и др., 2007).

Рядом авторов отмечается, что экономичность дыхательной функции выражается в оптимальном соотношении объемно-временных параметров паттерна дыхания (Михайлов В.В., Панов Г.М., 1975; Кучкин С.Н., 1986, 1999; Волков В.М., 1990). Отмечается, что при более редком и глубоком дыхании создаются наилучшие условия для газообмена при минимизации энерготрат на работу самой дыхательной мускулатуры (Майлс С., 1971; Grimby G., 1976; Бреслав И.С., 1984; Кучкин С.Н., 1986).

Сравнение этого коэффициента у спортсменок различной квалификации показывает его закономерное и статистически значимое увеличение с повышением функциональной подготовленности с $18,4 \pm 0,9$ у спортсменок II разряда, до $21,2 \pm 1,3$ ($P > 0,05$) у перворазрядниц и до $22,2 \pm 1,4$ ($P < 0,05$) у кандидатов в мастера спорта.

Сравнительный анализ всей совокупности полученных результатов свидетельствует о том, что функциональная подготовленность спортсменок с возрастом и ростом подготовленности прогрессивно увеличивается от одной квалификационной группы к другой. Наглядно это положение иллюстрируется увеличением суммарной величины оценок изучаемых показателей функциональной подготовленности у спортсменок разной квалификации (рис. 3.1).

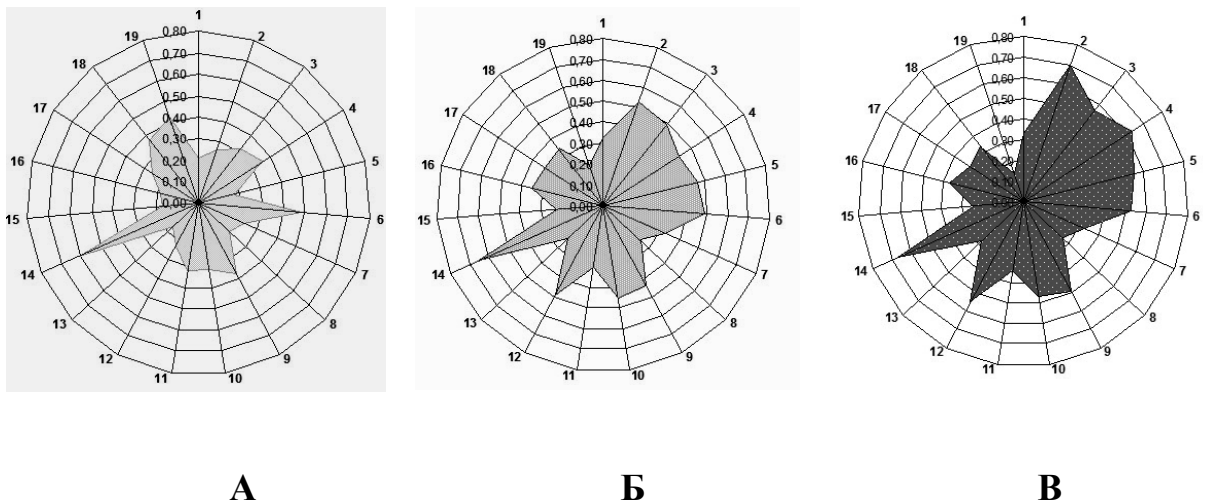


Рис. 3.1. «Функциональные портреты» функциональной подготовленности спортсменок различного возраста и квалификации (нормализованные величины).

А – 10-11 лет (II разряд), Б – 14-16 лет (I разряд), В – 17-20 лет (КМС).

1 – L; 2 – P; 3 – VC; 4 – MMV; 5 – $W_{\max}$; 6 – $HR_{\max}$; 7 – $VO_{2\max}$; 8 – $HR_{W1}/HR_{\text{покоя}}$; 9 – $HR_{\max}/HR_{\text{покоя}}$; 10 – $VE_{\max}/MMV$; 11 – $V_{T\max}/VC$; 12 – TA in.; 13 – TA ex.; 14 – $HR_{\text{покоя}}$; 15 – $V_T/fb_{\max}$; 16 – $W_{\max}/HR_{\max}$; 17 – $VO_{2\max}/HR_{\max}$; 18 – $VO_{2\max}/fb_{\max}$; 19 – $VO_{2\max}/W_{\max}$.

На рисунке 3.1 представлены «функциональные портреты», построенные на основе нормализованных средних величин изучаемых параметров. Нормализация (приведение к единой шкале) осуществлялась посредством построения

оценочной шкалы «выбранных точек» для обеспечения возможности сравнения параметров различной размерности (Зациорский В.М., 1982; Фомин В.С., 1984).

Из представленных профилей вполне определенно можно увидеть, что суммарная «площадь», отражающая уровень функциональной подготовленности увеличивается от группы спортсменок II разряда к группе спортсменок – кандидатов в мастера спорта. Цифровое выражение «площадей» функциональной подготовленности спортсменок (рассчитанное как сумма нормализованных величин всех анализируемых показателей) в первой группе составляет – 5,61 у.е., во - второй - 7,29 у.е., а в третьей – 8,04 у.е.

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют заключить, что с ростом квалификации при систематической мышечной тренировке уровень функциональной подготовленности спортсменок в целом прогрессивно повышается, что выражается в увеличении основных показателей качественных характеристик функциональных возможностей организма – функциональной мощности, мобилизации, устойчивости и экономизации.

Вместе с тем ряд показателей обнаруживает неравномерность динамики изменений в периоды перехода от одной возрастно-квалификационной группы к другой, выражающуюся в различном темпе и величине прироста, что отражает гетерохронность в развитии приспособительных перестроек организма (Верхошанский Ю.В., 1988; Кучкин С.Н., 1999; Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003; Горбанева Е.П., 2008, 2012; Солопов И.Н. и др., 2010).

Наибольший размер прироста показателей функциональной мощности наблюдается на начальных этапах многолетнего тренировочного процесса, тогда как параметры функциональной мобилизации более существенный рост обнаруживают на промежуточных этапах многолетнего процесса адаптации. В то же время большинство показателей функциональной экономизации имеет устойчивый положительный тренд в течение всех этапов многолетней тренировки. Эту закономерность возможно объяснить как явлениями гетерохрониз-

ма возрастного развития, так адаптационными процессами в результате систематических мышечных тренировок.

3.2. Значение различных функциональных параметров для обеспечения физической работоспособности спортсменок на разных этапах многолетней тренировки

Физическую работоспособность рассматривают как одну из базовых сторон функциональной подготовленности, определяющую эффективность спортивной и многих видов профессиональной деятельности (Корженевский А.Н. и др., 1993; Солодков А.С., 1995; Горбанева Е.П., 2008; Солопов И.Н. и др., 2010).

Физическая работоспособность является многогранным выражением функциональных возможностей человека и зависит от ряда факторов, определяющих и лимитирующих ее: телосложения, мощности, емкости и эффективности и экономичности механизмов энергопродукции; нейромышечной координации, силы и выносливости мышечной ткани; состояния опорно-двигательного аппарата; эндокринной системы; нервно-психического состояния (Верхошанский Ю.В., 1988; Аулик И.В., 1990; Волков Н.И., 1990; Мищенко В.С., 1990; Wilmore J.H., Costill D.L., 1994; Morrow J.R. et al., 1995; Viru A., 1995; Mc Ardle W.D. et al., 1996; Солопов И.Н. и др., 2010).

Вместе с тем в литературе отмечается, что абсолютный уровень физической работоспособности не совсем корректно в полной мере считать информативным, не учитывая обуславливающих ее факторов. Из литературы известно, что не во всех случаях повышение уровня физической работоспособности следует рассматривать как позитивный момент, равно как и не во всех случаях снижение ее уровня стоит расценивать как негативный фактор (Аверина О.П.

и др., 1988; Шамардин А.И., 2000; Медведев Д.В., 2007; Горбанева Е.П., 2008, 2012).

Исходя из этого, для спортивной практики крайне важно иметь представление о том, какие факторы, в какой мере и при каких обстоятельствах определяют физическую работоспособность организма. Это особенно важно и ввиду того, что очень часто уровень физической работоспособности рассматривают в качестве интегративного показателя функциональных возможностей организма (Аулик И.В., 1990; Мищенко В.С., 1990; Шамардин А.И., 2000; Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003; Медведев Д.В., 2007; Горбанева Е.П., 2008; Солопов И.Н. и др., 2010).

В литературе в большинстве случаев данные вопросы рассматриваются на примере спортсменов-мужчин (Шамардин А.И., 2000; Медведев Д.В., 2007; Горбанева Е.П., 2008; Солопов И.Н. и др., 2010), тогда как о спортсменках имеются лишь единичные упоминания (Иорданская Ф.А., 1999; Лагутина М.В. и др., 2013). Исходя из этих обстоятельств, в данном разделе работы задачей исследования явилось выяснение роли различных параметров функционирования организма в обеспечении физической работоспособности спортсменок.

Для решения поставленной задачи был проведен анализ уровня физической работоспособности и взаимосвязи ее абсолютной величины с различными параметрами функционирования организма у спортсменок трех квалификационных групп: II спортивного разряда, 13-14 лет ($n = 11$), I разряда, 15-16 лет ($n = 24$) и КМС, 17-20 лет ($n = 14$).

Выбор, для изучения влияния на физическую работоспособность и основные ее компоненты возрастно-квалификационного фактора, именно спортсменок, специализирующихся в фитнес-аэробике, был обусловлен тем обстоятельством, что этот вид спорта в настоящее время становится все более массовым и не предусматривает предельных физических нагрузок на женский организм. Кроме того, в этом виде спорта встречаются 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.

Анализировались 18 показателей, отражающих категории факторов «морфофункциональной мощности»: (длина (L) и масса (P) тела, $W_{\max}$, $ЧСС_{\max}$, $VO_{2\max}$); «функциональной мобилизации»: увеличение частоты сердечных сокращений при стандартной и максимальной мышечной нагрузке относительно уровня покоя ($HR_{W1}/HR_{\text{покоя}}$ и $HR_{\max}/HR_{\text{покоя}}$), процент использования собственной жизненной емкости легких и максимальной вентиляционной способности при максимальной мышечной нагрузке ($V_{T\max}/VC$ и $(VE_{\max}/MMV)$); «функциональной устойчивости»: время задержки дыхания на вдохе (TA in.) и выдохе (TA ex.); «функциональной экономичности и эффективности»: частота сердечных сокращений в покое ($HR_{\text{покоя}}$); ватт-пульс ($W_{\max}/HR_{\max}$), кислородный пульс ($VO_{2\max}/HR_{\max}$), кислородный эффект дыхательного цикла ($VO_{2\max}/fb_{\max}$), кислородная стоимость единицы работы ($VO_{2\max}/W_{\max}$), коэффициент соотношения объемно-временных параметров паттерна дыхания ($V_{T\max}/fb_{\max}$), которые, так или иначе, обуславливают уровень физической работоспособности (Мищенко В.С., 1990; Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003).

Физическая работоспособность спортсменок различных возрастно-квалификационных групп оценивалась по величине показателя, определяемого в тесте PWC_{170} .

Сравнительный анализ средних значений уровня физической работоспособности у спортсменок показал их закономерное увеличение от одного возрастно-квалификационного этапа к другому, что находит подтверждение в многочисленных работах (Верхошанский Ю.В., 1988; Аулик И.В., 1990; Мищенко В.С., 1990; Wilmore J.H., Costill D.L., 1994; Шамардин А.И., 2000; Горбанева Е.П., 2008; Солопов И.Н. и др., 2010; Лагутина М.В. и др., 2013 и мн. др.).

Далее 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 3.4 представлены коэффициенты корреляции изучаемых показателей с величиной физической работоспособности у спортсменок различного возраста и подготовленности.

Сравнительный анализ степени корреляционных взаимосвязей уровня физической работоспособности с показателями основных категориальных групп, так или иначе обуславливающих ее на этапе начальной подготовки у юных спортсменок, показал, что величина физической работоспособности имеет статистически значимую взаимосвязь с показателями морфофункционального статуса организма, составляющих категорию «мощности». Обнаружилась достоверная взаимосвязь показателя PWC_{170} с величиной $W_{\max}$ - 0,804 ($P < 0,05$). Достаточно существенной была связь PWC_{170} и с величиной массы тела – 0,501 ($P > 0,05$)

На этапе спортивного совершенствования адаптации у спортсменок в возрасте 14-16 лет уровень физической работоспособности еще в большей степени взаимосвязан с параметрами функциональной мощности и имеет уже обширные взаимосвязи. Все показатели этой категории качественных характеристик функциональной подготовленности были достоверно взаимосвязаны с величиной физической работоспособности: с массой, длиной тела, жизненной емкостью легких и максимальной мощностью выполняемой мышечной работы. Коэффициенты корреляции соответственно составили 0,630, 0,764, 0,607 и 0,885 ($P < 0,05$).

Это находит подтверждение и в литературе, где указывается, что показатели длины и масса тела и окружности грудной клетки в определенной мере обуславливают внешнее проявление двигательной функции. Отмечается, что параметры физического развития являются одними из ведущих, «доминантных» факторов, в весьма значительной степени обуславливающих и физическую работоспособность, и, в основном, на начальных и промежуточных эта-

пах адаптации к физическим нагрузкам (Тимакова Т.С., 1973; Булгакова Н.Ж., 1978; Гужаловский А.А., 1979; Шамардин А.И., 2000; Медведев Д.В., 2007).

Таблица 3.4

Матрица корреляционных взаимосвязей величины физической работоспособности с функциональными показателями у спортсменов различной квалификации (r)

Показатели	10-11 лет (II разряд) (n = 11)	14-16 лет (I разряд) (n = 24)	17-20 лет (КМС) (n = 14)
L	-0,216	0,630*	0,286
P	0,501	0,764*	0,519
VC	0,122	0,607*	0,448
W _{max}	0,804*	0,885*	0,895*
HR _{W1} / HR _{покоя}	0,072	-0,027	-0,641*
HR _{max} /HR _{покоя}	0,012	-0,010	-0,460
VE _{max} / MMV	0,295	-0,187	0,016
V _{Tmax} / VC	0,086	-0,306	-0,125
MMV	-0,160	0,298	-0,267
HR _{max}	-0,132	-0,272	-0,775*
TA in.	0,189	-0,057	0,386
TA ex.	0,301	-0,355	-0,216
HR _{покоя}	-0,204	-0,117	-0,063
W _{max} / HR _{max}	0,850*	0,776*	0,905*
VO _{2max} / HR _{max}	0,882*	0,829*	0,974*
VO _{2max} / fb _{max}	0,261	0,343	0,809*
VO _{2max} /W _{max}	-0,630*	-0,404*	-0,423
V _T /fb _{max}	-0,084	-0,080	0,313

Примечание: Здесь и далее взаимосвязь достоверна: * - при P < 0,05.

У высококвалифицированных спортсменов взаимосвязь параметров функциональной мощности с уровнем физической работоспособности существ-

венно ослабевает, достоверным остается только взаимосвязь с величиной $W_{\max}$ - 0,895 ($P < 0,05$), и в некоторой степени сохраняется ее средняя связь с величиной массы тела – 0,519 ($P > 0,05$).

Сравнительный анализ корреляционных связей уровня физической работоспособности с параметрами функциональной мобилизации показал их малую степень взаимообусловленности у спортсменок 10-11 и 14-16 лет. У спортсменок же 17-20 лет, и имеющих специальную спортивную подготовленность на уровне кандидатов в мастера спорта, взаимосвязь уровня физической работоспособности с параметрами мобилизационных возможностей уже проявляется. Довольно существенными оказались взаимосвязи показателей усиления частоты сердечных сокращений при стандартной ($HR_{W1}/HR_{\text{покоя}}$) и максимальной ($HR_{\max}/HR_{\text{покоя}}$) мышечной нагрузке относительно уровня покоя, соответственно -0,641 ($P < 0,05$) и -0,460 ($P > 0,05$) и показателем частоты сердечных сокращений при мышечной нагрузке максимальной мощности ($HR_{\max}$) – 0,775 ($P < 0,05$).

Сравнение степени корреляционной взаимосвязи уровня физической работоспособности с параметрами функциональной устойчивости и экономичности-эффективности у спортсменок на разных этапах многолетней спортивной тренировки в фитнес-аэробике показало следующее.

Показатели гипоксической устойчивости не обнаружили сколько-нибудь существенной взаимосвязи с величиной физической работоспособности. Это можно объяснить, что фитнес-аэробика относится к сложнокоординационным видам спорта, специфика которого не требует в значительной мере проявления двигательной выносливости, уровень которой в значительной степени определяется функциональной устойчивостью, в том числе – гипоксической, как это наблюдается в циклических видах спорта, например в плавании, или в беге.

В то же время целый ряд параметров функциональной экономичности-эффективности ($W_{\max}/HR_{\max}$, $VO_{2\max}/HR_{\max}$, $VO_{2\max}/W_{\max}$) весьма существенно и статистически значимо взаимосвязан с PWC_{170} на всех этапах многолетней

адаптации к специфическим физическим нагрузкам. У спортсменок 10-11 лет (II разряд) коэффициенты корреляции этих параметров с PWC_{170} соответственно составили 0,850, 0,882 и -0,630 ($P < 0,05$), у спортсменок 14-16 лет (I разряд) – 0,76, 0,829 и -0,404 ($P < 0,05$), и у спортсменок 17-20 лет (КМС) – 0,905, 0,974 ($P < 0,05$) и -0,423 ($P > 0,05$).

Коэффициент взаимосвязи еще одного параметра функциональной экономичности – кислородного эффекта дыхательного цикла (VO_{2max}/fb_{max}) с PWC_{170} с ростом подготовленности спортсменок планомерно возрастает – от 0,261 ($P > 0,05$) на первом этапе до 0,343 ($P > 0,05$) на втором и до 0,809 ($P < 0,05$) на этапе высшего спортивного мастерства.

Для общей оценки степени обусловленности физической работоспособности параметрами функциональной подготовленности у спортсменок нами был рассчитан показатель среднего значения коэффициентов корреляции всех изучаемых показателей с величиной PWC_{170} , который получался от деления суммы величин всех зарегистрированных коэффициентов корреляции на количество параметров ($Xr = \sum r/n$). По нашему мнению, этот показатель интегративно отражает степень обусловленности величины физической работоспособности от уровня функциональной подготовленности организма спортсменок в целом.

В результате были получены следующие значения этого параметра: у спортсменок 10-11 лет (II разряд) Xr составил величину в 0,322, у спортсменок 14-16 лет (I разряд) – 0,386 и у спортсменок 17-20 лет (КМС) – 0,473. Это означает, что с ростом подготовленности спортсменок, зависимость уровня физической работоспособности от функциональных возможностей организма прогрессивно увеличивается.

Для выяснения значения в обеспечении физической работоспособности параметров, составляющих различные категории качественных характеристик функциональной подготовленности, были рассчитаны средние значения коэффициентов корреляции для каждой из этих категорий для всех возрастно-

квалификационных групп: «функциональной мощности», «функциональной мобилизации», «функциональной устойчивости» и «функциональной экономичности-эффективности», которые представлены на рис. 3.2.

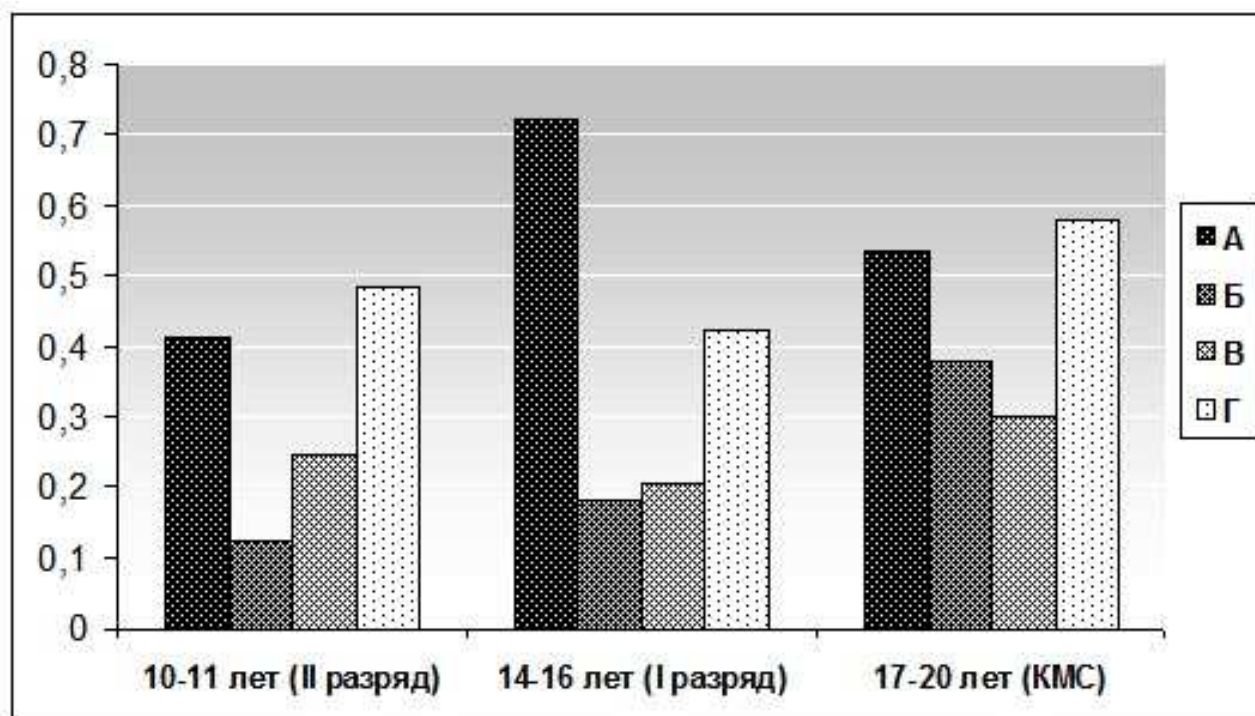


Рис. 3.2. Величины средних коэффициентов корреляции уровня физической работоспособности и параметров различных категорий функциональной подготовленности спортсменок на разных этапах адаптации к физическим нагрузкам.

А - «функциональная мощность», Б - «функциональная мобилизация», В - «функциональная устойчивость», Г - «функциональная экономичность-эффективность»,

Сравнение показателей X_{Γ} в каждой квалификационной группе показало, что у спортсменок 10-11 лет преобладающее значение для обеспечения физической работоспособности имеют факторы функциональной экономичности-эффективности ($X_{\Gamma} = 0,485$) и в несколько меньшей степени – факторы функциональной мощности ($X_{\Gamma} = 0,411$).

Для спортсменок 14-16 лет в обеспечении физической работоспособности абсолютное доминирующее значение имеют параметры морфофункцио-

нальной мощности ($X_r = 0,722$) при некотором влиянии факторов функциональной экономичности-эффективности ($X_r = 0,425$).

И наконец, у квалифицированных спортсменок 17-21 года физическая работоспособности почти в равной степени обуславливается факторами функциональной экономичности-эффективности ($X_r = 0,552$) и факторами функциональной мощности ($X_r = 0,537$).

Таким образом, сравнительный анализ корреляционных взаимосвязей параметров функциональной подготовленности различных категорий с уровнем физической работоспособности у спортсменок разного возраста и подготовленности показал следующее. На всех этапах адаптации к физическим нагрузкам наблюдается довольно тесная взаимосвязь уровня физической работоспособности с параметрами функциональной мощности. Еще в большей степени на всех этапах адаптации и по большинству показателей физическая работоспособность взаимосвязана с параметрами функциональной экономичности и эффективности.

В тоже время параметры функциональной мобилизации имеют определенную взаимосвязь с физической работоспособностью только у высококвалифицированных спортсменок.

Обнаруженное равнозначно высокое значение в обеспечении общей физической работоспособности факторов «функциональной мощности» и «факторов экономичности-эффективности» является закономерным. В литературе отмечается, что повышение резервов мощности функционирования не исключает, а, наоборот, предусматривает экономичное, эффективное их использование (Мищенко В.С., 1980, 1990; Солопов И.Н. и др., 2010).

3.3. Состояние напряженности регуляторных механизмов спортсменок разного уровня адаптированности к физическим нагрузкам

Наряду с определением абсолютного уровня различных параметров функциональной подготовленности спортсменок, как одну из наиболее важных задач, мы рассматривали и необходимость оценки состояния регуляторных механизмов. Как известно, функциональная подготовленность представляет собой комплекс иерархически связанных и взаимодействующих компонентов. При этом для оценки функциональной подготовленности спортсмена весьма важное значение имеет характер и теснота взаимодействия между различными ее параметрами. В этой связи для наиболее полной оценки уровня функциональной подготовленности необходим анализ интегрирования и оценка взаимообусловленности различных функциональных систем организма.

Осуществить это можно посредством анализа степени тесноты взаимосвязей параметров различных систем, что позволяет охарактеризовать функциональную подготовленность спортсмена с качественной стороны, как в целом, так и какого-либо ее свойства в отдельности. Показано, что степень силы межпараметрических взаимосвязей определяется возможностями функциональных систем и силой внешних влияний на организм. При воздействиях низкой интенсивности теснота межсистемных связей минимальна. Усиление внешних воздействий самого разного характера вызывает увеличение тесноты взаимосвязей между функциональными системами, что обуславливает существенное расширение функциональных возможностей организма в целом за счет определенного ограничения таких возможностей конкретных физиологических систем. При этом усиление межпараметрических связей расценивается как свидетельство роста напряженности регуляторных механизмов (Гедымин М.Ю. и др., 1988).

Для оценки уровня интегрированности исследуемых параметров одновременно рассчитывается еще один показатель – «мощность корреляции» (ко-

рень из суммы всех сводных коэффициентов корреляции). Рядом авторов показано, что снижение регулирующих влияний на функциональные системы выражается в диссоциированным изменении отдельных параметров и низком значении показателя «мощности корреляции». В другом случае увеличение тесноты межпараметрических связей отражает повышение уровня регулирующих влияний на физиологические системы и проявляется в высоком значении показателя «мощности корреляции», что может рассматриваться в качестве индикатора развития функциональной оптимизации (Судаков К.В. и др., 1995; Исаев А.П. и др., 1997; Медведев Д.В., 2007; Солопов и др., 2010).

Исходя из вышеизложенных положений, нами был произведен сравнительный анализ тесноты межпараметрических связей всего объема изучаемых показателей и рассчитаны значения показателей «мощности корреляции» в трех обследуемых возрастно-квалификационных группах спортсменов.

На рисунке 3.3 представлены матрицы интеркорреляционных связей параметров функциональной подготовленности спортсменов разного возраста и квалификации.

Из представленных данных можно видеть (рис. 3.3 А), что у юных спортсменов 10-11 лет (II разряд) количество статистически значимых корреляционных связей между изучаемыми показателями было относительно невелико (25). Показатель «мощности корреляции» в этой группе обследуемых спортсменов имел довольно большую величину – 7,33 у.е.

При этом в наибольшей степени на общую напряженность регуляторных механизмов из всей совокупности изучаемых показателей оказывают всего несколько параметров, которые имели наибольшее количество статистически значимых взаимосвязей (не менее четырех) с другими показателями функциональной подготовленности спортсменов и являлись своеобразными узловыми точками напряженности.

Эти параметры в основном относились к категориям морфофункциональной мощности (P , $W_{\max}$, $VO_{2\max}$), функциональной мобилизации ($HR_{W1}/$

$HR_{\text{покоя}}$, $HR_{\text{max}}/HR_{\text{покоя}}$) и только один параметр является показателем функциональной экономичности-эффективности ($HR_{\text{покоя}}$).

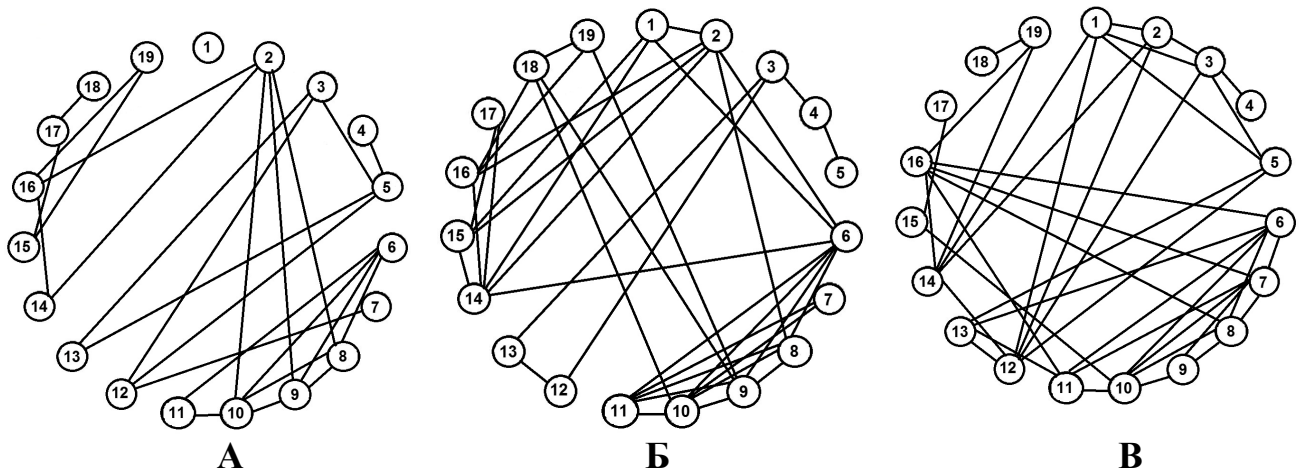


Рис. 3.3. Матрицы интеркорреляционных связей параметров, отражающих функциональную подготовленность спортсменов разного возраста и квалификации (только достоверные взаимосвязи).

А – 10-11 лет (II разряд), Б – 14-16 лет (I разряд), В – 17-20 лет (КМС).

(1 - L; 2 - P; 3 - VC; 4 - MMV; 5 - $HR_{\text{покоя}}$; 6 - W_{max} ; 7 - HR_{max} ; 8 - $VO_{2\text{max}}$; 9 - $HR_{W1}/HR_{\text{покоя}}$; 10 - $HR_{\text{max}}/HR_{\text{покоя}}$; 11 - VE_{max}/MMV ; 12 - $V_{T\text{max}}/VC$; 13 - $V_{T\text{max}}/fb_{\text{max}}$; 14 - $W_{\text{max}}/HR_{\text{max}}$; 15 - $VO_{2\text{max}}/HR_{\text{max}}$; 16 - $VO_{2\text{max}}/fb_{\text{max}}$; 17 - $VO_{2\text{max}}/W_{\text{max}}$; 18 - TA in.; 19 - TA ex.).

Это означает, что на начальном этапе многолетней тренировки у спортсменов фитнес-аэробики напряженность регуляторных механизмов относительно невелика. Вместе с тем довольно значительная величина показателя «мощности корреляции» указывает на весьма тесные межпараметрические связи в рамках небольшого их количества и свидетельствует о нарастании регулирующих влияний на физиологические системы и начале процесса функциональной оптимизации (Исаев А.П. и др., 1997; Медведев Д.В., 2007; Горбанева Е.П., 2012).

Во второй группе спортсменов (14-16 лет, I разряд) наблюдается резкое увеличение количества статистически значимых межпараметрических связей до 41 (рис. 3.3 Б), при несколько снизившейся величине показателя «мощности корреляции» до 6,98 у.е.

У спортсменов 14-16 лет количество узловых параметров, обуславливающих напряженность регуляторных механизмов, существенно возрастает почти вдвое по сравнению со спортсменками 10-11 лет и включают в себя показатели длины (L) и массы (P) тела, максимальной мощности физической нагрузки ($W_{\max}$), максимального потребления кислорода ($VO_{2\max}$), реактивности сердечно-сосудистой системы ($HR_{W1}/HR_{\text{покоя}}$ и $HR_{\max}/HR_{\text{покоя}}$), мобилизационных возможностей вентиляторного аппарата ($VE_{\max}/MMV$), ватт-пульса ($W_{\max}/HR_{\max}$), кислородного пульса ($VO_{2\max}/HR_{\max}$) и кислородного эффекта дыхательного цикла ($VO_{2\max}/fb_{\max}$). Расширение представительства ключевых параметров происходит как за счет показателей мобилизационных возможностей, так и за счет и преимущественно показателей экономичности-эффективности.

Эти обстоятельства свидетельствуют о том, что с ростом специальной физической и функциональной подготовленности у спортсменов в значительной мере возрастает напряженность регуляторных механизмов при некотором снижении уровня регулирующих влияний на физиологические системы, а значит, и некоторой утрате оптимальности их функционирования.

Рассмотрение тесноты и количества межпараметрических связей у спортсменов 17-20 лет, имеющих высокий квалификационный статус (КМС), позволяет отметить сохранение широкого диапазона взаимосвязей между изучаемыми параметрами (38 статистически значимых связей). Одновременно наблюдается и значительный рост величины показателя «мощности корреляции» до 7,78 у.е.

В этой группе узловыми параметрами, обуславливающими в наибольшей мере напряженность регуляторных механизмов, оказываются несколько иные показатели, чем в группе спортсменов 14-16 лет. К ним относятся показатели массы (P) тела, максимальной мощности физической нагрузки ($W_{\max}$),

Частоты сердечных сокращений в покое ($HR_{\text{покоя}}$) и при максимальной физической нагрузке ($HR_{\max}$), максимального потребления кислорода ($VO_{2\max}$), мобилизации сердечно-сосудистой системы ($HR_{\max}/HR_{\text{покоя}}$), мобили-

зационных возможностей дыхательной системы ($VE_{\max}/MMV$ и $V_{T\max}/VC$), ватт-пульса ($W_{\max}/HR_{\max}$), кислородного эффекта дыхательного цикла ($VO_{2\max}/fb_{\max}$) и коэффициента соотношения объемно-временных параметров дыхательного цикла ($V_T/fb_{\max}$).

Можно видеть, что если у спортсменок 14-16 лет ключевые параметры почти в равной мере представлены показателями морфофункциональной мощности, функциональной мобилизации и экономичности-эффективности, то у высококвалифицированных спортсменок при сохранении роли параметров морфофункциональной мощности и функциональной мобилизации, акценты смещаются в сторону параметров функциональной экономичности-эффективности.

Полученные результаты дают основание для вывода о сохранении высокой степени напряженности регуляторных механизмов при одновременном существенном росте уровня регулирующих влияний на физиологические системы организма. За счет этого достигается наивысший, из всех трех наблюдаемых возрастно-квалификационных групп спортсменок, уровень функциональной оптимизации регуляторных механизмов, который характерен для спортсменок высокой квалификации (Медведев Д.В., 2007; Воскресенский С.А., 2011; Горбанева Е.П., 2012 и др.).

Глава 4

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СПОРТСМЕНОВ, АДАПТИРОВАННЫХ К РАЗЛИЧНОЙ СПЕЦИФИЧЕСКОЙ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1. Структура и уровень качественных характеристик функциональной подготовленности спортсменов, специализирующихся в различных видах спорта

В ходе многолетней адаптации организма к систематическим мышечным нагрузкам происходит морфофункциональная специализация организма по двум направлениям – повышение уровня функциональных возможностей опорно-двигательного аппарата и физиологических систем, обеспечивающих его высокую активность, и формирование оптимального взаимодействия между этими функциональными системами (Верхошанский Ю.В., 1988).

При этом морфофункциональная специализация заключается в избирательном совершенствовании физиологических механизмов и повышении функциональных возможностей организма, обуславливающих эффективность специфической деятельности, и развитии морфологических перестроек, выступающих материальной основой специализированной гиперфункции (Верхошанский Ю.В., 1966, 1970, 1988).

Структура функциональной подготовленности спортсменов идентична для всех видов спорта. Однако при этом роль, значение тех или иных компонентов, совершенство определенных механизмов, уровень развития определенных функциональных свойств, их сочетание и взаимозависимость обуславливается специфичностью каждого вида спорта и даже конкретной специализации в рамках одного и того же вида спорта (амплуа, дистанция и т.п.) (Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003; Солопов И.Н., 2007). Следует особо отметить, что все параметры функциональных возможностей будут существенно изме-

няться в зависимости от внешних условий и особенностей ритмической организации функционального состояния. Это в особенности касается спортсменов.

Основной задачей настоящей серии исследования явилось изучение особенностей и уровня развития показателей основных качественных характеристик и свойств функциональной подготовленности организма спортсменов, специализирующихся в разных видах спорта.

В качестве обследуемых были приглашены спортсменки пяти специализаций: пловчихи ($n=10$), легкоатлетки – бегуны на средние дистанции ($n=16$), легкоатлетки, специализирующиеся в прыжковых дисциплинах ($n=8$), дзюдоистки ($n=7$) и гимнастки фитнес-аэробики ($n=14$).

Мощность функционирования физиологических систем организма определяет уровень подготовленности спортсмена в большинстве видов спорта, является основой тренированности и выступает в качестве базового свойства функциональной подготовленности, во многом определяющим уровень спортивной результативности (Горожанин В.С., 1984; Верхошанский Ю.В., 1988; Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003; Горбанева Е.П., 2008, 2012).

С целью выяснения особенностей параметров функциональной мощности нами был проведен сравнительный анализ показателей морфофункционального статуса организма спортсменов, специализирующихся в различных видах спорта.

Из представленных в таблице 4.1 данных можно видеть, что величины длины тела представительниц почти всех рассматриваемых видов спорта существенно не различаются между исследуемыми группами. Следует только отметить, что этот показатель у прыгунь был относительно больше, а у бегуний – относительно меньше, чем у спортсменок других видов спорта. Наименьшие величины массы тела отмечались у представительниц плавания и беговых дисциплин легкой атлетики, тогда как наибольшие величины массы тела наблюдались у спортсменок прыгунь и дзюдоисток.

Таблица 4.1

Средние величины показателей функциональной мощности у спортсменок различных специализаций ($\bar{X} \pm m$)

Показатели	Спортивная специализация				
	Плавание (n=10)	Бег (n=16)	Прыжки (n=8)	Дзюдо (n=7)	Фитнес-аэробика (n=14)
	I	II	III	IV	V
L, см	166,0±1,7	161,9±1,3	[II] 171,1±2,0	164,6±3,3	165,9±1,5
P, кг	50,1±2,2	49,6±1,5	[I, II] 57,0±2,4	[I, II] 63,4±4,8	[I, II, IV] 55,4±1,3
VC, мл	3917,0±180,8	[I] 3391,3±129,7	[II] 3867,5±177,7	3610,0±158,5	[I, II, III, IV] 3042,9±104,2
W _{max} , кГм/мин	1140,0±46,4	1048,4±46,5	[I] 956,3±27,4	[III] 1057,1±20,2	[I, II, III, IV] 842,9±32,9
VO _{2max} , мл/мин	3129,8±144,5	2992,9±102,1	2817,3±83,5	[I] 2810,0±34,9	[I, II, III, IV] 2337,7±36,7

Примечание: Здесь и далее достоверность различий по t-критерию Стьюдента с первой – [I]; второй - [II]; третьей [III]; и четвертой [IV] группами при $p < 0,05$.

Сравнение средних величин показателей, отражающих состояние аппарата внешнего дыхания показал преимущество спортсменок, специализирующихся в плавании.

Наименьшие величины этих показателей отмечались у представительниц фитнес-аэробики.

Анализ показателей, зарегистрированных при кратковременной мышечной работе максимальной мощности показал, что собственно мощность такой работы была существенно больше у представительниц циклических видов спорта (плавание, бег) и дзюдо. У пловчих и бегуний был существенно выше, по сравнению со спортсменками других видов спорта, и уровень максимальной аэробной производительности. Одновременно наименьшие величины этих показателей отмечались у представительниц фитнес-аэробики.

Для оценки специфических особенностей возможностей организма к функциональной мобилизации мы осуществили сравнительный анализ таких показателей, как процентное усиление частоты сердечных сокращений при стандартной (W_1) и максимальной физической нагрузках ($W_{\max}$) относительно уровня частоты сердечных сокращений в покое, максимальной вентиляции легких (MMV) и частоты сердечных сокращений при кратковременной работе максимальной мощности ($HR_{\max}$) у спортсменок, специализирующихся в различных видах спорта.

Сравнительный анализ обнаружил, что наилучшие (наибольшие) величины этих показателей наблюдаются у представительниц беговых дисциплин легкой атлетики, плавания и дзюдо. У спортсменок этих спортивных специализаций данные показатели, статистически не различаясь между собой, достоверно превосходили таковые, зарегистрированные у прыгунь и спортсменок фитнес-аэробики (табл. 4.2).

Следует отметить, что у спортсменок фитнес-аэробики наблюдалась меньшая величина частоты сердечных сокращений при работе максимальной мощности, по сравнению с представительницами других видов спорта, у которых величины $HR_{\max}$ существенно не различались между собой.

Кроме выше рассмотренных параметров, для оценки функциональной мобилизации нами рассчитывались показатели, отражающие степень использования спортсменками собственного функционального потенциала вентиляционного аппарата в процессе выполнения мышечной работы максимальной мощности. Для этого рассчитывались процентное использование собственной максимальной вентиляции легких, как отношение рабочей вентиляции легких к MMV и использование собственной жизненной емкости легких, как отношение рабочего дыхательного объема к VC.

Сравнение средних величин этих показателей показало явное преимущество по ним представительниц циклических видов спорта – беговых дисциплин легкой атлетики и плавания (табл. 4.2).

Наряду с функциональной мощностью и мобилизацией, определяющими при спортивной деятельности являются и такие свойства организма, как функциональная устойчивость и функциональная экономизация.

Таблица 4.2

Средние величины показателей функциональной мобилизации у спортсменок различных специализаций ($\bar{X} \pm m$)

Показатели	Спортивная специализация				
	Плавание (n=10)	Бег (n=16)	Прыжки (n=8)	Дзюдо (n=7)	Фитнес- аэробика (n=14)
	I	II	III	IV	V
$HR_{W1} / HR_{\text{покоя}}, \%$	197,5±8,6	208,8±6,0	[II] 177,6±8,3	203,5±12,5	[I, II, IV] 163,7±3,3
$HR_{\text{max}} / HR_{\text{покоя}}, \%$	277,6±14,3	283,9±11,2	[II] 242,2±12,8	286,5±18,4	[I, II, IV] 229,7±6,8
$VE_{\text{max}} / MMV, \%$	73,4±2,2	71,8±2,2	[I] 65,8±2,6	68,4±2,9	68,3±1,5
$V_{T_{\text{max}}} / VC, \%$	57,0±4,1	64,7±3,2	[II] 48,2±1,6	[II] 47,3±2,6	[II, IV] 52,9±2,9
$MMV, \text{л/мин}$	127,7±4,1	[I] 117,2±2,6	[I] 114,6±1,9	[I] 107,9±5,5	[I, II, III, IV] 91,2±3,0
$HR_{\text{max}}, \text{уд/мин}$	183,6±0,8	185,9±1,2	184,6±0,9	85,6±0,8	181,9±2,1

Как отмечалось выше, функциональная устойчивость и экономичность рассматривается как одно из условий оптимального функционирования основных физиологических систем в процессе выполнения определенных двигательных задач в заданных внешних условиях (Withers R.T. et al., 1982; Мищенко В.С., 1986, 1990; Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003; Горбанева Е.П., 2008; Солопов И.Н. и др., 2009, 2010).

В таблице 4.3 представлены средние величины изучаемых параметров функциональной устойчивости и экономичности у спортсменок, специализирующихся в различных видах спорта.

При сравнении показателей функциональной устойчивости у спортсменок различных специализаций обнаружилось весьма существенное преимущество представительниц плавания по этим параметрам. Средние величины времени задержек дыхания как на вдохе, так и на выдохе у них были достоверно больше, чем у представительниц других видов спорта.

Таблица 4.3

Средние величины показателей функциональной устойчивости и функциональной экономизации у спортсменок различных специализаций ($\bar{X} \pm m$)

Показатели	Спортивная специализация				
	Плавание (n=10)	Бег (n=16)	Прыжки (n=8)	Дзюдо (n=7)	Фитнес-аэробика (n=14)
	I	II	III	IV	V
TA in., с	131,5±2,3	116,6±2,2 [I]	67,5±3,1 [I, II]	67,6±2,9 [I, II]	64,6±5,8 [I, II]
TA ex., с	69,1±2,8	50,8±3,9 [I]	41,5±1,9 [I, II]	40,1±2,2 [I, II]	37,2±2,5 [I, II]
HR _{покоя} , уд/мин	67,7±3,4	67,1±2,8	77,5±3,5 [II]	66,3±4,0 [III]	80,1±2,2 [I, II, IV]
W _{max} /HR _{max} , кГм/уд/мин	6,2±0,2	5,7±0,3	5,2±0,1 [I]	5,7±0,1 [I, III]	4,6±0,2 [I, II, III, IV]
VO _{2max} /HR _{max} , мл/уд/мин	17,0±0,7	16,1±0,6	15,3±0,4	15,1±0,2 [I]	12,9±0,3 [I, II, III, IV]
VO _{2max} /fb _{max} , мл/цикл/мин	73,0±3,1	76,5±2,6	69,2±1,6 [II]	65,0±1,2 [I, II]	59,7±1,6 [I, II, III, IV]
VO _{2max} /W _{max} , мл/кГм/мин	2,7±0,1	2,9±0,1	2,9±0,1	2,7±0,1	2,8±0,1
V _{Tmax} /fb _{max} , у.е.	51,7±3,8	54,9±1,7	45,4±1,3 [II]	39,0±1,1 [I, II, III]	40,5±1,8 [I, II, III]

Несколько меньше ($p < 0,05$), чем у пловчих, но существенно больше, чем у прыгунь, дзюдоисток и представительниц фитнес-аэробики, были показатели функциональной устойчивости у бегуний ($p < 0,05$).

Известно, что параметры функциональной экономизации и эффективности весьма тесно связаны со спортивной специализацией и особенностями тре-

нировки спортсменов (Тюрин Ю.Д., Ширковец Е.А., 1973; Антикова В.А., 1976; Шамардин А.И., 2000; Горбанева Е.П., 2008, 2012; Солопов И.Н. и др., 2010).

Нами был проанализирован ряд показателей, отражающих процессы экономизации у спортсменок различных видов спорта.

В среднем показатель $HR_{\text{покоя}}$ у пловчих, бегуний и дзюдоисток статистически не различался между собой и был существенно меньше, чем у представительниц прыжковых дисциплин легкой атлетики и фитнес-аэробики ($p < 0,05$).

При выполнении кратковременной мышечной работы максимальной мощности ряд показателей имели такое же соотношение средних величин, как и в показателях частоты сердечных сокращений в покое, например показатель ватт-пульса ($W_{\text{max}} / HR_{\text{max}}$), который также рассматривается как один из критериев функциональной экономизации у спортсменов (Мищенко В.С., 1990; Горбанева Е.П., 2008),

Еще два показателя, отражающих уровень экономичности и эффективности функционирования физиологических систем организма, кислородный пульс ($VO_{2\text{max}} / HR_{\text{max}}$) и кислородный эффект дыхательного цикла ($VO_{2\text{max}} / fb_{\text{max}}$), оказались существенно выше у представительниц циклических видов спорта – пловчих и бегуний.

И, наконец, еще один показатель, отражающий эффективность и экономичность функционирования внешнего дыхания, – коэффициент соотношения объемно-временных параметров паттерна дыхания ($V_{T\text{max}} / fb_{\text{max}}$), также оказался существенно выше у пловчих ($p < 0,05$) по сравнению со спортсменками других видов спорта.

По нашему мнению, это обстоятельство является прямым проявлением влияния специфики циклических видов спорта. К примеру, в литературе отмечается, что при спортивном плавании, осуществляемом в условиях водной среды, дыхание у человека характеризуется увеличением дыхательного объема при урежении дыхательных циклов (Майлс С., 1971; Солопов И.Н., 1988; Со-

лопов И.Н., Бакулин С.А., 1996). Это обеспечивает уменьшение скоростей дыхательных потоков, что уменьшает энергетическую стоимость легочной вентиляции, а внешне проявляется в увеличении коэффициента соотношения объемно-временных параметров паттерна дыхания (Grimby G., 1976; Кучкин С.Н., 1986; Солопов И.Н. и др., 2007).

В завершении сравнительного анализа для более полного и наглядного представления об уровне и структуре функциональной подготовленности спортсменов, специализирующихся в различных видах спорта, нами была произведена нормализация (приведение к единой шкале) путем построения оценочной шкалы «выбранных точек» (Зациорский В.М., 1982; Фомин В.С., 1984; Медведев Д.В., 2007; Горбанева Е.П., 2012) всего массива изучаемых параметров и выражена в графической форме в виде «функциональных портретов» (рис. 4.1).

Из представленного графика можно видеть, что наибольший уровень (наибольшая графическая суммарная «площадь») практически всех показателей наблюдается у пловчих, затем у бегуний (суммарная величина всех нормализованных оценок у них соответственно составила 8,78 и 8,53 у.е.).

Несколько меньший уровень функциональной подготовленности отмечается у дзюдоисток и прыгуний (соответственно 7,85 и 7,57 у.е.). У представительниц фитнес-аэробики суммарная величина нормализованных оценок составила 6,67 у.е.

Таким образом, полученные в исследовании результаты позволяют констатировать, что структура и уровень качественных характеристик функциональной подготовленности (мощность, мобилизация, устойчивость и экономизация) спортсменов имеют особенности, специфичность которых обуславливается паттерном привычных двигательных локомоций и условиями внешней среды.

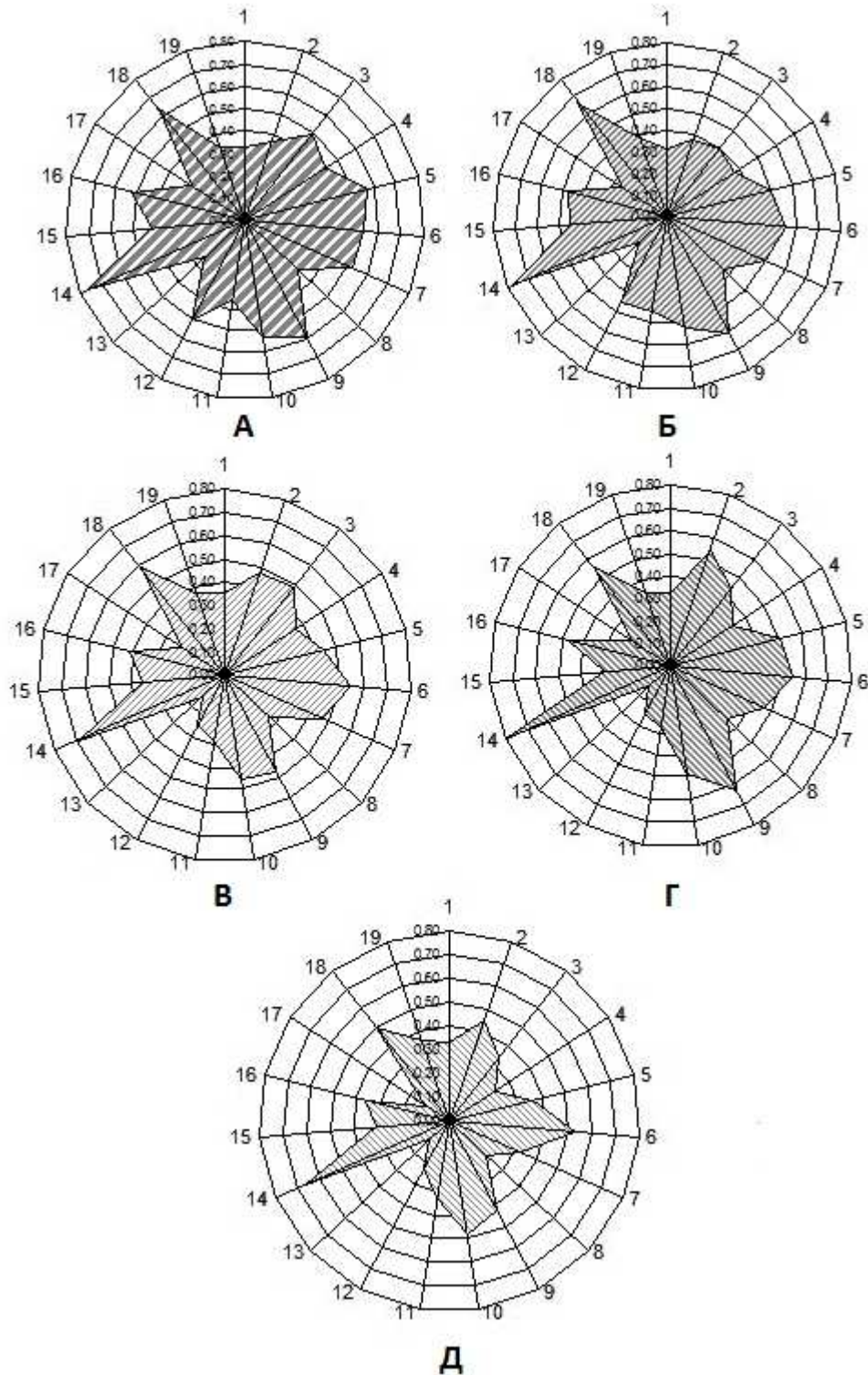


Рис. 4.1. «Функциональные портреты» функциональной подготовленности спортсменов различной специализации (нормализованные величины).

А – плавание, Б – бег, В – прыжки, Г – дзюдо, Д – фитнес-аэробика.

1 – L; 2 – P; 3 – VC; 4 – MMV; 5 – $W_{\max}$; 6 – $HR_{\max}$; 7 – $VO_{2\max}$; 8 – $HR_{W1} / HR_{\text{покоя}}$; 9 – $HR_{\max} / HR_{\text{покоя}}$; 10 – $VE_{\max} / MMV$; 11 – $V_{T\max} / VC$; 12 – TA in; 13 – TA ex.; 14 – $HR_{\text{покоя}}$; 15 – $V_T / fb_{\max}$; 16 – $W_{\max} / HR_{\max}$; 17 – $VO_{2\max} / HR_{\text{ax}}$; 18 – $VO_{2\max} / fb_{\max}$; 19 – $VO_{2\max} / W_{\max}$.

Установлено, что по большинству параметров функциональной подготовленности, представительницы циклических видов спорта демонстрируют существенное преимущество по сравнению с остальными спортсменками. По нашему мнению, это обуславливается характером морфологических и функциональных адаптационных процессов к мышечной деятельности в условиях специфического паттерна движений и особенностями внешних условий, в которых производится работа (воздушная или водная среда).

4.2. Роль различных параметров функциональной подготовленности в обеспечении физической работоспособности спортсменок разной специализации

Известно, что проявления физической работоспособности у спортсменов имеет специфические особенности и определенные структурные различия, которые являются закономерным результатом продолжительного процесса морфофункциональной специализации организма (Верхошанский Ю.В., 1988; Волков Н.И., 1990). Знание и использование закономерностей этой специализации выступают важнейшим условием рационального и эффективного управления развитием адаптации организма к специфическим нагрузкам в спорте. Это касается и формирования программ тренирующих воздействий, выбора стратегии восстановительных средств и мероприятий, и в обязательном порядке – определения маркеров при контроле и оценке функциональной подготовленности спортсменов.

Исходя из выше изложенного, для спортивной практики, в частности, для объективной оценки и характеристики уровня подготовленности, имеет особое значение выяснение влияния различных параметров функциональной подготовленности на уровень физической работоспособности у спортсменок различной специализации, их роли в обеспечении ее высокого уровня и их взаимо-

обусловленности. Выяснение этих вопросов и явилось основной задачей данного раздела исследования.

Так же как и в предыдущей главе, показатель, определяемый в тесте PWC_{170} , принимался нами в качестве собственно величины общей физической работоспособности спортсменок.

Сравнение величин внешней механической работы, фиксируемых в тесте PWC_{170} , у спортсменок разных специализаций показал, что у пловчих, бегуний и дзюдоисток обнаруживаются довольно высокие средние значения этого показателя (соответственно $937,9 \pm 65,9$, $924,7 \pm 37$ и $914,3 \pm 14,4$ кГм/мин), которые статистически не различаются между собой. Несколько меньший уровень физической работоспособности обнаружился у прыгуний ($788,4 \pm 50,2$ кГм/мин) и наименьший был у гимнасток фитнес-аэробики ($615,1 \pm 30,1$ кГм/мин).

Далее был проведен сравнительный анализ степени корреляционной взаимосвязи уровня физической подготовленности, определяемой в тесте PWC_{170} , с различными параметрами функциональной подготовленности спортсменок, объем которых соответствовал анализируемому в предыдущей главе.

В таблице 4.4 представлена матрица корреляционных взаимосвязей изучаемых показателей функциональных возможностей с величиной показателя PWC_{170} спортсменок различной специализации PWC_{170} .

Из представленных данных можно видеть, что физическая работоспособность у спортсменок с различным привычным паттерном локомоций обуславливается разным сочетанием значимых факторов, ее обуславливающих. Это находит подтверждение и в литературе, где отмечается, что отдельные факторы работоспособности варьируют в довольно широком спектре (Аулик И.В., 1990; Шамардин А.И., 2000; Медведев Д.В., 2007; Солопов И.Н. и др., 2010; Лагутина М.В. и др., 2013).

Таблица 4.4

Матрица корреляционных взаимосвязей величины физической работоспособности с функциональными показателями у спортсменок различных специализаций (r)

Показатели	Плавание (n=10)	Легкая атлетика-Бег (n=16)	Легкая атлетика - Скоростно-силовые виды (n=8)	Дзюдо (n=7)	Фитнес-аэробика (n=14)
L	0,369	0,355	-0,144	0,182	0,285
P	0,351	0,360	0,297	0,203	0,493
VC	0,193	0,057	0,721*	0,396	0,541*
W _{max}	0,839*	0,798*	0,816*	0,476	0,832*
HR _{W1} / HR _{покоя}	0,257	0,230	0,551	0,518	-0,110
HR _{max} /HR _{покоя}	0,452	0,384	0,670	0,540	0,071
VE _{max} / MMV	-0,158	-0,231	0,879*	-0,381	-0,300
V _{Tmax} / VC	-0,343	0,007	-0,583	-0,527	-0,410
MMV	0,136	0,537*	-0,385	0,122	0,080
HR _{max}	0,608	0,522*	0,565	0,075	0,737*
TA in.	0,664*	0,560*	0,747*	0,335	0,386
TA ex.	0,541	0,694*	0,743*	0,564	-0,098
HR _{покоя}	-0,453	-0,471	-0,661	-0,583	-0,354
W _{max} / HR _{max}	0,814*	0,822*	0,819*	0,451	0,868*
VO _{2max} / HR _{max}	0,998*	0,835*	0,963*	-0,171	0,920*
VO _{2max} / fb _{max}	0,800*	0,738*	0,578	-0,046	0,617*
VO _{2max} /W _{max}	0,433	-0,250	0,336	-0,378	-0,636*
V _T /fb _{max}	-0,342	0,006	-0,038	-0,249	-0,032

Так, показатели морфофункциональной мощности имеют определенное значение в обеспечении физической работоспособности у представительниц всех рассматриваемых специализаций. При этом наибольшая взаимосвязь уровня PWC₁₇₀ обнаруживается с показателем мощности функционирования -

величиной максимальной мощности выполняемой физической нагрузки ($W_{\max}$), коэффициенты корреляции находятся в диапазоне от 0,798 до 0,839 ($P < 0,05$), тогда как показатели физического развития обуславливают работоспособность в гораздо меньшей степени и при весьма большом диапазоне варьирования значений коэффициента корреляции (от 0,144 до 0,493, $P > 0,05$).

Несколько иная и не столь однозначная ситуация наблюдается при сравнении степени взаимосвязи уровня физической работоспособности с параметрами функциональной мобилизации у представительниц разных видов спорта.

Так, у пловчих только два параметра, отражающих мобилизационные возможности организма, имеют средней силы взаимосвязи с величиной PWC_{170} . Это показатель реактивности сердечно-сосудистой системы ($HR_{\max}/HR_{\text{покоя}}$, $r = 0,452$, $P > 0,05$) и показатель предельного усиления частоты сердечных сокращений при кратковременной работе максимальной мощности ($HR_{\max}$, $r = 0,608$, $P > 0,05$).

Весьма схожая картина наблюдается и у бегуний ($HR_{\max}/HR_{\text{покоя}}$ – $r = 0,384$, $P > 0,05$; $HR_{\max}$ – $r = 0,522$, $P > 0,05$), у которых отмечается еще и статистически значимая взаимосвязь PWC_{170} с величиной максимальной вентиляции легких ($r = 0,537$, $P < 0,05$).

У представительниц скоростно-силовой дисциплины легкой атлетики, прыгуний в высоту, обнаружили весьма обширные взаимосвязи параметров функциональной мобилизации с величиной PWC_{170} . Практически все рассматриваемые показатели этой категории в той или иной мере взаимосвязаны с уровнем физической работоспособности: коэффициенты корреляции находятся в диапазоне от 0,385 до 0,879.

Обусловленность физической работоспособности параметрами функциональной мобилизации и реактивности у дзюдоисток оказалась столь же обширной, что и у прыгуний. Показатели мобилизационных возможностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем имели коэффициенты корреляции с величиной PWC_{170} в диапазоне от 0,381 до 0,540 ($P > 0,05$).

И, наконец, у гимнасток фитнес-аэробики также наблюдались существенные взаимосвязи показателя PWC_{170} с параметрами функциональной мобилизации, хотя и не столь обширные, как у представительниц других спортивных специализаций.

Весьма показательна ситуация, обнаружившаяся при сравнении степени взаимосвязи величины физической работоспособности с параметрами устойчивости и экономичности-эффективности функционирования организма спортсменок разных специализаций.

У представительниц циклических видов спорта (плавание и бег) показатели гипоксической устойчивости, и, особенно, экономичности весьма тесно связаны с величиной PWC_{170} , коэффициенты корреляции находятся в диапазоне от 0,560 до 0,998 ($P < 0,05$).

У спортсменок фитнес-аэробики физическая работоспособность была статистически значимо связана только с параметрами функциональной экономичности (коэффициенты корреляции находятся в диапазоне от 0,617 до 0,868, $P < 0,05$), тогда как с показателями функциональной устойчивости связи не наблюдалось.

В то же время у дзюдоисток параметры функциональной устойчивости и экономичности-эффективности не имели статистически значимой связи с величиной PWC_{170} и характеризовались как средние и слабые.

Сравнительный анализ средних значений коэффициентов корреляции (X_r), который мы рассматриваем как интегративный показатель обусловленности физической работоспособности уровнем функциональной подготовленности спортсменок, показал следующее. Наибольшая степень суммарной обусловленности физической работоспособности уровнем функциональных возможностей в целом наблюдалась у прыгунь и представительниц плавания (X_r составили соответственно 0,583 и 0,486). Далее следуют бегуны ($X_r = 0,437$) и гимнастки фитнес-аэробики ($X_r = 0,432$). Наименьшая величина этого показателя была обнаружена у дзюдоисток ($X_r = 0,344$).

Сравнительный анализ значений средних величин коэффициента корреляции показал, что у пловчих уровень физической работоспособности почти в равной мере связан с параметрами функциональной экономичности и эффективности ($Xr = 0,640$) и с параметрами функциональной устойчивости ($Xr = 0,603$), см. рис. 4.2.

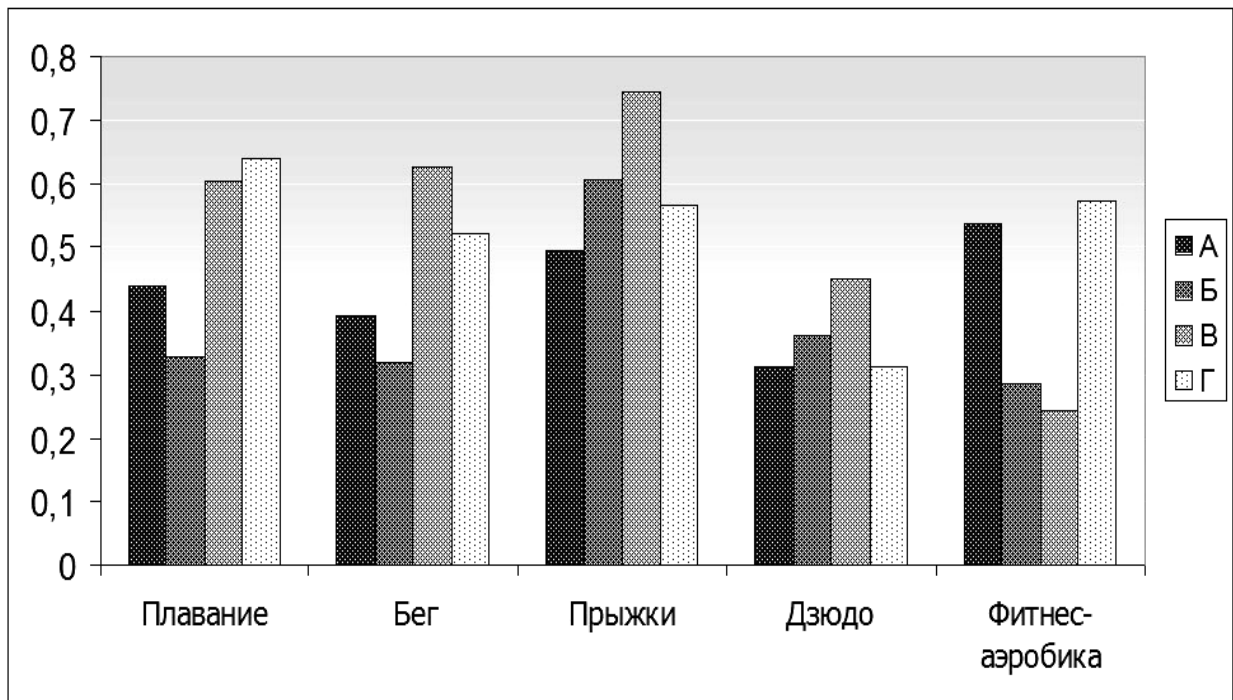


Рис. 4.2. Величины средних коэффициентов корреляции уровня физической работоспособности и параметров различных категорий функциональной подготовленности у представительниц разных спортивных специализаций.

А - «функциональная мощность», Б - «функциональная мобилизация», В - «функциональная устойчивость», Г - «функциональная экономичность-эффективность»,

У спортсменок бегуний физическая работоспособность в первую очередь обуславливается параметрами функциональной устойчивости ($Xr = 0,627$) и в несколько меньшей степени параметрами экономичности-эффективности ($Xr = 0,520$).

У спортсменок прыгуний величина физической работоспособности имеет весьма широкую обусловленность параметрами всех категорий качественных характеристик функциональной подготовленности. Наибольшая сила взаимо-

связи обнаруживается с параметрами функциональной устойчивости ($X_r = 0,745$), в несколько меньшей степени с параметрами функциональной мобилизации ($X_r = 0,606$) и экономичности-эффективности ($X_r = 0,566$). В наименьшей степени физическая работоспособность обуславливается параметрами морфофункциональной мощности ($X_r = 0,495$).

Физическая работоспособность у дзюдоисток, как отмечалось выше, в целом в небольшой мере взаимосвязана с уровнем функциональной подготовленности. Это обуславливается низкой степенью взаимосвязи PWC_{170} с параметрами всех категорий. Тем не менее, наибольшая сила взаимосвязи обнаруживается с параметрами функциональной устойчивости ($X_r = 0,450$).

У представительниц фитнес-аэробики уровень физической работоспособности почти в равной мере обуславливается параметрами экономичности-эффективности ($X_r = 0,571$) и морфофункциональной мощности ($X_r = 0,538$).

Таким образом, физическая работоспособность спортсменов разных специализаций характеризуется различной структурой обусловленности разных параметров функциональной подготовленности при весьма широкой вариативности, что, вероятно, обусловлено именно спецификой привычного характера локомоций в рамках определенного вида спорта.

Физическая работоспособность представительниц практически всех спортивных специализаций обуславливается преимущественно параметрами функциональной устойчивости и функциональной экономичности-эффективности. Это вполне объяснимо тем, что спортсменки, приглашенные для обследования, имели высокий уровень подготовленности, который, как известно, в первую очередь характеризуется высоким уровнем функциональной экономизации, эффективности и устойчивости (Мищенко В.С., 1990; Кучкин С.Н., 1999; Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003; Горбанева Е.П., 2008, 2012).

4.3. Уровень напряженности регуляторных механизмов у спортсменок адаптированных к мышечной деятельности с различным характером локомоций

Характер специфической мышечной деятельности в спорте, регулярные упражнения в определенном виде локомоций, неизбежно и весьма существенно влияют на все стороны функциональных отравлений организма (Верхошанский Ю.В., 1988; Мищенко В.С., 1990; Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003; Горбанева Е.П., 2008; Солопов И.Н. др., 2010). При этом степень и характер влияния регулярной мышечной деятельности на те или иные компоненты функциональной подготовленности определяются ее специфическими особенностями, так как именно они обуславливают рекрутирование определенных физиологических систем и их функциональных свойств в специфическом сочетании. Это касается всех без исключения компонентов функциональной подготовленности, начиная с компонентов, определяющих регуляцию и управление, и заканчивая компонентами исполнения, собственно локомоций (Фомин В.С., 1984; Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003; Горбанева Е.П., 2008; Солопов И.Н. др., 2010).

Одним из важнейших компонентов функциональной подготовленности, обуславливающих успешность и эффективность специфической двигательной деятельности являются контуры нейро-гуморальной регуляции функций (Фомин В.С., 1984; Горожанин В.С., 1984; Солопов И.Н., 2007). От эффективности, напряженности регуляторных механизмов, обеспечивающих управление вегетативными и локомоторной функциями, во многом будет зависеть и эффективность специфической двигательной деятельности в целом.

В литературе этому аспекту функциональной подготовленности спортсменов уделяется определенное внимание, которое, вместе с тем, как нами уже отмечалось, в основном касается спортивной деятельности мужчин (Медведев Д.В., 2007; Горбанева Е.П., 2008, 2012; Солопов И.Н. и др., 2010). Изучению особенностей регуляции функций у женщин-спортсменок посвящены лишь

единичные исследования (Лагутина М.В., 2013). При этом, в основном, рассматриваются вопросы гуморальной регуляции и гормональной обусловленности функционального состояния женщин спортсменок (Иорданская Ф.А., 1999; Шахлина Л.Г., 1999, 2001 и др.).

В связи с выше изложенным, представляется весьма важным выяснение особенностей реализации механизмов регуляторного компонента функциональной подготовленности, напряженности деятельности нейро-гуморального контура регуляции в целом у спортсменок с различным привычным паттерном локомоций.

Для оценки степени напряженности регуляторных механизмов, весьма важной характеристики регуляторного компонента функциональных возможностей спортсменов (Фомин В.С., 1984), был проведен анализ тесноты межпараметрических взаимосвязей. Это позволяет охарактеризовать физиологическую «стоимость» адаптации и достигнутого уровня функциональной подготовленности с качественной стороны (Гедымин М.Ю. и др., 1988; Горбанева Е.П., 2008; Солопов И.Н. и др., 2010).

На рис. 4.3 представлены статистически значимые взаимосвязи изучаемого спектра показателей у представительниц различных специализаций, имеющих высокий уровень подготовленности и, следовательно, сформированный уровень специфической адаптированности к специфической спортивной деятельности.

Из представленных данных можно видеть, что количество и теснота межпараметрических взаимосвязей у спортсменок разных видов спорта различаются и весьма существенно. У спортсменок пловчих общее количество статистически значимых корреляционных связей наименьшее (28) по сравнению с представительницами других видов спорта (рис. 4.3 А), что свидетельствует об относительно низкой степени напряженности регуляторных механизмов, обеспечивающих их специфическую двигательную деятельность.

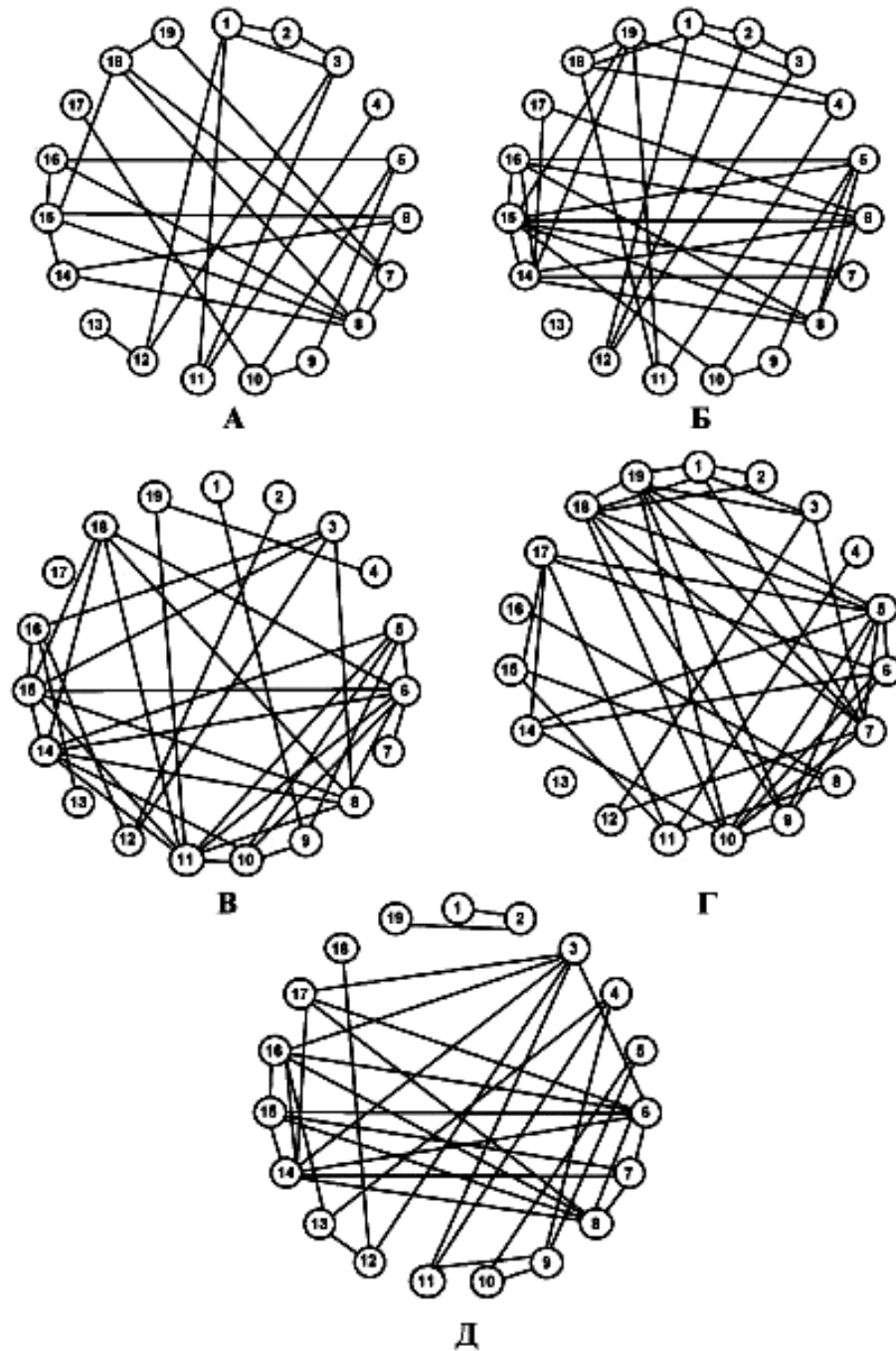


Рис. 4.3. Матрицы интеркорреляционных связей параметров, отражающих функциональную подготовленность спортсменов разной специализации (только достоверные взаимосвязи).

А – плавание, Б – бег, В – прыжки, Г – дзюдо, Д – фитнес-аэробика.
 (1 - L; 2 - P; 3 - VC; 4 - MMV; 5 - $HR_{\text{покоя}}$; 6 - W_{max} ; 7 - HR_{max} ; 8 - $VO_{2\text{max}}$; 9 - $HR_{W1}/HR_{\text{покоя}}$; 10 - $HR_{\text{max}}/HR_{\text{покоя}}$; 11 - VE_{max}/MMV ; 12 - $V_{T\text{max}}/VC$; 13 - $V_{T\text{max}}/fb_{\text{max}}$; 14 - $W_{\text{max}}/HR_{\text{max}}$; 15 - $VO_{2\text{max}}/HR_{\text{max}}$; 16 - $VO_{2\text{max}}/fb_{\text{max}}$; 17 - $VO_{2\text{max}}/W_{\text{max}}$; 18 - TA in.; 19 - TA ex.).

У квалифицированных дзюдоисток, напротив, отмечается наивысшая плотность межпараметрических корреляционных взаимосвязей (40), что указывает на весьма высокую степень напряженности регуляций (рис. 4.3 Г).

У представительниц других наблюдаемых видов спорта количество статистически значимых межпараметрических взаимосвязей находится на относительно среднем уровне (в диапазоне 35-36 связей).

Сравнение величин показателя «мощности корреляции» показало довольно четкое распределение спортсменок на две группы. Первую группу образовали спортсменки с относительно низкими его значениями – пловчихи (7,90 у.е.), бегуны (7,47 у.е.) и гимнастки фитнес-аэробики (7,68 у.е.), а значит, и с относительно низким уровнем регулирующих влияний.

Во вторую группу вошли спортсменки с относительно высокими значениями показателя «мощности корреляции» – прыгуньи (8,74 у.е.) и дзюдоистки (9,16 у.е.) – и, следовательно, с относительно высоким уровнем регулирующих влияний. Можно видеть, что это представительницы скоростно-силовых видов спорта, в которых наблюдается высокий уровень психоэмоционального напряжения.

Сравнение структуры межпараметрических взаимосвязей у спортсменок различных специализаций обнаруживает специфическое представительство узловых параметров, в наибольшей мере оказывающих влияние на общий уровень напряженности регуляторных механизмов.

У пловчих таких узловых параметров (имеющих четыре и более статистических взаимосвязей) оказалось довольно мало – 5: длина тела (L), жизненная емкость легких (VC), максимальное потребление кислорода (VO_{2max}), кислородный эффект дыхательного цикла (VO_{2max}/fb_{max}) и время задержки дыхания на вдохе ($TA\ in.$). Эти показатели относятся в основном к параметрам морфофункциональной мощности (L , VC , VO_{2max}) и по одному к параметрам функциональной экономичности-эффективности (VO_{2max}/fb_{max}) и функциональной устойчивости ($TA\ in.$).

У представительниц беговых и прыжковых дисциплин легкой атлетики и фитнес-аэробики количество узловых параметров обнаруживается в несколько большем объеме (по 9), чем у пловчих. Более широкий спектр ключевых параметров обуславливается включением в их число показателей, в основном определяющих функциональную экономичность-эффективность и функциональную устойчивость у представительниц всех обозначенных спортивных специализаций и отдельных параметров функциональной мобилизации у прыгунь и гимнасток фитнес-аэробики.

Наибольшее количество узловых параметров отмечается у дзюдоисток (11), что в совокупности с общим, гораздо большим количеством статистически значимых межпараметрических связей, и обуславливает наибольшую величину показателя «мощности корреляции» (рис 4.3. Г). При этом в качестве узловых параметров у дзюдоисток выступают показатели всех категорий качественных характеристик функциональной подготовленности спортсменок.

Таким образом, сравнительный анализ степени интегрированности всего спектра изучаемых параметров функциональной подготовленности представительниц разных видов спорта, отражающей уровень напряженности регуляторных механизмов, обнаружил характерные особенности специфической структуры межпараметрических взаимосвязей у каждой спортивной специализации. Эти особенности заключаются в различиях структурных компонентов, как по номиналу, так и по степени их интегрированности.

К характерным особенностям регуляторного компонента функциональной подготовленности пловчих относятся низкая степень напряженности регуляторных механизмов и относительно низкий уровень регулирующих влияний в целом на организм, что свидетельствует о высоком уровне функциональных возможностей физиологических систем в отдельности.

Регуляторный компонент функциональной подготовленности спортсменок, специализирующихся в беге, легкоатлетических прыжках, фитнес-аэробике и особенно в дзюдо, характеризуется относительно высоким уровнем

напряженности регуляторных механизмов и высокой степенью регулирующих влияний на физиологические системы, что отражает развитие функциональной оптимизации, направленной на повышение возможностей организма в целом, как механизма компенсации относительно низких функциональных возможностей отдельных систем.

Глава 5

ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНОК В РАЗЛИЧНЫЕ ФАЗЫ ОВАРИАЛЬНО- МЕНСТРУАЛЬНОГО ЦИКЛА

В настоящее время все более актуализируется проблема оптимальной адаптации женского организма к тренировочным и соревновательным нагрузкам в спорте. Особо отмечается влияние на параметры функциональной подготовленности индивидуально-типологических особенностей организма женщин и спортивной специализации (Соболева Т.С., 1999; Klentrou P., Plyley M., 2003; Калинина Н.А., 2004; Ткачук М.Г., Олейник Е.А., 2006; Лагутина М.В., 2013). В литературе отмечаются как изменения функционального состояния организма девушек в определенные фазы менструального цикла, так и изменения параметров физиологических систем и уровня физической работоспособности (Иорданская Ф.А., 1999; Соха Т.К., 2002; Ситяева С.М., 2005; Лагутина М.В. и др., 2013).

Вместе с тем, в литературе анализ изменения различных параметров функционального состояния производится по абсолютным параметрам физической работоспособности и отдельных физиологических систем, что в некоторой степени снижает информативность получаемых данных и не позволяет в полной мере дать качественную характеристику наблюдаемой динамике. По нашему мнению, рассмотрение изменений функционального состояния имеет смысл произвести с позиций категоризации различных параметров функциональных возможностей спортсменок.

Исходя из выше изложенного, в данном разделе исследования основной задачей явилось изучение динамики функциональных возможностей и функционального состояния организма у квалифицированных спортсменок в течение овариально-менструального цикла (ОМЦ).

5.1. Динамика состояния структурных компонентов функциональной подготовленности спортсменок в различные фазы овариально-менструального цикла

В соответствие с поставленной задачей нами был проведен сравнительный анализ динамики параметров функциональной подготовленности и функционального состояния у спортсменок, имеющих высокий уровень специфической адаптации к физическим нагрузкам в фитнес-аэробике в менструальную, постменструальную и постовуляторную фазы овариально-менструального цикла.

Круг изучаемых показателей был таким же, что на двух предыдущих этапах исследования, описанных в главах 3 и 4. В таблице 5.1 представлены средние величины параметров морфофункциональной мощности, зарегистрированные в наблюдаемые фазы овариально-менструального цикла.

Таблица 5.1

Средние величины показателей функциональной мощности у спортсменок в разные фазы ОМЦ ($\bar{X} \pm m$)

Показатели	Менструальная фаза (n=9)	Постменструальная фаза (n=9)	Постовуляторная фаза (n=9)	I-II	II-III	I-III
	I	II	III			
L, см	163,8±1,7	163,8±1,7	163,8±1,7	-	-	-
P, кг	54,9±1,2	54,8±1,2	54,4±1,2	-	-	-
VC, л	3,73±0,28	3,56±0,21	3,54±0,26	-	-	-
W _{max} , КГМ/МИН	856,8±18,3	854,8±18,1	848,1±18,1	-	-	-
VO _{2max} , МЛ/МИН	2603,7±50,4	2570,4±51,8	2594,8±65,5	-	-	-

Из представленных данных можно видеть, что показатели категории морфофункциональной мощности, которые в большинстве своем являются параметрами консервативными, практически не изменяются в зависимости от фаз

ОМЦ. Наблюдаемые различия не превышают $\pm 1,0\%$ ($P > 0,05$). Исключение составляет лишь показатель жизненной емкости легких, который из всех приведенных параметров является наиболее динамичным. Величина VC в постменструальную фазу на 4,6% ($P > 0,05$) меньше по сравнению с менструальной, а в постовуляторную фазу меньше на 0,6% ($P > 0,05$) по сравнению с постменструальной фазой.

Данное обстоятельство вполне объяснимо тем, что в большинстве своем показатели морфофункциональной мощности являются параметрами довольно стабильными и существенно изменяются только при каком-либо продолжительном воздействии и выступают результатом процесса долговременной адаптации.

Несколько иная картина наблюдается в динамике показателей функциональной мобилизации в течение ОМЦ у спортсменок в фитнес-аэробике (табл. 5.2).

Таблица 5.2

Средние величины показателей функциональной мобилизации у спортсменок в разные фазы ОМЦ ($\bar{X} \pm m$)

Показатели	Менструальная фаза (n=9)	Постменструальная фаза (n=9)	Постовуляторная фаза (n=9)	I-II	II-III	I-III
	I	II	III			
HR _{max} /HR _{покоя} , %	282,1 $\pm$ 6,7	268,0 $\pm$ 7,5	273,0 $\pm$ 8,1	-	-	-
HR _{W1} / HR _{покоя} , %	210,2 $\pm$ 8,2	204,1 $\pm$ 5,0	208,3 $\pm$ 6,7	-	-	-
VE _{max} / MMV, %	54,2 $\pm$ 3,4	39,4 $\pm$ 1,8	48,5 $\pm$ 2,6	*	*	-
V _{Tmax} / VC, %	24,5 $\pm$ 1,9	27,3 $\pm$ 3,3	27,9 $\pm$ 2,9	-	-	-
MMV, л/мин	73,1 $\pm$ 4,9	96,3 $\pm$ 3,2	105,0 $\pm$ 3,2	*	-	*
HR _{max} , уд/мин	174,9 $\pm$ 2,1	175,0 $\pm$ 2,0	174,6 $\pm$ 2,	-	-	-

Если параметры, отражающие мобилизационные возможности сердечно-сосудистой системы (HR_{max}/HR_{покоя}, HR_{W1}/ HR_{покоя} и HR_{max}), изменяются стати-

стически не значительно (наблюдаемые изменения находятся в диапазоне от $\pm 0,2$ до $\pm 5,0\%$, $P > 0,05$), то показатели мобилизации вентиляторной системы имеют ярко выраженную динамику.

Так, величина произвольной максимальной вентиляции легких (MMV) была наименьшей в менструальную фазу и составила $73,1 \pm 4,9$ л/мин. В постменструальную фазу MMV довольно существенно возрастает на $31,7\%$ ($P < 0,05$) по отношению к уровню, зафиксированному в менструальную фазу. В постовуляторную фазу величина этого показателя еще в определенной мере возросла (на $9,0\%$, $P > 0,05$).

Столь же выраженные различия наблюдаются и в динамике показателя $VE_{\max}/MMV$, отражающего способность использовать максимальные вентиляторные возможности в процессе выполнения мышечной работы. В менструальную фазу этот показатель составил величину в среднем $54,2 \pm 3,4\%$, в постменструальную фазу он уменьшился до $39,4 \pm 1,8\%$ (снижение на $31,7\%$, $P < 0,05$), а в постовуляторную фазу уже увеличился до $48,5 \pm 2,6\%$ (рост по отношению к постменструальной фазе составил $23,1\%$, $P < 0,05$).

Необходимо отметить, что динамика параметров, отражающих мобилизационные возможности системы кровообращения, хотя размеры изменений были существенно меньшими, была схожа с выше описанной. Снижение средних величин показателей, отражающих реактивность сердечно-сосудистой системы, наблюдалось именно в постменструальную фазу.

В таблице 5.3 представлены средние величины показателей, отражающих функциональную устойчивость и экономичность-эффективность функционирования.

Из приведенного цифрового материала можно видеть, что гипоксическая устойчивость у спортсменок в пробе с задержкой дыхания на выдохе практически не изменяется в разные фазы овариально-менструального цикла. При этом значения времени задержки дыхания на вдохе несколько различались в разные фазы ОМЦ. Наибольшая продолжительность произвольного апноэ наблюдает-

ся в постменструальную фазу ($70,3 \pm 6,8$ с), а наименьшая – в менструальную фазу ($60,9 \pm 7,3$ с). Различия составили 15,4 % ($P < 0,05$). Снижение гипоксической устойчивости спортсменок в пробе с задержкой дыхания на вдохе в менструальной фазе, по сравнению с постменструальной, отмечается и в литературе (Лагутина М.В., 2013).

Таблица 5.3

Средние величины показателей функциональной экономизации у спортсменок в разные фазы ОМЦ ($\bar{X} \pm m$)

Показатели	Менструальная фаза (n=9)	Постменструальная фаза (n=9)	Постовуляторная фаза (n=9)	I-II	II-III	I-III
	I	II	III			
TA in., с	$60,9 \pm 7,3$	$70,3 \pm 6,8$	$63,8 \pm 8,7$	-	-	-
TA ex., с	$43,3 \pm 4,7$	$40,1 \pm 2,1$	$42,6 \pm 4,1$	-	-	-
HR _{покоя} , уд/мин	$62,2 \pm 1,3$	$64,6 \pm 2,1$	$65,4 \pm 1,8$	-	-	-
W _{max} / HR _{max} , кГм/уд/мин	$4,9 \pm 0,1$	$4,9 \pm 0,1$	$4,9 \pm 0,1$	-	-	-
VO _{2max} / HR _{max} , мл/уд/мин	$14,9 \pm 0,4$	$14,7 \pm 0,4$	$14,9 \pm 0,5$	-	-	-
VO _{2max} / fb _{max} , мл/цикл/мин	$59,2 \pm 1,2$	$52,6 \pm 1,6$	$57,1 \pm 2,0$	*	-	-
VO _{2max} /W _{max} , мл/кГм/мин	$3,0 \pm 0,1$	$3,0 \pm 0,1$	$3,1 \pm 0,1$	-	-	-
V _{Tmax} /fb _{max} , у.е.	$19,9 \pm 0,5$	$19,8 \pm 1,8$	$20,0 \pm 1,2$	-	-	-

В большинстве показателей функциональной экономичности и эффективности не обнаруживается существенных различий (изменения находились в диапазоне от 0 до $\pm 5,1\%$, $P > 0,05$). Исключение составил показатель кислородного эффекта дыхательного цикла. Этот показатель имел наименьшую величину в постменструальную фазу ($52,1 \pm 1,6$ мл/цикл/мин) по сравнению как с менструальной фазой (различия составили 11,1%, $P < 0,05$), так и с постовуляторной (различия составили 8,6%, $P > 0,05$).

Обращает на себя внимание весьма характерная динамика параметров экономичности-эффективности, которая была отмечена и в изменении параметров функциональной мобилизации: наименьшие величины большинства показателей обеих категорий наблюдаются именно в постменструальную фазу, хотя эта разница не всегда ярко выражена.

Далее, как и на предыдущих этапах исследования, для более наглядного представления о динамике изучаемых параметров функциональной подготовленности спортсменок в разные фазы ОМЦ, была произведена их нормализация (приведение к единой шкале) путем построения оценочной шкалы «выбранных точек» и выражена в графической форме в виде «функциональных портретов» или «профилей функциональной подготовленности» (рис. 5.1).

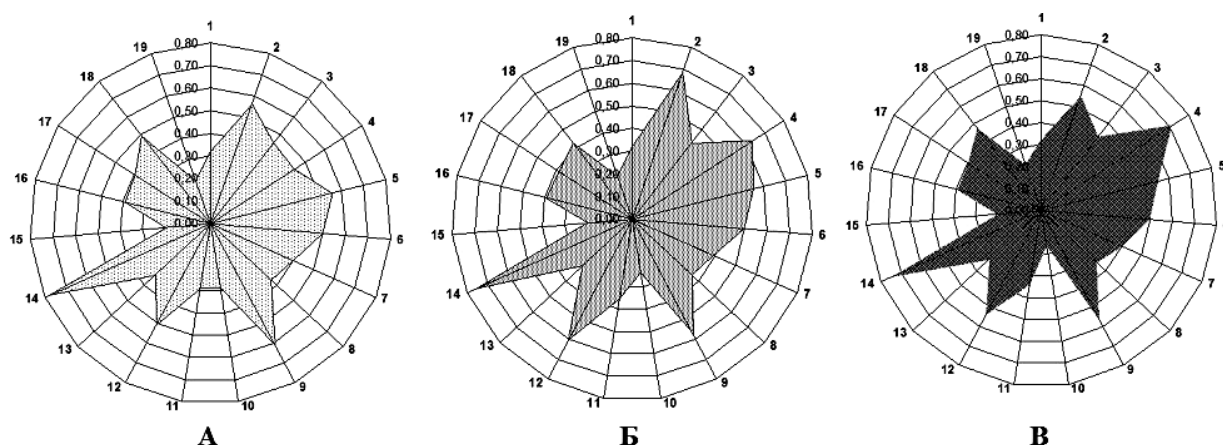


Рис. 5.1. Профиль функциональной подготовленности спортсменок в различные фазы ОМЦ (нормализованные величины).

А – менструальная фаза, Б – постменструальная фаза, В – постовуляторная фаза.

1 – L; 2 – P; 3 – VC; 4 – MMV; 5 – $W_{\max}$; 6 – $HR_{\max}$; 7 – $VO_{2\max}$; 8 – $HR_{W1} / HR_{\text{покоя}}$;

9 – $HR_{\max} / HR_{\text{покоя}}$; 10 – $VE_{\max} / MMV$; 11 – $V_{T\max} / VC$; 12 – TA in.; 13 – TA ex.; 14 – $HR_{\text{покоя}}$;

15 – $V_T / fb_{\max}$; 16 – $W_{\max} / HR_{\max}$; 17 – $VO_{2\max} / HR_{ax}$; 18 – $VO_{2\max} / fb_{\max}$; 19 – $VO_{2\max} / W_{\max}$.

Из представленного графика можно видеть, что уровень (наибольшая графическая суммарная «площадь») практически всех показателей в разные фазы ОМЦ у спортсменок существенно не различается (суммарная величина всех нормализованных оценок составила в менструальную фазу – 8,15, в по-

стменструальную фазу – 8,08 и в постовуляторную – 8,31 у.е.). Вместе с тем, все же наименьшая сумма нормализованных оценок, а значит и наименьший уровень функциональных возможностей на данный момент, отмечается в постменструальную фазу.

Таким образом, сравнительный анализ параметров, составляющих различные категории качественных характеристик функционирования, показал относительно более низкий их уровень в постменструальную фазу ОМЦ. Наиболее реактивными параметрами являются показатели вентиляторной функции организма. Именно их изменения наиболее ярко выражены.

Наиболее чувствительными к изменению функционального состояния организма спортсменок, обусловливаемого разными фазами ОМЦ, оказываются параметры функциональной мобилизации физиологических систем.

5.2. Взаимосвязи параметров функциональной подготовленности с уровнем физической работоспособности у спортсменок в различные фазы овариально-менструального цикла

Для объективной диагностики функционального состояния организма спортсменок, а значит, и эффективного управления развитием адаптации, весьма важно знать, каким образом изменяется уровень физической работоспособности, как интегративного показателя функциональной подготовленности спортсменок (Мищенко В.С., 1990; Шамардин А.И., 2000; Горбанева Е.П., 2008). Более того, важно знать не только, в каком направлении и в каких пределах изменяется работоспособность, но и за счет чего это происходит.

Из литературы известно, что в разные фазы овариально-менструального цикла уровень физической работоспособности спортсменок может значительно и разнонаправленно меняться (Иорданская Ф.А., 1999; Шахлина Л.Г., 1999; Janse de Jonge X.A., 2003; Sewright K.A. et al., 2008; Захарьева Н.Н., 2010; Ключко Л.И., Трофимов В.А., 2012; Giriya B., Veeraiah S., 2011; Лагутина М.В.,

2013). При этом наблюдаются существенные изменения параметров физического состояния и адаптации организма к тренировочным нагрузкам в ходе ОМЦ (Крефф А.Ф., Като М.Ф., 1986; Граевская Н.Д. и др., 1987; Радзиевский А.Р. и др., 1990; Венгерова Н.Н., Соловьева И.О., 2009).

Данное явление объясняется весьма значительными изменениями функционального состояния женщин, обусловленными сдвигами как гормонального, так и функционального статуса организма (Kaiserauer S. et al., 1989; Otis C.L., 1992; Шахлина Л.Г., 1999, 2001; Соха Т., 2002; Бугаева Н.А., Корягина Ю.В., 2004; Лагутина М.В., 2013). Было обнаружено изменение физиологических параметров, биохимических показателей крови, гипофизарно-яичниковой и тиреоидной систем, активности вегетативной нервной системы и функционального состояния центральной нервной системы (Анашкина Г.А., 1984; Gore-Laugeon R.E. et al., 1994; Бугаева Н.А., Корягина Ю.В., 2004; Захарьева Н.Н., 2010).

В этой связи на данном этапе исследования в качестве очередной задачи явилось изучение динамики значения различных параметров функциональной подготовленности в обеспечении физической работоспособности спортсменок, специализирующихся в фитнес-аэробике на протяжении ОМЦ, а именно, в менструальную, постменструальную и постовуляторную фазы.

Для этого было проведено сравнение степени корреляционной взаимосвязи величины физической работоспособности с параметрами, составляющими разные категории качественных характеристик функциональной подготовленности спортсменок. Объем изучаемых параметров и общая схема анализа оставались такими же, что и на предыдущих этапах исследования.

Сравнение средних величин уровня физической работоспособности, определяемой в тесте PWC_{170} , у спортсменок в разные фазы ОМЦ показало, что в менструальную фазу PWC_{170} в среднем равнялось $802,1 \pm 29,7$ кгм/мин.

В постменструальную фазу наблюдалось некоторое ее снижение до $782,6 \pm 30,5$ кГм/мин или на 2,4% ($P > 0,05$), относительно величины физической работоспособности, зарегистрированной в менструальную фазу.

В постовуляторную фазу средняя величина физической работоспособности была меньше, чем в менструальную (на 0,6%, $P > 0,05$), но несколько больше, чем в постменструальную фазу (на 1,8%, $P > 0,05$) и составила $797,0 \pm 38,5$ кГм/мин.

Отмеченные незначительные различия величины PWC_{170} , вероятно, связаны с тем, что у спортсменок разных спортивных специализаций изменения физической работоспособности в разные фазы происходят в различной мере. В литературе указывается, что частота встречаемости изменений уровня физической работоспособности в большой степени зависит от спортивной специализации, т.е. от характера локомоций спортсменок, в рамках которых осуществляется основная тренировочная и соревновательная деятельность.

Наибольшая частота колебаний уровня работоспособности в зависимости от фаз ОМЦ наблюдается у представительниц циклических видов спорта (плавание, бег), а наименьшая частота и степень изменений работоспособности в ходе ОМЦ отмечается у представительниц сложнокоординационных видов спорта (акробатика, гимнастика и др.) (Соболева Т.С., 1999).

Далее был проведен сравнительный анализ степени корреляционной взаимосвязи (а значит, и взаимообусловленности) величин физической работоспособности с различными показателями функциональной подготовленности (табл. 5.4).

В результате такого анализа было установлено, что уровень физической работоспособности в течение ОМЦ довольно тесно взаимосвязан с параметрами морфофункциональной мощности, а именно, с величиной массы тела (P) спортсменок и максимальной мощностью кратковременной работы (W_{max}). При этом наиболее сильно эти связи отмечаются в постменструальную фазу (соответственно коэффициенты корреляции составили 0,823 и 0,820, $P < 0,05$).

Несколько слабее была корреляционная связь этих показателей с PWC_{170} в постовуляторную фазу (соответственно $r = 0,609$ и $0,609$, $P > 0,05$). И еще в большей мере степень взаимосвязи этих параметров с физической работоспособностью снижается в менструальную фазу (соответственно $r = 0,474$ и $0,474$, $P > 0,05$).

Таблица 5.4

Матрица корреляционных взаимосвязей величины физической работоспособности с функциональными показателями у спортсменок в разные фазы овариально-менструального цикла (r)

Показатели	Менструальная фаза (n=9)	Постменструальная фаза (n=9)	Постовуляторная фаза (n=9)
L	-0,253	0,178	0,075
P	0,474	0,823*	0,609
VC	0,192	0,344	-0,150
$W_{\max}$	0,474	0,820*	0,609
$HR_{W1} / HR_{\text{покоя}}$	0,317	0,282	0,499
$HR_{\max} / HR_{\text{покоя}}$	0,029	-0,040	0,060
$VE_{\max} / MMV$	-0,187	-0,410	-0,617
$V_{T\max} / VC$	-0,127	-0,463	-0,111
MMV	0,225	-0,093	0,219
$HR_{\max}$	-0,623	-0,642	-0,579
TA in.	-0,024	-0,130	-0,424
TA ex.	-0,214	-0,021	-0,535
$HR_{\text{покоя}}$	-0,345	-0,222	-0,437
$W_{\max} / HR_{\max}$	0,717*	0,962*	0,794*
$VO_{2\max} / HR_{\max}$	0,949*	0,954*	0,93*
$VO_{2\max} / fb_{\max}$	0,620	0,492	0,566
$VO_{2\max} / W_{\max}$	0,439	0,200	0,560
$V_T / fb_{\max}$	-0,384	-0,364	-0,546

Параметры функциональной мобилизации взаимосвязаны с PWC_{170} в разные фазы ОМЦ при средней степени силы и ни один из коэффициентов корреляции не достигает критического значения статистической достоверно-

сти. Вместе с тем один из параметров этой категории (частота сердечных сокращений при максимальной физической нагрузке – HR_{max}) обнаруживает устойчивую корреляционную взаимосвязь во все фазы ОМЦ в диапазоне значений от -0,579 до -0,642 ($P > 0,05$).

Совершенно другая ситуация обнаруживается при анализе степени взаимосвязи PWC_{170} с параметрами функциональной устойчивости и экономичности-эффективности. У спортсменок во все фазы ОМЦ наблюдалась очень высокая корреляционная взаимосвязь PWC_{170} с двумя показателями – ватт-пульсом (W_{max}/HR_{max}) в диапазоне от 0,717 до 0,962 ($P < 0,05$) и кислородным пульсом (VO_{2max}/HR_{max}) в диапазоне от 0,937 до 0,954 ($P < 0,05$).

Другие показатели функциональной экономичности-эффективности и показатели функциональной устойчивости в менструальную фазу были связаны с PWC_{170} с разной степенью силы, при этом ни один из соответствующих коэффициентов корреляции не достигает критических значений статистической достоверности (0,024 – 0,620, $P > 0,05$).

В постменструальную фазу ситуация практически аналогична, наблюдаемой в менструальную фазу (коэффициенты корреляции находятся в диапазоне от 0,021 до 0,492, $P > 0,05$).

Несколько иная картина отмечалась в постовуляторную фазу, в течение которой все изучаемые параметры функциональной устойчивости и экономичности-эффективности взаимосвязаны с PWC_{170} с разной степенью силы, коэффициенты корреляции находятся в диапазоне от 0,424 до 0,566 ($P > 0,05$).

Дальнейший анализ был связан со сравнением рассчитанных величин средних значений коэффициентов корреляции, принимаемых нами за меру обусловленности физической работоспособности уровнем функциональной подготовленности. Рассмотрение этих показателей в целом (в совокупности всех изучаемых параметров) в соответствующие фазы ОМЦ показало, что обусловленность физической работоспособности уровнем функциональных возможностей организма спортсменок была наибольшей в постовуляторную

фазу ($X_r = 0,463$), несколько меньше в постменструальную ($X_r = 0,413$), и в наименьшей мере – в менструальную фазу ($X_r = 0,366$).

Это обстоятельство может быть связано с тем, что в постменструальную и постовуляторную фазы создаются оптимальные условия для функционирования кислородтранспортной системы, составляющей одно из центральных звеньев функциональных возможностей организма в целом (Шахлина Л.Г., 1999).

Далее для выяснения роли различных параметров функциональной подготовленности, составляющих разные категории, нами были рассчитаны значения средних коэффициентов корреляции для каждой из этих категорий: «функциональной мощности», «функциональной мобилизации», «функциональной устойчивости» и «функциональной экономичности-эффективности».

Из представленных на рисунке 5.2 данных можно видеть, что значения средних коэффициентов корреляции параметров функциональной мощности с уровнем физической работоспособности наибольшие в постменструальную фазу ($X_r = 0,541$), а наименьшие – в менструальную фазу ОМЦ ($X_r = 0,349$).

Средний коэффициент корреляции параметров мобилизационных возможностей с величиной PWC_{170} в менструальную фазу составил 0,251, в постменструальную фазу – 0,322 и в постовуляторную фазу – 0,348. Можно видеть, что параметры функциональной мобилизации обуславливают физическую работоспособность в разные фазы ОМЦ практически в равной мере, при небольшом преобладании их влияния в постменструальную и постовуляторную фазы.

Сравнительный анализ значений средних коэффициентов корреляции параметров функциональной устойчивости с величинами физической работоспособности показал, что наибольшая степень взаимосвязи обнаруживается в постовуляторную фазу ($X_r = 0,479$), тогда как в постменструальную и менструальную фазы эта взаимосвязь была на весьма низком уровне (X_r соответственно составили 0,076 и 0,119).

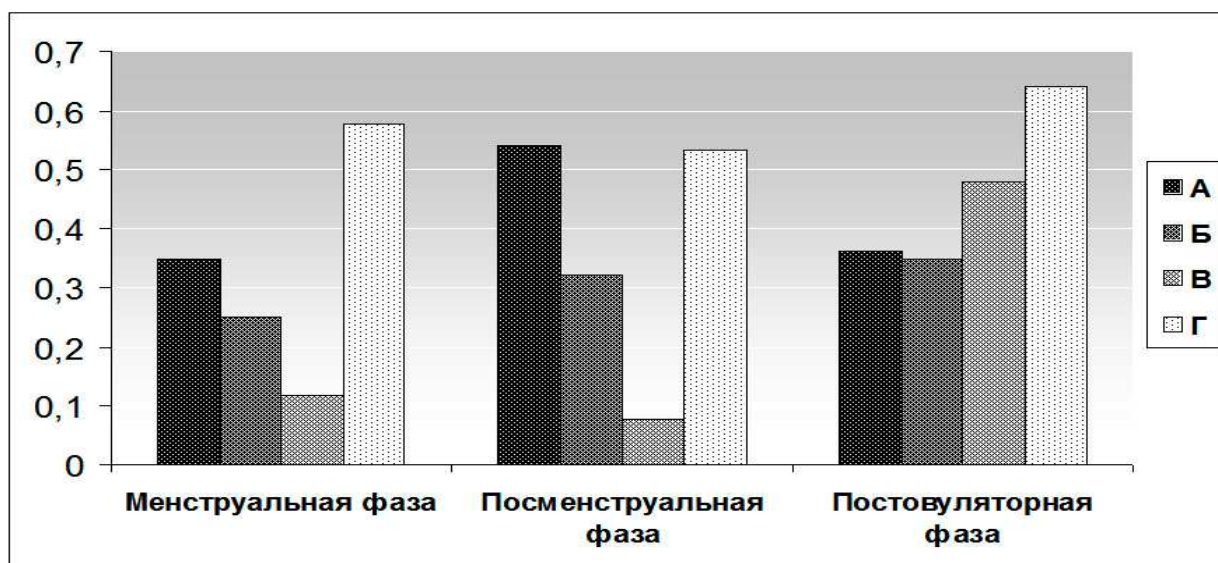


Рис. 5.2. Величины средних коэффициентов корреляции уровня физической работоспособности и параметров различных категорий функциональной подготовленности у спортсменок в разные фазы овариально-менструального цикла.

А - «функциональная мощность», Б - «функциональная мобилизация», В - «функциональная устойчивость», Г - «функциональная экономичность-эффективность».

Совсем другая ситуация обнаруживается при сравнении значений средних коэффициентов корреляции между параметрами экономичности-эффективности и величинами физической работоспособности. Во все фазы ОМЦ эти взаимосвязи были весьма существенны. Наибольшая степень взаимосвязи параметров экономичности-эффективности с PWC_{170} обнаруживается в постовуляторную фазу ($X_G = 0,640$), тогда как в постменструальную и менструальную фазы X_G равнялся соответственно 0,532 и 0,576.

Таким образом, сравнительный анализ значений средних коэффициентов корреляции между параметрами разных категорий функциональной подготовленности спортсменок с величинами физической работоспособности в разные фазы ОМЦ показал весьма разноплановую картину (рис. 5.2).

В менструальную фазу физическая работоспособность обуславливается, в основном, параметрами функциональной экономичности-эффективности и в несколько меньшей мере параметрами функциональной мощности. При этом

обусловленность физической работоспособности всеми параметрами функциональной подготовленности в целом находится на весьма низком уровне ($X_r = 0,366$).

В постменструальную фазу физическая работоспособность обуславливается, также как и в менструальную фазу, преимущественно параметрами функциональной экономичности-эффективности и параметрами функциональной мощности. Обусловленность физической работоспособности уровнем функциональной подготовленности спортсменок в целом несколько больше, чем в менструальную фазу ($X_r = 0,413$).

И, наконец, в постовуляторную фазу физическая работоспособность довольно в значительной мере обуславливается почти всеми функциональными параметрами (обусловленность PWC_{170} параметрами функциональной подготовленности в целом подтверждается величиной X_r равной 0,462), при довольно существенном преобладании значения параметров экономичности-эффективности.

5.3. Уровень напряженности регуляторных механизмов у спортсменок в разные фазы овариально-менструального цикла

Известно, что функциональное состояние спортсменок существенно изменяется в течение овариально-менструального цикла. Эти изменения происходят практически во всех компонентах функциональной подготовленности и обуславливаются весьма значительной динамикой гормонального статуса организма женщин (Иординская Ф.А, 1999; De Souza M. J. et al., 2004; Oosthuysen T., Bosch A. N., 2010; O'leary C. B. et al., 2013).

Для адекватной оценки функционального состояния спортсменок и, на этой основе, рационального управления тренировочным процессом, весьма важно иметь сведения о механизмах регуляции функций, в частности, о закономерностях динамики напряженности регуляторных механизмов, обеспечивающих выполнение тренировочной работы и соревновательной деятельно-

сти. В доступной литературе сведения по этому вопросу практически отсутствуют. Имеются лишь единичные сообщения об изменениях некоторых психофункциональных и нейродинамических параметров и параметров вегетативной регуляции функций (Захарьева Н.Н., Белицкая Л.А., 2008; Захарьева Н.Н., 2010).

В этой связи на данном этапе исследований нами была поставлена задача по выяснению напряженности регуляторных механизмов у спортсменок в разные фазы овариально-менструального цикла. Для этого был определен уровень интегрированности всего объема изучаемых параметров функциональной подготовленности спортсменок.

На рисунке 5.3 представлены матрицы интеркорреляционных связей функциональных показателей всех категорий в разные фазы овариально-менструального цикла у спортсменок фитнес-аэробики.

Из представленных данных можно видеть, что в менструальную фазу наблюдается относительно низкая интегрированность параметров функциональной подготовленности организма спортсменок (рис. 5.3. А).

Всего было отмечено 17 статистически значимых корреляционных взаимосвязей между наблюдаемыми показателями. При этом показатель «мощности корреляции» составил величину 7,55 у.е. Все это указывает на относительно низкую напряженность регуляторных механизмов и, возможно даже, на определенный разбаланс в изменениях функциональных параметров при низком уровне эффективности функционирования физиологических систем.

В постменструальную фазу (рис. 5.3. Б) наблюдается довольно существенное повышение степени интегрированности функциональных параметров, на что указывает существенный рост статистически значимых корреляционных связей (до 24). При этом показатель «мощности корреляции» остается практически на таком же уровне, что и в менструальную фазу (7,57 у.е.). Это указывает на повышение напряженности регуляторных механизмов при сохраняющейся относительно низкой функциональной оптимизации.

Повышенный уровень напряженности регуляторных механизмов может отражать снижение возможностей отдельных физиологических систем при расширении функциональных возможностей всего организма в целом (Гедымин М. Ю. и др., 1988; Медведев Д. В., 2007).

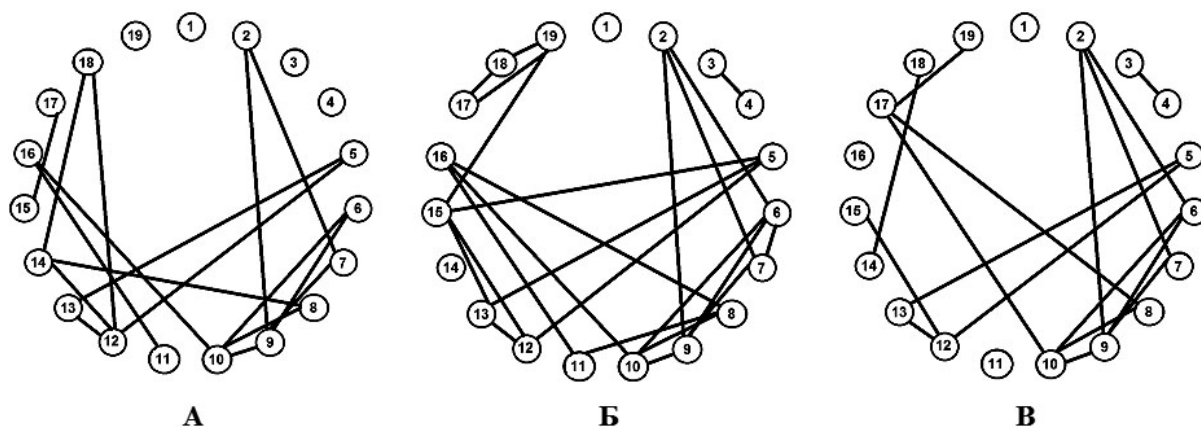


Рис. 5.3. Матрицы интеркорреляционных связей параметров, отражающих функциональную подготовленность спортсменов в различные фазы ОМЦ (только достоверные взаимосвязи).

А – менструальная фаза, Б – постменструальная фаза, В – постовуляторная фаза.

1 – L; 2 – P; 3 – TA in.; 4 – TA ex.; 5 – HR_{покоя}; 6 – VO_{2max}; 7 – W_{max}; 8 – HR_{max}; 9 – W_{max}/HR_{max}; 10 – VO_{2max}/HR_{max}; 11 – VO_{2max}/W_{max}; 12 – HR_{max}/HR_{покоя}; 13 – HR_{W1}/HR_{покоя}; 14 – VC; 15 – MMV; 16 – VO_{2max}/fb_{max}; 17 – VE_{max}/MMV; 18 – VT_{max}/VC; 19 – VT/fb_{max}.

В постовуляторную фазу ОМЦ отмечалось уже снижение напряженности механизмов, о чем свидетельствует снижение интегрированности параметров функциональной подготовленности спортсменов. Одновременно отмечается существенное увеличение регулирующих влияний на физиологические системы (показатель «мощности корреляции» достигает величин 7,74 у.е.).

Следует отметить, что динамика напряженности регуляторных механизмов в течение овариально-менструального цикла отражается и в изменении количества узловых параметров, обуславливающих эту напряженность. В менструальную фазу этих ключевых показателей было 4, в постменструальную фазу их стало уже 9, а в постовуляторную – 6.

Таким образом, сравнительный анализ интегрированности параметров функциональной подготовленности у спортсменок показал весьма характерную динамику напряженности регуляторных механизмов в разные фазы овариально-менструального цикла.

Менструальная фаза ОМЦ у спортсменок, специализирующихся в фитнес-аэробике, характеризуется диссоциированным изменением параметров функциональной подготовленности, а значит, и низким напряжением регуляторных механизмов, что выражается в малой степени межпараметрической интегрированности и незначительном уровне эффективности функционирования физиологических систем.

Для постменструальной фазы ОМЦ характерен весьма существенный уровень интегрированности параметров функциональной подготовленности, а, следовательно, и относительно высокий уровень напряженности регуляторных механизмов при относительно низкой эффективности функционирования физиологических систем организма.

В постовуляторную фазу отмечается существенный рост функциональной оптимизации при низкой напряженности регуляторных механизмов, что может отражать относительно повышенный уровень функциональных возможностей организма в целом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В современном спорте все большее значение приобретают состязания представительниц женского пола. В настоящее время ни одно из соревнований самого высокого уровня не обходится без женской программы. Одновременно существенно расширяется спектр видов спорта, которые успешно осваивают спортсменки, даже в таких видах спорта, которые до недавнего времени считались чисто мужскими дисциплинами (Иорданская Ф.А., 1999; Соболева Т.С., 1999).

Это, в свою очередь, обуславливает потребность в углубленном изучении адаптивных реакций в свете морфофункциональных особенностей женского организма и при обязательном учете динамики функционального состояния в течение овариально-менструального цикла. Эти сведения должны лечь в основу научного обоснования и разработки технологий учебно-тренировочного процесса и соревновательной деятельности женщин-спортсменок (Шахлина Л.Г., 1999; Соха Т.К., 2002).

В этом плане, в практике современного спорта одной из ключевых выступает проблема повышения эффективности и оперативности управления развитием функциональных возможностей в процессе многолетней мышечной тренировки. В тоже время эффективное управление развитием адаптации организма к регулярной мышечной тренировке не может быть осуществлено без оперативного и объективного контроля и оценки состояния организма и ответных реакций организма на нагрузки (Чоговадзе А.В., Круглый М.М., 1977; Фомин В.С., 1984; Дембо А.Г., 1988; Шамардин А.И., 2000; Горбанева Е.П., 2008; Солопов И.Н. и др., 2010).

Давно показано, что система контроля подготовленности спортсменов может быть эффективна только при условии четкого представления о закономерностях развития адаптированности к физическим нагрузкам, о всем многообразии факторов, определяющих и лимитирующих функциональные возмож-

ности (Мищенко В.С., 1990; Солопов И.Н., 1999, 2001, 2007; Павлов С.Е., 1999; Павлов С.Е., 1999, 2000, 2004; Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003; Мищенко В.С. и др., 2007; Солопов И.Н. и др., 2009, 2010; Горбанева Е.П., 2008, 2012).

Вместе с тем, несмотря на то, что в последнее время этим вопросам уделяется особое внимание в исследованиях как спортивных педагогов, так и спортивных физиологов, изучение специфических особенностей структуры и уровня функциональной подготовленности женщин-спортсменок практически не осуществлялось. Исходя из этого, выяснение уровня различных компонентов и специфических особенностей структуры функциональной подготовленности спортсменок различной квалификации с различной организацией специфических локомоций и в связи с цикличностью функционального состояния организма выступает крайне важной задачей.

Проведенные исследования с участием спортсменок различных возрастно-квалификационных категорий и адаптированных к специфической мышечной деятельности с различным характером двигательных актов позволили выяснить ряд закономерностей и получить новые факты.

На первом этапе осуществлялось выяснение уровня и особенностей показателей различных компонентов функциональной подготовленности организма спортсменок с разной степенью адаптированности к физическим нагрузкам. Результаты проведенных исследований позволили прийти к заключению, что с ростом специальной подготовленности у спортсменок прогрессивно повышается уровень функциональных возможностей. Это отражается в существенном увеличении тотальных значений основных параметров качественных характеристик и свойств функционирования как организма в целом, так и его отдельных физиологических систем.

Вместе с тем было установлено, что отдельные показатели функциональной мощности, мобилизации, устойчивости и экономизации имели определенную неравномерность динамики изменений в периоды перехода от одной воз-

растно-квалификационной группы к другой, выражающуюся в различном темпе и величине прироста.

Так, показатели морфофункциональной мощности имели наибольший уровень на начальных этапах адаптации к физическим нагрузкам, а параметры функциональной мобилизации были выражены в наибольшей степени на промежуточных этапах многолетней спортивной тренировки. Одновременно было установлено, что подавляющее большинство параметров функциональной экономичности-эффективности имел высокий уровень на всех этапах многолетней тренировки. Вполне возможно, что эта закономерность обуславливается как проявлениями гетерохронизма возрастного развития функциональных возможностей, так и адаптационными процессами в результате тренировок.

Одновременно произведенный сравнительный анализ взаимосвязей всех изучаемых показателей функциональной подготовленности различных категорий с величиной физической работоспособности у спортсменок различного возраста и подготовленности показал, что на протяжении всего многолетнего процесса спортивной тренировки наблюдается высокая степень обусловленности уровня работоспособности параметрами морфофункциональной мощности. Еще в большей степени, и гораздо большим числом физическая работоспособность обуславливается параметрами функциональной экономичности и эффективности.

В то же время существенное влияние параметров функциональной мобилизации на проявление физической работоспособности отмечается только у высококвалифицированных спортсменок на этапе высшего спортивного мастерства.

Анализ активности и напряженности регулирующих влияний на физиологические системы организма у спортсменок различных возрастно-квалификационных групп показал, что в начале процесса многолетней адаптации к систематическим физическим нагрузкам у спортсменок напряженность регуляторных механизмов относительно невелика. В то же время наблюдается

нарастание регулирующих влияний на физиологические системы и начало процесса функциональной оптимизации. На это указывает значительная величина показателя «мощности корреляции», отражающая тесные межпараметрические связи в рамках небольшого их количества (Исаев А.П. и др., 1997; Солопов И.Н. и др., 2010).

На следующем этапе многолетней тренировки у спортсменок 14-16 лет, имеющих спортивную квалификацию на уровне I спортивного разряда, отмечается довольно существенное увеличение количества статистически значимых межпараметрических связей, свидетельствующее о нарастании напряженности регуляторных механизмов при небольшом снижении оптимальности функционирования.

Анализ тесноты и количества межпараметрических связей у спортсменок 17-20 лет и имеющих высокий квалификационный статус (КМС) показал сохранение обширного представительства взаимосвязей между изучаемыми параметрами при одновременном значительном росте уровня регулирующих влияний на физиологические системы организма.

Задачей следующего этапа исследований явилось выяснение особенностей и уровней параметров различных компонентов функциональной подготовленности организма спортсменок, имеющих устойчивую адаптированность к мышечным нагрузкам с разным характером локомоций.

Проведенные исследования и полученные в них экспериментальные данные позволяют констатировать, что структура и уровень параметров морфофункциональной мощности, функциональной мобилизации, устойчивости и экономичности-эффективности спортсменок имеют довольно выраженные особенности, которые обуславливаются паттерном привычных двигательных актов и, возможно, условиями внешней среды. Было установлено, что представительницы циклических видов спорта (плавание, бег) имеют довольно существенное преимущество по сравнению с остальными спортсменками по большинству параметров функциональной подготовленности.

Выяснение роли различных параметров функциональной подготовленности в обеспечении физической работоспособности спортсменок, адаптированных к специфическому паттерну движений, показало их различное значение. Структура взаимосвязей физической работоспособности с параметрами функционирования организма имела как различия, что, вероятно, обусловлено именно спецификой привычного характера локомоций в рамках определенного вида спорта, так и общие моменты. При этом наблюдалась весьма широкая вариативность компонентов этой структуры.

К общим характеристикам структуры взаимосвязей относится то, что физическая работоспособность у представительниц всех видов спорта обуславливается, в основном, параметрами функциональной устойчивости и функциональной экономичности-эффективности. Это, вероятно, связано с высоким уровнем подготовленности обследованных спортсменок, который, как отмечается в литературе, в первую очередь характеризуется высокой функциональной экономичностью, эффективностью и устойчивостью (Мищенко В.С., 1990; Кучкин С.Н., 1999; Солопов И.Н., Шамардин А.И., 2003; Горбанева Е.П., 2008, 2012).

Сравнительный анализ степени интегрированности всего спектра изучаемых параметров функциональных возможностей у представительниц разных видов спорта, отражающей уровень текущей напряженности регуляторных механизмов, показал наличие специфической структуры межпараметрических взаимосвязей у каждой спортивной специализации. Эти особенности проявляются и в наборе структурных компонентов, и в силе межпараметрических взаимосвязей.

Так, у спортсменок, специализирующихся в плавании, наблюдается относительно низкая степень напряженности регуляторных механизмов при столь же низком уровне регулирующих влияний на организм в целом, что, вероятно, отражает высокий уровень функциональных возможностей физиологических систем в отдельности. У спортсменок, специализирующихся в беге,

легкоатлетических прыжках, фитнес-аэробике и, особенно, в дзюдо, наблюдается относительно высокий уровень напряженности регуляторных механизмов при одновременно высоком уровне регулирующих влияний на физиологические системы. Это свидетельствует о высокой степени оптимизации функционирования организма, отражающей широкие возможности организма, что может рассматриваться как включение механизма компенсации относительно низких функциональных возможностей отдельных систем.

В соответствии с поставленной целью на следующем этапе исследований основной задачей явилось изучение динамики параметров функциональных возможностей и функционального состояния организма у квалифицированных спортсменок в течение овариально-менструального цикла.

Полученные результаты показали, что уровень практически всех изучаемых показателей в течение овариально-менструального цикла у спортсменок существенно не различается. Вместе с тем, все же наименьший уровень параметров, составляющих различные категории качественных характеристик функционирования, отмечался в постменструальную фазу овариально-менструального цикла. При этом наиболее реактивными параметрами оказались показатели легочной вентиляции, а наиболее чувствительными к изменению функционального состояния организма спортсменок оказываются параметры функциональной мобилизации вегетативных систем организма.

Сравнительный анализ корреляционных взаимосвязей между параметрами разных категорий функциональной подготовленности спортсменок с уровнем физической работоспособности, по которому мы судили об ее обусловленности этими параметрами, в разные фазы овариально-менструального цикла показал весьма разноплановую динамику.

В менструальную фазу обусловленность уровня физической работоспособности параметрами функциональной подготовленности в целом находится на весьма низком уровне. В эту фазу физическая работоспособность в основном определяется параметрами функциональной экономичности-

эффективности и в несколько меньшей мере параметрами функциональной мощности. В постменструальную фазу обусловленность физической работоспособности уровнем функциональной подготовленности спортсменок в целом несколько больше, чем в менструальную фазу, но преимущественно определяется параметрами функциональной экономичности-эффективности и параметрами функциональной мощности. В постовуляторную фазу физическая работоспособность в значительной и равной мере обуславливается всеми параметрами функционирования при весьма существенном доминировании значения параметров экономичности-эффективности.

Рассмотрение динамики интегрированности параметров функциональной подготовленности у спортсменок обнаружило весьма различный характер изменения напряженности регуляторных механизмов в разные фазы овариально-менструального цикла.

Для менструальной фазы было характерно диссоциированное изменение параметров функциональной подготовленности, а значит, и низкий уровень напряжения регуляторных механизмов при низком уровне функциональной оптимизации. В постменструальную фазу наблюдается относительно высокий уровень напряженности регуляторных механизмов при относительно низкой эффективности функционирования физиологических систем организма. В постовуляторную фазу отмечается низкая напряженность регуляторных механизмов при существенном уровне функциональной оптимизации, что может отражать относительно повышенный уровень функциональных возможностей организма в целом.

ВЫВОДЫ

1. С повышением адаптированности к систематической мышечной тренировке уровень функциональной подготовленности спортсменок в целом прогрессивно повышается, что выражается в увеличении основных показателей качественных характеристик функциональных возможностей организма – функциональной мощности, мобилизации, устойчивости и экономизации. При этом уровень различных показателей увеличивается неравномерно в разные периоды перехода от одной возрастно-квалификационной группы к другой, что выражается в разном темпе и величине прироста. Параметры функциональной мощности обнаруживают наибольший размер прироста на начальных этапах, параметры функциональной мобилизации в наибольшей степени проявляются на промежуточных этапах многолетнего процесса адаптации, тогда как параметры функциональной экономичности-эффективности имеют высокий уровень на всех этапах многолетней тренировки.

2. Физическая работоспособность на всех этапах адаптации к систематическим мышечным нагрузкам в большой степени обуславливается параметрами функциональной мощности и экономичности-эффективности, тогда как параметры функциональной мобилизации имеют большое значение в проявлении физической работоспособности только у высококвалифицированных спортсменок.

3. Напряженность регуляторных механизмов на начальном этапе многолетней тренировки у спортсменок относительно невелика при прогрессивном нарастании регулирующих влияний на физиологические системы и начале процесса функциональной оптимизации. На промежуточном этапе адаптации у спортсменок наблюдается существенный рост напряженности регуляторных механизмов при некотором снижении уровня регулирующих влияний на физиологические системы и незначительной утрате оптимальности их функционирования. На этапе спортивного мастерства сохраняется высокий уровень на-

пряженности регуляторных механизмов при одновременном существенном росте уровня регулирующих влияний на физиологические системы организма и функциональной оптимизации регуляторных механизмов.

4. Структура и уровень качественных характеристик функциональных возможностей (мощности, мобилизации, устойчивости и экономичности-эффективности) спортсменок имеют особенности, специфичность которых обуславливается паттерном привычных двигательных локомоций и условиями внешней среды. По большинству параметров функциональной подготовленности представительницы циклических видов спорта демонстрируют существенное преимущество по сравнению с остальными спортсменками.

5. Физическая работоспособность спортсменок, адаптированных к мышечной деятельности с различной структурой двигательных актов, обуславливается разными параметрами функциональной подготовленности при их весьма широкой вариативности. В наибольшей степени физическая работоспособность представительниц всех спортивных специализаций обуславливается параметрами функциональной устойчивости и функциональной экономичности-эффективности.

6. Уровень напряженности регуляторных механизмов у спортсменок имеет особенности, характерные для каждой спортивной специализации и заключающиеся в различиях структурных компонентов, как по номиналу, так и по степени их интегрированности. Для плавания характерна низкая степень напряженности регуляторных механизмов и относительно низкий уровень регулирующих влияний на физиологические системы организма. Для спортсменок, специализирующихся в беге, легкоатлетических прыжках, фитнес-аэробике и, особенно, в дзюдо, характерны относительно высокий уровень напряженности регуляторных механизмов и высокая степень регулирующих влияний на физиологические системы.

7. Параметры функциональной подготовленности в разные фазы овариально-менструального цикла у спортсменок существенно не различаются при

некотором относительно меньшем их уровне в постменструальную фазу. Наиболее реактивными и чувствительными к изменению функционального состояния организма спортсменок, обусловливаемого разными фазами овариально-менструального цикла, оказались параметры вентиляционной функции, составляющие категорию функциональной мобилизации.

8. Обусловленность физической работоспособности спортсменок в менструальную фазу всеми параметрами функциональной подготовленности в целом находится на весьма низком уровне при относительно большем значении параметров функциональной экономичности-эффективности. В постменструальную фазу физическая работоспособность обуславливается преимущественно параметрами функциональной экономичности-эффективности и параметрами функциональной мощности. В постовуляторную фазу физическая работоспособность обуславливается практически всеми функциональными параметрами, при более существенном значении параметров экономичности-эффективности.

9. У спортсменок в разные фазы овариально-менструального цикла наблюдается характерная динамика напряженности регуляторных механизмов. Менструальная фаза у спортсменок, специализирующихся в фитнес-аэробике, характеризуется диссоциированным изменением параметров функциональной подготовленности, а значит, и низкой напряженностью регуляторных механизмов. Для постменструальной фазы характерен существенный уровень интегрированности всех параметров функциональной подготовленности, что отражает высокий уровень напряженности регуляторных механизмов при относительно низкой эффективности функционирования физиологических систем организма. В постовуляторную фазу отмечается высокий уровень функциональной оптимизации при низкой напряженности регуляторных механизмов, что отражает относительно повышенный уровень функциональных возможностей организма в целом.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Полученные в исследовании результаты позволяют сделать следующие практические рекомендации:

1. Для оценки функциональной подготовленности спортсменок наряду с показателем физической работоспособности как интегративного ее выразителя рекомендуется использовать показатели таких функциональных свойств, как мощность, мобилизация, устойчивость и экономичность-эффективность. При этом необходимо оценивать как уровень этих свойств, так и их соотношение (структуру) в зависимости от этапа многолетней подготовки и спортивной специализации.

2. Выбор основных показателей для оценки функциональной подготовленности в процессе проведения комплексного контроля рекомендуется дифференцировать при обязательном учете их роли в обеспечении физической работоспособности спортсменок с разным характером локомоций.

3. Для диагностики напряженности регуляторных механизмов, в общей оценке функционального состояния и функциональной подготовленности, рекомендуется использование методического подхода, основанного на определении тесноты межпараметрических взаимосвязей, позволяющего качественно охарактеризовать физиологическую «стоимость» адаптации.

4. Выбор показателей для оценки функциональной подготовленности в процессе комплексного контроля рекомендуется дифференцировать при обязательном учете их роли в обеспечении физической работоспособности человека в соответствии со спецификой видов спорта, характеризующихся различным паттерном моторики.

5. Организацию тренировочного процесса, подбор тренирующих воздействий и методов их реализации у спортсменок высокой квалификации, рекомендуется производить с учетом и при обязательном контроле динамики их функционального состояния в разные фазы менструального цикла.

6. Результаты исследования рекомендуется использовать в учебном процессе вузов физической культуры, при повышении квалификации и переподготовке тренеров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверина, О.П. О факторах физической работоспособности юных пловцов / О.П. Аверина [и др.] // Физиологические механизмы адаптации к мышечной деятельности: тез. докл. XIX Всесоюзн. конф. - Волгоград, 1988. - С. 4 -5 .
2. Агаджанян, Н.А. Физиология человека. Учебник (курс лекций)/ Н.А.Агаджанян, В.И.Циркин, Л.З.Тель, А.Чеснокова. - СПб.: Сотис, 1998. - 526 с.
3. Агаджанян, Н.А. Хроноструктура репродуктивной функции/Н.А. Агаджанян, И.В. Радыш, С.И.Краюшкин. - М.: Крук, 1998. — 248 с.
4. Анашкина, Г.А. Гормональные параметры овуляции менструального цикла женщин в норме и при различных нарушениях репродуктивной функции: Дис. ... канд. биол. наук. –М., 1984. – 124с.
5. Антикова, В.А. Эффективность внешнего дыхания при напряженной мышечной деятельности : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13 / В.А. Антикова. - Киев, 1976. - 24 с.
6. Артамонов, В.Н. Физиологические факторы, определяющие физическую работоспособность / В.Н. Артамонов. - М., 1989. - 40 с.
7. Аулик, И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И.В. Аулик. – М.: Медицина, 1990. – 192 с.
8. Аулик, И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И.В. Аулик. - М. : Медицина, 1979.- 195 с.
9. Бабичев, В.Н. Нейрогормональная регуляция овариального цикла / В.Н. Бабичев // Механизмы функционирования висцеральных систем: Международная конференция, посвященная 150-летию академика И. П. Павлова. Санкт-Петербург, 23-25 сентября. - 1999. - С. 45.

10. Баландин, В.И. Психофизиологические резервы повышения эффективности соревновательной деятельности / В. И. Баландин // Пути мобилизации функциональных резервов спортсмена.- Л., 1984.- С. 98 - 106.
11. Балыкин, М.В. Системные и органные механизмы адаптации при физических нагрузках в горах / М.В. Балыкин, И.В. Антипов, Х.Д. Каркобатов // Патогенез. – 2011. – Т. 9. - № 3. – С. 17.
12. Бейли, Н. Статистические методы в биологии / Н. Бейли. – М.: Мир, 1964. – 271 с.
13. Белоцерковский, З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности спортсменов/ З.Б. Белоцерковский. – М.: Советский спорт, 2005. – 312 с.
14. Боев, В.М. Изменение психофизиологических показателей тренированных людей при велоэргометрической работе до отказа / В.М. Боев // Теория и практика физической культуры. - 1985. - № 3. – С. 21 – 22.
15. Борилкевич, В.Е. Физическая работоспособность в экстремальных условиях мышечной деятельности/ В.Е.Борилкевич. - Л.: Изд-во ЛГУ, 1982.- 45 с.
16. Бреслав, И.С. Паттерны дыхания: Физиология, экстремальные состояния, патология / И.С. Бреслав.- Л. : Наука, 1984. - 205 с.
17. Бугаёва, Н.А. Особенности процессов восприятия времени и пространства у девушек в различные фазы овариально-менструального цикла (ОМЦ) / Н.А.Бугаёва, Ю.В. Корягина // Фундаментальные исследования. – 2004. – № 2 – С. 118-119.
18. Булатова М.М. Теоретико-методические основы реализации функциональных резервов спортсменов в тренировочной и соревновательной деятельности/ М.М. Булатова: автореф. дис.... д-ра пед. наук: НУФВС. – Киев. – 1996. – 50 с.
19. Булгакова, Н.Ж. Зависимость спортивного результата в возрастных группах от показателей физического развития юных пловцов / Н.Ж. Булгакова,

А.Р. Воронцов // Теория и практика физической культуры. - 1977. - N 2. - С. 28 - 30.

20. Булгакова, Н.Ж. Отбор и подготовка юных пловцов/Н.Ж. Булгакова. - М.: Физкультура и спорт, 1978. - 152 с.

21. Варванин, В.Н. Физиологические и педагогические особенности повышения устойчивости организма студентов средствами физического воспитания к воздействию некоторых неблагоприятных факторов внешней среды / В.Н. Варванин // Актуальные проблемы физической культуры: Материалы региональной науч. - практ. конф. - Ростов н/Д., 1995. - Т.4, Ч.2. - С. 81-83.

22. Васильева, В.В. Спектральные и когерентные характеристики ЭЭГ у женщин в разные фазы менструального цикла / В.В. Васильева // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2005. – Т.140. - №10. – С.374-376.

23. Васильева, В.В. Динамика некоторых показателей дыхания и кровообращения при тренировке на выносливость / В.В. Васильева [и др.]. // Теория и практика физической культуры. – 1974. - № 5. - С. 18 - 21.

24. Венгерова, Н.Н. Влияние занятий художественной гимнастикой на опорно-двигательный аппарат девушек / Н.Н. Венгерова, И.О. Соловьева // Гимнастика: сборник научных трудов. - СПб.: [б.и.]. – 2006. - Выпуск 4. – С. 26 - 29.

25. Венгерова, Н.Н. Планирование учебно-тренировочного процесса гимнасток-художниц с учетом биологических циклов / Н.Н. Венгерова, И.О. Соловьева // Гимнастика: сборник научных трудов. - СПб.: [б.и.]. – 2009. - Выпуск 7. – С. 27 - 31.

26. Венгерова, Н.Н. Проблемы развития организма девочек, занимающихся художественной гимнастикой / Н.Н. Венгерова, И.О. Соловьева // Гимнастика: сборник научных трудов. - СПб.: [б.и.]. – 2007. - Выпуск 5. – С. 24 - 29.

27. Верхошанский, Ю.В. Закономерности процесса становления спортивного мастерства / Ю.В. Верхошанский // Теория и практика физической культуры, 1966.- № 11.- С. 18 - 21.
28. Верхошанский, Ю.В. Закономерности функциональной специализации организма в ходе становления спортивного мастерства / Ю.В. Верхошанский // Теория и практика физической культуры. - 1970. - № 6.- С. 4 -9.
29. Верхошанский, Ю.В. Основы специальной физической подготовки спортсменов / Ю.В. Верхошанский. - М.: Физкультура и спорт, 1988.- 331 с.
30. Верхошанский, Ю.В. Программирование и организация тренировочного процесса / Ю.В. Верхошанский. - М.: Физкультура и спорт, 1985. - 207 с.
31. Виру, А.А. Гормоны и спортивная работоспособность / А.А. Виру, П.К. Кырге. – М.: Физкультура и спорт, 1983. – 159 с.
32. Виру, А.А. Функциональная устойчивость и физиологические резервы организма / А.А. Виру // Характеристика функциональных резервов спортсмена. – Л., 1982. – С. 8-11
33. Вихляева, Е.М. Руководство по эндокринной гинекологии/ Е.М. Вихляева. - М., 2002. - 765 с.
34. Власов, А.А. Специфические особенности функциональной устойчивости у спортсменов разного уровня адаптированности к мышечной деятельности: автореф. дис. ... канд. биол. наук /А.А. Власов. - Астрахань, 2013. - 22 с.
35. Волков, В.М. Предсоревновательная подготовка спортсменов / В.М. Волков, А.В. Ромашов. – Смоленск : СГИФК, 1991.- 107 с.
36. Волков, В.М. Тренировка и восстановительные процессы / В.М. Волков. - Смоленск: СГИФК, 1990.- 149 с.
37. Волков, Н.И. Энергетический обмен и работоспособность человека в условиях напряженной мышечной деятельности /Н.И.Волков: автореф. дис. ... канд. биол. наук. - М., 1969. - 22 с.

38. Волков, Н.И. Биоэнергетика напряженной мышечной деятельности человека и способы повышения работоспособности спортсменов/ Н.И.Волков: Дис. д-ра биол. наук в форме научного доклада. - М., 1990.- 101 с.

39. Волков, Н.И. Максимум аэробной и анаэробной работоспособности у пловцов/ Н.И.Волков, С.М.Гордон, Е.А.Ширковец, В.С.Иванов // Теория и практика физической культуры, 1968.- № 10.- С. 31-35.

40. Воскресенский, С.А. Функциональные характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов разного уровня адаптированности к специфической мышечной деятельности/С.А.Воскресенский: автореф. дис. ... канд. биол. наук. - Астрахань, 2011. - 22 с.

41. Высочин, Ю.В. Физиологические механизмы защиты, повышения устойчивости и физической работоспособности в экстремальных условиях спортивной и профессиональной деятельности : дис. ... д-ра мед. наук / Ю.В. Высочин. – Л.: ВМА им. С.М. Кирова, 1988. – 550 с.

42. Гедымин, М.Ю. Об интегральной оценке функционального состояния организма / М.Ю Гедымин [и др.] // Физиология человека, 1988. – Т. - № 6. – С. 95 - 97.

43. Генин, А.М. Биоэтические правила проведения исследований на человеке и животных в авиационной, космической и морской медицине / А.М. Генин [и др.] //Авиакосмическая и экологическая медицина.- 2001. - Т. 35. - №4. - С. 14-20.

44. Генов, Ф. Психологические особенности мобилизационной готовности спортсмена / Ф. Генов. – М.: Физкультура и спорт, 1971. – 245 с.

45. Герасимов, И.Г. Динамика рН крови в менструальном цикле женщин / И.Г. Герасимов, Е.Н. Приходько // Физиология человека. – 1996. - Т. 22.-№5. - С. 138-139.

46. Гобузева, К.В. Модельные характеристики гимнасток-художниц с уровнем спортивной квалификации первого взрослого разряда: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Гобузева К.В. – СПб.: СПбГАФК, 2006. – 23 с.

47. Голубев, В.Н. Возможные пути мобилизации физиологических резервов в системе управления движением человека / В.Н. Голубев, Д.Н. Давиденко // Пути мобилизации функциональных резервов спортсмена. – Л., 1984. – С. 91-97.

48. Горбанева, Е.П. Качественные характеристики функциональной подготовленности спортсменов / Е.П. Горбанёва. – Саратов: «Научная Книга», 2008.- 145 с.

49. Горбанева, Е. П. Физиологические механизмы и характеристики функциональных возможностей организма человека в процессе адаптации к специфической мышечной деятельности: автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 03.03.01 / Е. П. Горбанева. – Волгоград, 2012. – 48 с.

50. Горбанёва, Е.П. Функциональные свойства подготовленности спортсменов различной специализации / Е.П.Горбанёва, Е.А.Солопова, И.Н.Солопов // Вопросы функциональной подготовки в спорте и физическом воспитании. - Волгоград, 2008. – С. 29-41.

51. Горожанин, В.С. Нейрофизиологические и биохимические механизмы физической работоспособности / В.С. Горожанин // Методологические проблемы совершенствования системы спортивной подготовки квалифицированных спортсменов. - М., 1984. - С. 165 - 199.

52. Граевская, Н.Д. Влияние спорта на сердечно-сосудистую систему / Н.Д. Граевская. – М.: Медицина, 1975. – 280 с.

53. Граевская, Н.Д. Неотторые проблемы женского спорта с позиций медицины (обзор)/ Н.Д.Граевская, И.Б.Петров, Н.И.Беляева // Теория и практика физ.кудьтуры. 1987. № 3. С. 42.

54. Гужаловский, А.А. Этапность развития физических (двигательных) качеств и проблема оптимизации физической подготовки детей школьного возраста: автореф. дис. ... док. пед. наук: 13.00.04 / А.А. Гужаловский. - М., 1979.- 26 с.

55. Гулбиани, Т.И. Факторная структура физической работоспособности младших школьников: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Т.И. Гулбиани. - Тбилиси, 1991.- 20 с.
56. Гулида, О.М. Аэробная экономичность в факторной структуре функциональной подготовки спортсменов / О.М. Гулида/ Медицинские проблемы физической культуры.- Киев, 1986.- № 10.- С. 79 - 81.
57. Данько, Ю.И. Очерки физиологии физических упражнений / Ю.И. Данько.- М.: Медицина, 1974.- 255 с.
58. Дембо, А.Г. Врачебный контроль в спорте/ А.Г. Дембо. - М.: Медицина, 1988.- 288 с.
59. Ефимова, И.В. Адаптационные возможности организма студенток в разные фазы овариально-менструального цикла / И.В. Ефимова, Е.В. Будыка // Физиология человека. - 1993. - Т. 19, №1. - 112-
60. Запорожанов, В.А. Контроль в спортивной тренировке/ В.А. Запорожанов. – Киев: Здоровья, 1988. – 144 с.
61. Захарьева, Н.Н. Функциональные возможности спортсменок, занимающихся циклическими видами спорта, в различные фазы овариально-менструального цикла/ Н.Н. Захарьева, Л.А. Белицкая // XII Международный научный конгресс «Современный Олимпийский и Паралимпийский спорт и спорт для всех» : материалы конференций. – М.: Физическая культура. – 2008. – Т. 2. – С.221.
62. Захарьева, Н.Н. Функциональные особенности высококвалифицированных спортсменок, занимающихся циклическими видами спорта, в различные фазы овариально-менструального цикла/ Н.Н. Захарьева // Теория и практика физической культуры. – 2010. – № 7. – С.42-45.
63. Зациорский, В. М. Основы спортивной метрологии / В.М. Зациорский. — М.: Физкультура и спорт, 1979. – 81 с.
64. Зациорский, В. М. Спортивная метрология / под общ. ред. В. М. Зациорского. - М.: Физкультура и спорт, 1982. - 256 с.

65. Ивойлов, А.В. Средства и методы обеспечения функциональной устойчивости точностных движений в спортивной деятельности: автореф. дис. ... док. пед. наук: 13.00.04 / А.В. Ивойлов, - Малаховка, 1987. - 51 с.

66. Йен, С. Репродуктивная эндокринология/ С.Йен, Р.Б.Джаффе. - М., 1998. - т. 1. – С.193-212, 269-318.

67. Иорданская, Ф.А. Морфофункциональные возможности женщин в процессе долговременной адаптации к нагрузкам современного спорта / Ф.А.Иорданская // Теория и практика физической культуры. – 1996. - № 6.- С.18-27.

68. Иорданская, Ф.А. Морфофункциональные возможности женщин в процессе долговременной адаптации к нагрузкам современного спорта / Ф.А. Иорданская // Теория и практика физической культуры. – 1999. - №6. – С. 43 - 50.

69. Иорданская, Ф.А. Физкультура и спорт в жизни женщины/ Ф.А.Иорданская. - М.: Советский спорт, 1995. – 159 с.

70. Исаев, А.П. Корреляционный анализ отдельных показателей кардиореспираторной системы для выявления стресс-состояний / А.П.Исаев, Е.В.Быков, С.А.Кабанов // Теория и практика физической культуры, 1997. - № 9. – С. 14-16.

71. Калинина, Н.А. Диагностика и профилактика нарушений репродуктивной системы спортсменок / Н.А. Калинина // Теория и практика физической культуры. – 2004. - №1. – С. 49 – 51.

72. Каминский, Л.С. Статистическая обработка лабораторных и клинических данных / Л.С. Каминский. - М.: Медицина. - 1964. - 252 с.

73. Карпман, В.Л. Исследование физической работоспособности у спортсменов / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. - М.: Физкультура и спорт, 1974. - 96 с.

74. Карпман, В.Л. Методы определения и оценка физической работоспособности у футболистов / В.Л. Карпман [и др.]. - Методические рекомендации.- М., 1977. - 23 с.

75. Карпман, В.Л. Непрямое определение максимального потребления кислорода у спортсменов высокой квалификации / В.Л. Карпман, И.А. Гудков, Г.А. Койдинова. // Теория и практика физической культуры .- 1972. - № 1. - С. 37 - 41.

76. Карпман, В.Л. Спортивная медицина: учеб. для ин-тов физ. культ. / В.Л. Карпман. – М.: Физкультура и спорт,, 1987. – 304 с.

77. Кизько, А. П. Теоретические и методические основы функциональной подготовки спортсменов: (на примере лыжных гонок) / А. П. Кизько. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2001. – 251 с.

78. Клесов, И.А. Личностные факторы эффективности и надежности соревновательной деятельности юных футболистов / И.А. Клесов, О.В.Дашкевич // Теория и практика физ. культуры. - 1993. - N 2. - С. 19-20.

79. Клочко, Л.И. Общая характеристика работоспособности у спортсменок высокого класса в период овариально-менструального цикла в беге на выносливость/Л.И.Клочко, В.А.Трофимов // Физическое воспитание студентов, 2012.- №1. – С.34-37.

80. Конопкин, О.А. Определение индивидуально-типологических различий по основным свойствам нервной системы у спортсменов игровых видов спорта/ О.А.Конопкин, В.В.Медведев, Ю.П.Парашин // Метод. рекомендации.- М.: ГЦОЛИФК, 1988.- 30 с.

81. Корженевский, А.Н. Новые аспекты комплексного контроля и тренировки юных спортсменов в циклических видах спорта/ А.Н.Корженевский, П.В. Квашук, Г.М. Птушкин // Теория и практика физической культуры, 1993.- № 8.- С. 28-33.

82. Корниенко, И. А. Возрастные изменения некоторых показателей аэробной производительности у мальчиков 7—16 лет/ И.А. Корниенко, Г.М.

Маслова, В.Д.Сонькин, Л.Г.Евсеев //Физиология человека, 1978, т. 4, № 1, с. 61—67.

83. Коц, Я.М. Физиологические особенности мышечной деятельности женщин-спортсменок/ Я.М. Коц.- М., 1980.- 35 с.

84. Коц, Я.М. Физиология мышечной деятельности/ Я.М.Коц.- М.: Физкультура и спорт, 1982.- 447 с.

85. Крефф, А.Ф. Женщина и спорт: Перевод с франц./ А.Ф.Крефф, М.Ф.Като. - М.: Физкультура и спорт, 1986. С. 143.

86. Крупко-Большова, Ж.А. Гинекологическая эндокринология девочек и девушек / Ж.А. Крупко-Большова. - Киев: Здоровье, 1986. – 184 с.

87. Кудашова, Л.Р. Вопросы управления функциональной подготовленностью спортсменов / Л.Р. Кудашова // Физиология мышечной деятельности: тез. докл. Международной конференции. - М.: Физкультура, образование и наука, 2000. - С.84 - 85.

88. Кузнецова, Т.Ю. Особенности функциональной экономизации у спортсменов разного уровня адаптированности к специфической мышечной деятельности: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Т.Ю. Кузнецова. - Волгоград, 2008. - 25 с.

89. Кучкин, С.Н. Резервы дыхательной системы и аэробная производительность организма: автореф. дис. ... док. мед. наук / С.Н. Кучкин. - Казань, 1986.- 48 с.

90. Кучкин, С.Н. Методы исследования в возрастной физиологии физических упражнений и спорта: учебное пособие / С.Н. Кучкин, В.М. Ченегин. - Волгоград: ВГАФК, 1998. - 87 с.

91. Кучкин, С.Н. Резервы дыхательной системы (обзор и состояние проблемы) / С.Н. Кучкин // Резервы дыхательной системы. - Волгоград, 1999. - С. 7-51.

92. Кучкин, С.Н. Удельный вклад различных систем в аэробную производительность организма на различных этапах долговременной адаптации к

физическим нагрузкам / С.Н. Кучкин // Координация функций при срочной и долговременной адаптации организма спортсмена к физическим нагрузкам. - Л., 1990.- С.15-20.

93. Кучкин, С.Н. Физиологические методы исследования в спорте / С.Н. Кучкин, В.М. Ченегин. - Волгоград. - 1981. - 84 с.

94. Лагутина, М.В. Факторы физической работоспособности спортсменов на этапах многолетней подготовки в фитнес-аэробике / М.В.Лагутина, Е.П. Горбанева, И.Н.Солопов // Теория и практика физической культуры, 2013. - № 4. - С. 76-80.

95. Лагутина, М.В. Особенности функциональных свойств организма спортсменок фитнес-аэробики в разные фазы менструального цикла / М.В. Лагутина // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. - № 1(26). – Наб.Челны: Изд-во «ПовГАФКСиТ», 2013. – С. 114 – 122.

96. Лакин, Г. Ф. Биометрия/ Г.Ф. Лакин. - М.: Высшая школа, 1980.- 293 с.

97. Лакин, Г. Ф. Биометрия: учебное пособие для биол. спец. вузов / Г. Ф. Лакин. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1990. - 352 с.

98. Летунов, С. П. Материалы к обоснованию теории развития выносливости / С. П. Летунов, Р. Е. Мотылянская // Теория и практика физической культуры. - 1972. - № 1. - С. 28-34.

99. Летунов, С.П. О некоторых путях повышения функциональных возможностей организма в процессе спортивной тренировки / С.П. Летунов // Теория и практика физической культуры. - 1967.- № 12. - С. 34 - 38.

100. Лысенко, Е. Н. Ключевые направления оценки реализации функциональных возможностей спортсменов в процессе спортивной подготовки / Е.Н. Лысенко // Наука в олимпийском спорте. — 2006. — № 2. — С. 70—77.

101. Лысенко, Е.Н. Ключевые направления оценки реализации функциональных возможностей спортсменов в процессе спортивной подготовки / Е.Н.

Лысенко // Физическое воспитание студентов творческих специальностей. - 2007. - № 2. – С. 36 – 46.

102. Майлс, С. Подводная медицина / С. Майлс. - М.: Медицина, 1971. - 328 с.

103. Матсин, Т.А. Динамика аэробной работоспособности и изменение функциональной устойчивости механизма снабжения организма кислородом и гипофизарно-адренокортикальной системы у лыжников-гонщиков / Матсин Т.А., Кинкс Х.В., Виру А.А. // Теория и практика физ. культуры. - 1981. - № 2. - С. 23-25.

104. Матсин, Т.А. Функциональная устойчивость коры надпочечников при двигательной активности на разных уровнях потребления кислорода : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Т.А. Матсин: Тартус. гос. ун-т. - Тарту, 1979. - 22 с.

105. Медведев, В. И. Устойчивость физиологических и психофизиологических функций человека при действии экстремальных факторов / В. И. Медведев. – 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: 03.00.13 /Д.В. Медведев. - Москва, 2007. - 24 с.

107. Медведев, Д.В. Функциональная специализация организма спортсменов / Д.В. Медведев, Е.П. Горбанёва, И.Н. Солопов // Управление функциональным состоянием организма человека. - Волгоград: ФГОУВПО «ВГАФК», 2008. - С. 20-33.

108. Меерсон, Ф.З. Адаптация, стресс и профилактика / Ф.З. Меерсон. - М.: Наука, 1981. - 278 с.

109. Михайлов, В.В. Тренировка конькобежца-многоборца/ В.В. Михайлов, Г.М.Панов. - М.: Физкультура и спорт, 1975. - 227 с.

110. Михайлов, В.В. Дыхание спортсмена / В.В. Михайлов. - М.: Физкультура и спорт, 1983. - 100 с.

111. Мищенко, В. С. Реактивные свойства кардиореспираторной системы как отражение адаптации к напряженной физической тренировке в спорте: монография / В. С. Мищенко, Е. Н. Лысенко, В. В. Виноградов. - Киев: Науковий світ, 2007. - 351 с.

112. Мищенко, В. С. Функциональная подготовленность, как интегральная характеристика предпосылок высокой работоспособности спортсменов / В. С. Мищенко, А. И. Павлик, В. Ф. Дьяченко. – Киев: ГНИИФКиС, 1999. – 129 с.

113. Мищенко, В.С. Автоматизированная диагностика функциональных возможностей спортсменов на основе физиологических критериев / В.С. Мищенко // Научно-спортивный вестник. - 1986. -№ 3. - С. 21 - 25.

114. Мищенко, В.С. Свойства регуляции кислородтранспортной системы как отражение функционального потенциала организма спортсменов / В.С. Мищенко // Медико-биологические основы оптимизации тренировочного процесса в циклических видах спорта.— К.: КГИФК, 1980 — С. 108 — 133.

115. Мищенко, В.С. Функциональные возможности спортсменов / В.С. Мищенко. - Киев: Здоровья, 1990.- 200 с.

116. Мозжухин, А.С. Проблема резервов в физиологии спорта/ А.С. Мозжухин // Физиологические механизмы адаптации спортсменов к работе различного вида мощности и продолжительности. - Л., 1980.- С.5-22.

117. Мозжухин, А.С. Роль системы физиологических резервов спортсмена и его адаптации / А.С. Мозжухин, Д.Н. Давиденко // Физиол. проблемы адаптации. - Тарту: Минвуз СССР, 1984. - С. 84-87.

118. Мозжухин, А.С. Устойчивость к гипоксии и физиологические резервы организма/ А.С. Мозжухин, Д.Н. Давиденко, Г.И.Попов // Механизмы адаптации физиологических функций организма.- Томск, 1985.- С. 3-11.

119. Моногаров, В.Д. Утомление в спорте / В.Д. Моногаров, – К.: Здоровья, 1986. – 120 с.

120. Москатова, А.К. Физиологические механизмы адаптации и развития тренированности / А.К. Москатова. – М.: ГЦОЛИФК, 1990. - 48 с.

121. Мотылянская, Р.Е. Методологические основы определения физической работоспособности у юных спортсменов / Р.Е.Мотылянская, В.Н. Артамонов // Теория и практика физической культуры, 1982.- № 9.- С. 24-27.

122. Никитюк, Б.А. Морфология человека: Учебное пособие / Б.А. Никитюк, В.П. Чтецов. - М.: Изд-во МГУ, 1990. - 344 с.

123. Павлов, В.И. Физиологические закономерности в трактовке данных углубленного медицинского обследования спортсмена (на примере футбола): автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 03.11, 01.05 / И.В. Павлов. – Москва, 2010. – 48 с.

124. Павлов, В.И. Эволюция работоспособности в профессиональном футболе / В.И. Павлов [и др.] // ЛФК и массаж, 2009. - N 3. - С. 41-47.

125. Павлов, С. Е. Адаптация / С. Е. Павлов. – М.: Паруса, 2000. – 282 с.

126. Павлов, С. Е. Адаптация как физиологическая основа спортивной тренировки / С. Е. Павлов // Вестник физической культуры. – 2004. – №1 (7). – С. 52 – 58.

127. Павлов, С.Е. Основы теории адаптации и спортивная тренировка / С.Е.Павлов // Теория и методика физической культуры, 1999. - № 1. - С. 12-17.

128. Павлова, Т.Н. К созданию технологий подготовки квалифицированных спортсменов / Мат. международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию образования СГАФКСТ (сборник научных статей). Ч.1. / Т.Н.Павлова, А.С.Павлов, С.Е.Павлов, П.В.Юшина. – Смоленск, СГАФКСТ, 24-25 ноября 2010г. – С. 172-174.

129. Панин, Л.Е. Энергетические аспекты адаптации / Л.Е. Панин. – Л.: Медицина, 1978. – 192 с.

130. Панина, Н.Г. Физиологические особенности функционального состояния организма человека при физической работе в условиях ограничения

теплоотдачи: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 03.03.01 / Н.Г. Панина. – Волгоград: ФГОУ ВПО «ВГАФК», 2010. – 23 с.

131. Петрухин, В.Г. Морфологические основы функциональной подготовленности спортсменов / В.Г. Петрухин // Медико-биологические проблемы спортивной тренировки. – М., 1985. – С. 23 - 33.

132. Платонов, В.Н. Адаптация в спорте / В.Н. Платонов. - Киев: Здоровья, 1988. – 216 с.

133. Платонов, В.Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В.Н. Платонов. - Киев: Олимпийская литература, 1997. – 584 с.

134. Платонов, В.Н. Теория и методика спортивной тренировки / В.Н. Платонов. - Киев: Вища школа, 1984.- 352 с.

135. Радзиевский, А.Р. Физиологическое обоснование управления спортивной тренировкой женщин с учетом фаз менструального цикла / А.Р. Радзиевский, Л.Г. Шахлина, З.Р. Яценко, Т.П. Степанова // Теория и практика физической культуры. - 1990. - № 6. - 47.

136. Радзиевский, П.А. Модельные характеристики функциональной системы дыхания лыжниц различной квалификации / П.А. Радзиевский [и др.] // Физическое воспитание студентов творческих специальностей: ХГАДИ (ХХПИ). – Харьков, 2002. - № 1. – С. 46 – 53.

137. Радыш И.В. Циркадианная ритмичность у женщин/ И.В. Радыш // Здоровье населения и физическое воспитание. - Чебоксары, 1994. – С.66-69.

138. Разумов, С.А. Физиология эмоционально-стрессовых состояний и работоспособность спортсмена: лекция / С.А. Разумов. – Л.: изд. ГДОИФК им. П.Ф. Лесгафта, 1986. – 22 с.

139. Родионов, А.В. Толерантность к стрессу как фактор эффективной спортивной деятельности в экстремальных условиях / А.В. Родионов // Проблемы резервных возможностей человека. – М., 1982. – С. 128 -1 41.

140. Романенко, В.А. Особенности влияния направленной спортивной тренировки на устойчивость организма человека к эрготермическому воздейст-

вию: автореф. дис. ... канд. биол. наук / В.А. Романенко. – Ташкент, 1977. – 21 с.

141. Свечникова Н.В. Влияние физических упражнений на функцию яичников / Н.В. Свечникова, Ю.Т. Похолечук // Педиатрия, акушерство и гинекология. - 1975.- № 3.- 50-54.

142. Семилетова, С.В. Сон в зависимости от фаз овариально-менструального цикла: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13 / С.В. Семилетова. – Тамбов, 2009 – 135 с.

143. Ситяева, С.М. Динамика психо-функционального состояния девушек в зависимости от фазы менструального цикла, индивидуально-типологических и возрастных особенностей: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13 / С.М. Ситяева. – Новосибирск, 2005 – 156 с.

144. Соболева, Т.С. О проблемах женского спорта / Т.С. Соболева // Теория и практика физической культуры. – 1999. - №6. – С. 56 – 63.

145. Солодков, А.С. Адаптация в спорте: состояние, проблемы, перспективы / А.С. Солодков // Физиология человека. - 2000. – Т. 26. - № 6. – С. 87 - 93.

146. Солодков, А.С. Физиологические основы адаптации к физическим нагрузкам / А.С. Солодков. - Л., 1988.- 39 с.

147. Солодков, А.С. Физическая работоспособность спортсмена / А.С. Солодков. – СПб., 1995. – 43 с.

148. Солодков, А.С. Физическая работоспособность спортсмена / А.С. Солодков. – СПб., 1995. – 43 с.

149. Солодков, А.С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб. – М.: Олимпия Пресс, 2005. – 528 с.

150. Солопов, И.Н. Адаптация к физическим нагрузкам и физическая работоспособность спортсменов: учебное пособие / И.Н. Солопов. - Волгоград.- ВГАФК, 2001. - 80 с

151. Солопов, И.Н. Дыхание при спортивном плавании / И.Н. Солопов. - Волгоград, 1988. - 52 с.

152. Солопов, И.Н. Дыхательные тренажеры: учебно-методическое пособие / И.Н. Солопов. - Волгоград: ВГАФК, 1999. - 40 с.

153. Солопов, И.Н. Структура функциональной подготовленности спортсменов и ее качественные характеристики / И.Н. Солопов, Е.П. Горбанева, Д.В. Медведев // Управление функциональным состоянием организма человека. – Волгоград, 2008 – С. 3 – 14.

154. Солопов, И.Н. Физиологические основы функциональной подготовки спортсменов: монография / И.Н. Солопов [и др.]. - Волгоград: ФГБОУ ВПО «ВГАФК», 2010. – 346 с.

155. Солопов, И.Н. Физиология спортивного плавания: учебное пособие / И.Н. Солопов, С.А. Бакулин. - Волгоград, 1996. - 84 с.

156. Солопов, И.Н. Функциональная подготовка спортсменов: монография / И.Н. Солопов, А.И. Шамардин. – Волгоград: «ПринТерра-Дизайн», 2003.– 263 с.

157. Солопов, И.Н. Функциональная подготовленность и функциональная подготовка спортсменов / И.Н. Солопов // Проблемы оптимизации функциональной подготовленности спортсменов. – Волгоград. - 2007. – Вып. 3. - С. 4 - 22.

158. Солопов, И.Н. Функциональная экономизация у спортсменов различной специализации / И.Н. Солопов [и др.] // Проблемы оптимизации функциональной подготовленности спортсменов. - Волгоград, 2007. – Вып. 3. - С. 45 - 56.

159. Солопов, И.Н. Функциональные свойства подготовленности спортсменов и их оптимизация / И.Н. Солопов [и др.]. - Волгоград, 2009. - 183 с.

160. Соха, Т.К. К проблеме диморфизма в современном спорте/ Т.К.Соха // Наука в олимпийском спорте. - Киев, 1995. - № 2 (3). - 24 - 30.

161. Соха, Т.К. Женский спорт (новое знание – новые методы тренировки)/ Т.К. Соха. – М.: Изд-во «Теория и практика физической культуры», 2002. – 203 с.

162. Судаков, К.В. Кросс-корреляционный вегетативный критерий эмоционального стресса / К.В. Судаков, О.П. Тараканов, Е.А. Юматов // Физиология человека. – 1995.- Т. 21. - № 3.- С. 87 – 95.

163. Тимакова, Т.С. Значение морфо-функциональных показателей и индивидуальных темпов полового развития юных пловцов для отбора и спортивной ориентации / Т.С. Тимакова // Теория и практика физической культуры. - 1973.- № 5.- С. 45 - 8.

164. Ткаченко, А.В. Опыт лечебной динамической лапароскопии в профилактике спаечной болезни органов малого таза / А.В. Ткаченко, Д.Н. Исайкин, Одех Омар // Сибирский медицинский журнал. – Томск. - 2007. - №1. - том 22. – с. 253 – 256.

165. Ткаченко, Н.М. Активность вегетативной нервной системы / Н.М.Ткаченко, Э.М. Ильина // Акушерство и гинекология. — 1994. - № 1. С 35-38.

166. Ткаченко, Н.М. Особенности функционального состояния ЦНС в динамике менструального цикла и у больных с ПМС / Н.М. Ткаченко, В.П. Сметник, Э.М. Ильина // Акушерство и гинекология. - 1991. - № 10. - С 52-56.

167. Ткачук, М.Г. Исследование влияния спорта на здоровье и качество жизни женщин-спортсменок / М.Г. Ткачук. Е.А. Олейник // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2006. – т. 19 – С. 77 – 87.

168. Тхань, Фам Чонг. Исследование значения экономизации в тренировке пловцов: автореф. дис. .. канд. пед. наук: 13.00.04 / Фам Чонг Тхань. - М., 1970. - 21 с.

169. Тюрин, Ю.Д. Экономичность бега легкоатлетов высокого класса в зависимости от их специализации / Ю.Д. Тюрин, Е.А. Ширковец // Теория и практика физ. культуры. - 1973. - № 10. - С. 5-8.

170. Урбах, В.Ю. Статистический анализ в биологических и медицинских исследованиях/ В.Ю. Урбах. - М.: Медицина, 1975.- 295 с.

171. Уткин, В.Л. Энергетически оптимальные режимы двигательной деятельности в спорте и при оздоровительных занятиях физической культурой/ В.Л.Уткин, М.А.Андрюнин, В.А.Заикин, Г.Ф. Угольова, М.И.Шикунов. - М., 1986.- 43 с.

172. Фомин, В.С. Структура функциональной подготовленности спортсмена / В.С. Фомин // Функциональные резервы спортсменов различной квалификации и специализации. - Л.: ГДОИФК, 1986. - С.15-19.

173. Фомин, В.С. Структура функциональной подготовленности спортсмена / В.С. Фомин // Медико-биологические проблемы спортивной тренировки. - М., 1985. - С. 48 - 58.

174. Фомин, В.С. Физиологические основы управления подготовкой высококвалифицированных спортсменов: учебное пособие / В.С. Фомин.- М.: МОГИФК, 1984.- 64 с.

175. Хамзаев, Ш.А. Физическая работоспособность человека: (По результатам определения максимальной аэробной мощности организма)/ Ш.А.Хамзаев, Э.Ю. Сабинова.- Ташкент Медицина, 1986.- 106 с.

176. Харитонов, Л.Г. Адаптация к физическим нагрузкам спортсменов игровых видов спорта на этапе спортивного совершенствования (на примере футбола, хоккея, бадминтона)/ Л.Г.Харитонов, А.В.Шемердяк, Ю.В.Шкляев. – Омск: Изд-во СибГУФК, 2005. – 126 с.

177. Хрисанфова, Е.Н. Антропология. Учебник для ВУЗов/ Е.Н.Хрисанфова, И.В.Перевозчикова. - М.: изд-во Московского ун-та, 1991. - 320 с.

178. Ченегин, В.М., Биологические основы тренировок в сложнокоординационных видах спорта: уч. пос. / В.М. Ченегин, А.А. Герасимова, С.М. Погудин. – Чайковский. – 1994. – 72 с.

179. Чернобай, Е.Е. Сердечно-дыхательный синхронизм в фолликулиновую и лютеиновую фазы нормального менструального цикла: Дисс. канд. мед. наук / Е.Е.Чернобай. - Краснодар, 2002. – 150 с.

180. Чоговадзе, А.В. Врачебный контроль в физическом воспитании и спорте / А.В.Чоговадзе, М.М. Круглый.- М.: Медицина, 1977.- 176 с.

181. Шамардин, А.И. Оптимизация восстановительных процессов в футболе: учебно-методическое пособие / А.И. Шамардин [и др.]. - Волгоград: ВГАФК, 2000 .- 50 с.

182. Шамардин, А.И. Оптимизация функциональной подготовленности футболистов / А.И. Шамардин. - Волгоград, 2000. - 276 с.

183. Шахлина, Л.Г. Проблемы полового диморфизма в спорте высших достижений / Л.Г. Шахлина // Теория и практика физической культуры. - 1999. - №6. – С. 51 – 55.

184. Шахлина, Л.Г. Медико-биологические основы спортивной тренировки женщин: монография / Л.Г. Шахлина. – Киев: Наукова Думка, 2001. – 325 с.

185. Шварц, В.Б. Медико-биологические аспекты спортивной ориентации и отбора / В.Б. Шварц, С.В. Хрущев. - М.: Физкультура и спорт, 1984. – 151 с.

186. Яковлев, Н.Н. Химия движений. Молекулярные основы мышечной деятельности/ Н.Н. Яковлев. - Л.: Наука, 1983.—191 с.

187. Яружный, Н.В. Структура и контроль физической работоспособности в командных игровых видах спорта: автореф. дис. ... док. пед. наук: 13.00.04 / Н.В. Яружный - М., 1993. - 46 с.

188. Astrand, P.O. Textbook of physiology/ P. O. Astrand, J.Rodahl. - Chapt 7. Respiration. N.Y.- London, 1970. - P. 185-235.

189. Berga, S.L. The brain and the menstrual cycle / S.L. Berga // Gynecol. Endocrinol. - 2008. - Vol. 24(10). - P. 537.

190. Boening, D. Altitude and hypoxia training — a short review /D. Boening// Int. J. Sports Med. - Stuttgart. - 1997. - V. 18. - P. 565—570.

191. Bompa, T. O. Periodization training for sports (2nd ed.) / T. O. Bompa, M. C. Carrera . - Champaign, IL: Human Kinetics, 2005 – 272 p.

192. Bouchard, C. Genetics of aerobic power and capacity. Sport and human genetics. Human Kinetics/ C. Bouchard, R. W. Malina.- Champaign,1986. – 224 p.

193. Burt, L. A. Training load in pre-pubertal female artistic gymnastics / L. A. Burt [et al.] // Science of Gymnastics Journal. – Slovenia: University of Ljubljana. – 2010. - Vol. 2. - Issue 3. - P. 5 – 14.

194. Caine, D.J Gymnastics Injuries / D.J. Caine, L. Nassar // Epidemiology of pediatric sports injuries, Individual sports / by D. J. Caine, N. Maffuli ed. - Medicine Sport Science. Basel: Karger, 2005, P. 18 - 58.

195. Carvalho, L. A. Body composition profile of elite group rhythmic gymnasts / L. A. Carvalho [et al.] // Science of Gymnastics Journal. – Slovenia: University of Ljubljana. – 2012. - Vol. 4. - Issue 1. - P. 21 – 32.

196. Cleckner-Smith, C.S. Premenstrual symptoms. Prevalence and severity in an adolescent sample / C.S. Cleckner-Smith, A.S. Doughty, J.A. Grossman // Journal of Adolescent Health. - 1998. - Vol. 22. – Issue 5.- P. 403-408.

197. Craig, N.P. Aerobic and anaerobic indices contributing to track endurance cycling performance / N. P. Craig et. al. // Eur. J. Appl. Physiol. – 1993. – 67. – P.150-158.

198. Cutolo, M. Estrogens and autoimmune diseases / M. Cutolo, S.Capellino, A.Sulli, B. Seriola, M.E. Secchi, B. Villaggio, R.H. Straub // Ann N. Y. Acad. Sci. - 2006. - Nov (№ 1089). - P. 538-547.

199. De Souza, M.J., Fasting Ghrelin Levels in Physically Active Women: Relationship with Menstrual Disturbances and Metabolic Hormones / M.J. De Souza, J. L. Heather, E. O'Donnell, B. Lasley, N. I. Williams// The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. - July 1, 2004. - vol. 89.- N. 7. –P. 3536-3542

200. Eriksson, B. Physiological effects of training in elite swimmers/ Eriksson, B., I. Holmer, A. Lundin // Swimming Medicine IV/In B.Eriksson & B.Furberg (Eds).- Baltimore: University Park Press, 1978.- P. 177-187.

201. Ford, P. The Long-Term Athlete Development model: Physiological evidence and application / P. Ford [et al.] // Journal of Sports Sciences. - 2011. – Vol. 29. Issue 4. – P. 389–402.

202. Frisch, R. Delayed menarche and amenorrhea of college athletes in relation to age of onset of training / R. Frisch, A.V. Gotz-Welbergen, J.W. McArthur // Journal of the American Medical Association. – 1981. – Vol. 246. - Issue 14. – P. 1559–1563.

203. Georgopoulos, N. Growth and pubertal development in elite female rhythmic gymnasts / N. Georgopoulos [et al.] // The Journal Of Clinical Endocrinology And Metabolism. – 1999. - 84(12). - P. 4525-4530.

204. Georgopoulos, N. Growth retardation in artistic compared with rhythmic elite female gymnasts / N. Georgopoulos [et al.] // The Journal Of Clinical Endocrinology And Metabolism. – 2002. - 87(7). - P. 3169-3173.

205. Girija, B. Effect of different phases of menstrual cycle on physical working capacity in Indian population/ B. Girija, S. Veeraiah // Indian J Physiol Pharmacol., 2011.- Apr-Jun.- N55(2). – P.165-169.

206. Gore-Laugeon, R.E. Follicular steroidogenesis and its control / R.E. Gore-Laugeon, D.E. Armstrong // Physiology of Reproduction. Raven Press. 1994.-P. 571-627.

207. Grimby, G. Respiration as a limiting factor of working capacity / G. Grimby [a.o.] // Pneumonologie, 1976. - Bd 5. - P. 11 -

208. Hagerman, F.C. Energy metabolism and fuel utilization / F.C. Hagerman // Med. Sci. in Sports Exerc. - 1992. - Vol. 24. - Issue 9. - P. 309 - 314.

209. Hall, M.V. Urinary hormone levels during the natural menstrual cycle: the effect of age / M. V. Hall, H. L. Leathard, J. Coley // J.Endocrinol, 2001.- N170(1). – P.157-164.

210. Hollozy, J. Biochemical adaptations to exercise: aerobic metabolism / J. Hollozy // Exercise and Sport Sciences Reviews, 1973. - V.1. - P. 45-71.

211. Janse de Jonge, X.A. Effects of the menstrual cycle on exercise performance/ X. A. Janse de Jonge// *Sports Medicine*, 2003/ - N33(11). – P. 833–851.

212. Jones, A. M. The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness / A. M. Jones, H. Carter // *Sports Medicine*. – 2000. – Vol. 29 – Issue 6. – P. 373–386.

213. Kaiserauer, S. Nutritional, physiological, and menstrual status of distance runners / S. Kaiserauer, A. C. Snyder, M. Sleeper, J. Zierath // *Med Sci Sports Exerc*, 1989. - N21. - P. 120-125.

214. Klentrou, P. Onset of puberty, menstrual frequency, and body fat in elite rhythmic gymnasts compared with normal controls / P. Klentrou, M. Plyley // *British Journal of Sports Medicine*. – 2003. - 37(6). - P. 490 – 494.

215. Lindholm, C. Pubertal development in elite juvenile gymnasts: effects of physical training / C. Lindholm, K. Hagenfeldt, B. Rangertz // *Acta obstetricia et gynecologica Scandinavica*. – 1994. – Vol. 73. – P. 269–273.

216. Loucks, A.B. Effects of exercise training on the menstrual cycle: existence and mechanisms / A.B. Loucks // *Med. And Sci. in Sports and Exercise*. – 1990. Vol. 22. – Issue 3. - 275–280.

217. Marbut, M.M. Oxygen pulse as a measure of aerobic power during submaximal work in humans / M.M. Marbut, A.J. Wade // *J.Physiol. (Gr. Brit.)*, 1988. - V. 399. - P. 73.

218. Mc Ardle, W.D. Exercise physiology: energy, nutrition, and human performance / W.D. Mc Ardle, F.I. Katch, V.L. Katch // *Dynamics of Pulmonary Ventilation*. - USA: Williams & Wilkins, 1996. - P. 249-265.

219. Mines, A. H. Respiratory Physiology/ A. H. Mines. - New York: Raven Press, 1993. - 182 p.

220. Mishchenko, V. Phisiology del deportista/ V. Mishchenko, V. Monogarov // *Editorial Paidotribo*, - 1995. - 328 p.

221. Morrow, J.R. Measurement and evaluation in Human Performance / J.R. Morrow [et al.] // *Human Kinetics Publishers*, 1995. - 416 p.

222. Naughton, G. Physiological issues surrounding the performance of adolescent athletes / G. Naughton [et al.] // *Sports Medicine*. – 2000. – Vol. 30. – Issue 5. – P. 309–325.

223. Noakes, T.D. Physiological models to understand exercise fatigue and the adaptations that predict or enhance athletic performance / T.D. Noakes // *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. – 2000. – Vol. 10. – Issue 3. – P. 123 - 145.

224. Norris, S. R. Planning, periodization, and sequencing of training and competition: The rationale for a competently planned, optimally executed training and competition program, supported by a multidisciplinary team / S. R. Norris, D. J. Smith // *Enhancing recovery: Preventing underperformance in athletes* / in M. Kellmann (ed.). - Champaign, IL: Human Kinetics. – 2002, P. 119 – 141.

225. O'Leary, C.B. Response of testosterone to prolonged aerobic exercise during different phases of the menstrual cycle/ C. B. O'Leary, C. Lehman, K. Koltun, A. Smith-Ryan, A. C. Hackney// *Eur. J. Appl Physiol.*, 2013. - N113(9). – P.2419-2422.

226. Oosthuyse, T. The effect of the menstrual cycle on exercise metabolism: implications for exercise performance in eumenorrhoeic women/ T. Oosthuyse, A. N. Bosch // *Sports Med.*, 2010. - N40(3). – P. 207-217.

227. Otis, CL. Exercise – associated amenorrhea /C.L. Otis // *Clinics in Sports Med.* – 1992. – Vol. 11. - Issue 2. – P. 351 – 362.

228. Pearson, L.J. Regulation of endothelin-1 release from human endothelial-cells by sex steroids and angiotensin-II / L. J . Pearson, T.G. Yandle, M.G. Nicholls, J.J. Evans // *Peptides*. - 2008. - Feb.

229. Raja, S. N. Prevalence and correlates of the premenstrual syndrome in adolescence / S.N. Raja [et al.] // *Journal American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*. - 1992. Vol. 31. - Issue 5. - P. 783 - 789.

230. Rilling J.K. Effect of menstrual cycle on resting brain metabolism in female rhesus monkeys / J.K. Rilling, S.K. Barks, H.A. Elfenbein, J.R. Votaw, G.

Pagnoni, A. Lacreuse, J.G. Herndon // *Neuroreport*. – 2008. - Vol. 19. - № 5. - P. 537.

231. Rogers, D.M. Scaling for the VD2 to body size relationship among children and adults/ D. M. Rogers, B. L. Olson, J. H. Wilmore// *J. of Appl. Physiol.*, 1995. – N79. – P.493-497.

232. Sato, N. Power spectral analysis of heart rate variability in healthy youngwomen during the normal menstrual cycle / N. Sato, S. Miyake, J. Akatsu, M. Kumashiro // *Psychosomatic. Medicine*. - 1997. -V. 57. - P . 331-335.

233. Schutz, R.W. Sampling theory and procedure/ R.W. Schutz // *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 1973.- V.1.- P. 365-392.

234. Scoggin, C. Familiar aspects of decreased hypoxic drive in endurance athletes/ C. Scoggin, R. Dockel // *J. Appl. Physiol.*, 1978. - Vol. 44, N 3. - P. 464-468.

235. Sewright, K.A. Sex differences in response to maximal eccentric exercise/ K. A. Sewright, M. J. Hubal, A. Kearns, M. T. Holbrook, P. M. Clarkson// *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2008. - N40(2). – P. 242–251.

236. Sjostrand, T. Changes in the Respiratory organs of workmen at one oresmelting work / T. Sjostrand // *Acta Med. Scand.*, 1947, Suppl. 196/ - P. 687- 699.

237. Spencer, J.L. Uncovering the mechanisms of estrogen effects onhippocampal function / J.L. Spencer, E.M. Waters, R.D. Romeo, G.E. Wood, T.A. Milner, B.S. McEwen // *Front Neuroendocrinol*. - 2008. - V. 29(2).- P. 219-237.

238. Stainaker, J. Physiological Aspects of Training in Rowing/ J. Stainaker // *Int. J. Sports Med*. – 2002. – 14. – P.3-10.

239. Theintz, G. E. Evidence for a reduction of growth potential in adolescent female gymnasts / G. E. Theintz [et al.] // *The Journal of Pediatrics*. – 1993. 122(2). – P. 306 - 313.

240. Tipton, C.M. Exercise, training and hypertension/ C. M. Tipton // *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 1991. – P.447-505.

241. Viru, A. Adaptation in Sport Training / A. Viru // *Times Mirror International Publishers*. - London. - 1995. - 320 p.

242. Wilmore, J.H. Physiology of Sport and Exercise / J.H. Wilmore, D.L. Costill. - Champaign: Human Kinetics, 1994. - 549 p.

243. Withers, R.T. Match analysis of Australian professional Soccer players / R.T. Withers // Journal of Human Movement Studies, 1982. - N 7. - P. 159 - 176.

244. Young, E.A. Perspective: sex matters: gonadal steroids and the brain / E.A. Young, J.B. Becker // Neuropsychopharmacology. - 2009. - V. 34(3). - P. 537-538.