

***В.А. Романенко***

***Диагностика  
двигательных  
способностей***



**Романенко Валерий  
Александрович,  
профессор, доктор  
биологических наук,  
профессор Донецкого  
национального  
университета, автор  
более двухсот работ и  
пяти монографий,  
ведущий специалист  
Украины по проблемам  
психофизиологии  
мышечной деятельности**

**Донецк - 2005  
ДонПУ**

Министерство образования и науки Украины  
Донецкий национальный университет  
Биологический факультет

**В.А. Романенко**

**Диагностика  
двигательных  
способностей**

Учебное пособие  
для студентов биологических факультетов

Донецк – 2005  
ДонНУ

ББК. ЕО\*738я73  
УДК 612.766.1(075)  
Р 69  
ISBN 966.639.239-9

**Рецензенты:**

доктор мед. наук, профессор В.И. Максимович  
доктор биол. наук, профессор А.В. Калганов

**Рекомендована к печати**

Ученым советом Донецкого национального университета



Монография издана при финансовой  
поддержке корпорации  
"Индустриальный союз Донбасса"

**Романенко В.А.**

Диагностика двигательных способностей. Учебное пособие, -  
Донецк: Изд-во ДонНУ, 2005, - 290с.

Монография содержит современные сведения о психофизиологических механизмах двигательных способностей человека, закономерностях их развития и инволюции на различных этапах онтогенеза. Вопросы диагностики излагаются в соответствии с теорией измерений, тестов и оценок. Особое внимание уделяется роли нервных механизмов в управлении произвольными движениями и участию сенсорных систем в регуляции двигательных актов.

Предназначена для студентов, аспирантов и преподавателей биологических, медицинских и физкультурных учебных заведений, специалистов спортивной физиологии и медицины, психологии спорта и врачебного контроля.

Охраняется законом Украины об авторском праве. Воспроизведение всей книги или любой ее части без письменного разрешения автора будет преследоваться в судебном порядке.

© В.А. Романенко  
ДонНУ, Донецк, 2005

# ОГЛАВЛЕНИЕ

## ПРЕДИСЛОВИЕ

### Глава 1 ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СПОСОБНОСТЕЙ

1.1	Способности и одаренность	3
1.2	Понятие о двигательных способностях	9
1.3	Онтогенез двигательных способностей	
1.3.1	Биологические закономерности онтогенеза	11
1.3.2	Двигательные способности в младшем, среднем, и старшем школьном возрасте	17
1.3.3	Двигательные способности в молодом, зрелом, старшем и пожилом возрасте	25

### Глава 2 МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ

2.1	Критический анализ мировых систем оценивания двигательных способностей	33
2.2	Краткий исторический очерк развития учения об измерениях	54
2.3	Основы теории измерений, тестов и оценок	56

### Глава 3 ДИАГНОСТИКА ПОДВИЖНОСТИ В СУСТАВАХ

3.1	Морфофункциональные свойства опорно-двигательного аппарата	72
3.2	Методики тестирования гибкости	75

### Глава 4 ДИАГНОСТИКА КООРДИНАЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ

4.1	Понятие о координационных способностях	79
4.2	Психофизиологические механизмы управления движениями	82
4.3	Формирование координационных способностей в процессе индивидуального развития	87
4.4	Измерение способностей к формированию двигательных навыков	90
4.5	Тестирование способностей к поддержанию равновесия	96
4.6	Определение способностей к управлению движениями по пространственно-динамическим параметрам	99
4.7	Измерение способностей к управлению движениями по пространственно-временным параметрам	103
4.8	Интегральная оценка координационных способностей	109

## **Глава 5 ДИАГНОСТИКА АЛАКТАТНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ**

### **5.1 Скоростные способности**

5.1.1 Психофизиологическая характеристика скоростных способностей 112

5.1.2 Методы измерения скоростных способностей 121

### **5.2 Силовые способности**

5.2.1 Физиологическая характеристика силовых способностей 125

5.2.2 Тестирование силовых характеристик 132

## **Глава 6 ДИАГНОСТИКА ГЛИКОЛИТИЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ**

6.1 Физиологические механизмы гликолитической выносливости 139

### **6.2 Скоростная выносливость**

6.2.1 Характеристика скоростной выносливости 140

6.2.2 Методы измерения скоростной выносливости 145

6.3 Определение порога анаэробного обмена и устойчивости к гипоксии в полевых условиях 147

6.4 Лабораторные методы измерения гликолитической выносливости 150

### **6.5 Динамическая силовая выносливость**

6.5.1 Физиологическая характеристика силовой динамической выносливости 154

6.5.2 Методы тестирования силовой динамической выносливости 156

### **6.6 Статическая мышечная выносливость**

6.6.1 Физиологические механизмы статической мышечной выносливости 158

6.6.2 Измерение статической мышечной выносливости 161

## **Глава 7 ДИАГНОСТИКА АЭРОБНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ И ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ**

### **7.1 Аэробная выносливость**

7.1.1 Физиологическая характеристика аэробной выносливости 165

7.1.2 Измерение и оценка аэробной производительности 172

### **7.2 Физическая работоспособность**

7.2.1 Понятие о физической работоспособности 181

7.2.2 Методы определения физической работоспособности 182

## **Глава 8 ДИАГНОСТИКА ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ**

8.1 Понятие о физическом состоянии человека 187

8.2 Проблемы диагностики физического состояния 195

8.3 Определение физического состояния по показателям антропометрического статуса и системы кровообращения 198

8.4 Интегральная оценка физического состояния 202

**ПРИЛОЖЕНИЯ** 208

**ЛИТЕРАТУРА** 285

*Памяти Юрия Ивановича Васильева,  
Петра Васильевича Ильченко,  
Владимира Васильевича Игонтова –  
посвящаю.*

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящее время имеется достаточное количество публикаций, учебников и монографий, посвященных проблеме диагностики двигательных способностей человека. Излагаемые в них сведения относятся, как правило, к определенным возрастным [Л.П. Сергиенко, 2001], спортивным [Л.В. Волков, 2002] или профессиональным [В.А. Кабачков, 1982] группам. Измерению и оценке отдельных двигательных функций посвящены исследования В.И. Ляха [1998], Ю.Г. Городниченко [1996], В.Д. Сонькина [1997]. Вместе с тем, достаточно часто эти вопросы освещаются с эмпирических позиций и не имеют должного научного обоснования. Проблема заключается не в подборе тех или иных тестов, методик или функциональных проб, а в неопределенности самого понятия "двигательные способности".

По нашим представлениям, **двигательные способности – это энергетические возможности индивида, обеспечивающие определенный уровень его адаптации к любым видам физиологической активности.** В таком понимании двигательные способности следует рассматривать как проявление моторики, имеющей общий измеритель (скорость, сила, масса), механизмы энергообеспечения и центральной регуляции. Каждая двигательная способность специфична, конкретна и имеет свое физиологическое содержание: например, время двигательной реакции, темп движений, максимальная мышечная сила, аэробная производительность и т.п. Исходя из этих постулатов, в пособии излагаются современные представления о двигательных функциях человека, закономерностях их онтогенеза и влиянии на эти процессы генетических и средовых факторов. Вопросы измерения и оценки

двигательных способностей трактуются с позиций физиологии активности [Н.А. Бернштейн, 1966], теории функциональных систем [П.К. Анохин, 1975], деятельности [А.Н. Леонтьев, 1977] и базируются на фундаментальных положениях теории измерений, тестов и оценок.

Настоящее учебное пособие, предназначенное для студентов – физиологов биологических факультетов, будет полезно также студентам медицинских и физкультурных вузов, специалистам спортивной медицины и физиологии, психологии спорта и врачебного контроля.

Автор выражает искреннюю признательность сотрудникам кафедры физиологии человека и животных Донецкого национального университета за помощь в оформлении и подготовке к печати настоящей монографии.

Доктор биологических наук,  
профессор В.А. Романенко

*"Мышление – это болезнь, свойственная лишь некоторым особям, и если бы она распространилась, то быстро привела бы к уничтожению рода человеческого"*

*А. Франс "Суждения господина Жерома Куаньяра"*

## **1 ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СПОСОБНОСТЕЙ**

### **1.1 СПОСОБНОСТИ И ОДАРЕННОСТЬ**

Проблема способностей волновала человечество всегда. Первые попытки определить их сущность были предприняты еще Платоном и Аристотелем. С тех пор эту проблему изучают медики и психологи, антропологи и биологи, философы и педагоги. Особенно эффективно проблему способностей разрабатывают представители различных направлений в психологии. В соответствии с концепцией Ч. Спирмена [1927], любая деятельность реализуется за счет общих и специфических способностей. Представители мультифакторной теории Л. Терстон и Дж. Пелфорд [1947] отрицают наличие общего фактора и считают, что имеется широкий спектр способностей, определяющих успешность в различных сферах жизнедеятельности человека. В советской педагогике и психологии одно- и мультифакторные теории Ч. Спирмена, Л. Терстона и Дж. Пелфорда получили широкое распространение в виде представлений об общих и специальных способностях. Понятие "способность" длительное время идентифицировали с понятием "одаренность". Первые сомнения в идентичности этих понятий высказал С.Л. Рубинштейн [1935]. Одаренность по С.Л. Рубинштейну [1948] определяет комплексные свойства личности. Поэтому он выделяет общую и специальную одаренность. Первая определяет успешность реализации ведущих форм человеческой деятельности, вторая – специфических (артистических, интеллектуальных, художественных, спортивных и т.п.). Общая одаренность существует не сама по себе, а реализуется через специальные способности. Однако, как справедливо замечает Е.П. Ильин [36], не ясно, как конкретно это происходит, и где грань между общими и частными способностями.

ми. Б.М. Теплов [1941], понимая одаренность также, как и С.Л. Рубинштейн, подчеркивает, что отдельные способности не просто сосуществуют рядом друг с другом, а приобретают иной характер в зависимости от наличия и степени развития других способностей. Одаренность – это не сумма определенного количества способностей, а качественно новое образование, причем чисто психологическое, которое проявляется исключительно в деятельности и обеспечивает ее успешность. Уточняя положения С.Л. Рубинштейна о взаимоотношениях частных и общих способностей, Б.М. Теплов [1985] подчеркивает, что "во всякой одаренности есть и общее, и особенное".

В соответствии с доминирующими в психологии концепциями, способности отражают индивидуальные особенности человека, отличающие его от других людей; способности обуславливают не все особенности, а те из них, которые определяют успешность реализации определенной деятельности; способности не сводятся к умениям, навыкам и знаниям, а выступают в качестве некоего внутреннего психического регулятора, определяющего быстроту и прочность их освоения; способности детерминированы врожденными предпосылками в виде задатков. А.В. Петровский [57] полагает, что способности преимущественно проявляются в динамике овладения навыками, знаниями и умениями. Л.А. Зеленев [1984] в структуре способностей выделяет биологическую основу – задатки в виде анатомо-физиологических образований и социальную программу развития человека, подчеркивая, что каждый человек обладает способностями ко всем видам деятельности. В.Д. Щадриков трактует способности как индивидуальные качества, включенные в систему деятельности, и понимает под ними качества психических процессов и качества моторики [90].

В современной дифференциальной психофизиологии **общие способности рассматривают как совокупность потенциальных (генетических) психодинамических свойств человека, определяющих его пригодность к деятельности как физиологической активности, без спецификации этой активности. Частные (специальные) способности – это различные проявления общих.** По В.М. Русалову [78], в основе общих способностей лежит психическая активность и способность к саморегуляции. Психическая активность выражается в скоростном, эргическом и вариационном аспектах интеллектуальной, коммуникативной и психомоторной сфер деятельности. Скоростной аспект характеризует индивидуальный, генетически заданный темп деятельности. Эргический – отражает склонность индивида к напряженной продолжительной деятельности. По существу это выносливость, работоспособность человека в любых сферах дея-

тельности. И, наконец, третий аспект – вариационный – отражает склонность индивида к новизне и разнообразию в поведении и деятельности. В коммуникативной сфере эта тенденция выражается в скорости изменения программ поведения индивида в обществе, а в психомоторной (спортивной) – в изменении динамического стереотипа при формировании двигательных навыков. Все виды психической активности, как одного из факторов общих способностей имеют соответствующий нейродинамический базис [78].

В советской психологии проблему взаимокompенсации способностей в процессе деятельности впервые поставил Б.М. Теплов. В школе В. С. Мерлина [53] одинаковую продуктивность деятельности субъектов с различными способностями связывают с формированием индивидуального стиля деятельности. Этот стиль предполагает компенсацию слабовыраженных способностей и свойств личности формированием определенного способа деятельности [40]. Б.М. Теплов [1955], рассматривая этот вопрос в социальном аспекте, пришел к заключению, что нет плохих и хороших свойств нервной системы. Люди с различными задатками и темпераментальными характеристиками могут добиваться одинаково высоких социальных достижений в области науки, культуры и искусства. Исходя из постулата Б.М. Теплова [1955], людей, неспособных к какой-либо конкретной деятельности нет. **Каждый человек способен к труду. Остается неясным весьма принципиальный вопрос – в каких видах трудовой деятельности, с какой эффективностью и надежностью и, главное, ценой какого психофизиологического напряжения эта деятельность будет реализована.** По-видимому, представления Б.М. Теплова отражают не столько его научные убеждения, сколько идеологические установки тогдашнего социалистического общества. Весьма сомнительно звучит этот тезис относительно такой экстремальной, на грани биологических возможностей человека, деятельности, как современный спорт высших достижений. Трудно (невозможно) представить себе стайера экстра-класса с низкой выносливостью нейронов двигательной коры и низким уровнем аэробных возможностей или спринтера того же класса, недостаточно быстро (порядка 50-70 мс) реагирующего на выстрел стартового пистолета. Недостаточный уровень соответствующих способностей не позволил бы этим спортсменам выйти на уровень мировых достижений.

Вероятно, одинаковая эффективность и надежность профессиональной и (или) спортивной деятельности индивидов с различными типологическими свойствами нервной системы, чувствительностью сенсорных систем, мощностью и емкостью механизмов энергетики,

особенностями вегетативного и эндокринного обеспечения возможна лишь на низком, в лучшем случае на "среднем" уровне этой деятельности. В этом плане мы солидарны с Е.П. Ильиным. При недостаточно выраженных способностях взаимокompенсация на "среднем" уровне деятельности возможна за счет опыта и формирования индивидуального стиля деятельности [89, 91]. Этот стиль опирается на сильные стороны индивида и тем самым компенсирует его слабые стороны. Такая компенсация возможна лишь в том случае, когда от человека не требуется проявления максимальных усилий, как это имеет место в спорте. Очевидно, в такой специфической деятельности, как спорт высших достижений, никакой взаимокompенсации слаборазвитых способностей индивида быть не может. Этой же позиции придерживаются и другие авторы [40, 53].

Признание общих и специальных способностей не дает сторонникам личностно-деятельностного подхода основания утверждать, что способности формируются исключительно в деятельности. Это не так. Способность высококвалифицированного баскетболиста переключать внимание, высокий уровень его оперативного мышления и вероятностного прогнозирования вполне могут быть использованы в различных видах операторского труда. На этом, так называемом "перекрестном" эффекте базируется концепция использования средств спортивной подготовки для повышения профессионального уровня человека во многих сферах производственной деятельности [68, 69]. Деятельность выступает и как условие проявления способностей, и как способ их совершенствования. На различных этапах профессионального и спортивного совершенствования долевое участие общих и специальных способностей изменяется в сторону специальных. **На первом этапе становления профессионального (спортивного) мастерства доминируют общие способности** в виде особенностей соматотипа, энергетики, механизмов кислороднотранспортной системы, нервно-мышечного аппарата и других функций, т.е. чисто физиологические механизмы. **На втором преобладают такие психофизиологические механизмы обеспечения деятельности**, как способность субъекта дифференцировать пространственно-временные и динамические параметры движений, быстро реагировать на простые сигналы, своевременно различать стимулы различной модальности и т.п. **На третьем этапе доминируют психодинамические механизмы** – внимание, память, оперативное мышление, антиципация, вероятностное прогнозирование. Существенное значение на этом этапе имеют личностные (генетические) характеристики индивида – способность к мобилиза-

ции воли, психоэмоциональная устойчивость, уровень притязаний и мотивации.

С позиций функционально-генетического подхода [36, 90] сущность и структура каждой способности должна соотноситься с задатками определенной функции и выражаться через ее качественные свойства. Действительно, у здоровых людей имеются все функции. Однако уровень этих функций различен. Кратковременная память имеется у каждого человека, но одни люди запоминают за 30 с три-четыре, а другие – семь-восемь зрительных образов. Поэтому в дифференциальной психофизиологии, в отличие от общей психологии, функцию не рассматривают в качестве способности. **Функция является носителем задатка, а способность – яркое проявление свойства какой-либо психофизиологической функции, т.е. качественная характеристика этой функции** [36]. В таком понимании действительно не существует людей без какой-либо способности, но есть люди с низким уровнем определенных способностей. Их и называют неспособными к достижению успеха в конкретной деятельности. Функционально-генетический подход к проблеме способностей постулирует несколько базисных положений:

1. **Способности – это целостное интегральное психофизиологическое образование, которое может проявляться и совершенствоваться при любых формах физиологической активности.**

2. **Одна и та же способность может тренироваться в различных сферах производственной и (или) спортивной деятельности.**

3. **Высшие животные (приматы) обладают большинством функций и психических свойств, характерных для человека.** У них имеются те же, что и у человека, задатки в виде силы, подвижности и уравновешенности нервных процессов. Следовательно, можно говорить и о способностях животных [36, 56].

4. **Парадигма “задаток-функция-способность” позволяет рассматривать становление способностей в онтогенезе и управлять этими способностями в процессе профессиональной или спортивной деятельности.**

Различия в подходах классических психологов [84] и психофизиологов [36, 87, 90] к генезису и структуре способностей не исключают общности суждений относительно материального субстрата последних. Идеи врожденной обусловленности способностей высказывали еще Платон, Ф. Бэкон, Д. Дидро и другие мыслители. Основоположники психологии В. Штерн, А.Ф. Лазурский, Ф. Гальтон также разделяли эти идеи. Известный специалист в области физиологии

спорта В.С. Фарфель [1976] прямо указывает на генетическую природу способностей.

В настоящее время все едины во мнении, что в основе способностей лежат биологически закрепленные предпосылки развития – задатки, однако вкладывают в это понятие различное содержание. Задатки рассматривают как анатомо-физиологические образования [24, 54, 84], связывают с генетическими особенностями нервно-мозгового аппарата [40, 79], спецификой сенсорных систем [42] и уровнями психической активности [78]. В.Д. Щадриков в качестве специальных задатков рассматривает нейронные сети, а общих – типологические свойства нервной системы и соотношения между полушариями головного мозга. Способности, по В.Д. Щадрикову, как свойства функциональных систем, являются системными качествами и присущи ребенку с момента рождения. Наряду с генотипическими способностями существуют и способности фенотипические как результат влияния социума и природной среды [90].

В учебнике психологии под редакцией академика А.В. Петровского [57] утверждается, что "наиболее продуктивными являются гипотезы, которые связывают задатки с микроструктурой мозга и органов чувств". В.М. Волков понимает под генотипом "всю совокупность генов одной особи", а не тот "парциальный комплекс наследственных структур" [78], который лежит в основе развития той или иной способности [25]. При этом подчеркивается, что при характеристике задатков нельзя отождествлять генетическое и врожденное. Задаток определяется обоими факторами. Образовавшаяся в результате слияния гамет зигота, несущая в 46-ти хромосомах наследственную информацию, подвергается в организме матери различным влияниям. В итоге возможны трансформации отдельных структур зародыша, соотношений и темпов созревания отдельных функций. Следовательно, врожденные свойства могут не быть аналогом генотипа [25]. При рассмотрении природы задатков В.М. Волков предлагает исходить из следующих базисных положений: 1) задаток – это генетическое образование, которое формируется в результате образования зиготы с неясным механизмом образования двойного набора хромосом; 2) **задаток – это биологическая структура, возникающая по генетическим законам, определяющая морфо-функциональное и психическое развитие человека и способствующая успешному формированию способностей;** задаток влияет на программу развития, определяет особенности строения тела, композицию мышечных волокон, капилляризацию мышц, особенности строения сенсорных систем и т.д.; детерминирует специфику адаптации, преимущественную склонность

индивида к совершенствованию анаэробного или аэробного метаболизма при мышечной деятельности; обуславливает степень участия центрально-нервных механизмов в управлении работой мышц и отдельных звеньев тела; влияет на формирование индивидуальных психофизиологических свойств личности [25]. Задаток определяет не только временную последовательность формирования функций организма, но и наследственную норму реакции, т.е. меру изменчивости (тренируемости) тех или иных способностей [89].

В спорте наследственная норма реакции в виде резервных возможностей организма приобретает особую значимость. С одной стороны, существуют чувствительные периоды развития двигательных способностей, а с другой – тренировка этих способностей жестко лимитирована временным диапазоном в 6-8 лет и обуславливается специфическими требованиями конкретной деятельности. Задатки, существенно влияя на формирование способностей и их развитие, вместе с тем не определяют одаренности к определенной деятельности. Развитие способностей является результатом сложного взаимодействия генетических и средовых факторов.

## 1.2 ПОНЯТИЕ О ДВИГАТЕЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЯХ

В восемнадцатом веке английский философ Томас Гоббс [1963] разделил способности на умственные и физические. С тех пор дискуссия о генезисе и сущности двигательных способностей продолжается до настоящего времени. В.М. Зацiorsкий [33], анализируя понятие "физические качества", подчеркивает, что каждое из них имеет один и тот же измеритель, идентичные физиологические и биохимические механизмы и требует проявления сходных свойств психики. Б.В. Евстафьев [1986] экстраполирует физические способности на естественные двигательные навыки; разделяет эти способности на основные и специальные качества, которые определяют функциональные возможности человека. Двигательные способности также рассматривают как задатки, реализованные генетической программой [25]. Их отождествляют с физическими качествами [Вейнер-Дубровин, 1980], спортивными способностями личности [Л.В. Волков, 1984], физическим совершенствованием [О.А. Мильштейн, 1975], и даже обозначают таким малопонятным термином, как физическая культура личности. Двигательные способности трактуют как совокупность природных и социальных факторов [С.В. Брянкин, 1978], продукт социального развития, который в совокупности с "физкультур-

ными потребностями" (?) создает некие "прижизненные социальные образования" [А.П. Шамин, 1984]. За исключением определений, данных В.М. Волковым [25] и Е.П. Ильиным [35], эти трактовки не имеют научного обоснования, грешат псевдонаучной терминологией и отражают идеологические установки социалистического общества. В некоторых публикациях [Р.Х. Ярулин, 1999] физические способности рассматриваются исключительно (?) в сфере физической культуры и интерпретируются как "проявления физических свойств человека" или качеств его двигательной деятельности. Невразумительно, малопонятно и вполне в духе теории и методики физического воспитания [49], несостоятельность которой как научной дисциплины и методологии спортивной тренировки блестяще показал Ю.В. Верхошанский [24]. В лучшем случае эту "Теорию" можно рассматривать как учебную дисциплину для студентов институтов физической культуры. По мнению основоположника этой дисциплины Л.П. Матвеева, "физические способности, как и двигательные способности, представляют собой своего рода комплексные образования, основу которых составляют физические качества, а форму проявления – двигательные умения и навыки" [49, 50]. Непонятно, какие различия существуют между понятиями "физические способности – двигательные способности – физические качества" и в чем заключается их комплексность. Нельзя согласиться и с тезисом о том, что эти свойства индивидуальности реализуются исключительно через умения и навыки. Они существуют априори и могут проявляться в любой деятельности, даже без формирования двигательного навыка. Навык, как результат обучения и формирования условного рефлекса, лишь оптимизирует проявление двигательных способностей, экономит время и энергию [35]. В.Б. Иссурин [1986] дифференцирует двигательные способности на потенциальные и актуальные, а сами способности обозначает как "свойства человека, определяющие возможность и успешность выполнения им определенной двигательной деятельности". С позиций психофизиологии двигательную одаренность определяют как сочетание врожденных антропометрических, морфологических, психологических, физиологических и биохимических особенностей человека, однонаправленно влияющих на успешность какого-либо вида деятельности [36]. Философский энциклопедический словарь [1983] трактует физические способности как совокупность двигательных естественных и достигнутых возможностей, при помощи которых можно осуществлять различные по структуре и дозировке нагрузки. В учебнике "Теория и методика физического воспитания" [1985] дается такое определение: "Физические способности – это от-

носительно устойчивые врожденные и приобретенные функциональные особенности органов и структур организма, взаимодействие которых обуславливает эффективность выполнения двигательного действия". Оба определения практически идентичны, подчеркивают наследуемость и тренируемость двигательных способностей, но не вскрывают их физиологической природы. Заслуга В.С.Фарфеля [1975] состоит в том, что он связал двигательные способности с конкретными анатомо-физиологическими системами организма. Например, аэробную выносливость с кислороднотранспортной системой, силу – с двигательным аппаратом и механизмами сенсорной и центральной регуляции этого аппарата.

Неоднозначность суждений и формулировок относительно "двигательных способностей" позволяет дать следующее определение этому понятию. Двигательные способности – это энергетические возможности индивида, обеспечивающие определенный уровень его адаптации к любым видам физиологической активности. В таком понимании двигательные способности следует рассматривать как проявление моторики, имеющей общий измеритель (скорость, сила, масса), энергетический субстрат, механизмы энергообеспечения и центральной регуляции. Каждая двигательная способность специфична, конкретна и имеет свое физиологическое содержание; напр., время реакции на свет или звук, темп движений, максимальная мышечная сила, силовая динамическая или статическая выносливость и т.п. [33, 69]. Подобная классификация двигательных способностей полезна для решения проблем спортивной ориентации, отбора и диагностики функциональных состояний.

## 1.3 ОНТОГЕНЕЗ ДВИГАТЕЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ

### 1.3.1 Биологические закономерности онтогенеза

Биологическое развитие двигательных способностей является результатом сложнейшего взаимодействия многих генетических и средовых факторов. Учесть взаимодействия этих факторов на различных этапах онтогенеза и специальной спортивной подготовки весьма затруднительно. Тем не менее, к настоящему времени установлено влияние наследственных факторов на формирование и развитие морфофункциональных признаков организма [Е.Б. Сологуб, В.А. Таймазов, 2000], двигательных способностей [Л.П. Сергиенко, 2004] и пси-

хических свойств личности [С.Б.Малых и соавт., 1998]. По данным Р. Ковача [1981], наследуемость двигательных способностей варьирует от 10% для координации рук до 90% для общей выносливости (рис. 1.3.1).

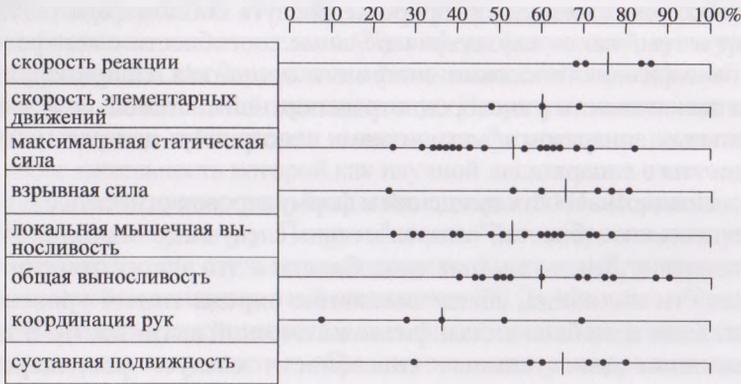


Рис. 1.3.1. Суммарные данные наследуемости некоторых двигательных способностей [Р. Ковач, 1981]

В классификации Л.П. Сергиенко [4] двигательные способности по степени их наследуемости выглядят иначе (прил. 1.3.1). Большая наследственность различных сторон моторики у женщин, и меньшая – у мужчин [4] косвенно подтверждает гипотезу Б.А. Геодакяна [1965] о том, что в процессе эволюции разделение на мужской и женский пол было детерминировано, с одной стороны, потребностью сохранить устойчивость морфофункциональных признаков вида *Homo Sapiens*, а с другой – обеспечить необходимый уровень гибкости адаптационных реакций человека на существенные изменения внешней среды. Поэтому у большинства биологических видов, в том числе и у человека, женский пол выступает в качестве хранителя генофонда, а мужской обеспечивает модификацию новых признаков [Б.А. Геодакян, 1965]. Влияние генетического фактора на естественный процесс формирования двигательных функций связано с этапами преобразования морфофункциональных структур организма в процессе онтогенеза. Структурная перестройка определяется основной биологической закономерностью – гетерохронностью (разновременностью) формирования анатомофизиологических систем организма. Развитие способностей всего лишь повторяет этот процесс. Отсюда и дифференциация

этапов биологического развития двигательных способностей на периоды активного (сенситивного), пассивного развития и стабилизации [А.А. Гужаловский, 1976]. Активным периодом естественного развития скоростно-силовых способностей является младший школьный возраст (табл. 1.3.1).

Таблица 1.3.1

Возрастные темпы прироста физических способностей у школьников младшего возраста, % [Л.В. Волков, 2002]

Возраст, лет	Пол	Физические способности			
		скоростно-силовые	быстрота	гибкость	ловкость
8-9	М	22	2	-5	15
	Ж	11	6	0	8
9-10	М	4	5	-3	-1
	Ж	5	6	-1	-2
10-11	М	18	7	4	-8
	Ж	18	3	-3	9

В этом же возрасте у мальчиков и девочек наблюдается некоторый регресс в показателях гибкости и ловкости. Те же закономерности прослеживаются и на последующих этапах: прирост одних двигательных функций сопровождается снижением других (рис. 1.3.2). Наибольший суммарный прирост двигательных способностей у подростков и юношей отмечен для трех возрастных периодов: 8-9, 10-12, 13-14 лет [26]. Для девушек такими периодами, в порядке снижения темпов развития двигательных функций, будет возраст 10-11, 13-14 и 15-16 лет (рис. 1.3.2). Замедление темпов биологического развития двигательного аппарата в 14-15 лет у девочек и в 15-16 лет у мальчиков вполне закономерно: в этом возрасте значительная часть энергии расходуется на формирование репродуктивных функций будущих мужчин и женщин. Различия по темпам полового созревания накладывают свой отпечаток на формирование организма. У медленно созревающих детей (ретардантов) время от появления первых морфофункциональных признаков до их максимального развития составляет в среднем 3 года 10,5 месяцев, в то время как у быстро созревающих (акселератов) – 1 год 2,5 месяца [В.Г. Властовский, 1984]. На определенном этапе онтогенеза акселераты превосходят ретардантов по уровню двигательного потенциала.

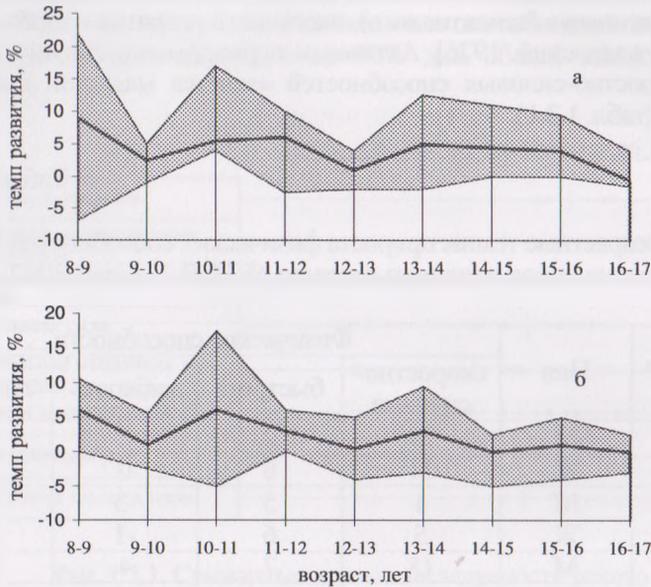


Рис. 1.3.2. Суммарные темпы возрастного развития физических способностей мальчиков (а) и девочек (б) [Л.В. Волков, 2002]

Количество тех и других примерно равно и составляет по 20 %. Для большинства (60 %) детей характерны средние темпы физического развития [26,35].

Снижение темпов индивидуального развития у акселератов и увеличение этих темпов у ретардантов приводит к выравниванию их двигательного потенциала. С возрастом ретарданты могут превосходить акселератов по координационным способностям, показателям силы, быстроты и выносливости. Эту биологическую закономерность следует учитывать при тестировании двигательных способностей у детей и подростков. Не следует игнорировать и конституциональные особенности. Дети разных соматотипов отличаются различными уровнями двигательных способностей и сенсорной чувствительности. Например, сила сокращения мышцы на  $1 \text{ см}^3$  ее поперечного сечения выше у представителей астенического (долиморфного) и ниже – у представителей гиперстенического (брахиморфного) типов телосложения (табл. 1.3.2). Эти зависимости прослеживаются также по полу (табл. 1.3.3) и даже этническому признаку [Б.А. Никитюк, 1989].

Таблица 1.3.2

Показатели силы четырехглавой мышцы бедра у юношей в зависимости от соматотипа [О.М.Черноморец, 1980]

Показатели силы четырехглавой мышцы бедра	Соматотип	
	астенический (долиморфный)	гиперстенический (брахиморфный)
Момент силы, кг	72,07	74,15
Площадь поперечного сечения мышцы, см <sup>3</sup>	60,51	84,01
Удельная сила, кг/см <sup>3</sup>	1,19	0,88

Причины различий лежат как в области морфологии мышц, так и в области нервной регуляции их функций. Предположительно, при брахиморфии нейромышечный аппарат обеспечивает меньшее подключение двигательных единиц (ДЕ), в сравнении с долиморфным типом.

Ускоренный рост организма и созревание нервной системы у гиперстеников негативно отражается на удельной силе их мышц [Б.А. Никиток, 1989]. У женщин эти закономерности выражены слабее, поэтому вариабельность признака у них ниже (табл. 1.3.3).

Таблица 1.3.3

Относительная сила трехглавой мышцы голени (%) в зависимости от пола и этнической принадлежности [А.А. Молчанова, 1982]

Этническая принадлежность	Соматотип	
	астенический (долиморфный)	гиперстенический (брахиморфный)
Юноши европеоиды	106,15	81,38
Юноши монголоиды	103,58	91,03
Девушки европеоиды	103,85	94,73

Дети, подростки и юноши астенического типа характеризуются лучшим развитием зрительно-двигательной памяти, а дигестивного – проприорецептивно-двигательной памяти (табл. 1.3.4). Вероятно, развитию коркового отдела зрительного анализатора способствуют замедленные темпы созревания всего организма и отдельных участков

головного мозга. Особенно ярко различия в проприорецептивной чувствительности между астениками и представителями дигистивного соматотипа проявляются в состоянии психического стресса. Это лишь один раз подчеркивает доминирующую роль генотипа в формировании реакций на стрессоры различной модальности [Б.А. Никитюк и соавт., 1989].

Таблица 1.3.4

Ошибка (мм) воспроизведения заданного отрезка юношами разных соматотипов в различных психических состояниях  
[Б.А. Никитюк и соавт., 1989]

Соматотип	Состояние			
	покоя		психического стресса	
	со зрительным контролем	без зрительного контроля	со зрительным контролем	без зрительного контроля
Астеноидный	5,5	46,7	3,5	79,8
Дигистивный	6,9	31,7	7,3	40,1

Типологические отличия людей разных соматотипов определяют неодинаковую роль энергетических и нейромоторных свойств организма в реализации двигательного потенциала [81, 82]. Очевидно, при диагностике двигательных способностей, наряду с особенностями соматотипа следует учитывать организацию моторики с позиций асимметрии мозга и межполушарного взаимодействия [Е.М. Бердичевская, 1999]. Асимметрия мозга выступает в качестве биологической предпосылки, обуславливающей специфику двигательных способностей. На существование индивидуального моторного профиля, связанного с право-леворукостью, указывал еще Н.А. Бершгейн [1990]. Индивидуальный профиль асимметрии является особым интегративным модально-специфическим фактором и характеризует работу мозга как парного органа [И.В. Ефимова, 1996]. Профиль асимметрии мозга связан с возрастом, полом, спортивной специализацией, стажем занятий и стилем индивидуальной деятельности [М.Г. Каравачев и соавт., 1991]. Так, у лиц с правым односторонним индивидуальным профилем асимметрии мозга по всем параметрам, кроме статической и динамической выносливости, доминирует правая (ведущая) конечность (прил. 1.3.2). Это проявляется в показателях абсолютной

силы кисти, латентного времени двигательной реакции, максимальной частоты движений и скорости одиночного движения, скоростной выносливости и выносливости к 60-секундному теппингу. У левой профиль латерализации моторики существенно отличается. Право-левые различия по частоте нижних конечностей отсутствуют. Перекрестное (правое) доминирование отмечается для времени реакции, ипсилатеральное – для скорости одиночного движения. Моторика верхних конечностей характеризуется отсутствием латерализации в отношении времени реакции и показателей силы. Для остальных показателей рук отмечена четкая инверсия латерализации в пользу левой доминантной стороны [Е.М. Бердичевская, 1999].

Полностью разделяя точку зрения многих исследователей [4. 10, 25, 27, 33, 78] на необходимость учитывать конституциональные особенности организма при диагностике двигательных способностей, все же необходимо отметить, что проблема "организм – среда", "биологическое – социальное", "задатки – двигательные способности", "генотип – фенотип", не имеет и, по-видимому, не может иметь окончательного решения. Слишком много наследственных (особенности ВНД, общесистемные и частные свойства мозга, межполушарная асимметрия мозга, сенсорные, вегетативные, эндокринные механизмы и двигательные функции) и средовых факторов (образ жизни, социальное окружение, двигательная активность, питание, климатические и экологические условия) приходится учитывать на различных этапах онтогенеза. Очевидно, по этой причине Е.П. Ильин [36] высказал суждение о принципиальной неизмеряемости способностей вообще, и двигательных – в частности. По его мнению, нельзя выделить определенный компонент из "сплава врожденного и приобретенного". Возможно, в подобных суждениях имеется доля истины. Однако запросы и потребности профессиональной и спортивной деятельности диктуют настоятельную необходимость разработки научно-методологических и практических основ диагностики двигательных способностей человека.

### **1.3.2 Двигательные способности в младшем, среднем и старшем школьном возрасте**

Для детей в возрасте от 7 до 11-12 лет характерно плавное развитие морфофункциональных систем организма с некоторым преобладанием темпов роста тела относительно его массы. В этом возрасте продолжается окостенение скелета, хотя он еще содержит значитель-

ное количество хрящевой ткани; формируется шейная и грудная кривизна; связочный аппарат обладает высокой эластичностью; мышцы-сгибатели превалируют над разгибателями, мышцы туловища - над мышцами конечностей; относительная сила конечностей приближается к показателю взрослых. Морфофункциональные перестройки системы кровообращения заключаются в увеличении объема сердца и минутного объема крови (МОК). Высокие (на 1 кг веса) значения МОК у детей обеспечиваются не приростом систолического выброса, а увеличением ЧСС вследствие преобладания симпатической регуляции. Изменяется и жидкая среда организма. Увеличение эритроцитов и гемоглобина повышает кислородную емкость крови. Однако эти показатели у них ниже в сравнении с подростками и взрослыми. Совершенствуется дыхательная система: частота дыхания урежается с 23 у семилетних до 19-ти у одиннадцатилетних, дыхательный объем увеличивается со 163 мл до 254 мл [69]. Последняя закономерность распространяется и на минутный объем дыхания (МОД), жизненную емкость легких (ЖЕЛ) и максимальную вентиляцию легких (МВЛ). Совершенствование аппарата дыхания и кровообращения идет в направлении “экономизации” функций в состоянии покоя и повышения их реактивности при напряженной мышечной деятельности. К возрасту 10-11 лет аэробные возможности детей достигают своего максимума. В пересчете на единицу массы тела для детей характерны очень высокие значения МПК [81]. Мышцы у детей этого возраста состоят в основном из волокон, приближающихся по своим свойствам к аэробным. Ни в более раннем, ни в более позднем возрасте митохондрии скелетных мышц не бывают так многочисленны и так велики по своим размерам. Эффективность окислительных процессов в митохондриях обеспечивается высокой диффузионной способностью легких, увеличенной скоростью кровотока и повышенной концентрацией окислительных ферментов. Благодаря этим механизмам у детей 10-11 лет в очень широком диапазоне нагрузок энергообеспечение циклической работы идет за счет аэробного ресинтеза АТФ, в связи с чем они способны выполнить очень большой объем работы умеренной и большой мощности. За год тренировки первоклассники могут повысить аэробную выносливость вдвое, причем без существенных морфологических перестроек, только за счет синхронизации систем энергообеспечения [81, 82].

Анаэробные энергетические процессы активизируются у детей 7-11 лет при мощности работы 80% МПК и частоте сердечных сокращений 170-180 уд/мин. Нагрузки сверх критической мощности, порога анаэробного обмена и уровня МПК доступны детям младшего

школьного возраста в пределах 15-20 с. Далее наступает утомление. При такой работе ЧСС у них достигает 200 уд/мин, частота дыхания - 60-70 цикл/мин, кислородный долг - 800-1200 мл [81]. Ограниченные возможности детей младшего школьного возраста к образованию максимального кислородного долга регламентирует незначительный объем упражнений на анаэробную выносливость в их подготовке [69].

Сила и уравновешенность нервных процессов в 7-11 лет относительно невелики, преобладает возбуждение. Это вызывает сравнительно быструю утомляемость, повышенную возбудимость и ограниченную во времени концентрацию внимания. Вместе с тем, высокая реактивность и пластичность нервных процессов создают физиологический базис, необходимый для быстрого и точного освоения двигательных навыков. Темпы естественного прироста ловкости в процентах к предыдущему возрасту составляют у мальчиков (девочек) 8-9 лет - 15 (8%), а 10-11 лет - 8 (9%). По некоторым упражнениям в равновесии, метанию в цель, элементам прыжковой акробатики, спортивной и художественной гимнастики младшие школьники не уступают более старшим возрастным группам [В.И. Лях, 1987].

К возрасту 7-12 лет в основном сформирован нейрофизиологический базис для развития скоростных способностей. Наиболее высокие темпы прироста двигательной функции у мальчиков (девочек) отмечаются: быстроты движений ног и туловища - в 7-9 и 10-11 лет; аэробной выносливости - в 8-9 и 10-11 лет; гибкости позвоночного столба - в 9-10 лет; статического равновесия - в 9-10 (8-9 и 11-12 лет); силовой динамической выносливости сгибателей туловища - в 11-12 (9-12 лет); силы разгибателей ног у девочек - в 9-12 лет, а разгибателей туловища - в 10-11 лет. У девочек периоды наиболее интенсивного прироста двигательных способностей более концентрированы во времени. Начиная с 12 лет этот процесс у них лишь эпизодически характеризуется высокими темпами роста. Младший школьный возраст является оптимальным для начала занятий спортивной деятельностью (прил. 1.3.3). Управление тренировочным процессом должно базироваться на контроле двигательных способностей и их сравнении с исходными значениями. Наиболее оптимальными для мальчиков (девочек) этого возраста будут тесты: на гибкость - № 3.2.5 и 3.2.8; быстроту - № 5.1.2, 5.1.4 и 5.1.7; ловкость - № 4.5.2, 4.5.6, 4.6.7, 4.7.1, 4.7.12, 4.8.1; абсолютную силу - № 5.2.1, 5.2.2; "взрывную" силу - № 5.2.13, 5.2.14, 5.2.32; силовую динамическую - № 6.5.8, 6.5.12, 6.5.16; статическую - № 6.6.2, 6.6.8, 6.6.12, 6.6.14; аэробную - № 7.1.4; гликолитическую (скоростную) выносливость - № 6.2.1, 6.2.2; физическую работоспособность - № 7.2.3.

**Средний школьный возраст (12-15 лет)** является критическим периодом в развитии человека. Процессы полового созревания сопровождаются одновременным формированием отдельных систем и органов подростка. Интенсивный рост всего тела, особенно конечностей преобладает над приростом мышечной массы. За год длина тела у подростков увеличивается на 4-7,5 см, а масса – на 3-6 кг. К 13-14 годам у мальчиков и к 11-12 у девочек темпы роста мышечной массы резко возрастают в основном за счет гипертрофии мышечных волокон. Это создает физиологический базис для увеличения силы: повышается скорость сокращения мышц, нарастает их способность к длительным статическим напряжениям, улучшаются координационные процессы, обеспечивающие быструю мобилизацию значительного количества двигательных единиц в мышцах-синергистах и торможение активности в мышцах-антагонистах [69].

Совершенствуются механизмы центральной регуляции: повышается возбудимость коры, большее развитие получают процессы внутреннего торможения, анализа и синтеза. [Р.Е. Мотылянская, 1990]. К 12-13 годам у подростков создается необходимый нейрофизиологический базис для занятий сложнотехническими видами спорта. Эти перестройки не ограничиваются совершенствованием нейродинамических процессов. Происходит формирование и становление личности ребенка. Поэтому крайне важно обеспечить со стороны учителя (тренера) индивидуальный и бережный подход к каждому подростку.

Существенные изменения в подростковом возрасте претерпевают механизмы сердечно-сосудистой системы: интенсивно увеличиваются масса и объем сердца, относительный МОК и продолжительность сердечного цикла, усиливается влияние вагусной регуляции, интенсифицируются обменные энергетические процессы. Эти структурно-функциональные перестройки обеспечивают экономизацию работы сердца подростка в покое и расширяют его адаптивные возможности при физической нагрузке. Слабым звеном сердечно-сосудистой системы подростков остается несовершенная внутри- и межсистемная регуляция, которая выражается в нарушении ритма сердечной деятельности. Ускоренное увеличение объема сердца без соответствующего расширения емкости сосудистого русла создает предпосылки для повышения у подростков артериального давления. Тенденцию к развитию артериальной гипертензии усугубляют различные неблагоприятные факторы – переутомление, очаги хронической инфекции, нарушение режима и т.п.

В 12-15 лет интенсивно идет процесс развития дыхательной системы: перестраивается нервная и гуморальная регуляция, совершенствуется аппарат внешнего дыхания: увеличивается ЖЕЛ, дыхательный и минутный объемы, максимальная вентиляция легких и их диффузионная способность. Глубина и спектр структурных перестроек кардиореспираторной системы определяют уровень аэробной производительности подростков. К 14-15 годам величина МПК у мальчиков достигает 2703 мл/мин, у девочек – 2221 мл/мин [С.Б. Тихвинский, 1986]. Однако с началом полового созревания аэробная выносливость подростков заметно снижается. Кислородные режимы при физической нагрузке в этом возрасте становятся не экономичными: увеличение легочной вентиляции идет преимущественно за счет учащения дыхания при низкой эффективности работы сердца. При скорости бега, равной 50% максимальной, подростки преодолевают меньшую в сравнении с 12-13-летними детьми дистанцию (рис. 1.3.3).

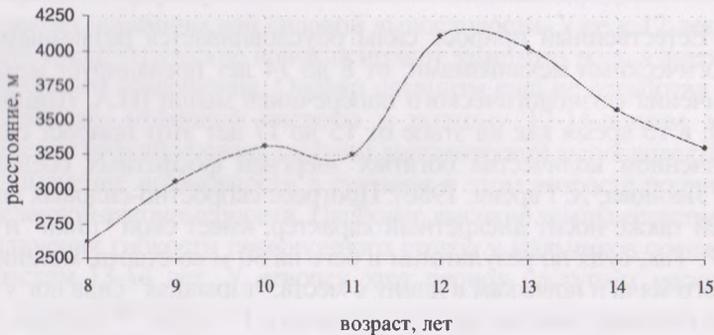


Рис. 1.3.3. Возрастная динамика выносливости при беге в медленном темпе у мальчиков 8-15 лет [В.А. Мякишев, 1997]

Выносливость к нагрузкам субмаксимальной мощности, наоборот, резко возрастает. Естественный прирост гликолитической выносливости совпадает по времени с увеличением в скелетных мышцах количества гликолитических и креатининфосфатных волокон. Наиболее интенсивный прирост этой способности у мальчиков отмечается с 13 до 14 лет, после чего функция стабилизируется, а к пятнадцати — снова резко прогрессирует. У девочек эта функция к 15 годам достигает максимума и далее без специальной тренировки не повышается (рис. 1.3.4). Динамика силы у мальчиков характеризуется ускоренными темпами развития на этапе от 14 до 15 лет. У девочек этот процесс носит более плавный характер и к 15 годам завершается.

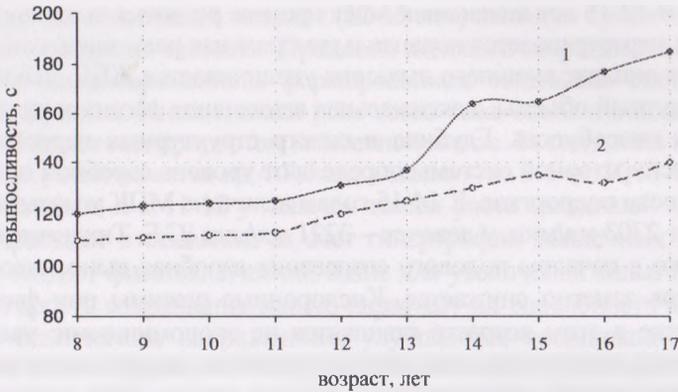


Рис. 1.3.4. Выносливость в зоне нагрузок субмаксимальной мощности у мальчиков (1) и девочек (2) [А.А. Гужаловский, 1980]

Естественный прирост силы обуславливается различными физиологическими механизмами: от 8 до 14 лет превалирует механизм увеличения физиологического поперечника мышц [И.А. Шамшурин, 1978], в то время как на этапе от 15 до 17 лет этот прирост связан с увеличением количества богатых энергией фосфатных соединений [Л.Д. Леонова, Х. Гарсия, 1986]. Прогресс скоростно-силовых способностей также носит дискретный характер, имеет свои “пики” и “провалы”. Так, судя по результатам в беге на 30 м со старта, метанию набивного мяча и прыжкам в длину с места, “взрывная” сила ног у мальчиков начинает заметно прогрессировать к 13 годам. У девочек в этом возрасте отмечается один из наибольших пиков прироста силы ног. К 14 годам темпы прироста “взрывной” силы мышц ног и туловища замедляются, а к 15 - вновь нарастают как у девочек, так и у мальчиков [69].

Двигательной функцией, зависящей от энергетических процессов в мышцах и в целостном организме, наряду с силой является и быстрота. Исследованиями Л.Н. Ждановой [1991] было установлено, что время, необходимое для достижения максимальной скорости бега, практически одинаково у детей разного возраста и составляет 6 с. В течение этого периода сократительный аппарат мышц преодолевает силы инерции покоя. Стабильность этого показателя свидетельствует о принципиальном единстве организации мышечного сокращения в течение всего постнатального онтогенеза. Тем не менее качественные различия в возрастном энергообеспечении быстроты локомоций су-

ществуют: частота шагов у мальчиков значительно увеличивается с 14 лет, а у девочек – с 11 до 13 лет. После достижения 14-летнего возраста существенного прироста быстроты у девочек не наблюдается. Прирост результатов в беге на 30 м сходу в этом возрасте происходит не за счет увеличения темпа шагов, а благодаря увеличению силы и длины ног, улучшению техники бега. [81, 82].

Наиболее высокие темпы естественного прироста статической мышечной выносливости приходятся на период 12-13 лет, к 14-ти годам темпы снижаются, а к 15-ти снова нарастают. Половые различия в уровне этой функции практически не выражены. Неясно также, за счет каких физиологических механизмов происходит увеличение выносливости к статическим нагрузкам: за счет снижения активности анаэробного гликолиза или повышения устойчивости нервно-мышечной ткани к увеличенному содержанию молочной кислоты [Л.А. Леонова, Х. Гарсия, 1986].

Процессы формирования мышечной системы определяют и темпы развития динамической силовой выносливости. Уже к 12-летнему возрасту гликолитические волокна играют заметную роль в энергетике мышечного сокращения. Однако организм еще не отработал пути нейтрализации молочной кислоты и поэтому 12-14-летним детям свойственен низкий уровень силовой динамической выносливости.

Изменение подвижности в суставах в этом возрасте подчинено определенной закономерности. Наиболее высокие темпы естественного увеличения гибкости позвоночного столба у мальчиков совпадают с возрастом 13-14 лет. У девочек этот период наступает несколько позже, в 14-15 лет [69].

В настоящее время среди детей и подростков наблюдается феномен акселерации. Это сложное биосоциальное явление выражается в ускоренном формировании морфофункциональных механизмов, увеличении антропометрических признаков и более раннем наступлении половой зрелости. Сегодняшние подростки на 2-4 года опережают в темпах физического развития и полового созревания детей того же возраста, родившихся 30-50 лет тому назад. Причины акселерации, как и ее последствия для здоровья подрастающего поколения изучены недостаточно. Установлено лишь положительное влияние этих процессов на антропометрический статус, течение некоторых заболеваний, и отрицательное (при резко выраженной акселерации) - на анаэробно-аэробную энергообеспеченность организма подростков. Наряду с акселератами, встречаются и подростки с замедленными темпами физического развития - ретарданты. Увеличение диапазона различий в естественном развитии подростков предполагает более широкое ис-

пользование индивидуального подхода при тестировании двигательных способностей. Оптимальными тестами в этом возрасте для мальчиков (девочек) будут: на гибкость – № 3.2.5 и 3.2.8; быстроту – № 5.1.2, 5.1.7 и 5.1.21; ловкость – № 4.5.3, 4.5.7, 4.6.8, 4.7.2, 4.7.14, 4.8.1, 4.8.14; абсолютную силу – № 5.2.1, 5.2.2; “взрывную” силу – № 5.2.14, 5.2.29, 5.2.32; силовую динамическую – № 6.5.2, 6.5.8, 6.5.12, 6.5.16; статическую – № 6.6.2, 6.6.8, 6.6.12, 6.6.14; аэробную – № 7.1.4; гликолитическую (скоростную) выносливость – № 6.2.1, 6.2.2; физическую работоспособность – № 7.2.3.

**В старшем школьном возрасте (15-17 лет)** темпы биологического развития организма замедляются. Заканчивается формирование опорно-двигательного аппарата: утолщаются кости, мышечные волокна по своим свойствам приближаются к мышцам взрослых. У девушек мышцы содержат значительное количество жировых прослоек. Это приводит к увеличению массы их тела, снижению относительной силы и аэробной выносливости. В период 15-17 лет продолжается совершенствование аналитико-синтетической деятельности коры. Однако процессы возбуждения еще доминируют над торможением. Заканчивается формирование механизмов кислороднотранспортной системы. По показателям ЧСС, объема сердца, систолического и минутного объема крови, ЖЕЛ, МОД, максимальной вентиляции легких, резерва дыхания, МПК и кислородного пульса школьники 17 лет практически не уступают взрослым. Однако кислородная емкость крови у них несколько снижена. Формирование этих морфофункциональных структур расширяет адаптивные возможности юношей и девушек не только к работе умеренной и большой интенсивности, но и к субмаксимальным нагрузкам с образованием значительного кислородного долга. В целом возрастные изменения различных форм выносливости протекают гетерохронно и повторяют процесс формирования физиологических механизмов, ответственных за определенную двигательную функцию. Последний пик прироста аэробной выносливости у юношей - отмечается в 16-17 лет; у девушек интенсивное развитие этой функции заканчивается в 14 лет. В дальнейшем темпы естественного развития кардиореспираторной системы у девушек снижаются, а показатели кислородного обеспечения их организма остаются пониженными в сравнении с мальчиками, юношами и мужчинами. За период школьного обучения естественный прирост аэробной выносливости у школьников (школьниц) составляет 28% (21%). Основными факторами прироста функции являются пол, возраст и темпы биологических преобразований организма [81, 82].

Наиболее высокие темпы развития других локомоторных функций у юношей (девушек) отмечаются: гибкости позвоночного столба – в 15-16 (16-17 лет); статокинетической устойчивости (равновесия), силы разгибателей туловища и статической выносливости сгибателей рук – в 16-17 лет [В.Н. Кряж, 1996]. Управление двигательной подготовленностью школьников, как и любых других возрастных групп, не может быть эффективным без обратной связи. Такую связь обеспечивает тестирование. Наиболее приемлемыми тестами для юношей (девушек) этого возраста будут: на гибкость – № 3.2.5 и 3.2.8; быстроту – № 5.1.2, 5.1.7 и 5.1.21; ловкость – № 4.5.5, 4.5.11, 4.6.1, 4.6.14, 4.7.6, 4.7.15, 4.8.1; абсолютную силу – № 5.2.3, 5.2.10, 5.2.11; динамическую “взрывную” силу – № 5.2.12, 5.2.13, 5.2.26, 5.2.32; силовую динамическую – № 6.5.4, 6.5.12, 6.5.20; статическую – № 6.6.1, 6.6.3, 6.6.7, 6.6.15; аэробную – № 7.1.8; и гликолитическую (скоростную) выносливость – № 6.2.2, 6.2.5; физическую работоспособность – № 7.2.3.

### **1.3.3 Двигательные способности в молодом, зрелом, старшем и пожилом возрасте**

Возраст 18-29 лет характеризуется расцветом биологической зрелости человека и надежностью функционирования всех систем организма. К 18-20 годам замедляется рост тела в длину, окончательно формируются системы энергообеспечения. В этом возрасте организм человека обладает наибольшей стабильностью, экономичностью и реактивностью в ответ на действие стресс-факторов любой модальности. При напряженной мышечной работе величины минутного объема дыхания и кровообращения достигают предельных значений.

Вместе с тем, в 25-30 лет, а иногда и раньше, в зависимости от наследственных и средовых факторов, начинают развиваться процессы инволюции двигательных функций (прил. 1.3.4). Эти процессы протекают гетерохронно, и в первую очередь затрагивают нейромоторные механизмы, связанные с проявлением быстроты движений. Страдают все ее компоненты: темп, быстрота одиночного движения и время двигательной реакции. Лучшая моторная реакция отмечается для относительно мелких мышечных групп кисти, предплечья, стопы и голени, худшая - для мышц туловища. Скорость одиночного движения наиболее существенно снижается при движениях в тазобедренном и коленном суставах. К тридцати годам уменьшается и темп движений. Основные причины регресса всех форм быстроты заключаются в снижении возбудимости и подвижности нервных процессов, увеличе-

нии фаз абсолютной и относительной рефрактерности, развитии процессов пессимального торможения при более редких, чем у подростков, раздражениях. Пониженная возбудимость и лабильность нервного аппарата до некоторой степени ограничивает способность этой возрастной группы к овладению сложнокординированными движениями, особенно при дефиците времени [W. Muller, 1984].

Таблица 1.3.5

Антропометрический статус и двигательная подготовленность молодых женщин [В.А. Романенко, 1985-1995]

Показатели	Возраст, лет	
	18	25
	$\bar{x} \pm m$	$\bar{x} \pm m$
Индекс Кетле, г/см	361,4 ± 3,27	395,0 ± 5,90
Сила кисти, кг	30,9 ± 0,89	34,5 ± 1,04
Сила кисти/масса тела, кг	0,52 ± 0,01	0,53 ± 0,07
Выносливость кисти к 50% максимальной произвольной силы, с	26,3 ± 1,55	32,7 ± 1,50
Наклоны туловища назад, количество раз	22,0 ± 0,81	23,0 ± 1,0
Приседания на одной ноге, количество раз	9,0 ± 0,54	10,0 ± 0,50
Прыжок в длину с места, см	168,0 ± 1,35	160,0 ± 1,50
Бег 30 м со старта, с	5,6 ± 0,02	5,8 ± 0,02
Челночный бег 4×30 м, с	27,2 ± 0,15	28,0 ± 0,16
Бег 30 м "змейкой" между пятью препятствиями, с	6,7 ± 0,02	6,9 ± 0,02
Бег 30 м с ходу, с	5,1 ± 0,02	5,3 ± 0,02
Бег 500 м, с	128,9 ± 1,43	138,5 ± 1,10
Бег 2000 м, мин.	12,2 ± 0,09	12,8 ± 0,11
Физическая работоспособность, Вт/кг	1,7 ± 0,02	1,6 ± 0,02
Максимальное потребление кислорода, мл/мин /кг	32,0 ± 0,30	30,2 ± 0,50

К 25 годам двигательная активность женщин снижается. Это приводит к увеличению массы тела. За период с 18 до 25 лет их масса увеличивается на 10%, в результате чего происходят неоднозначные изменения их морфофункционального статуса (табл. 1.3.5).

С одной стороны, у женщин увеличивается абсолютная сила (10%) и статическая выносливость (24%), а с другой – снижается (4-6%) физическая работоспособность, аэробная выносливость, скоростно-силовая и координационная подготовленность.

У мужчин процессы старения развиваются позже, они ведут более активный в двигательном отношении образ жизни, и поэтому при сохранении тех же закономерностей темпы регресса двигательных функций у них выражены менее отчетливо. Прослеживается лишь тенденция к снижению уровня “взрывной” силы и темпа скоростных локомоций (табл. 1.3.6). Эта тенденция связана с увеличением массы тела у мужчин к 25-30 годам. Естественное снижение биологических возможностей человека к проявлению быстрых и сложнокоординированных движений усугубляется негативным влиянием гипокинезии. Как следствие, снижается и аэробно-анаэробная выносливость [66, 67].

Для измерения двигательных способностей у молодых мужчин (женщин) наиболее оптимальными будут тесты: на гибкость – № 3.2.5 и 3.2.8; быстроту – № 5.1.2 и 5.1.7; абсолютную силу – № 5.2.3, 5.2.10, 5.2.11; динамическую “взрывную” силу – № 5.2.12, 5.2.13, 5.2.24, 5.2.33; ловкость – № 4.5.5, 4.6.1, 4.6.16, 4.7.7, 4.7.13, 4.8.11; статическую выносливость – № 6.6.1, 6.6.4, 6.6.9, 6.6.14; аэробную – № 7.1.7; динамическую силовую – № 6.5.4, 6.5.13, 6.5.17; гликолитическую (скоростную) выносливость – № 6.2.2; физическую работоспособность – № 7.2.3.

**Первый этап зрелого возраста у мужчин длится с 30 до 40 лет, у женщин – с 29 до 35 лет и отличается определенной стабильностью функций.** Тем не менее, уже к 30 годам у мужчин и женщин отмечается четкая тенденция к регрессу двигательных способностей. Так, если 20-30-летние мужчины уступают 16-17-летним юношам в показателях скрытого периода моторной реакции при движениях плечом и туловищем, то в 30-40 лет эти различия охватывают движения во всех основных звеньях тела. Эта закономерность распространяется и на скорость одиночного движения и частоту движений [69]. По нашим данным (табл. 1.3.6), мужчины в возрасте 34 лет уступают двадцатилетним по показателям взрывной силы (6,3%), гликолитической выносливости (26,0%) и скоростно-координационной подготовленности (8,0%).

Характерные для этой возрастной группы повышенные показатели абсолютной (24,6%), относительной (9,2%) силы и мышечной выносливости (25,9%) детерминированы большей (16,0%) массой их тела. Увеличение массы тела вследствие гипокинезии в совокупности

с инволюционными преобразованиями механизмов кислороднотранспортной системы снижает уровень энергообеспеченности организма.

Таблица 1.3.6

Антропометрический статус и двигательная подготовленность мужчин разного возраста [В.А. Романенко, 1985-1995]

Показатели	Возраст, лет			
	20	27	34	45
	$\bar{x} \pm m$	$\bar{x} \pm m$	$\bar{x} \pm m$	$\bar{x} \pm m$
Индекс Кетле, г/см	409±4,1	441±4,9	475±11,1	451±20,9
Сила кисти, кг	50,8±1,16	63,4±1,40	63,3±1,15	57,3±1,80
Сила кисти / масса тела, кг	0,69±0,02	0,81±0,02	0,76±0,01	0,74±0,02
Мышечная выносливость кисти к 50% произвольной $F_{max}$ , с	25,2±1,98	55,0±3,10	65,4±2,20	50,1±4,00
Физическая работоспособность, Вт/кг	3,42±0,13	3,58±0,15	2,9±0,10	2,4±0,11
Максимальное потребление кислорода, мл/мин/кг	51,5±1,13	53,1±1,66	44,8±1,23	40,8±1,22
Бег 1000 м, с	235,4±1,4	252,7±4,1	268,0±3,9	301,6±7,7
Бег 3000 м, мин.	14,1±0,13	15,8±0,31	16,7±0,20	17,8±0,42
Задержка дыхания на выдохе, с	36,5±1,34	37,7±1,2	33,0±1,4	27,0±4,1
Бег 30 м со старта, с	4,7±0,03	4,8±0,03	5,0±0,03	5,3±0,08
Прыжок в длину с места, см	228±1,1	220±2,9	209±2,3	186±5,9
Разгибание рук в упоре, кол-во раз	29,0±0,79	24,0±4,37	21,0±1,21	17,0±1,21
Приседание на одной ноге, кол-во раз	15±0,6	13±0,7	13±0,7	10±1,0
Подтягивание, кол-во раз	10±0,4	8±0,5	6±0,4	5±0,6
Бег 30 м "змейкой", с	5,5±0,04	5,6±0,05	5,8±0,04	6,2 ± 0,03
Бег 30 м с ходу, с	3,9±0,04	4,1±0,05	4,3±0,04	4,8 ± 0,10

Аэробно-анаэробная выносливость у них ниже на 16,0%, МПК и физическая работоспособность – на 15,0% (табл. 1.3.6). Вместе с тем, в возрасте 30-50 лет сохраняется способность к формированию новых,

простых по двигательной структуре навыков. Определенную трудность для этой возрастной группы представляют сложнокоординированные движения при дефиците времени [69]. Топография силы различных мышечных групп, сформировавшаяся к окончанию периода полового созревания, сохраняется в основном до 40-50 лет. Показатели относительной силы снижаются ранее, в 30-40 лет. Наиболее выражено это снижение при сгибании и разгибании туловища, сгибании бедра и приведении плеча [А.В. Коробков, 1975].

**Второй этап периода зрелости длится у мужчин с 40 до 49 лет, у женщин – с 35 до 44 лет** и характеризуется дальнейшим увеличением массы тела, повышением артериального давления, снижением относительной силы, жизненной емкости легких, бронхиальной проходимости, максимальной легочной вентиляции и дыхательного объема [69]. Изменяется и функциональное состояние механизмов кардиогемодинамики: уменьшается возбудимость и проводимость нервной системы сердца, замедляется его ритм и скорость кровотока, уменьшается минутный объем крови и масса циркулирующего гемоглобина. Это снижает кислородную емкость крови и, как следствие, адаптивные возможности организма к работе большой мощности. В сравнении с предшествующим десятилетием у мужчин 40-49 лет значительно понижены показатели физической работоспособности (17%), максимального потребления кислорода (9%) и анаэробно-аэробной выносливости (10%). Медленно, но неуклонно регрессирует мышечный аппарат: скоростно-силовые и координационные способности снижаются в среднем на 9%, а статическая и динамическая силовая выносливость – на 15% (табл. 1.3.6).

Для диагностики двигательных способностей мужчинам (женщинам) этой возрастной группы могут быть рекомендованы следующие тесты: на гибкость – № 3.2.6 и 3.2.7; быстроту – № 5.1.2 и 5.1.11; ловкость – № 4.5.2, 4.5.6, 4.6.1, 4.6.15, 4.7.8, 4.7.12, 4.8.1; абсолютную силу – № 5.2.6, 5.2.10, 5.2.11; “взрывную” силу – № 5.2.12, 5.2.14, 5.2.22, 5.2.30, 5.2.32; силовую динамическую – № 6.5.2, 6.5.12, 6.5.15, 6.5.19; и статическую выносливость – № 6.6.1, 6.6.3, 6.6.6; аэробную выносливость – № 7.1.7; гликолитическую (скоростную) выносливость – № 6.2.2, 6.2.4; физическую работоспособность – № 7.2.3.

**Для возраста 50-59 лет у мужчин и 45-55 лет у женщин** характерны высокие темпы старения двигательной функции. Особо ощутимо процессы инволюции сказываются на скорости сокращения мышц туловища, предплечья, бедра и голени. Инволюционные перестройки, ухудшающие скоростные свойства мышц, лежат в основе снижения силовых способностей. Особенно заметен этот регресс в отношении

разгибателей туловища, сгибателей бедра и мышц, приводящих плечо. После 50 лет величины метаболических и эргометрических показателей физической работоспособности снижаются на 30-50%, однако сохраняется способность выполнять работу умеренной и низкой интенсивности [34]. В отличие от аэробного, возможности креатининфосфатного и гликолитического механизмов освобождения энергии в этом возрасте весьма ограничены: понижены мощность и емкость механизмов ресинтеза АТФ, несвоевременно мобилизуются углеводные ресурсы, возрастает их энергетическая стоимость [34]. В возрасте 50-60 лет сохраняется, до определенной степени, способность к образованию новых простых по структуре навыков. Например, лица, ранее не занимавшиеся спортом, в течение 5-6 занятий могут успешно освоить простые элементы баскетбола, гимнастики, велосипедного спорта, легкой атлетики [А.В. Коробков, 1975]. Для измерения уровня двигательной подготовленности мужчин (женщин) этого возраста наиболее оптимальными будут тесты: на гибкость – № 3.2.6 и 3.2.7; быстроту – № 5.1.2 и 5.1.10; ловкость – № 4.5.2, 4.5.6, 4.6.15, 4.7.1, 4.7.12, 4.8.1; абсолютную силу – № 5.2.1, 5.2.2; “взрывную” силу – № 5.2.13, 5.2.22, 5.2.32; силовую динамическую – № 6.5.2, 6.5.12, 6.5.18; статическую – № 6.6.1, 6.6.5, 6.6.6, 6.6.14; аэробную – № 7.1.6; гликолитическую (скоростную) выносливость – № 6.2.3, 6.2.4; физическую работоспособность – № 7.2.3.

**В возрасте старше 60-ти лет у мужчин и 55-ти у женщин** темпы инволюционных процессов нарастают на всех уровнях и охватывают практически все морфофункциональные системы организма. Активизация дегенеративно-дистрофических процессов в опорно-двигательном аппарате сопровождается ограничением подвижности в суставах, изменением осанки и снижением силы. Раньше и отчетливее деструктивные изменения происходят в икроножной и переднеберцовой мышцах, затем в мышцах спины и живота, и наконец, в мышцах рук [А.С. Янковская, 1983]. Изменение топографии силы мышц связано с их неодинаковой функциональной активностью. Более активные мышцы, такие как сгибатели рук и разгибатели ног, меньше подвержены процессам инволюции.

Регресс кардиореспираторной функции выражается в увеличении артериального и пульсового давления с одновременным снижением ударного и минутного объемов крови. Ухудшается и устойчивость организма к гипоксии. Время задержки дыхания у лиц старше 55 лет меньше, уровень насыщения крови кислородом снижается более стремительно, компенсаторные реакции выражены ярче, восстановительный период растянут. Аналогичным образом реагирует организм

пожилых людей и на двигательную гипоксию: периоды вработывания и восстановления растянуты во времени, после работы отмечается значительное напряжение вегетативных функций [А.С. Янковская, 1983].

Со стороны ЦНС наблюдается ослабление силы и подвижности нервных процессов, особенно внутреннего торможения. Это замедляет образование двигательного стереотипа и удлиняет латентный период ответных реакций. За период от 50-60 до 61-70 лет имеет место наиболее значительное в сравнении с предыдущими годами ухудшение показателей латентного периода и скорости отдельных движений. Наиболее заметно это снижение в движениях, которые в молодом возрасте удавались лучше: в сгибании и разгибании пальца и кисти, подопяном и тыльном сгибании стопы и предплечья. Существенно снижается темп движений, их точность по силовым и пространственным характеристикам. Медленно усваиваются ритмы новых движений, трудно совершенствуются быстрота и ловкость. Причины регресса функций заключаются в снижении эффективности центральной регуляции, биохимических и биомеханических перестройках мышечных волокон. В целом для периода старения характерно снижение скорости перехода от торможения к возбуждению, уменьшение функциональной лабильности всех возбудимых систем организма и закономерное снижение скорости-силовых и координационных способностей. Общая выносливость, как способность организма к длительной работе умеренной мощности, напротив, сохраняется на достаточно высоком уровне благодаря резистентности корковых центров и согласованности вегетативных систем. Например, на фоне резкого снижения силы мышц наибольшие значения статической выносливости к локальным нагрузкам на уровне  $1/2$  и  $1/3$  максимальной произвольной силы зарегистрированы именно у женщин в возрасте 55-60 лет [Э.Г. Городниченко, 1996]. Вполне доступны пожилым людям и динамические аэробные нагрузки средней мощности. Так, мужчины в возрасте 60-75 лет способны выполнять работу на уровне индивидуального ПАНО (60 % МПК) в течение 45 мин [О.В. Коркушко и соавт., 1995]. Значительный (30-40 %) прирост МПК у мужчин и женщин в возрасте 60-70 лет под влиянием систематических аэробных нагрузок отмечают Wilmore J.H. [1974], Coldman et al [1977], V. Hollman [1985], Л.Я. Иващенко [1988]. Эти исследования подтверждают эффективность и необходимость тренировки аэробной функции в пожилом возрасте.

Способность сохранять двигательную активность связана в этом возрасте со специфическим механизмом регуляции мышечной дея-

тельности: при небольшом утомлении эта деятельность прерывается, и тем самым обеспечивается более совершенная, чем у молодых людей, организация режима труда и отдыха (прил. 1.3.5).

Достаточно высокая работоспособность сохраняется благодаря формирующемуся при старении механизму витаукта (*vita* – жизнь и *auctum* – длительный). Этот механизм обеспечивает процесс стимуляции функций у пожилых людей и препятствует их возрастному одряхлению [В.В. Фролькис и соавт, 1986]. Главное - не усугублять, а тормозить естественный ход старения. Оптимальным средством достижения этой цели является повышенная двигательная активность. В качестве тестов для оценки двигательной подготовленности мужчин и женщин старше 60 (55) лет вполне пригодны двигательные задания, рекомендованные для предшествующей возрастной группы.

*"Физкультурники по команде, отдельно  
кричали что-то невнятное"*

*И. Ильф, Е. Петров  
"Двенадцать стульев"*

## **2 МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ**

### **2.1 КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МИРОВЫХ СИСТЕМ ОЦЕНИВАНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ**

Диагностика в той или иной форме присутствует во всех сферах человеческой деятельности, в том числе, и в такой специфической, как физическая культура и спорт. Посредством широкого спектра тестов, методик, функциональных проб и опросников измеряют и оценивают все: от двигательных способностей до психоэмоциональных состояний и от структуры личности до определения статуса личности в референтной группе. [20,28, 53, 69, 70, 72, 82]. Вместе с тем, достаточно часто тестирование носит эмпирический характер, не имеет должного теоретического обоснования и реализуется с ошибочных методологических позиций. В формировании этих представлений доминирующая роль принадлежит триаде государственных нормативных документов [14, 61, 62]. Разработчики этих документов полностью игнорируют требования теории измерений, тестов и оценок [28]. В результате такого подхода, от 80 до 90% школьных и вузовских специалистов убеждены, например, в том, что: 1) бег 30м со старта и 100м (у девушек) измеряет быстроту движений; 2) челночный бег 4×9 м – ловкость; 3) разгибание рук в упоре на полу – силу; 4) тест Кулера в плавании 12 мин – аэробную выносливость и т.п.

Вместе с тем, из многочисленных исследований [15, 20, 24, 74] известно, что бег 30 м со старта характеризует "взрывную" силу ног, но не быстроту. Для достижения максимальной скорости нетренированным людям необходимо минимум 6 с на преодоление сил трения звеньев собственного тела [82]. Кроме того, ограниченная емкость креатининфосфатного механизма ресинтеза АТФ не позволяет поддерживать максимальную скорость бега более 7 – 10с. Поэтому для девушек бег 100м – это тест для характеристики их гликолитической

выносливости [74]. Остановимся коротко на диагностике "взрывной" силы ног и координационных способностей: результат в прыжках с места четко коррелирует с длиной тела и поэтому должен быть либо приведен к этому показателю, либо заменен прыжком вверх со взмахом рук. Не выдерживает сколько-нибудь серьезной критики и тест 4×9м. При внедрении этого теста в массовое сознание специалистов его разработчики, по-видимому, руководствовались чисто утилитарными соображениями: в каждом школьном (вузовском) спортивном зале имеется волейбольная площадка, половина длины которой и составляет дистанцию теста 4×9м. Это удобно и не требует дополнительных усилий со стороны специалистов. При этом полностью игнорируются основополагающее требование диагностики – измерение функции на ее (суб-) максимальном уровне. На дистанции 9м ученик (а тем более студент!) не способен развить максимальную для себя скорость. Как следствие, дети с разными скоростными способностями показывают примерно равные результаты. Следовательно, тест не обладает достаточной различительной способностью и, в лучшем случае, позволяет оценивать способность к ориентации в пространстве, но не во времени. Вместе с тем, скоростная компонента движений является доминирующей при измерении координационных способностей [69, 74].

Несколько замечаний по измерению различных форм выносливости. Тест для женщин в разгибании рук на полу (опоре) не пригоден сразу по нескольким причинам. Первая – наиболее значимая – вполне очевидна: около 90% женщин в возрасте 17 – 18 лет и старше не способны выполнить это упражнение ни одного раза даже на повышенной опоре (гимнастической скамейке) [69, 74]. Вторая заключается в невозможности стандартизировать тест по биомеханическим параметрам. Третья лежит в области механизмов энергообеспечения. Тест в разгибании рук не идентичен подтягиванию и (или) вису на перекладине, так как последний характеризует не силу, а статическую выносливость, что далеко не одно и то же [69, 74]. Тест в подтягивании для женщин – это плод фантазии (психического процесса) его разработчиков, и не требует особых комментариев. Наиболее существенным недостатком при измерении различных форм выносливости является зависимость ( $r \geq 0,4$ ) результатов тестирования от личностных характеристик и мотивации обследуемых. В большинстве случаев должная мотивация отсутствует. В результате обследуемые не полностью реализуют свой анаэробно-аэробный потенциал [69, 74, 82]. Тест Купера в 12-минутном плавании непригоден для оценки аэробной выносливости и по другим соображениям: при одинаковом уровне энергозатрат и

функциональном напряжении организма заведомо лучший результат покажут лица, хорошо освоившие технику спортивного плавания [69, 74, 82]. Примерно на том же методологическом уровне разработаны и другие "Государственные тесты Украины" [4, 69, 74, 82]. В ряде случаев требования этих "Тестов" не совпадают с требованиями, нормами и нормативами школьной и вузовской программ [14, 62]. Это лишь увеличивает долю энтропии (хаоса, неопределенности) при диагностике двигательных способностей молодежи.

Второй, не менее важный этап диагностики, – это оценка результатов тестирования. Сравнительный анализ результатов наших исследований (табл. 2.1.1) с требованиями "Государственных тестов" показывает, что оценка "отлично" и "хорошо" недостижима даже для студенток со "средним", "вышесредним" и "высоким" уровнями физического состояния. Удовлетворительную оценку по тестам №1, №3, №4 могут получить только 30% этих студенток. Требования тестов №2 и №5 для них недостижимы. По четырем тестам двигательная подготовленность 70 % изученного нами контингента ( $n=819$ ) соответствует оценке "неудовлетворительно". Норматив в разгибании рук завышен в два раза даже для студенток с высоким исходным уровнем двигательной подготовленности. Студентки с "нижесредним" и "низким" уровнями двигательной подготовленности (30 %) неспособны выполнить эти тесты даже на самую низкую оценку. Оптимальная физическая подготовка студентов, основанная на учете исходной структуры и уровней их физического состояния и предусматривающая "жесткие", физиологически детерминированные тренировочные режимы, дифференцированные по уровню способностей, обеспечивает в течение года прирост тренируемых функций всего лишь на 5,0-39,0 % (табл. 2.1.1) [74]. Этот прирост никак не соответствует требованиям "Государственных тестов". Непригодны эти нормы и в качестве шкал градации студенток по уровням их двигательной подготовленности. Результаты тестирования большинства (80-90%) студенток подпадают под оценку "неудовлетворительно" Те же тенденции и закономерности установлены при диагностике двигательной подготовленности детей и подростков [О. Митчик, 2201; В. Шандригось, 2001].

Приведенные примеры достаточно хорошо иллюстрируют несостоятельность "Государственных тестов" и одновременно показывают всю сложность, противоречивость и неоднозначность методологических подходов к проблеме диагностики двигательных способностей человека.

Таблица 2.1.1

Изменение двигательных функций у студенток ( $n = 819$ ) в течение учебного года под влиянием оптимальной тренировочной программы [В.А. Романенко, 1989]

№	Тесты	Студентки с различными уровнями двигательной подготовленности						Государственные тесты Украины			
		"средний" (40%)			"вышесредний" и "высокий" (30%)			нормативы, оценки			
		$x \pm m$		прирост функций, %	$x \pm m$		прирост функций, %	"отл."	"хор."	"уд."	"неуд."
		исходные значения	спустя год		исходные значения	спустя год					
1	Бег 2000 м, мин	12,2±0,09	11,4±0,06	-7,0	11,1±0,06	10,6±0,03	-4,5	9,7 (0)*	10,5 (0)	11,3 (30)	12,2 (70)
2	Разгибание рук в упоре на скамейке, кол-во раз	-	-	-	4,0±0,33**	6,0±0,21**	+15,0	24 (0)	19 (0)	16 (0)	11 (0)
3	Подъемы в сед, кол-во раз	22,0±0,81	36,0±0,72	+39,0	31,0±0,6	41±0,4	+13,2	47 (0)	42 (0)	37 (30)	33 (70)
4	Прыжок в длину с места, см	168±1,35	177±1,2	+5,1	182±1,2	191±0,8	+4,9	210 (0)	196 (0)	184 (30)	172 (70)
5	Бег 100 м, с	17,9±0,04	16,9±0,08	-5,9	17,2±0,02	16,5±0,02	+4,0	18,8 (0)	15,6 (0)	16,4 (0)	17,3 (0)

\* в скобках – процент студенток, способных выполнить требования тестов

\*\* 5% студенток с высоким исходным уровнем двигательных функций

Критический анализ мировых систем оценивания подтверждает этот тезис. Например, в России, в отличие от Украины, систем оценивания намного больше. Условно их можно разделить на специализированные и общие. К первой группе относятся: "Российский полиатлон", "Шиповка юных", "Российский тестовый комплекс по атлетизму" и "Российское многоборье молодежи". Российский полиатлон носит военно-прикладной характер, по содержанию напоминает прежний комплекс ГТО и предназначен для детей обоего пола в возрасте 10-17 лет. Тестовая программа включает: 1) стрельбу из малокалиберной винтовки; 2) силовую гимнастику (подтягивание – для мужчин и разгибание рук в упоре – для женщин); 3) плавание 50 м; 4) метание гранаты 300 (500) гр; 5) бег 60 м; 6) бег на выносливость от 800 до 2000 м в зависимости от пола и возраста. Программа соревнований может включать три, пять и более видов многоборья. Оценка результатов – от 1 до 16 баллов.

Ту же цель преследует "Российское многоборье молодежи" для юношей и девушек 15-18 лет. Названия тестов отличаются некоторой экстравагантностью, а меры измерений – архаичностью. Тестовая программа включает пять контрольных упражнений: 1) "перебори себя": для юношей – лазание по канату или лестнице без помощи ног, для девушек – поднимание туловища из положения лежа; 2) "испробуй себя": кросс на три версты для юношей и 1000 м – для девушек; 3) "вращай себя": вращение туловища на 360° с помощью специальной опоры (юноши) и наклоны назад из положения стоя, ноги врозь, руки на поясе (девушки); 4) "проверь себя": бег на дистанцию 10 косых сажень (24,8 м) – для юношей и девушек; 5) "поверь в себя": преодоление полосы препятствий для юношей и девушек. Первое контрольное упражнение характеризует емкость гликолитического механизма энергообеспечения, второе – алактатного. Исходя из биомеханических и временных (4,6 с) параметров теста – это стартовый разбег, который отражает не быстроту движений, а взрывную силу ног. Третье задание связано с вестибулярной устойчивостью. Тест для определения координационных способностей (пятый) носит не столько военно-прикладной, сколько экстравагантный характер. Полоса препятствий включает упражнения в равновесии с грузом и приземлении на точность, метание гранаты на точность, жим правой и левой руками (поочередно) пудовой гири (девушки выполняют разгибание рук в упоре), обливание холодной водой из ведра (девушки – по желанию), после чего нужно перекреститься пудовой гирей. Подбор тестов позволяет определять не только (а возможно, и не столько) координационные способности, сколько силовые характеристики, а заодно – воле-

вые способности и моральные установки личности. В этом многоборье выполнение контрольных (зачетных) требований является обязательным, что характерно для подобного рода программ.

Тестовый комплекс "Шиповка юных" предназначен для профессиональной ориентации детей к занятиям легкой атлетикой. Включает пять упражнений: 1) бег 60 м; 2) бег 300, 800, 1000 и 1500 м; 3) прыжки в высоту с разбегу; 4) прыжки в длину с разбегу; 5) метание теннисного мяча массой 150 г на дальность. Результаты соревнований оценивают в баллах от 1 до 150 [А. Пашкевич, О. Штанова, 1997].

Программа "Российского тестового комплекса по атлетизму" предусматривает определение способностей к занятиям различными видами тяжелоатлетического спорта. Комплекс оценивает: 1) взрывную силу ног (прыжки в длину с места); 2) силовую динамическую выносливость мышц живота (поднимание туловища из положения лежа); 3) разгибателей рук (разгибание рук в упоре на брусьях); 4) силы или силовой динамической выносливости (подтягивание на перекладине хватом снизу); 5) жим штанги, равной 60 % массы тела, лежа. Результаты тестирования переводят в баллы в соответствии с пропорциональной шкалой [Л. Остапенко, 1995]

К общим системам оценивания двигательных способностей школьников следует отнести в первую очередь тестовую программу "Президентские соревнования", затем - "Программу мэра Москвы", "Российское школьное многоборье" и программу "Олимпиада - 100". Эти диагностические комплексы включают как общие, так и специфические двигательные задания (прил. 2.1.1). Общим измерителем гибкости в этих программах служит тест "наклон туловища вперед из положения сидя". В трех из них силовые характеристики и координационная подготовленность определяются посредством одних и тех же тестов: "подтягивание", "прыжки в длину с места", "поднимание туловища", "челночный бег". Бег 1000 м выступает критерием выносливости в двух программах, шестиминутный бег - в одной. По одному тесту в этих комплексах оценивают статическую выносливость (вис на согнутых руках) и скоростно-силовую подготовленность (бег 30 м со старта). Измерителем какой двигательной функции является тест "прыжки через скакалку в течение 1 минуты", определить трудно. По мнению разработчика программы И.И. Должикова [1995], тест характеризует скоростно-силовые способности. Однако у нетренированных детей и подростков алактагный механизм обеспечивает работу максимальной мощности не более 8-10 с. Далее включается гликолитический механизм [33, 69, 74, 82]. Следовательно, тест характеризует гликолитическую работоспособность. Однако измерителем этой характе-

ристики тест будет только в том случае, если имеется стабильный навык этого двигательного задания. Прыжки через скакалку – это сложнокоординированное упражнение, связанное с оценкой пространственно-временных и динамических параметров движений и предполагает предварительное обучение [5, 47, 69]. Отметим и другие свойственные российским программам недостатки. Так, программа "Президентские соревнования" не предусматривает измерение скоростно-силовой подготовленности и динамической силы. Измерители этих способностей присутствуют в программе мэра Москвы, где, в свою очередь, отсутствуют тесты для определения взрывной силы, статической и динамической выносливости. Определение двух последних характеристик силы не предусмотрено и школьным многоборьем [В.А. Лепешкин, 1996]. Программа "Олимпиада – 100" не измеряет быстроту и аэробную выносливость, и все без исключения программы не определяют гликолитическую работоспособность.

При всей неоднозначности и различной диагностической ценности Российских программ, их преимущество заключается в методологически верной системе оценивания результатов тестирования. Так, программа "Президентские соревнования", выступая в качестве нормативной базы (должных норм) оценки двигательной подготовленности детей и подростков, позволяет одновременно определять и индивидуальный уровень этой подготовленности. Такой подход позволяет избирательно управлять развитием двигательных функций в процессе физической подготовки [68, 69]. В программе мэра Москвы шкалы оценок разработаны с учетом закона нормального распределения [28, 69] и дифференцированы по уровням: высокий, средний, низкий [Ю.Н. Вавилов, 1997]. Поощрительная система в виде дополнительных баллов за превышение результата в определенном тесте введена в комплекс школьного многоборья. Это создает у учащихся дополнительные стимулы к повышению двигательной подготовленности. Поощрение в баллах идет до определенного уровня, после чего вводится регрессивная шкала: прирост результата в одном тесте оценивается меньшим количеством баллов [В.А. Лепешкин, 1996]. Тем самым стимулируется тренировка "отстающих" двигательных способностей. Идентичная система оценивания предусмотрена и в тестовой программе "Олимпиада – 100". В "Российском многоборье молодежи" шкальные и балльные оценки заменены нормативными требованиями.

Определенный интерес представляет решение методологических проблем диагностики двигательных способностей в других странах. Наиболее распространенная и популярная в Европе система ЕВРО-ФИТ, ориентированная на определение общей выносливости, макси-

мальной и взрывной силы, быстроты, силовой динамической и статической выносливости, гибкости и равновесия, включает десять тестов. Еще три измерения предусматривают определение длины и массы тела, и пять – толщины кожно-жировых складок. Общую выносливость определяют посредством челночного бега и пробы PWC<sub>170</sub>. Первый из этих тестов предусматривает преодоление дистанции с нарастающей от 8 до 18,5 км/час скоростью. Предположительно, в процессе ходьбы (или бега) энергообеспечение идет по схеме: аэробный – смешанный – гликолитический – алактатный механизмы. Момент перехода от одного источника энергообеспечения к другому установить невозможно, так же как и определить емкость и мощность каждого из этих механизмов. Следовательно, ни о какой кардиореспираторной выносливости, как утверждают разработчики теста, говорить не приходится. Для определения выносливости этой системы необходима работа в аэробном режиме не менее 3-5 минут [33, 39, 69, 81, 82]. Имеются недоработки и с позиций организации тестирования. По условиям проведения теста можно не добегать до линии или достигать ее ранее, компенсируя это последующим повышением (снижением) скорости бега. "Жесткая" привязка к звуковым стимулам может вызывать у школьника психоэмоциональное напряжение, усугубляющее его функциональное состояние и снижающее спортивный результат. Тест PWC<sub>170</sub> используют не в его классическом варианте [39], а при возрастающей через каждые 3 минуты нагрузке, вплоть до достижения частоты пульса 170 уд/мин. По существу это не прогнозирование физической работоспособности при пульсе 170 уд/мин, а ее прямое определение, подобное тесту Новакки [102]. Такой подход достаточно опасен, особенно для нетренированных детей и детей с заболеваниями сердечно-сосудистой системы. Методические предпосылки выполнения теста также далеки от совершенства. Измерять частоту сердечных сокращений в течение 15 с помощью стетоскопа, это все равно, что измерять пульс пальпаторно на лучевой или сонной артерии. При значениях ЧСС свыше 150 уд/мин ошибка измерения может достигать 20-30 уд/мин [69]. Ошибку закладывают в расчетную формулу, и в результате получают искаженное значение физической работоспособности. Кроме того, процедура тестирования одного человека занимает достаточно много времени (10 мин), предполагает сложные вычисления, и, главное, наличие дорогостоящего оборудования – велоэргометра. В среднеобразовательных школах Украины, России и других стран СНГ подобное оборудование вряд ли появится в ближайшее десятилетие. Да и особой необходимости в таком оборудовании нет. Проще, быстрее, с той же надежностью и эффективностью можно определить фи-

зическую работоспособность с помощью степ-теста в его трехминутной модификации. В этом случае измерение физической работоспособности у 10-15 человек занимает 7 минут [69].

Оценка максимальной и взрывной силы не вызывает особых нареканий, так как до некоторой степени учитывает в первом случае массу, а во втором – длину тела. Впрочем, было бы точнее выразить эти показатели в виде соответствующих индексов [69, 73, 74].

Наименее адекватны декларируемой цели тесты для оценки скоростных способностей. Их два. Первый – челночный бег 10×5 м для измерения скорости бега, второй – частоты движений руками. Как уже упоминалось выше, развить максимальную скорость бега на дистанции 5 м невозможно. Исходя из времени преодоления дистанции, этот тест мог бы характеризовать гликолитическую работоспособность, если бы не повороты в конце каждого пятиметрового отрезка. Эти повороты отражают способность индивида к ориентации в пространстве, но не во времени. Тест выполняется не на максимальной скорости. Следовательно, упражнение не характеризует и координационные способности школьников [5, 47, 69]. Тест в поочередном касании двух поверхностей кистью одной руки по своему назначению приближается к измерению максимальной частоты движений в лучезапястном суставе в течение 10 с (теппинга). В подобном варианте теппинг характеризует скорость генерирования возбуждения в моторной коре и отражает генетически заданную способность индивида к напряженной кратковременной работе [78]. По-видимому, проба более пригодна для профессионального отбора, нежели для диагностики скоростных способностей школьников.

Тест для оценки гибкости адекватен поставленной цели. Однако эта цель – измерение подвижности позвоночного столба – может быть достигнута и без такого сложного оборудования. Балансирование на одной ноге (тест "Фламинго") характеризует лишь одну, далеко не главную составляющую координационных способностей, – статическое равновесие. Результаты теста оценивают по количеству попыток сохранения заданной позы в течение одной минуты. Проще определить время 2-3 попыток, а в качестве оценочной категории избрать лучший (или средний) результат измерения. Следует отметить, что остальные параметры координационных способностей остаются вне рамок исследований. Включение в программу ЕВРОФИТ антропоморфометрических показателей имеет, по-видимому, своей целью определение темпов биологического развития детей различных стран Европы.

Польские системы оценивания двигательных способностей представлены диагностическими комплексами Хроминьского, Зухоры, Денисюка и Тайета.

Коротко остановимся на первом из них. Он предназначен для школьников в возрасте от 7 до 19 лет и включает в себя: 1) бег на дистанцию 40 м (дети 7-9 лет) и 60 м (дети старше 10 лет); 2) метание набивного мяча массой 1 кг (дети 7-8 лет) и 2 кг (дети старше 10 лет); 3) длительный бег в двух вариантах: девочки и мальчики 7-9 лет должны бежать за лидером со скоростью 1000 м за 6-7 минут без учета преодоленной дистанции; девочки и мальчики старше десяти лет преодолевают соответственно дистанции 600 и 1000 м. Бег 40 м со старта не может быть показателем быстроты (темпа) движений. Единственным адекватным измерителем этой способности является бег 30 м сходу [33, 69]. Тест в метании мячей различного веса, предназначенный, по-видимому, для определения взрывной силы, непригоден из-за невозможности его стандартизации. Метать мяч из положения стоя спиной в направлении метания можно: а) исключительно за счет усилий рук; б) работы рук и ног; в) усилий рук, ног и спины. Во всех трех вариантах результат будет разным. Следовательно, преимущество будет иметь ребенок, освоивший правильный (третий) вариант техники метания. Немаловажно также и то, что вес мячей явно завышен. Это не позволяет ребенку развить максимум силы в минимум времени, что и является взрывной силой. Скорость бега для определения аэробной выносливости у девочек и мальчиков до 9 лет не лимитируется. Бег за лидером на дистанцию 1000 м может варьировать от шести до семи минут. Следовательно, не учитываются прямые зависимости между мощностью работы (скоростью бега), пульсом и потреблением кислорода [34, 39, 92]. В результате дети с различными аэробными возможностями могут оцениваться одинаково. Дистанцию 600 м девочки старше 10 лет преодолевают в диапазоне от 2.43.00 до 2.28.00 мин. Этого времени недостаточно для разворачивания механизмов аэробного обеспечения. Для выведения системы на оптимально-стабильный уровень функционирования необходимо не менее трех минут [39, 69, 92]. Следовательно, тест реализуется за счет смешанного, аэробно-анаэробного механизма энергообеспечения с неизвестной долей того или иного компонента работоспособности. Более близок к измерению аэробной производительности бег на дистанцию 1000 м. Вместе с тем, в процессе тестирования крайне важно учитывать не только время бега и расстояние, но и отношение организма к выполненной работе, т.е. ее "физиологическую стоимость".

Батарея тестов Денисюка, предназначенная для спортивного отбора, включает: 1) метание набивного мяча массой 1-2 кг из исходного положения стоя спиной в направлении метания; 2) прыжок вверх с места; 3) бег 30 и 40 м; 4) комплексный тест для оценки координационных способностей; 5) бег 300 м или упражнение в максимальном темпе: упор присев – упор лежа – встать – хлопок над головой. Оценивают количество циклов движений за 30 (девочки) или 60 с (мальчики). Тест для оценки взрывной силы ног – прыжок вверх, – вполне адекватен поставленной цели. Относительно пригоден и тест в виде полосы препятствий для определения координационных способностей. Более точную оценку прогностической ценности этого теста можно дать, исходя из рекомендаций автора по его применению. Бег 30 м и замещающий его зимой комплекс упражнений не идентичны. При некоторой общности доминирующего гликолитического механизма энергообеспечения они различны по эргометрическим и биомеханическим параметрам. Последнее исключает их эквивалентность. Критический анализ остальных беговых тестов и метаний изложен выше.

Система оценивания двигательных способностей юношей при их отборе к занятиям футболом, предложенная Тайетом [2001], состоит из пяти тестов. По мнению автора, тесты характеризуют скоростные способности (бег со старта 10, 30 и 60 м), взрывную силу ног (прыжки в длину с места, вверх и через планку с разбега), силу рук (разгибание рук в упоре на скамейке), координационные способности (два комплексных теста). Предназначение теста из серии прыжков на двух ногах в приседе с одновременным удержанием мяча массой 1 кг перед собой на прямых руках не поддается вразумительной трактовке. Логический анализ структуры этого теста позволяет утверждать, что удержание мяча в заданном положении характеризует статическую выносливость мышц плечевого пояса, в то время как прыжки в приседе – силовую динамическую выносливость мышц ног. Эти две силовые характеристики различны по механизмам энергообеспечения и центральной регуляции [69, 81]. Более того, непонятно, какое отношение столь экзотический тест имеет к футболу. Для диагностики он не пригоден, так как не моделирует игру в футбол по пространственно-временным и энергетическим характеристикам. Непригоден этот тест и для прогноза, который должен базироваться на определении прогностической ценности генетически заданных функций организма [4, 5, 69]. С какой целью рекомендуется данный тест, неизвестно, по видимому, и самому автору.

Координационные способности предлагается определять с помощью двух тестов: 1) бег зигзагами типа "конверт"; 2) преодоление полосы препятствий в виде бега вокруг флажков в сочетании с кувырками и передвижением на руках и ногах. Тесты не моделируют деятельность ни по одному из биомеханических и физиологических параметров футбола, а следовательно, не соответствуют декларируемой цели.

Из польских систем оценивания наиболее приемлемым является диагностический комплекс К. Зухоры. С помощью спринтерского бега на месте, прыжков в длину с места, виса на руках, наклона туловища вперед, длительного бега и "ножниц" в положении лежа на спине измеряют частоту движений, взрывную силу ног, статическую выносливость рук, гибкость позвоночного столба и силу мышц живота. Первые четыре теста действительно измеряют указанные характеристики, в то время как пятый (длительный бег) не учитывает напряжение физиологических систем организма в процессе бега. Шестой тест ("ножницы") рекомендуется выполнять до утомления. Следовательно, тест характеризует не силу, а силовую динамическую выносливость [69, 81, 82].

Тестовая программа современной Чехии – ЮНИФИТ – ориентирована на определение двигательной подготовленности населения в возрасте от 6 до 60 лет. [101]. В этом ее преимущество в сравнении с системой ЕВРОФИТ. В остальном чешская система дублирует европейскую и повторяет те же ошибки. Для отбора детей к занятиям футболом в бывшей Чехословакии использовали программу из восьми тестов [106]. Большинству из них свойственны те же недостатки, что и тестовой программе Тайета [2001].

Двигательную подготовленность немецких детей в возрасте 6-11 лет определяют по шести тестам: 1) бег 20 м; 2) метание теннисного мяча в цель; 3) бросок резинового мяча между ног в стенку; 4) бег с преодолением препятствий; 5) метание набивного мяча массой 1 кг двумя руками от груди; 6) шестиминутный бег. Критические замечания относительно тестов для измерения быстроты (№ 1), координационных способностей (№ 4) и аэробной производительности (№ 6) изложены выше. Кратко остановимся на других, в частности, на броске резинового мяча между ног в стенку (№ 3). Судя по условиям его выполнения, данный тест оценивает способности детей к управлению движениями по пространственно-временным параметрам. Принципиальных возражений нет. Координационные способности можно определять и таким способом [5, 48, 69]. Однако балльная оценка за качество выполнения теста страдает изрядной долей субъективизма. Более

целесообразно регистрировать время 1-3 циклов движений при условии жесткой стандартизации теста. По существу, ту же цель – оценку пространственных характеристик движений, – преследует тест "метание теннисного мяча в цель" (№ 2). Другой вид метания (тест № 5) характеризует взрывную силу рук и ног. В целом, программа включает три теста для оценки различных сторон координационной подготовленности и по одному – для определения быстроты, взрывной силы и аэробной производительности. Отсутствуют в программе задания на измерение гликолитической работоспособности, абсолютной силы и статической выносливости. Оптимальной в этой системе является методика оценивания результатов измерения. Результаты тестирования переводятся в стандартную (Z) и перцентильную (PR) шкалы. В первом случае результаты пропорционально увеличиваются, во втором – приравниваются к числу детей (%), которых ребенок опередил в данном тесте. По итогам шести тестов определяют общий уровень двигательной подготовленности ребенка (прил. 2.1.2). Пятибалльные шкалы оценок для отдельных показателей позволяют дифференцированно оценивать уровень развития той или иной способности (прил. 2.1.3). Одновременно путем сравнения суммы шести двигательных заданий с нормами стандартной (Z) или перцентильной (PR) шкалы можно получить интегральную оценку двигательной подготовленности ребенка. Такой подход к оцениванию двигательных способностей является весьма перспективным, поскольку создает необходимые предпосылки для избирательного и комплексного управления двигательной подготовленностью детей.

Английская система диагностики включает одиннадцать достаточно простых по структуре тестов: 1) бег 50 м; 2) прыжок в длину с места; 3) подтягивание (мальчики); 4) вис на согнутых руках (девочки); 5) поднимание туловища из положения лежа без ограничения времени; 6) сгибание и разгибание рук на опоре высотой 35-42 см; 7) упражнение: и.п. о.с. – упор присев – упор лежа – упор присев – и.п. (60 с); 8) бег 600м; 9) 2-минутный бег; 10) челночный бег 4 × 9,14 м; 11) наклон туловища из положения сидя [99]. Первые три теста ориентированы на измерение скоростно-силовых способностей. Тесты № 4-6 характеризуют силовую статическую и динамическую выносливость. Аэробно-анаэробный потенциал определяют посредством бега 600 м (№ 8), а аэробную производительность – по результатам 12-минутного бега (№ 9). Координационные способности измеряют с помощью теста № 10, гибкость позвоночного столба – теста № 11. Часть тестов, например, № 5, № 6 и № 7, дублируют друг друга по механизму энергообеспечения. Другие тесты, в частности, № 5, не огра-

ничены временными параметрами. Тесты № 6 и № 7 трудно регламентировать по биомеханической структуре. Эти недостатки несколько снижают диагностическую ценность принятой в Англии батареи тестов.

В Голландии для этих целей используют восемь достаточно простых упражнений: 1) вис на согнутых руках; 2) челночный бег 10 × 5 м; 3) поднимание ног в положении лежа на спине; 4) тест на частоту движений рук; 5) наклон туловища вперед из положения сидя; 6) динамометрия рук; 7) прыжок вверх с места; 8) 12-минутный бег [H.G. Kemper, 1983]. Своеобразие этого комплекса заключается в том, что тест на поднимание ног десять раз подряд предназначен не для измерения динамической силовой выносливости, а для оценки взрывной силы мышц живота. Остальные двигательные задания идентичны другим системам оценивания.

Программа тестов физической подготовленности Болгарии включает шесть двигательных заданий: 1) метание малого мяча в цель или бросок набивного мяча двумя руками из-за головы; 2) разгибание рук в упоре на полу (подтягивание); 3) бег 200 м (дети до 9 лет), 300 и 600 м (подростки 10-18 лет); 4) прыжок в длину с места; 5) поднимание туловища из положения лежа на спине; 6) наклон вперед из положения стоя. Результаты тестирования оценивают по пятибалльной шкале [К. Боева, 1988]

Значительно больше тестов включает в себя программа Республики Словения для оценки двигательного статуса школьников 6-19 лет. Диагностический комплекс содержит такие показатели: 1) длина и масса тела; 2) толщина подкожного жирового слоя; 3) теппинг с очередным касанием одной рукой двух резиновых дисков; 4) челночный бег; 5) поднимание туловища в течение 60 с из положения лежа; 6) наклоны вперед; 7) вис на согнутых руках; 8) бег 60 и 600 м [Я. Стрель и соавт., 1990]. Несмотря на различия в количестве тестов, программы Болгарии и Словении имеют те же недостатки, что и другие европейские системы.

Канадская система оценивания выгодно отличается от большинства европейских. Комплекс из пяти тестов вполне соответствует требованиям диагностики конкретных двигательных функций. С помощью степ-теста измеряют аэробную выносливость (физическую работоспособность); наклона вперед – гибкость позвоночного столба; разгибаний рук в упоре на полу или на коленях (девочки) – силовую динамическую выносливость рук; поднимания туловища из положения лежа – ту же силовую характеристику относительно мышц брюшного пресса; кистевой динамометрии – абсолютную силу кисти. К сожалению

нию, в программе отсутствуют тесты для измерения взрывной силы, быстроты и координации движений.

Американская система представлена четырьмя диагностическими комплексами. Первый комплекс ориентирован на определение двигательных способностей детей и молодежи в возрасте от 10 до 21 года. Содержит семь тестов: 1) подтягивание на перекладине (мальчики) и вис на согнутых руках (девочки); 2) поднятие в сед в течение 1 минуты; 3) челночный бег 4 × 9,14 м; 4) прыжок в длину с места; 5) бег 45,72 м; 6) метание softball мяча с пяти шагов; 7) бег 600 ярдов (548,64 м). Тесты обычны, не оригинальны. Их достоинства и недостатки рассмотрены выше. Вторая система оценивания предназначена для людей разного возраста. В этом ее преимущество. Можно проследить прогресс (регресс) двигательных функций в онтогенезе и (или) изменение этих функций под влиянием специальной двигательной подготовки. К недостаткам следует отнести малое (три) количество тестов, оценивающих гибкость (наклон вперед), силовую динамическую (поднимание туловища в сед в течение 1 мин) и аэробную (бег 1,609 км или 9-минутный бег) выносливость. Не оцениваются такие важные для жизнедеятельности человека способности, как быстрота, сила и координация. Проследить темпы изменения этих и других функций в онтогенезе с помощью батареи из трех тестов невозможно. Это существенный недостаток предлагаемой системы оценивания.

Американские президентские тесты включают пять двигательных заданий для измерения координационных способностей (челночный бег 4 × 9,14 м), силы (подтягивание на перекладине), силовой динамической (поднимание туловища из положения лежа в течение 1 мин) и аэробной (бег 1,609 км или 9-минутный бег) выносливости и гибкости позвоночного столба (наклон вперед из положения сидя). Содержательная часть этой программы, ее плюсы и минусы отмечены выше. Нормативы по этим тестам приведены в многочисленных пособиях [4, 5, 47, 48].

Группа специалистов США под руководством Fleishman [1980] разработала для детей и молодежи 12-18 лет программу из 10 тестов. Программа отличается некоторой нестандартностью тестов. Например, для определения гибкости позвоночного столба и скоростных способностей предлагается тест "вращение туловища" в максимальном темпе в течение 20 с в сочетании с наклонами. Возможно, тест измеряет гибкость, но с таким же, если не большим успехом, с помощью этого сложнокоординированного упражнения можно определять и вестибулярную устойчивость. Любые вращательные движения головой и (или) туловищем реализуются с участием вестибулярного ап-

парата [46, 69]. Для оценки пространственно-временных параметров движений в этом комплексе предназначен тест в переступании через скакалку на уровне колен. Статокинетическую устойчивость определяют по тесту в сохранении равновесия с закрытыми глазами стоя одной ногой на дощечке размером 68×38,5×1,8 см. Не совсем понятно назначение теста "челночный бег 5×18,2 м". То ли это еще одна (четвертая) попытка оценить координационные способности, то ли это задание для определения гликолитической выносливости. Тесты в метании софтбола мяча, кистевая динамометрия, подтягивание на перекладине характеризуют "взрывную", абсолютную и динамическую силу. Бег на дистанцию 600 ярдов (548, 64 м), по-видимому, используют в этом комплексе для измерения емкости гликолитического или смешанного, аэробно-анаэробного механизма энергообеспечения. Таким образом, из десяти тестов два и, косвенно, третий, характеризуют различные стороны координационных способностей, пять – силовые способности, один – гибкость и еще один – анаэробно-аэробный потенциал. Доминирование тестов на измерение силовых способностей в ущерб остальным двигательным функциям очевидно.

Для пожилых американцев, занимающихся оздоровительной тренировкой (фитнесом), рекомендуется диагностический комплекс из семи тестов: 1) встать-сесть на стул за 30 с; 2) сгибание руки с гантелью весом 3,63 кг (мужчины) и 2,27 кг (женщины) в течение 30 с в положении сидя; 3) ходьба в течение 6 мин; 4) ходьба на месте в течение 2 мин; 5) наклон туловища вперед из положения сидя на стуле; 6) отведение и приведение рук за спину; 7) челночная ходьба 2×8 футов (2,44 м). По мнению разработчиков программы [R.L. Pikli et al, 2001], первый тест измеряет динамическую силу ног, второй – силу мышц плечевого пояса, третий – общую выносливость (?!), четвертый – аэробные возможности человека (?!), пятый – подвижность позвоночного столба, шестой – подвижность в плечевых суставах и, наконец, седьмой – координационные способности. Достоинство этого диагностического комплекса состоит в том, что он предназначен для лиц обоего пола в возрасте от 60 до 94 лет. Оптимальны и шкалы оценивания, позволяющие выражать результаты в виде баллов и перцентилей, причем с возрастной градацией в пять лет. Вместе с тем, не все тесты соответствуют декларируемым целям. Например, 6-минутную ходьбу по замкнутому прямоугольнику длиной 45,7 рекомендуется выполнять с самого начала в максимальном темпе, т.е. искусственно создавать гипоксию организма. Подобные рекомендации не учитывают механизм вработывания. Непонятно также, что скрывается за терминами "общая выносливость" и "аэробная работоспособность". Для измере-

ния аэробных возможностей рекомендуется 2-х минутный тест в ходьбе на месте. Время выполнения этого теста не позволяет организму пожилых людей выйти на стабильный уровень функционирования механизмов кислороднотранспортной системы. Для этого им необходимо значительно больше времени [33, 34, 39, 69]. Следовательно, тест № 4 лишь косвенно и достаточно неточно характеризует аэробную работоспособность. Вряд ли измеряет координационные способности челночная ходьба на дистанцию 2,44 м с одним поворотом. Слишком коротка дистанция, невелика скорость и несложны препятствия. В целом, структура этой комплексной программы может быть сокращена за счет дублирующих тестов № 1 и № 2, № 3 и № 4, № 5 и № 6 без существенного снижения ее диагностической ценности. Эти тесты измеряют одни и те же двигательные способности [5, 26, 27].

Система диагностики двигательной подготовленности молодежи Китайской народной республики носит прикладной характер и по содержанию напоминает прежний советский комплекс "Готов к труду и обороне". Например, требования к юношам 16-17 лет включают: 1) бег 60, 100, или 1500 м; 2) прыжок вверх или в длину с разбегу; 3) подтягивание на перекладине; 4) сгибание и разгибание рук в упоре на брусьях или лазание по шесту без помощи ног; 5) метание гранаты 500 г или толкание ядра массой 5 кг; 6) гимнастика (в соответствии с нормативами); 7) марш-бросок 6 км с рюкзаком 5 кг (плавание 100 м или бег на коньках без учета времени). Коротко остановимся на характеристике некоторых из них, в частности, на беговых дистанциях. Совершенно очевидно, что бег 60 м реализуется за счет алактатного механизма энергообеспечения. На дистанции 100 м к нему подключается гликолитический механизм. Бег 1500 м, судя по нормативу (5.40.0), реализуется за счет аэробных источников энергообразования. Следовательно, эти дистанции не эквивалентны, а значит, и не взаимозаменяемы. Они характеризуют различные двигательные способности. Не эквивалентны и такие упражнения, как разгибание рук в упоре на брусьях и лазание по шесту без помощи ног. В первом случае измеряется силовая выносливость разгибателей рук, во втором – та же выносливость, но в отношении большинства мышечных групп. Во втором случае нагрузка на организм существенно выше. Результаты тестирования в прыжках и метаниях в значительной степени зависят от сформированного в процессе обучения двигательного навыка, что существенно снижает их диагностическую ценность. Введение в тестовую программу марш-броска с достаточно "жестким" нормативом (40 мин), по-видимому, имеет своей целью не столько оценку аэробной выносливости, сколько решение задач военно-прикладного характера.

Ту же цель преследует норматив по плаванию. Однако, это не делает их взаимозаменяемыми. Тесты различны по биомеханическим, физиологическим и эргометрическим параметрам. Таким образом, из всего комплекса тестов только бег 60 м и подтягивание на перекладине относительно пригодны для измерения быстроты и силы.

Японская система диагностики двигательных способностей базируется на двух комплексах: первый – для детей 6-9 лет, второй – для школьников 10-17 лет. Программа первого комплекса включает пять двигательных заданий: 1) прыжок в длину с места; 2) бег 50 м; 3) метание на дальность мяча массой 136-146 г; 4) прыжок через планку и пролазание под ней; 5) слаломный бег. Первый и третий тесты измеряют взрывную силу ног и плечевого пояса: бег 50 м – быстроту, четвертый и пятый тесты – координационные способности. Пятый тест является наиболее оптимальным, так как учитывает скоростную компоненту движений [47, 48, 69]. Программа не предусматривает измерение аэробной выносливости. В остальном она соответствует половозрастным особенностям детей 6-9 лет.

Для подростков 10-17 лет рекомендуется семь заданий: 1) комбинация из перекрестных шагов; 2) прыжок вверх с места; 3) динамометрия мышц-разгибателей спины; 4) прогибание туловища из положения лежа на животе; 5) кистевая динамометрия; 6) наклон туловища вперед из положения стоя; 7) степ-тест в трехминутной модификации. Тесты № 2, 3, 5, 6, 7 соответствуют своему назначению. Тест № 4 трудно объективизировать по условиям его выполнения. Отсюда – неточность в измерении гибкости позвоночного столба. Физическая работоспособность в этом комплексе измеряется достаточно точно, с помощью степ-теста. По измерению физической работоспособности тестовая программа Японии явно превосходит все другие системы оценивания.

Модель оценки двигательной подготовленности детей и молодежи Сингапура напоминает европейскую, однако имеет некоторые особенности. Тест в поднимании туловища в течение 1 мин предназначен для определения силовой динамической выносливости, а подтягивание в течение 30 с – для измерения "взрывной" силы рук. Подобные предположения подтверждаются нормативными оценками: результаты испытаний по первому тесту для 12-летних школьников колеблются в пределах 26-41 цикла движений, а для подтягиваний – 1-4 раза. Аэробную работоспособность в этом комплексе определяют с помощью бега на дистанцию 2400 м. Такой подход соответствует физиологическим закономерностям, так как долевое участие аэробного механизма прямо связано с длиной дистанции [59, 69, 81]. Диагности-

ческая ценность этого теста возрастает в случае приведения его результата к приросту пульса. Остальные задания вполне традиционны: прыжок в длину с места, наклон туловища вперед из положения сидя, вис на перекладине (девочки), челночный бег 4×10 м. Заслуживает внимания пятибалльная система оценок, где каждый результат оценивается баллом и соответствует определенному уровню подготовленности. Интегральная оценка выводится как сумма баллов по всем тестам.

Международные тесты оценки физической подготовленности детей и молодежи практически не отличаются от рассмотренных выше программ. Комплекс включает восемь двигательных заданий: 1) бег 50 м; 2) прыжок в длину с места; 3) бег 600 м (девочки и мальчики до 11 лет), 800 и 1000 м (девочки и мальчики 12-ти и старше лет); 4) кистевая динамометрия; 5) вис на согнутых руках (девочки и мальчики до 11 лет) и подтягивание (мальчики старше 12-ти лет); 6) челночный бег 4×10 м; 7) поднимание туловища из положения лежа в течение 30 с; 8) наклон вперед [R.L. Pikli et al, 1993].

Рассмотренные выше диагностические программы по метрологическому, физиологическому и методологическому обеспечению далеки от совершенства. Большинство из них предназначены для оценивания двигательных способностей детей и молодежи в процессе занятий различными формами физической культуры. Однако в массовой физической культуре нет критерия, т.е. того никем не оспариваемого интегрального показателя, который имеется в спорте – результат, выраженный количественно в секундах, килограммах, метрах, сумме баллов, рейтинге спортсмена и т.п. **Такого критерия и не может быть, так как спорадические и спонтанные занятия различными видами физических упражнений не способствуют формированию функциональной системы [8] и не вписываются в фундаментальные положения теории деятельности [44]. Нет критерия – нет и не может быть понятия информативности.** Попытки агрегировать составной критерий на базе широкого спектра показателей двигательной подготовленности [20] не решают эту проблему кардинально. Не пригодны для этих целей и подходы с позиций факторного анализа [75]. Для широкого круга специалистов это слишком сложно и малопонятно. Остается чисто биологический подход, с позиций закономерностей развития и инволюции двигательных функций на каждом из этапов онтогенеза. Если здоровье, - это резервные мощности организма [Н.М. Амосов, 1979], то очевидно, что диагностика двигательных способностей в массовой физической культуре должна быть направлена на измерение мощности и емкости алактатного (скоростно-силовые спо-

способности), гликолитического (скоростной и силовой динамической выносливости) и аэробного (общая выносливость) механизмов энергообеспечения. Диагностике подлежит и способность индивида к управлению движениями по пространственно-временным и динамическим характеристикам (ловкость), а также по параметрам амплитуды движений в основных звеньях тела (гибкость). Тесты должны быть простыми и стандартизованными, не трудоемкими и не требующими предварительного обучения, едиными для всех возрастных групп – от младшего школьника до студента и пожилого человека. Результаты собственных исследований [66, 68, 71, 72, 74] и критический анализ мировых систем оценивания позволяют сформулировать некоторые предложения относительно решения проблем диагностики двигательных способностей человека в сфере физической культуры. На наш взгляд, этим требованиям соответствуют широко апробированные мировой спортивной практикой и имеющие достаточное метрологическое и физиологическое обоснование тесты.

1. Для измерения подвижности в позвоночном столбе – наклон вперед из положения сидя;
2. Скоростных способностей – бег 30 м сходу;
3. Взрывной силы:
  - 3.1. мышц-разгибателей ног – бег 30 м со старта, прыжок вверх или в длину с места, отнесенный к длине тела;
  - 3.2. разгибателей рук – метание двумя руками от груди набивного мяча массой 0,5-1 кг (девочки, девушки, женщины) и 1-3 кг (мальчики, юноши, мужчины);
4. Динамической силы мышц-сгибателей у мужчин и разгибателей – у женщин: подтягивание (мужчины) и жим лежа штанги, равной 20-25% массы тела (женщины);
5. Динамической силовой выносливости – поднимание туловища из положения сидя на гимнастической скамейке (женщины); с набивным мячом (2 кг) за головой (мужчины). Регистрируют время, исходные и конечные значения пульса с последующим расчетом интегрального показателя специальной работоспособности [69];
6. Скоростной (гликолитической) выносливости – челночный бег 4×30 м с регистрацией времени, пульса и расчетом интегрального показателя выносливости [69];
7. Координационных способностей – бег "змейкой" со старта на дистанцию 30 м между пятью стойками высотой 1,5 м;
8. Физической работоспособности – степ-тест в трехминутной модификации.

Частичная эквивалентность (взаимозаменяемость) тестов позволяет использовать их в различных условиях и для различных целей. Например, зимой для оперативной оценки "взрывной" силы ног вполне пригоден прыжок в длину или вверх, в то время как летом для этапной диагностики этой функции более приемлем бег 30 м со старта. Последний тест может выступать в качестве критерия для оценки других двигательных функций. Сравнивая результаты в этом тесте с результатами в беге сходу, "челночном", "змейкой" и спиной вперед можно получить достаточно точную информацию о емкости алактатного и гликолитического механизмов энергообеспечения, а также о способности индивида к управлению движениями по пространственно-временным и динамическим характеристикам. Реализация предлагаемого диагностического комплекса в зависимости от контингента занимает 1-2 занятия и предполагает определенный алгоритм: 1) тесты на измерение гибкости; 2) быстроты; 3) координации; 4) "взрывной" силы; 5) динамической силы; 6) динамической силовой выносливости; 7) скоростной выносливости; 8) физической работоспособности. Всем без исключения тестам должна предшествовать разминка: интенсивная, продолжительная и специализированная – при измерении скоростно-силовых способностей и гибкости, и менее энергоемкая, неспециализированная – при тестировании различных форм выносливости. Требования по этим тестам, если они выступают в качестве должных норм, не должны превышать значения показателей двигательных функций "средней" группы более чем на 15-20 % [74].

Тесты должны соответствовать теории измерений. Основные положения этой теории и краткая история ее развития изложены ниже.

*"Наука начинается там,  
где начинается измерение"*

*М. Ломоносов*

## 2.2 КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК РАЗВИТИЯ УЧЕНИЯ ОБ ИЗМЕРЕНИЯХ

Измерение возникло одновременно с появлением Homo Sapiens, и первоначально носило чисто эмпирический характер. В понятиях "много-мало", "далеко-близко", "громко-тихо", "холодно-жарко" уже заложены примитивные оценочные категории. Длительное время в качестве единиц измерения использовали отдельные части тела человека или его локомоции (например, "локоть", "аршин", "шаг" и т.п.). На этом этапе развития общества измерение не было методом научного познания. Таким методом оно стало в эпоху Возрождения. Наиболее яркими представителями этого направления в период итальянского Возрождения были Галилей (1564-1622), Санторио (1561-1636) и Борелли (1608-1679).

Санторио в своем труде "О статистической медицине" [1614] предпринял попытку определить норму и патологию в развитии организма. Он же изобрел ряд измерительных приборов. Галилей и Борелли, изучая биомеханику, установили ряд зависимостей между двигательными функциями и тотальными размерами тела животных. В дальнейшем эти зависимости были экстраполированы на человека и использованы в военной антропологии для отбора мужчин, пригодных к несению военной службы. С ростом населения и развитием экономики полное описание реальных (генеральных) совокупностей стало дорогостоящей и длительной процедурой, что привело к необходимости применения методов, позволяющих по части наблюдений (выборке) судить о генеральной совокупности. Разработка выборочного метода детерминировала развитие и применение математической статистики в научных исследованиях. Значительные заслуги в развитии этого направления принадлежат английской школе математиков во главе с Пети [1623-1687]. Математическая статистика возникла из потребностей государства, теория вероятности – на почве азартных игр, а биометрия – в процессе развития биологии. Первым ученым, удачно соединившим эмпирические методы антропологии и социальной статистики с теорией вероятности, был бельгиец А. Кетле. В сво-

ем капитальном труде "О человеке и развитии его способностей или опыт социальной физики" [1835] он впервые на большом статистическом материале показал, что различные физические признаки человека и даже его поведенческие реакции подчиняются нормальному закону распределения вероятностей. Описанные закономерности он экстраполировал на все живые существа ["Антропометрия", 1871]. До настоящего времени в антропометрических исследованиях применяют индекс Кеттле, характеризующий отношение массы и длины тела.

Математический аппарат биометрии разработали Ф. Гальтон (1822-1911) и К. Пирсон (1857-1936). Английского математика, антрополога и психолога Френсиса Гальтона считают основоположником дифференциальной психологии. Опираясь на теорию Ч. Дарвина и отталкиваясь от генетических предпосылок, он разработал передовую для того времени теорию индивидуальных различий. В его лондонской медико-биологической лаборатории [1884] посетители могли оценить свое психофизиологическое состояние по 70 показателям, характеризующим антропометрический статус, двигательные способности, аппарат дыхания и кровообращения. Несколько позднее [1892] Кеттел разработал комплекс из 50 тестов для оценки физических и психических способностей человека. Существенный вклад в развитие теории тестов внесли Пирсон и Спирмен. Первый из них разработал [1900] классический коэффициент корреляции для выборок, подчиняющихся закону нормального распределения, второй – Спирмен [1904], – обосновал идею рангового (непараметрического) коэффициента, пригодного для любых выборок. Это позволило ввести в теорию тестов понятие информативности как степени взаимосвязи теста и критерия. Особый вклад в понимание способностей внесли разработчики факторного анализа – Спирмен, Кэттел, Терсторун и Пелфорд. Этот метод в малоизмененном виде широко используется до настоящего времени [10, 20, 67, 75].

Измерение двигательных способностей человека началось в двадцатых годах прошлого столетия. В этот период появились фундаментальные работы Роджерса "Тесты физических способностей в процессе физического воспитания" [1925] и Брайса "Измерение двигательных способностей" [1927]. В 1934 году Мак Клой опубликовал статью "Измерение общих двигательных способностей". Основные положения этих работ сводились к признанию многофакторности структуры двигательных способностей человека. Эти теоретические концепции были реализованы в СССР в виде комплекса "Готов к труду и обороне". Комплекс, при всей его неоднозначности, все же позволял определять уровень физической подготовленности различных групп насе-

ления, дифференцированных по возрасту и полу. Требования по этому комплексу выступали в качестве должных норм.

Дальнейший прогресс в развитии методологии тестирования двигательных способностей связан с работами Д.Д. Донского [1961], Е.А. Флейшмана [1964], П. Благуша [1972], В.М. Зациорского [1979], М.А. Годика [1980, 1988], В.Л. Карпмана [1988], В.В. Иванова [1987] и других исследователей.

*"Никакое человеческое исследование не может почитаться истинной наукой, если оно не изложено математическими способами выражения"*

*Леонардо да Винчи*

## 2.3 ОСНОВЫ ТЕОРИИ ИЗМЕРЕНИЙ, ТЕСТОВ И ОЦЕНОК

Основу теории измерений составляют три фундаментальных положения: 1) шкалы измерений; 2) единицы измерений; 3) точность измерений. Измерением какой-либо физической величины называют операцию по определению отношения этой величины к эталонной [28]. Это определение М.А. Годика справедливо в случае количественного выражения результатов деятельности в ваттах, секундах, метрах, килограммах. При отсутствии эталонных измерителей для оценки качества исполнения упражнений в спортивной и художественной гимнастике, фигурном катании, прыжках в воду и т.п. используют субъективную оценку экспертов (судей, тренеров, спортсменов). В этом случае измерением будет называться установление соответствия между изучаемыми явлениями с одной стороны, и числами – с другой [28]. Результаты измерений должны быть представлены в узаконенных единицах, причем с указанием вероятной погрешности. Благодаря этому требованию достигается единство и точность измерительных процедур. В международной системе (СИ) основными единицами измерения физических величин являются: единица длины – метр (м), массы – килограмм (кг), времени – се-

кунда (с), силы электрического тока – ампер (А), термодинамической температуры – кельвин (К), силы света – кандела (кд), количества вещества – моль (моль), силы – Ньютон (Н), частоты – Герц (Гц), давления – Паскаль (Па) (прил. 2.3.1). Наряду с системой СИ в спортивной практике используют и внесистемные единицы измерений: температуры – градус Цельсия ( $^{\circ}\text{C}$ ) и объема – литр (л). Эти основные единицы служат для расчета производных. Все производные величины имеют свои размерности.

**Размерностью** называется выражение, связывающее производную величину с основными величинами системы при коэффициенте пропорциональности, равном единице. Например, размерность длины –  $l$ , размерность времени –  $T$ ; отсюда, размерность скорости равна  $l \times T^{-1}$ , а размерность ускорения равна  $l \times T^{-2}$ . Результат измерения неизбежно содержит погрешность, величина которой находится в обратной зависимости от точности метода и измерительного прибора [28].

**Основная погрешность** – это погрешность метода и прибора, которая имеет место в нормальных условиях их применения.

**Дополнительная погрешность** – это погрешность прибора, вызванная отклонением условий его эксплуатации от нормальных.

**Абсолютная погрешность** измерения ( $\Delta A = A - A_0$ ) равна разности между показаниями прибора ( $A$ ) и истинным значением измеряемой величины ( $A_0$ ).

На практике чаще пользуются не абсолютной, а **относительной погрешностью**, которая бывает двух видов. **Действительная относительная погрешность** – это отношение абсолютной погрешности к истинному значению измеряемой величины:

$$\Delta A_{\text{д}} = 100 \times \Delta A / A_0, \quad (2.3.1)$$

Существующие классы точности измерительных приборов учитывают (%) только основную погрешность. Например, погрешность нульсотаметра составляет  $\pm 1\%$ .

**Систематической** называют погрешность, величина которой не изменяется от измерения к измерению. Для устранения этой погрешности используют методы тарирования, калибровки и рандомизации. **Тарирование** – проверка показаний прибора путем сравнения его с эталоном во всем диапазоне значений. **Калибровка** – определение погрешности. **Рандомизация** (random - случайный) – это превращение систематической ошибки в случайную путем нескольких измерений. При этом измерения организуют так, чтобы постоянный "сби-

вающий" фактор действовал в каждом случае по-разному. Результаты измерений усредняют [28].

**Случайные погрешности** возникают под действием разнообразных факторов и принципиально неустранимы.

**Шкалы измерений** весьма разнообразны, но в практике используют четыре основных: 1) наименований; 2) порядка; 3) интервалов; 4) отношений. Каждая из шкал служит достижению определенной цели и поэтому имеет свои особенности (прил. 2.3.2)

В **шкале наименований** собственно измерения отсутствуют. Объекты группируются по какому-либо одному признаку. Каждой группе объектов присваивается определенное число. Например, баскетболисты обозначаются номером 1, волейболисты – 2, хоккеисты – 3, футболисты – 4 и т.п. Эти числа обозначают лишь одно: объект из группы № 1 отличается от объекта из группы № 2, объект № 3 – от объектов № 1, № 2 и № 4, и т.п. Делают это с целью обработки результатов исследований, поскольку математический аппарат может иметь дело только с числами.

**Шкала порядка** позволяет ранжировать объекты по степени выраженности какой-либо способности. Например, соревнования в беге на 800 м характеризуют в основном гликолитическую выносливость спортсменов. У победителя забега уровень этой выносливости выше в сравнении со спортсменом, финишировавшим вторым, у второго выше в сравнении с третьим и т.д. Шкалу порядка чаще всего используют в случаях, когда невозможны измерения в принятой системе единиц. Например, в художественной гимнастике артистизм спортсменок можно выразить через ранг, т.е. расположить в соответствии с занятыми местами: первое место – ранг 1, второе – ранг 2 и т.д. В шкале порядка возможны ранговая корреляция по Спирмену и проверка гипотез посредством непараметрической статистики [28].

Измерения в **шкале интервалов** упорядочены в соответствии с рангом и разделены определенными интервалами. В этой шкале установлены единицы измерения (секунды, килограммы, метры), что позволяет присваивать измеряемому объекту число, равное количеству единиц измерения, которое оно содержит [28]. Например, на финише марафонской дистанции ректальная температура тела у спортсмена А. соответствовала  $40,5^{\circ}$ , у марафонца Б. –  $41,5^{\circ}\text{C}$ . Это позволяет определить, "на сколько больше" температура тела у одного марафонца в сравнении с другим. В этой шкале возможны все методы математической статистики, за исключением определения отношений. Связано это с тем, что нулевая точка этой шкалы выбирается произвольно.

В шкале отношений нулевая точка произвольна, что позволяет при оценке результатов измерений определить "во сколько раз" один объект больше другого. Например, масса тела штангиста А. равна 105,0 кг, штангиста Б. – 60,0 кг, т.е. штангист А. превосходит штангиста Б. по этому показателю в 1,75 раза. Шкала отношений предусматривает применение всех методов математической статистики.

Существуют тысячи различных способов измерения способностей, свойств личности и психофизиологических состояний человека. Проблема состоит в том, чтобы из их числа выбрать минимальное количество методик, функциональных проб и двигательных заданий, несущих достаточную информацию об изучаемом объекте. Для этого они должны соответствовать теории измерений, тестов и оценок.

**Тест** – это измерение способностей и функциональных состояний человека посредством различных стандартизированных двигательных заданий и функциональных проб [28]. Тесты, связанные с выполнением двигательных заданий, называют двигательными или моторными. Для измерения одного свойства (признака) применяют 1-2 теста, для оценки функциональных состояний – комплекс (батарею) тестов. Известный специалист в области спортивной метрологии В.М. Задиорский [1979] выделяет три группы двигательных тестов (табл. 2.3.1.).

В практике массовой физической культуры доминируют два подхода к проблеме тестирования – педагогический и биомедицинский. Педагогический подход используют для получения конкретного результата с целью характеристики двигательных способностей или навыков, например, бег на 1000 м или разгибание рук в упоре. Второй – биомедицинский – учитывает не количественный результат тестирования, а его "физиологическую стоимость", т.е. степень напряжения функциональных систем организма при реализации двигательной деятельности [69, 74, 82]. К таким заданиям относят тесты для оценки кардиореспираторной и нервно-мышечной систем, например, измерение аэробной производительности, физической работоспособности или мышечной силы. Биомедицинские подходы к тестированию, хотя и не дают прямой информации об уровне развития двигательных способностей, однако обладают высокой объективностью и надежностью, в связи с чем являются наиболее оптимальными для оздоровительной и массовой физической культуры. Подобная классификация носит чисто условный характер, так как с помощью одного и того же теста можно иногда получить и результат, и его "физиологическую стоимость". Например, измерение силы разгибателей спины – и "педагогический", и "биомедицинский" тест, поскольку одновременно фиксиру-

ется количественный результат и оцениваются функциональные возможности нервно-мышечного аппарата.

Таблица 2.3.1.

Виды двигательных тестов [В.М. Зацiorский, 1979].

Тест	Цель теста	Результат теста	Пример
Контроль-ные ультражнения	показать максимальный результат	двигательное достижение	бег 30 м сходу, с
Стандартные функциональные пробы	идентичное для всех дозирование по параметрам: а) выполненной работы; б) величины физиологических сдвигов.	а) физиологические показатели при стандартной пробе. б) показатели двигательных функций при стандартных физиологических сдвигах.	а) регистрация легочной вентиляции при стандартной работе 200 Вт/мин. б) скорость бега при пульсе 180 уд/мин.
Максимальные функциональные пробы	показать максимальный результат	физиологические или биохимические показатели	определение максимальной вентиляции легких

Устранить противоречия между этими подходами можно путем их совмещения, когда количественный результат теста приводят к его "физиологической цене", например, приросту ЧСС [69].

Такой подход является оптимальным для тестирования различных форм мышечной выносливости, где результат на 20-40 % зависит от мотивации обследуемых [69, 74, 82]. У взрослых, а иногда и у детей, мотивация отсутствует. Это приводит к неполной реализации функциональных возможностей организма и проявляется в отсутствии значимых корреляций при тестировании стандартными (степ-тест) и нерегламентированными (бег 3000 м) нагрузками. Учитывая это обстоятельство, нами [69, 74] разработаны интегральные показатели, учитывающие спортивный результат и его "физиологическую цену". Это позволяет, с одной стороны, существенно снизить влияние субъ-

ективных факторов на результаты тестирования, а с другой – сравнивать адаптивные возможности обследуемых в идентичных по механизму энергообеспечения тестах.

Вне зависимости от того или иного методологического подхода при формировании батареи тестов необходимо иметь четкое представление, к какой, консервативной или лабильной, группе признаков принадлежит измеряемая функция [82]. Консервативные признаки характеризуют прежде всего нейрофизический статус человека, связанный с его психофизиологическими особенностями и обусловленный генетическими задатками. Подвижные, лабильные признаки не детерминированы напрямую этими задатками и отражают оперативное функциональное состояние человека. К числу консервативных признаков относят нейронные характеристики, скоростно-силовые и аэробные способности человека, гибкость и параметры кровообращения (прил. 2.3.3.).

Лабильные признаки представлены показателями сложных сенсомоторных реакций, силовой и скоростной выносливости со смешанным механизмом энергообеспечения (прил. 2.3.3.). Скоростные (бег 100 м) и собственно аэробные (бег 3000 м) способности в ходе подготовки изменяются незначительно [82]. Идентичные закономерности установлены нами у молодых женщин под влиянием оптимальной тренировочной программы. Наибольший (39 %) прирост двигательного потенциала отмечен (табл 2.1.1) в отношении аэробно-анаэробного механизма энергообеспечения, и наименьший – относительно скоростно-силовых (5,1%; 5,9%) способностей и аэробной выносливости (7,0 %). Очевидно, консервативные признаки более пригодны для профессионального отбора, а лабильные – для оценки влияния оздоровительной и спортивной тренировки на состояние человека. Для полной характеристики нейрофизического статуса и оперативного состояния организма необходим достаточно широкий набор тестов, отражающих особенности телосложения и энергетики, ЦНС и двигательной подготовленности человека. **Конкретный набор тестов определяется иерархией целей, половозрастными, конституциональными и личностными особенностями обследуемых. Все тесты должны обладать определенной информативностью, которая является важнейшей характеристикой теста и отражает степень точности измерения качества, свойства или способности человека [28, 69].**

Диагностика оперативного состояния связана с понятием диагностической информативности теста ( $r \geq 0,3$ ), а предсказание будущего состояния организма – с его прогностической ценностью ( $r \geq 0,7$ ).

Достаточная диагностическая информативность теста не является гарантией его прогностической ценности, и наоборот. Кроме того, один и тот же тест, используемый для различных по полу, возрасту и подготовленности людей, обладает неодинаковой различительной способностью. В однородных близких по уровню измеряемого свойства группах различительная способность тестов резко снижается. Связано это с уменьшением "разброса" результатов измерений от средней величины измеряемого признака. Поэтому тесты, информативные на начальном этапе подготовки, в дальнейшем теряют свою ценность в связи с нивелированием различий, например, по уровню двигательных способностей [68, 70, 72]. Необходимы другие, более информативные тесты. Для определения эмпирической информативности показатели тестов сравнивают с критерием. Проблема критерия является самой важной в тестировании способностей человека. В качестве критерия в физиологии спорта обычно избирают: 1) результат соревновательного упражнения; 2) существенные элементы этого упражнения; 3) информативные для конкретной группы людей, ранее проведенные тесты; 4) сумму очков спортсмена при предварительном комплексном тестировании; 5) ранг (место) индивидуума в изучаемой группе.

При отсутствии количественного критерия информативность тестов определяют либо с помощью составного критерия [20], либо посредством факторного анализа [20, 67, 69]. В первом случае предполагается, что сумма лучших результатов, показанных по значительному ( $n \geq 50$ ) количеству тестов, может служить количественным критерием двигательной подготовленности. Дальнейшая процедура сводится к расчету коэффициентов корреляции между критерием и тестом. Информативность двигательных тестов, установленная с помощью составного критерия, ниже в сравнении с факторной информативностью [20].

Факторный анализ априори предполагает, что на результат любого теста одновременно оказывают влияние несколько ненаблюдаемых факторов. Значение этих факторов для каждого из тестов неодинаково. В случае общих факторов показатели коррелируют между собой, при отсутствии таковых отсутствуют и взаимосвязи между изучаемыми признаками. Однако, факторный анализ является статистической процедурой и поэтому не вскрывает физиологической природы факторов. Необходима их соответствующая интерпретация, после чего факторы показывают (в долях дисперсии или процентах) вклад каждого из них в общую дисперсию выборки. В этом и заключается процедура определения факторной информативности [20, 67, 69]. Опи-

ределение наиболее информативных переменных с помощью факторного анализа может быть дополнено сравнительным анализом показателей двигательных функций у "лучших" и "худших" спортсменов. В этом случае в качестве информативных избирают показатели у группы "лучших" спортсменов [70, 72].

**Информативность** в значительной степени зависит от надежности критерия и теста. Под надежностью понимают степень совпадения результатов при повторном тестировании одних и тех же людей в одинаковых условиях. Надежность включает в себя понятия стабильности, согласованности и эквивалентности теста. **Стабильность** зависит от вида теста, контингента обследуемых и временного интервала. Например, стабильность антропометрических характеристик выше в сравнении с функциональными. Стабильность тестов также выше в идентичных по изучаемому признаку группах. Увеличение временного интервала между тестом и ретестом (повторным тестированием) снижает показатель стабильности. По данным Л.В. Волкова [1984] из двадцати двух изученных тестов наибольшей стабильностью обладают только девять: 1) прыжок в длину с места; 2) наклон туловища вперед; 3) время выполнения шести циклов упражнения: упор присев – упор лежа – упор присев – основная стойка; 4) прыжок вверх с места; 5) метание теннисного мяча с разбегу; 6) поднимание туловища из положения лежа; 7) вис на перекладине на согнутых руках; 8) бег 60 м; 9) прыжок в длину с разбегу. По данным М.А. Годика [1978], из пятнадцати тестов достаточно надежными ( $r \geq 0,8$ ) являются шесть: 1) челночный бег  $2 \times 10$  и  $3 \times 10$  м; 2) прыжок в длину с места; 3) метание набивного мяча 1 кг двумя руками из-за головы в положении сидя; 4) наклон туловища вперед; 5) тройной прыжок с места; 6) упражнение: основная стойка – упор присев – упор лежа – упор присев – основная стойка.

**Взаимозаменяемость тестов** характеризует их эквивалентность. Например, максимальную скорость можно измерить по результатам бега 60 м со старта или 30 м сходу; силовую выносливость – посредством разгибания рук в упоре или жима штанги и т.п. Эквивалентные тесты применяют для углубленного изучения моторики человека. С этой целью используют батарею (комплекс) однородных (однородных) тестов, направленных на изучение одной двигательной функции. Во всех остальных случаях применяют гетерогенные комплексы тестов [П.К. Благуш, 1982].

**Согласованность теста** отражает степень независимости результатов измерения от личностных свойств и квалификации исследователя. Повторное тестирование проводят либо с целью полу-

чения информации об изменении состояния одного и того же человека, либо для определения его ранга (места) в изучаемой группе. Однако даже при самом строгом соблюдении регламента предварительного и повторного тестирования результаты исследований будут варьировать. Вариабельность связана с заменой специалистов, изменением функционального состояния обследуемых и самого исследователя, условий внешней среды и технических характеристик измерительной аппаратуры. Повышение надежности исследований предполагает снижение влияния этих факторов. Полезно также увеличить ( $n \geq 40$ ) количество наблюдений. При подборе двигательных заданий предпочтение следует отдавать **простым, доступным, надежным и информативным тестам**, не требующим предварительного обучения. Эти тесты должны соответствовать **половозрастным и квалификационным характеристикам обследуемого контингента**. Без ясно осознанной и четко сформулированной цели создать непротиворечивую систему оценивания двигательных способностей невозможно [69, 74, 81, 82]. Разработанный нами [74] и изложенный выше **диагностический комплекс** такую цель имеет – **определить энергетические возможности и способности человека к управлению движениями по пространственно-временным и динамическим параметрам**. Содержание этого комплекса соответствует основным положениям теории измерений, тестов и оценок [28].

Вместе с тем, измерение – это лишь первый этап диагностики. Второй, не менее важный, – оценка результатов тестирования. **Оценкой называют унифицированную меру успеха в каком-либо задании (тесте)** [28]. Процесс оценивания сводится к выбору определенной шкалы, преобразовании с ее помощью результатов измерения в очки (баллы) и последующем их сравнении с определенными нормами. Оценка в значительной мере зависит от вида избранной шкалы. Существуют несколько типов шкал (рис. 2.3.1).

**Пропорциональная шкала** (рис. 2.3.1а) предусматривает равное поощрение в очках (баллах) за равное улучшение результата вне зависимости от его уровня. В **прогрессирующей шкале** (рис. 2.3.1б) более высокие абсолютные приросты результатов оцениваются большим количеством очков. Данную шкалу используют для стимулирования достижений в отдельных спортивных дисциплинах. **Регрессирующую шкалу** (рис. 2.3.1в) применяют в спортивных многоборьях. В этой шкале за более высокие приросты результатов дается меньшее количество очков. **Сигмовидная шкала** (рис. 2.3.1г) ориентирована на достижение средних результатов в комплексе тестов или спортивных дисциплин. Предельные достижения в одном – двух тестах не

компенсируют низких достижений в других тестах, и общая сумма очков будет низкой. **Стандартная шкала** базируется на пропорциональной шкале и стандартном отклонении. Отсюда ее название. В практике наиболее распространена **T-шкала** (уравнение 2.3.1).

$$T = 50 + 10(x_i - \bar{x}) / \sigma, \quad (2.3.1)$$

где  $T$  – оценка результата в тесте,  $x_i$  – показанный результат,  $\bar{x}$  – средний результат,  $\sigma$  – стандартное отклонение. В этом уравнении средний результат приравнивается к 50 очкам [28].

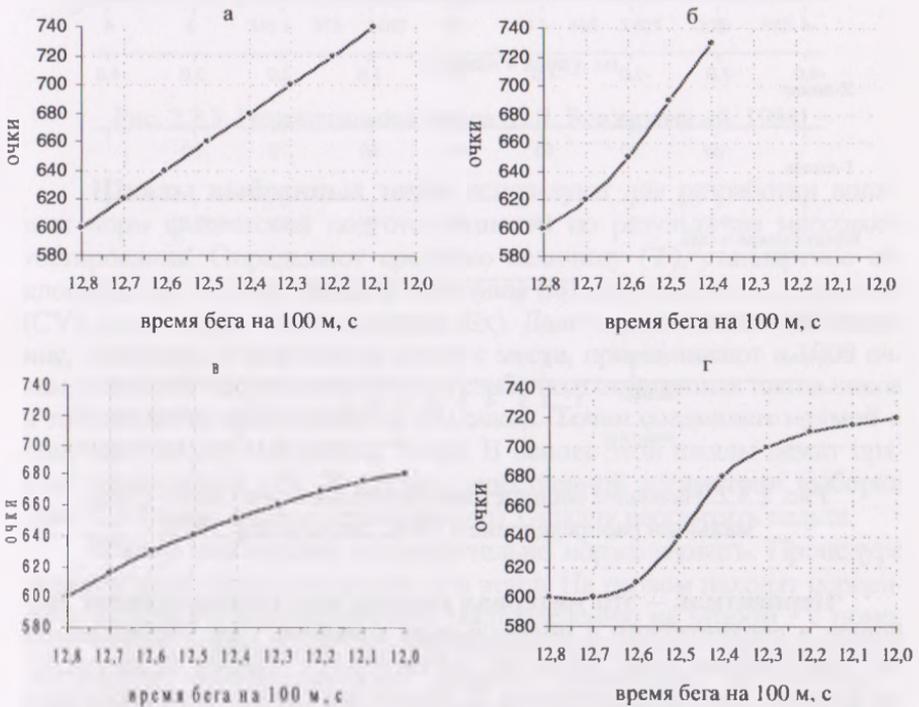


Рис. 2.3.1. Типы шкал: а) пропорциональная; б) прогрессирующая; в) регрессирующая; г) S-образная [М.А. Годик, 1988]

Использование **перцентильной шкалы** предусматривает участие больших групп спортсменов с распределением их результатов по нормальному закону (рис. 2.3.2).

В этой шкале спортсмен получает столько очков за свой результат, сколько процентов участников соревнований он опередил. Побе-

датель получает 100 очков, участник, показавший наихудший результат – 0 очков. Единственные вычисления в этой шкале – подсчет количества результатов спортсменов, соответствующих одному перцентилю.

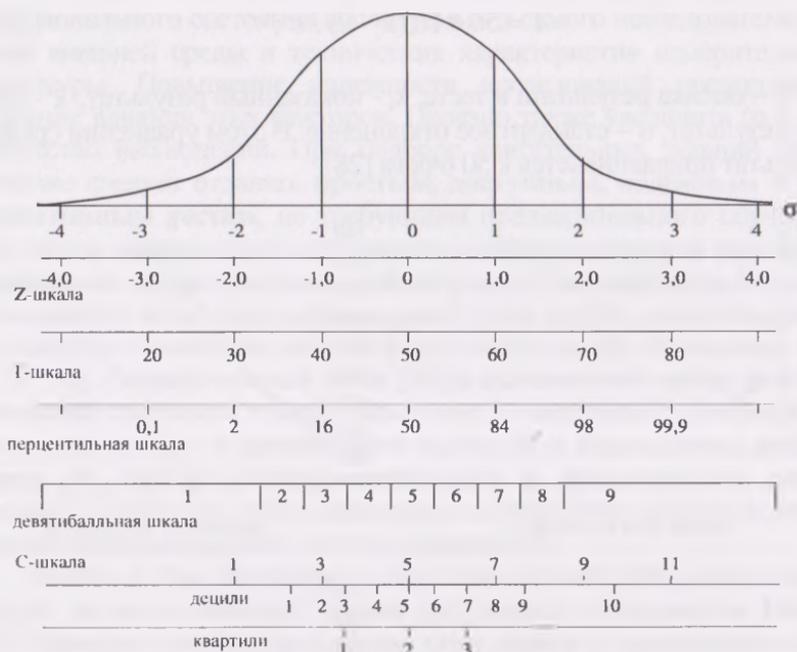


Рис. 2.3.2. Наиболее распространенные шкалы и их связь с нормальным распределением [В.М. Зациорский, 1979]

**Перцентиль** – это интервал шкалы при распределении выборки в соответствии с нормальным законом. При обследовании ста спортсменов один результат соответствует одному перцентилю, пятидесяти – двум перцентильям. В последнем случае, если спортсмен опередил 25 участников, он получает 50 очков. Перцентильная шкала (рис. 2.3.3) внешне и по содержанию напоминает сигмовидную шкалу.

В середине шкалы один перцентиль включает результаты нескольких спортсменов, в то время как на ее концах результаты одного спортсмена включают несколько перцентилей [28]. Ориентация шкалы на средний результат и простота обработки результатов измерений обусловили ее широкое применение в практике массовых исследований двигательной подготовленности населения.

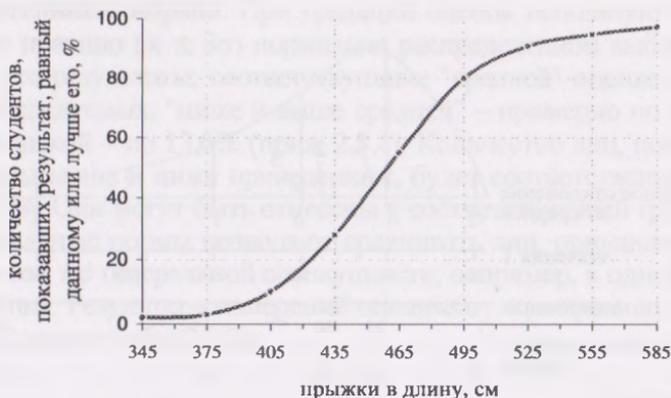


Рис. 2.3.3. Перцентильная шкала [Е.Я. Бондаревский, 1984]

**Шкалы выбранных точек** используют для разработки должных норм физической подготовленности по результатам массового тестирования. Определяют среднюю величину ( $\bar{x}$ ), стандартное отклонение ( $\sigma$ ), ошибку средней величины ( $m$ ), коэффициенты вариации ( $CV$ ), асимметрии ( $As$ ) и эксцесса ( $Ex$ ). Далее максимальное достижение, например, в прыжках в длину с места, приравнивают к 1000 очкам, а среднее достижение группы слабо подготовленных школьников в том же тесте принимают за 100 очков. Точки соединяют прямой и получают шкалу выбранных точек. В основе этой шкалы лежат прямые зависимости [33]. В случае существенной асимметрии выборки (рис. 2.3.4) нормальную (стандартную) Т-шкалу рассчитать нельзя.

Шкалу необходимо предварительно нормализовать. Процедура нормализации предусматривает три этапа. На первом находят перцентили исходного асимметричного распределения, на втором — с помощью таблиц нормального распределения определяют нормированное отклонение, соответствующее данному перцентиллю, на третьем — принимают наиболее часто встречающееся значение признака за 50 очков, а один стандарт, как обычно, за 10 очков, и строят нормализованную шкалу (рис. 2.3.4).

Эта шкала не пропорциональная, в ней нет прямых зависимостей, так как приросты результатов реально оцениваются неравным числом очков. Однако известно, какой процент результатов находится в определенном диапазоне. Например, в интервале от 50 до 60 очков находится 34% всех испытуемых (рис.2.3.4).

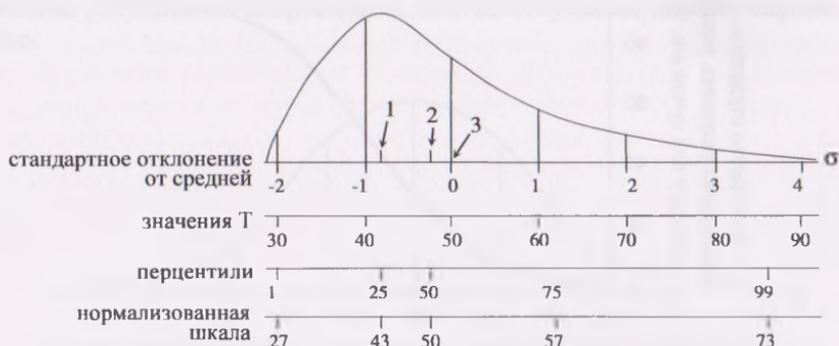


Рис. 2.3.4. Связь между исходным ассиметричным распределением и T-шкалой; 1-мода, 2-медиана, 3-средняя [В.М. Зациорский, 1979]

**Шкала ГЦОЛИФКа** предназначена для оценки результатов тестирования одного и того же спортсмена на различных этапах его подготовки (уравнение 2.3.2)

$$Q = 100 \times [1 - (x_{\max} - x_i) / (x_{\max} - x_{\min})], \quad (2.3.2)$$

где  $Q$  – оценка, баллы;  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$ ,  $x_i$  – соответственно лучший, худший и оцениваемый результаты. Преимущество этой шкалы заключается в ее взаимосвязи с лучшим и худшим результатом спортсмена. Лучший результат всегда оценивают в 100 баллов. В этом случае оперативный результат может быть выражен не только в баллах, но и в процентах от лучшего результата (уравнение 2.3.3).

Например, лучший результат спортсмена в прыжках в длину с места равен 296 см, худший – 248 см, оперативный – 281 см.

$$Q = 100 \times [1 - (296 - 281) / (296 - 248)] \approx 69,0\%; \quad (2.3.3)$$

Последним этапом диагностики является сопоставление полученных результатов с нормами. Нормой называется граничная величина результата, служащая основой для отнесения спортсмена в одну из классификационных групп [В.М. Зациорский, 1979]. В спортивной метрологии принято различать три вида норм: 1) сопоставительные; 2) индивидуальные; 3) должные.

В практике массовых исследований чаще всего применяют **сопоставительные нормы**. При градации оценок используют математическое правило ( $\bar{x} \pm 3\sigma$ ) нормально распределенной выборки. Это значит, что результаты, соответствующие "средней" оценке, покажут 38,3% обследуемых, "ниже и выше средней" – примерно по 15%, высокой и низкой – по 13,6% (прил. 2.3.4). Количество лиц, показавших результаты выше и ниже приведенных, будет соответственно составлять 2,27%. Они могут быть отнесены к соответствующей группе. Сопоставительные нормы позволяют сравнивать лиц, принадлежащих к одной и той же генеральной совокупности, например, к одной возрастной группе. Результаты измерений оценивают, как правило, по пятибалльной шкале (табл. 2.3.2).

Таблица 2.3.2

Оценка физического состояния мужчин и женщин 18-20 лет  
[В.А. Романенко, 1995]

Уровни физического состояния	Индекс физического состояния	
	женщин	мужчин
1. Низкий	≤ 80	≤ 116
2. Ниже среднего	81-88	117-126
3. Средний	89-105	127-147
4. Выше среднего	106-113	148-157
5. Высокий	≥ 114	≥ 158

Дифференциация занимающихся по объективным показателям приближает процесс оптимизации их двигательной подготовленности к индивидуальному, обеспечивает хороший психологический климат и облегчает инструктору управление группой в процессе занятий.

К сопоставительным относятся и **возрастные нормы**. Потребность в применении этих норм вытекает из необходимости сравнивать двигательные способности у лиц, принадлежащих к одной возрастной группе. Разработка возрастных норм возможна на базе двух вариантов. В первом варианте результаты тестирования обрабатывают с помощью стандартной, перцентильной или Т-шкалы, и на этой основе определяют возрастные нормы [28]. Во втором варианте учитывают так называемый **биологический возраст**. Он соответствует среднему календарному возрасту людей, показывающих данный результат. На-

пример, мальчик прыгнул в длину с места на 150 см. Средний результат мальчиков 8 лет равен 140 см. Результат 150 см соответствует возрасту 9 лет 1 месяц (прил. 2.3.5). Это и есть двигательный возраст тестируемого мальчика.

**Индивидуальные нормы** используют для оценки двигательной подготовленности спортсмена в связи с изменением его функционального состояния. В этом случае за среднюю норму принимают значения тестов, соответствующие среднему результату в соревновательном упражнении [28].

**Должные нормы** выступают в виде требований государства (ведомства) к уровню двигательной подготовленности населения. Такowymi являются "Государственные тесты" Украины для оценки двигательной подготовленности учащихся и некоторых специальных контингентов.

При использовании тестов и разработке оценок необходимо учитывать, что понятие "нормы" в метрологии и биологии не идентичны. В метрологии о величине какого-либо измеряемого признака (способности, свойства) судят исходя из его отношения к стандартному отклонению ( $\sigma$ ). Причем за "норму" принимают величину показателя от  $\bar{x} \pm 0,5\sigma$  до  $\bar{x} \pm 1\sigma$ . В каждом конкретном случае среднее значение и величина стандартного отклонения различны, так как получены на выборках различного объема и популяциях, имеющих свои этнические и территориальные особенности. Следовательно, попытка экстраполировать некую "норму" двигательной подготовленности на популяции людей, проживающих в других регионах страны, является некорректной. Кроме того, шкалирование на основании математического правила  $\bar{x} \pm 3\sigma$  априори предполагает распределение признака по нормальному закону. Вместе с тем, как следует из наших [69, 73, 74] и других исследований [32, 82], даже при увеличении выборки свыше четырехсот наблюдений закон Гаусса выполняется далеко не всегда. Например, В.В. Зайцева [32], оценивая физическое развитие 16-летних юношей, установила несоответствие выборки ( $n = 400$ ) нормальному закону распределения по величинам  $A_s$  и  $E_x$ . В этом случае полимодальность эмпирических распределений изучаемых признаков указывает на смешение в одной выборке лиц, принадлежащих к различным конституциональным типам.

**По биологическим представлениям "норма"** представляет собой интервал оптимального функционирования живой системы, в пределах которой сохраняется адекватная связь организма со средой. Следовательно, "норма" - понятие объективное и реальное, в то время как "норматив" устанавливается специалистами по согла-

шению (конвенции) как обязательное требование государства или ведомства к уровню двигательной подготовленности населения. Очевидно, что такие нормативы должны разрабатываться соответствующими государственными ведомствами и организациями с учетом региональных особенностей.

В работах Н.М. Амосова [1975-1979], А.Н. Сухарева [1991], В.Д. Сонькина [1991-1995], Г.Л. Апанасенко [1985-1998] убедительно показано, что надежность биологической системы (организма) определяется его резервными мощностями, в основе которых лежит "структурно-функциональная избыточность". Степень этой избыточности характеризуется соотношением "мера функции / мера субстрата". С увеличением этого соотношения надежность организма как биосистемы возрастает. В качестве интегрального показателя надежности большинство исследователей [10, 31, 34, 92, 93, 100] избирают величину МПК, характеризующую способность индивида выполнять длительную работу малой и средней интенсивности. Такой подход вполне логичен и закономерен, так как большинство нагрузок в процессе жизнедеятельности человека реализуется именно в аэробном режиме. В то же время взрослый человек, тем более ребенок или подросток, достаточно часто подвергается нагрузкам максимальной и субмаксимальной мощности. Отсюда вытекает необходимость оценки не только аэробного, но и креатининфосфатного и гликолитического механизмов энергообеспечения [69, 74, 81, 82]. С учетом этой концепции разработаны приводимые ниже тесты, методики и функциональные пробы.

### 3 ДИАГНОСТИКА ПОДВИЖНОСТИ В СУСТАВАХ

#### 3.1 МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Под гибкостью понимают морфофункциональные свойства опорно-двигательного аппарата, определяющие подвижность его звеньев. Мерой гибкости служит максимальная амплитуда движений в суставах, выраженная в сантиметрах или угловых градусах. Подвижность мышечно-суставных сочленений человека зависит от строения суставов, эластичности мышц и связок, силы мышц и функционального состояния ЦНС. Время суток, условия среды, мышечная работа оказывают неоднозначное влияние на функциональное состояние связочного аппарата. Повышение температуры тела и внешней среды, предварительная разминка улучшают биомеханические свойства опорно-двигательного аппарата и тем самым способствуют большей подвижности его звеньев (табл. 3.1.1).

Таблица 3.1.1

Изменение гибкости в различных условиях [Н.Г. Озолин, 1963]

Условия	Гибкость, мм
В 8 часов утра	-14
В 12 часов дня	+35
После 10 мин. пребывания в обнаженном виде при $t = +10^{\circ}$ в 12 часов дня	-36
После 10 мин. пребывания в горячей ванне $t = +40^{\circ}$ в 12 часов дня	+78
После 20 мин. разминки в 12 часов дня	+89
После утомительного тренировочного занятия в 12 часов дня	-35

Холодовые процедуры, наоборот, снижают уровень подвижности. В течение дня гибкость изменяется: наименьшие ее значения отмечаются утром, наибольшие – в 12 часов дня. Гибкость связана и с психоэмоциональным состоянием человека: при полной релаксации (расслаблении) подвижность звеньев опорно-двигательного аппарата увеличивается, с повышением психоэмоционального напряжения, на-

оборот, снижается. Показатели гибкости не коррелируют с антропометрическими признаками, находятся в обратной зависимости от уровня силы, и в значительной степени, особенно у женщин, обусловлены генетически.

В процессе индивидуального развития подвижность в суставах изменяется неоднозначно и дискретно. У мальчиков интенсивный прирост гибкости отмечается в 7-10 и 14-15 лет. Замедление этих темпов приходится на возраст 11-13 и 16-17 лет. Девочки достигают максимума гибкости к 14 годам. Окончание процесса полового созревания сопровождается снижением подвижности в суставах. В этот период гибкость позвоночного столба у юношей и девушек соответствует показателям 9-11-летних [Л.В. Волков, 1984]. У девочек со средними темпами физического развития наиболее активный прирост гибкости наблюдается в пубертатный период (рис. 3.1.1).

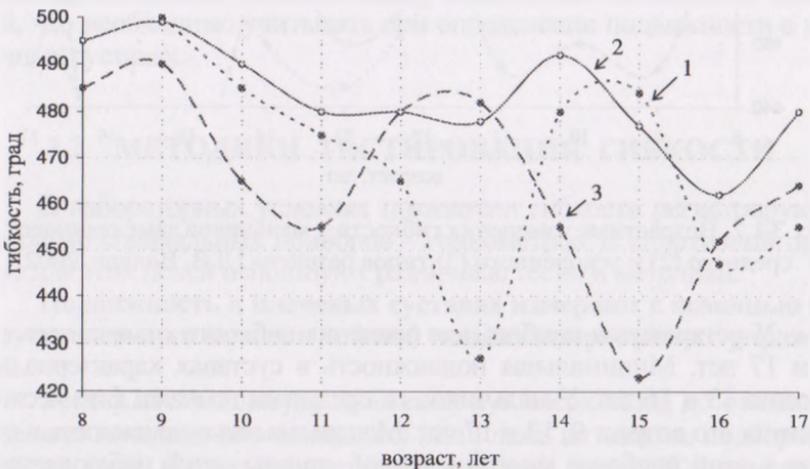


Рис. 3.1.1. Возрастное развитие гибкости у девочек замедленного (1), среднего (2) и ускоренного (3) типов развития [Л.В. Волков, 2002]

На предыдущем и последующем этапах онтогенеза уровень подвижности у них ниже. У акселераторов регресс этой функции приходится на возраст 9-11 лет, а значительный прогресс — на период 11-12,5 лет. Максимальное развитие гибкости у ретарданток наблюдается в возрасте 9 и 14,5 лет, минимальное — в 13 и 16 лет (рис. 3.1.1). По показателям гибкости девочки со средним физическим развитием в 11, 14 и 15 лет превосходят акселераторок, а в 13 лет — и ретарданток. У по-

следних подвижность в суставах в 15 лет выше в сравнении с акселератками. Вне зависимости от темпов биологического развития, наибольшая амплитуда движений у девочек наблюдается в препубертатный период, наименьшая – в постпубертатный [26].

В возрастном развитии этой функции у мальчиков наблюдаются следующие закономерности (рис. 3.1.2).

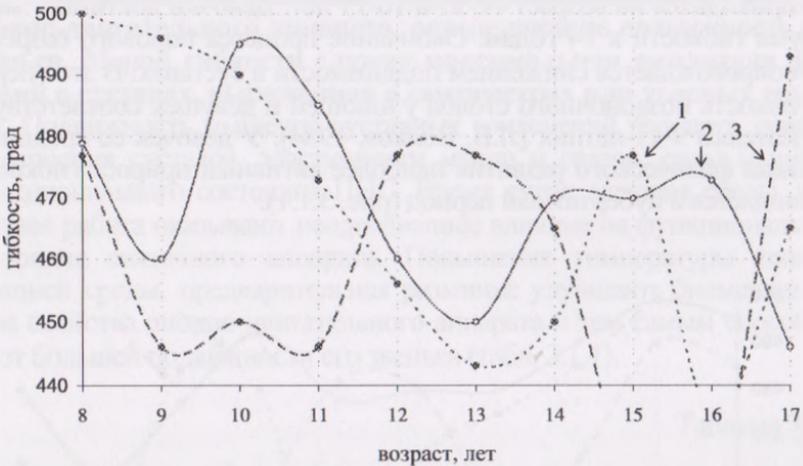


Рис. 3.1.2. Возрастные изменения гибкости у мальчиков замедленного (1), среднего (2) и ускоренного (3) типов развития [Л.В. Волков, 2002]

У ретардантов наибольшие значения гибкости отмечаются в 8, 15 и 17 лет. Минимальная подвижность в суставах характерна для возраста 13 и 16 лет. У мальчиков со средними темпами физического развития это возраст 9, 13 и 17 лет. Максимальная подвижность в суставах у этой наиболее многочисленной группы детей наблюдается в 10, 14 и 16 лет. У акселератов "пики" развития этой функции приходятся на 8, 12 и особенно 17 лет, "провалы" - на 9-11 и 14-16 лет. Неравномерные темпы формирования функции объясняют существенные различия в показателях гибкости у детей одного возраста.

С возрастом гибкость уменьшается, но остается большей у женщин. В повседневной жизни человека наибольшее значение имеет подвижность позвоночного столба, плечевых и тазобедренных суставов. У спортсменов уровень гибкости определяется их специализацией, стажем занятий, уровнем подготовленности и этапом спортивного совершенствования. В спорте принято различать пассивную и ак-

**тивную гибкость.** Пассивная гибкость связана с приложением внешних сил (например, отягощений), активная обуславливается тягой мышц. С уровнем спортивных достижений наиболее связаны ( $r = 0,81$ ) показатели активной гибкости. Соотношение различных форм гибкости определяется спецификой тренировочного процесса. В случае доминирования упражнений на растягивание связь между амплитудой активных и пассивных движений в одних и тех же суставах колеблется на уровне средней ( $0,61 < r < 0,73$ ). Применение силовых и смешанных нагрузок увеличивает эти зависимости до высокой ( $r = 0,91$ ) [А.И. Иашвили, 1982].

**Специфика спортивной деятельности определяет структуру гибкости, подготовленность спортсмена – ее уровень.** Наибольшая подвижность в плечевых и голеностопных суставах характерна для пловцов – "спиннистов" и "дельфинистов", в плечевых – для борцов и метателей коня, в тазобедренных – для гимнастов и барьеристов. Показатели пассивной гибкости выше идентичных показателей активной, что необходимо учитывать при определении подвижности в различных суставах.

### 3.2 МЕТОДИКИ ТЕСТИРОВАНИЯ ГИБКОСТИ

В лабораторных условиях показатели гибкости регистрируют с помощью специальных приборов – гониометров. В спортивной практике для этих целей используют различные тесты и методики.

**Подвижность в плечевых суставах измеряют с помощью инструментальных методик и (или) специализированных упражнений.**

**Тест 3.2.1.** Амплитуду движений рук вверх-назад до отказа определяют из исходного положения (и.п.) лежа на животе, подбородок касается мата, руки с гимнастической палкой вверх. Гониометр закреплен на наружной стороне правой кисти у лучезапястного сустава. Испытуемый отводит руки вверх-назад до отказа\*.

**Тест 3.2.2.** Измерение подвижности в плечевом суставе при движении рук вверх-назад выполняют из и.п. лежа на животе, подбородок касается скамейки. Гониометр закреплен на левой руке. Испытуемый выполняет движение с палкой вверх-назад до отказа.

\* Здесь и в последующих тестах фиксируют лучший результат трех измерений с последующей его оценкой по соответствующим шкалам.

**Тест 3.2.3.** Спортсмен из и.п. лежа на скамейке лицом вниз, не отрывая подбородок от скамьи, отводит руки с гимнастической палкой вверх. Измеряют расстояние по прямой от поверхности скамьи до палки. Ширина хвата стандартная. Большие значения показателя свидетельствуют о лучшей подвижности в плечевых суставах.

**Тест 3.2.4.** Из и.п. стоя вплотную к стене, ноги на ширине плеч, руки в стороны, кисти тыльной стороной прижаты к стене. Не отрывая пальцев от стены, спортсмен отходит на максимальное расстояние. Измеряют расстояние от точки посередине лопаток до стены. Оценка идентична предыдущему тесту.

**Тест 3.2.5.** Из и.п. палка сверху на прямых руках, хват сверху, выкруты назад-вперед прямыми руками. Меньшее расстояние между двумя хватами свидетельствует о большей подвижности в плечевых суставах. Оценка теста по прил. 3.2.1. При приведении результатов измерений к ширине плеч тест оценивают по прил. 3.2.2.

**Тест 3.2.6.** Из положения стоя завести руки за спину так, чтобы одна кисть касалась спины ладонью, а вторая - тыльной стороной. Регистрируют расстояние (см) между двумя ладонями. Меньшее расстояние свидетельствует о большей подвижности в плечевых суставах.

Для оценки подвижности позвоночного столба рекомендуются следующие тесты.

**Тест 3.2.7.** Из и.п. ноги на ширине плеч выполнить наклон вперед и, не сгибая ног в коленях, коснуться руками градуированной шкалы (см), расположенной ниже (выше) точки опоры. При касании отметки ниже точки опоры результат оценивают со знаком "+", в противном случае - со знаком "-" (прил. 3.2.3).

**Тест 3.2.8.** То же, из и.п. сидя на полу, ноги вместе, носки вытянуты. Оценка идентична предыдущему тесту.

**Тест 3.2.9.** В положении "мостик" измеряют расстояние (см) от пяток до кончиков пальцев рук. Оценка находится в обратной зависимости от расстояния.

**Тест 3.2.10.** Из и.п. лежа на животе, руки за спиной в "замок", ноги выпрямлены и фиксированы, спортсмен поднимает как можно выше голову, плечи и туловище, и удерживает это положение в течение 5 с. Измеряют расстояние от пола до яремной ямки. Результат относят к длине тела и выражают в процентах. Большая гибкость позвоночного столба характеризуется большими значениями показателя.

**Тест 3.2.11.** Для определения максимальной амплитуды движений в большинстве суставов пригоден тест с использованием гимнастической стенки. Спортсмен из и.п. стоя спиной к стене, ноги и руки

шире плеч, прогибается вперед за счет перехвата руками вниз и фиксирует достигнутое положение. Измеряют расстояние (см) от четвертого позвонка до перекладины ( $h$ ). Результат приводят к длине тела до седьмого шейного позвонка ( $l$ ). Индекс гибкости ( $H$ ) рассчитывают из уравнения 3.2.1.

$$H = h / l; \quad (3.2.1)$$

Значение индекса  $H$  прямо отражает уровень гибкости.

**Тест 3.2.12.** Предварительно на стене на уровне плеч наносят параллельно полу градуированную шкалу (см). Испытуемый из и.п. стоя правым (левым) боком к стене выполняет поворот туловища и делает отметку. Измеряют расстояние на шкале, см.

**Тест 3.2.13.** В и.п. руки внизу, ноги на ширине плеч, спина прижата к стене, измеряют расстояние от кончика третьего пальца каждой руки до пола. Испытуемый, не отрывая спины от стенки, выполняет наклон в сторону. Разница (см) между первым и вторым измерением характеризует подвижность позвоночного столба во фронтальной плоскости.

**Тест 3.2.14.** Спортсмен из и.п. стоя на коленях на повышенной опоре, руки опущены вдоль туловища, выполняет наклон в сторону и касается пальцами градуированной шкалы. Результат (см) оценивают по разнице двух измерений.

**Подвижность в тазобедренном и голеностопном суставах измеряют посредством следующих инструментальных методик и специальных тестов.**

**Тест 3.2.15.** Для измерения амплитуды движений назад в тазобедренном суставе, гониометр крепят на внутренней стороне голеностопного сустава. Процедура тестирования: из и.п. лежа на животе отвести ногу назад до отказа.

**Тест 3.2.16.** Из и.п. лежа на левом боку, руки за головой, гониометр закреплен на внутренней стороне правой голени, спортсмен выполняет движение правой ногой вверх до отказа.

**Тест 3.2.17.** Амплитуду движений правой ноги вперед-вверх в том же суставе регистрируют в положении лежа на спине. Прибор закреплен на наружной стороне голеностопного сустава. Левую ногу удерживает партнер, правую спортсмен отводит в указанном направлении.

**Тест 3.2.18.** Разведение ног в стороны в передне-заднем направлении с опорой на руки (продольный "шпагат"). Фиксируют расстояние (см) от вершины угла, образуемого прямыми ногами, до пола.

Большему уровню гибкости соответствует меньшее значение показателя (прил. 3.2.4-3.2.5).

**Тест 3.2.19.** Спортсмен из и.п. стоя лицом к гимнастической стенке, медленно опускается вниз в поперечный "шпагат". По нанесенной на гимнастической стенке шкале (см) измеряют наименьшее расстояние от паховой области до пола.

**Тест 3.2.20.** Стоя лицом вплотную к гимнастической стенке, выполнить мах в боковой плоскости и зафиксировать ногу на рейке. Измеряют расстояние от рейки до пола. Результат приводят к длине тела и выражают в процентах. Большие значения показателя соответствуют большей подвижности в тазобедренном суставе.

**Тест 3.2.21.** То же, из и.п. стоя лицом к стенке на расстоянии 1-1,5 м. При выполнении задания опорную ногу не сгибать. Оценка идентична предыдущему тесту.

**Тест 3.2.22.** Спортсмен, сидя на полу, ноги вместе, вытягивает носки, максимально приближая их к полу. Меньшее расстояние между большими пальцами ног и полом расценивают как показатель большей подвижности в голеностопном суставе.

**Тест 3.2.23.** Способность к вращению в голеностопном суставе определяют из и.п. лежа спиной на гимнастической скамейке, ноги прямые. Спортсмен поворачивает ступни наружу до предела. Измеряют угол между двумя ступнями [В.Н. Платонов, 1997].

Результаты измерений оценивают по соответствующим шкалам или разрабатывают новые с учетом половозрастных и квалификационных характеристик обследуемого контингента.

## 4 ДИАГНОСТИКА КООРДИНАЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ

### 4.1 ПОНЯТИЕ О КООРДИНАЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЯХ

До середины двадцатого столетия понятие "ловкость" идентифицировали с понятием "координационные способности". С течением времени некоторые исследователи [95, 102] предложили заменить термин "ловкость" на термин "координационные способности", другие [47] - выделить координационные способности из "общей ловкости", третьи - рассматривать "двигательное качество ловкость" как сложный комплекс психомоторных способностей [49]. Е.П. Ильин [1982] под ловкостью понимает способность человека быстро и своевременно совершать точные действия. В этом случае ловкость характеризуется не только точностью движений в пространстве, но и их скоростью. В.И. Лях [47] рассматривает координационные способности как возможности индивида к оптимальному управлению движениями по параметрам правильности (адекватности и точности), быстроты (своевременности), рациональности (целесообразности и экономности) и находчивости (стабильности и инициативности). С.В. Янанис [1985] в качестве измерителей ловкости выдвигает показатели координационной сложности, времени и точности выполнения двигательных заданий. В.И. Филиппович [1980] ведущим показателем ловкости считает способность к обучению и перестройке двигательных навыков в соответствии с изменяющейся средой.

Неоднозначность в трактовке понятий "ловкость" связана с неопределенностью структуры этой сложной психомоторной способности. Один из первых исследователей природы ловкости, V. Prochazka [1971], выделил в структуре ловкости четыре фактора. Из них только один (статическое равновесие) имеет непосредственное отношение к ловкости. Остальные три фактора, по-видимому, объясняются неадекватным набором переменных, подвергнутых факторному анализу [75]. Р. Hirtz [1977] в структуре ловкости обозначил шесть факторов: 1) способность к быстрому реагированию на сигнал; 2) быстрому и точному перемещению тела в пространстве при дефиците времени; 3) дифференцированию движений по пространственно-временным и силовым параметрам; 4) перестройке движения в соответствии с изменениями

среды; 5) точному выполнению длительных и непрерывных действий; 6) зрительной ориентации в пространстве и времени. Практически те же закономерности были установлены В.И. Ляхом [46]. Рассматривая координационные способности (КС) как психомоторные, а ловкость – как совокупность этих способностей, он предложил разделить их на общие и специальные. Общие – это потенциальные и реализованные возможности, определяющие готовность человека к оптимальному управлению движениями, а специальные – это способность к управлению сходными по биомеханическим параметрам движениями. В таком понимании специальные КС – это проявление общих. В дальнейшем КС были дифференцированы на потенциальные и актуальные. Потенциальные рассматриваются как некая возможность, предпосылка для реализации деятельности, в то время как актуальные – это способности, реализованные в процессе самой деятельности [47].

Различные авторы в качестве объективных характеристик для систематизации проявлений ловкости предлагают различные основания. Филиппович В.И. [1980] дифференцирует все условия внешней среды на четыре категории: 1) стандартные (привычные) условия – ловкость не проявляется; 2) непривычные, но заранее заданные условия, характерные для формирования новых двигательных навыков; 3) вероятностные условия, вызванные наличием альтернативы по пространственно-временным параметрам движений; 4) неожиданные (экстремальные) ситуации.

С.В. Янанис [1985] классифицирует проявления ловкости по семи основаниям: 1) в движениях, направленных на изменение и (или) поддержание позы; 2) локомоциях по перемещению собственного тела (бег, перелазание, кувырки и т.п.); 3) перемещениях других предметов (поднимание, перенос и т.п.); 4) манипулировании предметами ("предметная" ловкость); 5) использовании внешних сил (силы ветра в парусном спорте и т.п.); 6) взаимодействии с партнерами (спортигры) или противниками (бокс); 7) движениях по согласованию действий в командных упражнениях. Подобная классификация не имеет достаточного научного обоснования [46, 49]. Опираясь на концепцию многоуровневого иерархического управления движениями [18], В.И. Лях [1987] разделил координационные способности на два больших класса: класс КС при ведущем уровне С, подкрепленном нижележащими фоновыми уровнями В, А ("телесная ловкость"), и класс КС, реализующихся на уровне D с фонами из уровней С, В, А и их сочетаний ("предметная" или ручная ловкость). К первому классу он отнес циклические и ациклические локомоции, гимнастические и акробатиче-

ские упражнения, а также баллистические движения с проявлением силы (различные метания). Ко второму – слалом, партерную акробатику, защитные и атакующие действия в фехтовании и боксе, стрельбу из лука, спортивные игры и т.п. С учетом связей между различными частными КС В.И. Лях [1987] выделил группы гомогенных (однородных) и гетерогенных (неоднородных) свойств и пришел к заключению о том, что положительный перенос тренировки КС возможен только в движениях, регулируемых на одинаковых ведущих и фоновых уровнях со сходными программами и исполнительными механизмами. В этом аспекте автор вплотную приблизился к пониманию движений с позиций теории функциональных систем [8], но так и не перешагнул эту границу. **Специфические способности к ориентированию в пространстве, равновесию, реагированию на сигнал, дифференцированию движений по силовым и пространственно-временным характеристикам, усвоению ритма и темпа, вестибулярной устойчивости, произвольному расслаблению мышц и т.п. представляют собой исключительно физиологические механизмы регуляции произвольных движений [23, 55].** Систематизация движений удобна для их изучения, но вряд ли оправдана с позиций современных научных представлений. Например, способность к усвоению ритма и темпа есть ни что иное, как способность к управлению движениями по пространственно-временным и динамическим характеристикам. Каждый конкретный двигательный акт реализуется благодаря функциональной системе, формирующейся в процессе жизни и спортивной подготовки [8]. Участие различных звеньев этой системы (блока афферентного синтеза, аппарата принятия решений, акцептора результата действия) в регуляции движений будет различным на каждом из этапов освоения (реализации) навыка. В конечном итоге эффективность управления движениями определяется способностью индивида создавать и реализовывать программу для достижения цели. При этом выбор тактики и стратегии движения зависит от особенностей его высшей нервной деятельности [78].

Несмотря на различия в методологических подходах к изучению структуры и механизмов КС, наиболее оптимальным определением понятия "ловкость" является традиционное.

**Ловкость – это способность управлять телом и (или) его частями по пространственно-временным и динамическим характеристикам. Ловкость представляет собой комплексное, интегральное свойство организма, в основе которого лежат способности: 1) к ориентации в пространстве и времени; 2) к дифференцированию (различению) динамических усилий.**

## 4.2 ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯМИ

Одним из основных механизмов познания окружающей среды для человека являются движения. Их регуляция осуществляется на двух уровнях – центральном и спинальном. На спинальном уровне протекают лишь простейшие координации и рефлексы (например, реципрокное торможение мышц – антагонистов, сухожильные рефлексы и т.п.). Управление движениями на центральном уровне считают "произвольным". В соответствии с концепцией Н.А. Бернштейна координация движений различной сложности представлена четырьмя уровнями [18].

**Уровень А – уровень палеокинетических регуляций или руброспинальный уровень.** Этот уровень достаточно древний и управляет мышцами туловища и шеи. Обеспечивает тонус всей мускулатуры, а также плавные и длительные движения. Координирует возбудимость спинальных структур, обеспечивает реципрокную иннервацию мышц-антагонистов. Действия уровня полностью произвольны.

**Уровень В – таламо-паллидарный или уровень синергий.** Движения этого уровня отличаются обширностью вовлекаемых в синергию мышц. Как правило, движения стереотипны и повторяются с определенной периодичностью. Ведущей афферентацией на этом уровне является проприорецепция скоростей и положений тела в пространстве. Со стороны экстерорецепторов это дифференцировка прикосновения, укола, трения, а также болевая и температурная чувствительность. В интегральном виде этот уровень обеспечивает восприятие собственного тела.

**Уровень С – пирамидно-стриарный, или уровень пространственного поля.** Его ведущая афферентация – восприятие окружающего пространства. Это поле обширно, гомогенно (однородно) и главное – несмещаемо. Пространство уровня С заполнено объектами с их формой, размерами и массой.

**Уровень D – уровень предметных действий и смысловых цепей. Это теменно-премоторный уровень.**

Важнейшими свойствами многоуровневой системы управления является не столько иерархия, сколько разделение функций этих уровней. Такое разделение обусловлено как анатомически (системы состоят из эволюционно различных структур мозга), так и функцио-

нально – в связи с большим количеством звеньев опорно-двигательного аппарата. В зависимости от двигательной задачи и условий ее реализации, уровни подразделяют на ведущий и несколько фоновых. Например, при формировании двигательного навыка (обучении) доминирует уровень D, при его реализации – нижележащие уровни.

Для реализации движения должна быть сформирована двигательная программа. Эта программа представляет собой набор базовых двигательных команд и готовых коррекционных подпрограмм. Подпрограммы обеспечивают реализацию движений с учетом текущей афферентной импульсации и информации от других частей ЦНС. Побуждение к движению связано с активностью корково-подкорковых мотивационных зон. Замысел движения формируется в ассоциативных зонах коры. Формирование программы движения идет с участием базальных ганглиев и мозжечка, которые через ядра таламуса действуют на двигательную кору. Последняя, в совокупности с нижележащими стволовыми и спинальными двигательными центрами отвечает за реализацию программы [16].

Предположительно, двигательная память содержит обобщенные классы двигательных программ. Из их числа для достижения цели выбирается оптимальная. В зависимости от ситуации программа изменяется, так как однотипные движения могут выполняться с различной скоростью и амплитудой. Одна и та же программа может быть реализована различным набором мышц. Так, почерк человека сохраняет свои особенности при письме правой и левой рукой. Такой перенос навыка связан с тем, что планирование движений и их исполнение регулируется различными уровнями управления.

Двигательная программа может быть реализована различными способами. В простейшем случае ЦНС посылает к мышцам заранее сформированную последовательность команд без их коррекции в процессе реализации. Это **разомкнутая система управления**, по которой реализуются быстрые "ударные" и "метательные" движения. **Замкнутая система управления по отклонению** предполагает внесение коррекций в движение на основе сигналов обратной афферентации и сравнение их с целью. Эта система управления также не лишена недостатков. Коррекция движений по сигналам обратной связи запаздывает в связи с временем проведения сигналов в ЦНС и временем развития усилий в нервно-мышечном аппарате. Поэтому во многих случаях организм реагирует не на отклонения от плана движения, а на само внешнее возмущение, причем, еще до того, как оно успело вызвать отклонение. Это **управление по возмущению**. Примером тако-

го управления является **механизм антиципации**. Антиципация выражается в упреждающей позной активности нервно-мышечного аппарата и реализуется автоматическим образом с очень короткими центральными задержками. Антиципация способствует уменьшению времени проведения нервного импульса, повышает экономичность и эффективность движений. По существу это механизм преднастройки организма к предстоящей деятельности [63].

Взаимодействие организма со средой строится на основе модели внешнего мира и модели собственного тела. Наличие в центральной нервной системе модели собственного тела подтверждается фантомом ампутированной конечности. Человек без руки субъективно ощущает ее присутствие. Следовательно, элементы внутренней модели или "схемы тела" относятся к врожденным. Предположительно "схема тела" включает в себя описание туловища и конечностей, последовательность и длину звеньев, число степеней свободы и объем движений в этих звеньях, топографию мышц и основных рецепторных полей. Без такой "внутренней модели" невозможно распознавание сигналов от различных участков тела и, естественно, формирование моторных программ. Между восприятием собственного тела и окружающего пространства существует тесная связь, обусловленная, предположительно, общим нейрофизиологическим механизмом. При поражении определенных структур ЦНС одновременно нарушается восприятие и пространства, и собственного тела [63, 86].

Подавляющая часть позных реакций и движений пространственно ориентированны, т.е. направлены на достижение определенной точки в пространстве. В зависимости от того, выполняется движение относительно собственного тела или относительно окружающего пространства, изменяется активность нейронов различных областей мозга. Так, корковые командные нейроны движений руки разряжаются перед началом движения и специфически связаны с разными классами и фазами движения. Эти нейроны обладают потенциально широким рецептивным полем, которое изменяется в ходе обучения. Например, при формировании навыка командные нейроны специфичны в отношении определенной реакции, а не сигнала, который вызывает эту реакцию. Перемещение руки человека в горизонтальной плоскости показало, что кодирование движения осуществляется в координатах внешнего пространства, а не углов сгибания плеча и предплечья. Следовательно, управление рукой базируется на элементах константного экрана, т.е. на схеме пространства вокруг объекта [63, 86].

На осознанном уровне выполняется лишь небольшая часть пространственно ориентированных движений. Предположительно внут-

ренняя модель тела "работает" на подсознательном уровне. Примером таких подсознательных движений могут служить шейные и вестибулярные "позные" автоматизмы. У животных они участвуют в поддержании нормального положения тела и сохранении равновесия. У человека, в отличие от животных, "позные" автоматизмы в значительной степени зависят от взаимного расположения головы, туловища и конечностей. Определенное расположение частей тела детерминирует определенную систему отсчета: 1) от собственного тела; 2) внешнего пространства; 3) движущегося в этом пространстве объекта. Переход от одной (например, эгоцентрической) к другой (экзоцентрической) системе координат ведет к изменению интерпретации сенсорных сигналов и модификации соответствующих двигательных реакций. Выбор системы отсчета во многом определяется априорными сведениями об объектах внешнего мира, с которыми человек взаимодействует. Учитывается их отдаленность, несмещаемость, жесткость и скорость передвижения [63, 86].

Следовательно, управление и контроль за реализацией движений является достаточно сложным процессом. Этот процесс включает обработку информации, получаемой через прямые и обратные связи между префронтальной и моторной корой, таламусом, мозжечком, базальными ганглиями, а также стволом мозга и спинным мозгом. Важная роль принадлежит проприорецептивной и экстерорецептивной афферентации. Двигательная система организована по иерархическому принципу с постепенным увеличением сложности сенсомоторной интеграции. На каждом из ее уровней имеется своя "ведущая афферентация" и собственный тип регулируемых движений [29].

Управление движениями на уровне спинного мозга идет посредством мотонейронов. Мотонейрон (двигательный нейрон) – это крупная нервная клетка в передних рогах спинного мозга. Различают два типа мотонейронов:  $\alpha$ - и  $\gamma$ -мотонейроны. Альфа-мотонейроны иннервируют скелетную мускулатуру и обеспечивают мышечные сокращения. Гамма-мотонейроны иннервируют рецепторы растяжения. Совместная работа этих двух типов мотонейронов обеспечивает моторную координацию и необходимый мышечный тонус. Возможность градации мышечного сокращения основана на том, что мышца как функциональное целое состоит из двигательных единиц (ДЕ). ДЕ – это мотонейрон и иннервируемые им мышечные волокна. Двигательные единицы могут возбуждаться независимо друг от друга. Рекрутирование (вовлечение) разного количества ДЕ является одним из основных механизмов градации мышечного сокращения. Сила сокращения мышцы прямо пропорциональна частоте импульсации. Для мо-

тонейрона частота импульсации – основной механизм управления мышечной частью ДЕ [86]. Активность мотонейрона осуществляется ритмически. В расслабленной мышце активность ДЕ не обнаруживается. При ритмической импульсации ДЕ с частотой 8-12 имп/с возникает слабое напряжение мышцы. При увеличении частоты импульсации увеличивается, до определенного уровня, сила сокращения мышцы. Чаще всего такая зависимость наблюдается в диапазоне от 0 до 50% максимальной силы. Это диапазон обычных, повседневных мышечных напряжений. Изменение частоты импульсации в этом диапазоне силы является одним из механизмов долговременной адаптации мышечной системы к повседневным нагрузкам. В спорте эти нагрузки значительно больше, и поэтому диапазон, в котором проявляется зависимость "частота импульсации – сила сокращения мышцы", значительно шире [86].

При быстрых и мощных движениях рекрутируемые ДЕ обычно выдают импульсацию "дуплетами", т.е. двумя импульсами с короткими интервалами. Такая активация ДЕ приводит к быстрому и эффективному развитию напряжения в мышце. При рефлекторном раздражении одни мотонейроны дают "тоническую" реакцию – длительный разряд умеренной частоты, другие – "фазическую" – относительно высокочастотный залп. Разряд умеренной частоты предназначен для подключения "медленных" (оксидативных) мышечных волокон, обеспечивающих медленные движения и поздние реакции. Высокочастотный залп импульсов обеспечивает рекрутирование "быстрых", креатинфосфатных мышечных единиц, связанных с реализацией быстрых и мощных движений. Связь свойств мышечных волокон с пороговыми мотонейронами автоматически обеспечивает их рациональный выбор при решении той или иной двигательной задачи [86].

Управление мышцей осуществляет группа мотонейронов, так называемый пул (объединение). Основная функция мотонейронного пула (МП) заключается в дозировании силы сокращения именно мышцы, а не отдельного мышечного волокна. Это дозирование идет двумя путями: 1) через частоту разрядов мотонейронов; 2) количество активных мотонейронов данного пула.

Вторая функция МП – "выбор" активируемых мотонейронов в каждой конкретной ситуации. Необходимость этой функции связана с тем, что ДЕ могут отличаться друг от друга не только по скорости и силе сокращения, но и по месту прикрепления мышечных волокон к кости. Топография мышечных волокон изменяет механический эффект. В суставах со многими степенями свободы разные части одной мышцы обуславливают различные направления движения. При строго

стабильной позе и стабильной двигательной задаче способ работы мотонейронов приближается к диффузному распределению возбуждения в мотонейронном пуле. В другом случае, при сокращении мышцы в условиях смены позы или двигательной задачи, мотонейроны в пределах одного пула ведут себя независимо и используют собственные синаптические входы. Такой способ работы мотонейронов обеспечивает "тонкие", высококоординированные движения за счет подключения к их реализации отдельных двигательных единиц. С точки зрения управления (контроля) важной является связь морфологически детерминированных порогов нейронов с функциональной дифференциацией ДЕ. В частности, низкопороговые мотонейроны иннервируют в основном маленькие тонические ДЕ, а высокопороговые – большие фазические. Это позволяет мотонейронному пулу производить их рациональный выбор в соответствии с двигательной задачей. Вместе с тем, стабильность морфологически детерминированных порогов мотонейронов с функциональной дифференциацией ДЕ ограничивает разнообразие двигательных возможностей и ведет в ряде случаев к невыгодному их использованию. Низкопороговые тонические единицы "принуждены" участвовать во всех формах двигательной активности, в том числе и фазической, а высокопороговые используются крайне редко, как правило, при реализации скоростно-силовых упражнений.

Управление активированными мотонейронами в стандартных условиях совершается в основном путем диффузного воздействия на них, причем с использованием принципа порогов. В выборе же активируемых мотонейронов для каждой позы и двигательной задачи немаловажную роль играет механизм избирательного воздействия. В сложных двигательных актах реализуются обе возможности, что позволяет организовать эффективное управление движениями по динамическим и пространственно-временным характеристикам.

### **4.3 ФОРМИРОВАНИЕ КООРДИНАЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ В ПРОЦЕССЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ**

Проблема диагностики координационных способностей тесно связана с проблемой изучения процесса их естественного развития. Этот процесс оценивается неоднозначно. По данным М.М. Безруких [17], ведущая роль в реализации двигательной функции у детей 6-9 лет принадлежит зрительному контролю. К возрасту 9-10 лет происходит

существенная смена механизмов регуляции движений – переход от преимущественно следящего управления к управлению по предварительно сформированной моторной программе. Длительность цикла движений за счет повышения их скорости и точности с возрастом уменьшается. Наиболее выраженные изменения наблюдаются в 6-8 и 10-14 лет. В эти возрастные периоды наиболее интенсивно развиваются и созревают двигательные зоны коры [17, 80], изменяется функциональная значимость лобных и ассоциативных зон коры в управлении активационными процессами [85]. К 14 годам процессы созревания морфофункциональных механизмов зрительно-моторной координации движений оканчиваются, в связи с чем скорость выполнения движений после 14 лет существенно не увеличивается. Подростки демонстрируют тип регуляции движений, свойственный взрослым людям [17].

По мнению В.К. Бальсевича и соавт. [1984], у детей 4-х лет под влиянием тренировки наиболее интенсивно прогрессируют простые компоненты координационных способностей, а также те из них, которые тесно связаны с проявлением быстроты. Временные и силовые дифференцировки успешнее развиваются в пять, а пространственно-ритмические – в шесть лет.

Наиболее высокое представительство сензитивных периодов развития координационных способностей установлено для младшего и первой половины подросткового возраста [60]. У девочек с 8 до 9 лет было выявлено в 4,7 раза, а с 9 до 10 лет – в 3,2 раза больше сензитивных периодов, чем в период с 13 до 14 лет. Способность к ориентации в пространстве у девочек стабилизируется к 12-13 годам, у мальчиков – к 14-ти [60]. Специализированное восприятие темпа, ритма и "чувства времени" достигают своего максимума к 13-14 годам. Амплитуда колебаний тела при спокойном стоянии на горизонтальной плоскости уменьшается у детей до 12 лет. Наиболее интенсивное развитие функций динамического равновесия характерно для возраста от 7 до 10 лет. За период от 4 до 16 лет способность дифференцировать усилия по пространственным характеристикам увеличивается более чем в пять раз. Причем наибольшая точность движений, судя по результатам прыжка в длину с места, отмечается в возрасте 4-6 и 9-10 лет [26]. В период полового созревания (11-14 лет) число сензитивных периодов сокращается в два и более раза, и только к 14-15 годам вновь почти достигает уровня 9-11-летних девочек. У мальчиков среднего школьного возраста после временного спада в 12-13 лет еще имеются существенные резервы биологического развития функ-

ций за счет интенсивного формирования скоростно-силовых способностей [47].

Установленные временные параметры формирования координационных способностей в онтогенезе детского организма нельзя рассматривать как биологическую закономерность. Различные исследователи [26, 47] с использованием одних и тех же методик, характеризующих одни и те же способности, называют различные (от 5 до 16 лет) сензитивные периоды развития координационных способностей. Причины подобных неоднозначных трактовок заключаются в неодинаковых темпах биологического развития детей. Девочки среднего физического развития достигают максимума координационных способностей к 12, акселератки – к 11, ретардантки – намного позже, к 14 годам. Для достижения максимума этих способностей представительницам замедленного типа биологического развития требуется шесть лет, среднего и ускоренного – четыре и три года. Однако величина прироста функции по отношению к 8-летнему возрасту у всех девочек, вне зависимости от темпов их биологического развития, одинакова [26].

У мальчиков со средними темпами физического развития пика развития ловкости приходятся на 8-9 и 11-12 лет. У акселератов этот процесс растягивается до 14-15 лет, у ретардантов заканчивается к 13 годам. По уровню ловкости мальчики с замедленным физическим развитием превосходят своих сверстников из обеих групп [26].

Кроме генетических предпосылок существуют и средовые влияния в виде спонтанной и организованной двигательной активности. Так, по данным А.П. Коноха [1999], трехлетняя специализированная подготовка, направленная на профилактику травматизма у младших школьников, улучшила их способность к поддержанию статического равновесия на 69,1 %, вестибулярную устойчивость – на 33,4 %, точность временных дифференцировок – на 28,8 %, пространственных – на 43,6 %. Под влиянием специализированной тренировочной программы прирост координационных способностей у школьников того же возраста составил: по способности воспроизводить, дифференцировать и отмеривать пространственные параметры движений соответственно 28,3–25,3–20,8 %. По временным параметрам движений показатели улучшились на 44,2–26,8–43,2 %, по динамическим – на 19,0–17,0–68,8 % [Л.И. Чипиленко и соавт., 1999].

Способность воспроизводить и дифференцировать мышечные усилия тесно связана со спецификой вида спорта. Так, спортсмены-могулисты высокой квалификации более точно воспроизводят и дифференцируют мышечные усилия нижних конечностей в сравнении с

низкоквалифицированными. Факторами, определяющими различия в этих способностях, являются тренировочный стаж, квалификация и возраст спортсменов [М.М. Грабик, 2004].

Очевидно, при диагностике координационных способностей следует учитывать степень их наследуемости и изменчивости в процессе онтогенеза и двигательной подготовки. Надежность различных тестов для диагностики КС неодинакова и колеблется в пределах от низкой ( $r = 0,30$ ) до высокой ( $r = 0,95$ ) [4]. Для повышения информативности и надежности измерений используют батарею тестов. Структура (содержание) этой батареи зависит от половозрастных особенностей контингента, цели исследований, и главное – специфики деятельности. С началом спортивной специализации и ростом мастерства "общие" тесты следует заменять на "специальные", моделирующие основные элементы соревновательной деятельности спортсмена.

#### 4.4 ИЗМЕРЕНИЕ СПОСОБНОСТЕЙ К ФОРМИРОВАНИЮ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАВЫКОВ

Процесс индивидуального развития зависит от реализации наследственной программы. Программа определяет темпы формирования психомоторных функций, лежащих в основе обучения двигательным навыкам. Двигательные навыки являются индивидуально приобретенными движениями, сформированными на базе механизма временных связей. Это целенаправленные движения, компоненты которых в результате упражнения стали в определенной степени автоматизированными. По Н.А. Бернштейну двигательный навык – это многоуровневая координационная структура, посредством которой реализуется двигательная задача [18]. Навыки отличаются различной сложностью и степенью вовлечения афферентных и эфферентных звеньев в условнорефлекторную деятельность [86].

С позиций высшей нервной деятельности формирование навыка представляет собой ассоциативное (факультативное), эффект-зависимое обучение и выражается в форме классического (павлеского) и инструментального условного рефлекса при ведущей роли последнего. Инструментальные условные рефлексы – это рефлексы второго порядка или оперантное поведение, которое реализуется методом проб и ошибок. В результате на базе ранее изученных элементов появляется новый, более сложный двигательный акт. Следовательно, способность к сложнокоординированным двигательным актам тесно

связана с ранее накопленным двигательным опытом: прыгун-акробат быстрее освоит "профессию" прыгуна в воду, метатель копья – технику метания гранаты. И в том, и в другом случае движения имеют сходство по биомеханическим, пространственно-временным и динамическим характеристикам. Формирование навыка на базе ранее освоенных координаций имеет глубокий биологический смысл: экономится время и энергия [86].

Этапы формирования двигательного навыка по существу отражают фазы образования условного рефлекса. На первом этапе, в фазе генерализации условного рефлекса, отмечается иррадиация возбуждения с широким спектром ответных ориентировочных реакций и вовлечением в работу лишних мышц. К окончанию этого этапа лишние движения устраняются, остальные интегрируются в целостный двигательный акт [86].

На втором этапе происходит концентрация возбуждения, вследствие чего улучшается межмышечная координация, устраняется излишняя мышечная напряженность, достигается высокая степень стереотипности движений и происходит сенсорно-перцептивное объединение сигналов в двигательную задачу (образ). Создание образа связано с формированием определенной системы связей между различными анализаторами. Совершенствование навыка заключается в переходе регуляции от внешнего контура управления (например, глаз – рука) к внутреннему (например, двигательному), обладающему достаточной проприорецептивной чувствительностью. Это сокращает время цикла регулирования, создает возможность контролировать результат решения двигательной задачи без участия высшего уровня. Ярким примером перераспределения уровней регуляции от высшего к низшему является ведение мяча в баскетболе без зрительного контроля, что позволяет баскетболисту правильно оценивать оперативную ситуацию на площадке.

На третьем этапе наблюдается стабилизация, высокая степень координации и автоматизации движений. Автоматизация движений (навык) и заключается в перераспределении роли различных уровней регуляции: от высшего, речемыслительного, к сенсорно-перцептивному, фоновому. У спортсмена, владеющего навыком, внимание направлено не на координацию движений, а на решение других двигательных задач. Изменение условий реализации навыка приводит к тому, что автоматизированные функции фоновых уровней вновь переходят под контроль высшего, речемыслительного, уровня регуляции движений [86].

Физиологическим базисом, определяющим сроки научения движениям, является пластичность нервной системы и адаптивность сенсорных систем. В оперативном плане для быстрого научения новым движениям необходим оптимальный уровень возбуждения мозга и соответствующее функциональное состояние нервно-мышечного аппарата. Реализация же хорошо закрепленного навыка может происходить и в состоянии пониженной активации корковых структур. Вегетативное обеспечение навыка максимально на первом его этапе и минимально на последнем, что способствует снижению энергоемкости движений [86].

Определенное количество двигательных навыков, сформированных в результате обучения, не может обеспечить всего разнообразия движений в спорте. Значительная часть этих движений реализуется благодаря способности нервной системы к экстраполяции. В основе этого механизма лежит ее способность правильно решать двигательные задачи на основе индивидуального или наследственного опыта. Экстраполяция достигает высших форм при наличии широкого спектра условных рефлексов и связана как с сенсорной, так и с оперантной стороной высшей нервной деятельности. Одним из проявлений экстраполяции в сенсорных компонентах условного рефлекса можно считать обобщение близких по характеру раздражителей. Способность к экстраполяции наиболее выражена у спортсменов высокой квалификации. На основе ранее приобретенных связей спортсмен решает двигательные задачи, близкие по структуре к ранее освоенным движениям. Благодаря экстраполяции организм, имея определенный спектр навыков, приобретает способность правильно выполнять огромное число их вариантов. При этом существует прямая зависимость между количеством навыков и способностью к экстраполяции. Для практики спорта эта закономерность очень важна. При обучении навыкам следует обучать всем его вариантам, что создает базу будущего спортивного мастерства [86].

Двигательный навык, как любой условный рефлекс, без постоянного подкрепления угасает тем быстрее, чем он сложнее по биомеханической структуре. Эффективность реализации навыка определяется уровнем функционального состояния мозга и корковых отделов анализаторов. Действие таких факторов как гипоксия, высокая влажность и температура, шум, загазованность способствуют быстрому утомлению и как следствие – нарушению координации движений. На генетическом уровне реализация навыка связана с типом высшей нервной деятельности. Например, у спортсменов с низкой эмоциональной устойчивостью в стрессовых ситуациях навык разрушается

значительно быстрее. При прекращении систематической тренировки угасание навыка идет неравномерно. Наиболее быстро и существенно угасают сложные компоненты навыка. "Грубые" движения могут сохраняться в течение десятилетий. В отличие от двигательных, вегетативные компоненты двигательного навыка угасают быстро и навсегда.

**С позиций системного подхода обучение навыку реализуется благодаря формированию функциональной системы. Функциональная система представляет собой временную динамическую организацию нервных процессов и исполнительных механизмов для достижения полезного для системы результата [8]. Результат (цель движения) выступает в качестве системообразующего фактора. Принципиальная схема функциональной системы по П.К. Анохину включает пять блоков: 1) афферентного синтеза; 2) принятия решений; 3) эфферентного синтеза; 4) акцептора результата действия; 5) обратной связи [8].**

Афферентный синтез реализуется благодаря взаимодействию мотивации, памяти, обстановочной и пусковой информации. В качестве обстановочной информации для спортсмена выступают сигналы из внешней среды. Эти сигналы условнорефлекторно выводят организм на уровень преднастройки за счет активации специфических систем. Пусковая информация представлена пусковыми сигналами (выстрел, команда, взмах флага и т.п.). И те, и другие сигналы сравниваются с записанными в памяти и передаются в блок принятия решений. Во многих спортивных дисциплинах, например, играх, обстановочная и пусковая информация сливаются. Это существенно усложняет афферентный синтез. Например, баскетболисту необходимо учитывать расположение своих и чужих игроков, их передвижение, игровое амплуа, уровень мастерства и наконец – оперативную обстановку на площадке в конкретный момент времени. В целом афферентный синтез создает условия для формирования цели и программы движения. Программирование даже сложных, но достаточно автоматизированных движений осуществляется довольно просто. При освоении новых движений включается механизм ориентировочного рефлекса с широким спектром реакций со стороны мозга, сенсорных систем и вегетативных функций. Время афферентного синтеза и программирования увеличивается. Это особенно характерно для ситуационных видов спорта, например, единоборств. Эффекторный компонент движений предполагает соответствие функционального состояния мышечной системы программе выполнения двигательного акта. Предположительно, идентификация функционального состояния нервно-мышечного аппарата реализуется на основе обратной связи.

Этот механизм является важным звеном организации двигательного акта [86]. На уровне целостного двигательного акта параметры результата действия в виде сигналов обратной афферентации направляются в специальный центральный механизм. П.К. Анохин назвал его "акцептором результата действия", Н.А. Бернштейн – "моделью потребного будущего". В современной психофизиологии это – "нервная модель стимула". В этом аппарате происходит восприятие обратных афферентных сигналов. В случае их совпадения с программой и целью реализуется следующее движение. При несовпадении – в движение вносится соответствующая коррекция. В спорте сенсорные коррекции имеют специфические особенности. При медленных движениях обратные связи регулируют данное движение или его часть. При быстрых, сложнокоординированных движениях (акробатика) сенсорные коррекции вследствие недостатка времени вносятся только в последующие фазы. При кратковременных движениях (прыжки) сенсорные коррекции в двигательный акт включаются только при последующих повторениях. Обратные связи обеспечивают движениям спортсмена высокий уровень адаптивности в изменяющихся условиях внешней среды [86].

**При измерении способностей человека к освоению новых движений необходимо использовать новые, ранее неизвестные двигательные задания различной координационной сложности.** При оценке учитывают количество попыток, время освоения задания и число ошибок при его выполнении. Интегральную оценку дают из уравнения 4.4.1

$$\mathcal{E} = 1 / (N \times n), \quad (4.4.1)$$

где  $\mathcal{E}$  – эффективность обучения, ед.;  $N$  – количество попыток для освоения задания, ед;  $n$  – количество ошибок при его контрольном выполнении, ед. Показатель "Э" прямо отражает способность спортсмена к обучению или перестройке двигательных навыков.

**Тест 4.4.1.** Из и.п. руки в стороны, ноги на ширине плеч, – свободные вращательные движения правой рукой по часовой стрелке, левой – в противоположном направлении. Учитывают время и количество повторений до безошибочного выполнения задания\*.

**Тест 4.4.2.** Из того же и.п. правой рукой описывать круг перед собой, левой – чертить вертикальную линию.

\* То же в тестах 4.4.2. – 4.4.8., 4.4.14. – 4.4.17.

**Тест 4.4.3.** Из того же и.п. левой прямой рукой вращать перед собой, правой – чертить треугольник с основанием книзу.

**Тест 4.4.4.** Выгнутой правой рукой выполнять круговые вращения, левой – горизонтальные движения.

**Тест 4.4.5.** И.п. – правая рука на голове, левая согнута и повернута ладонью к животу. Правой рукой совершать движения вверх-вниз, левой – вращательные на уровне живота.

**Тест 4.4.6.** Правой рукой выполнять вращательные движения, левой – чертить треугольник, левой ногой впереди обозначать квадрат.

**Тест 4.4.7.** Из и.п. о.с. прыжок ноги врозь - ноги вместе, руки в стороны - ноги врозь, руки вниз и т.д. Ошибки выполнения: а) нарушение ритма движений и остановка более 2 с [60].

**Тест 4.4.8.** Стоя на левой ноге, подошва правой на коленном суставе, правую руку вращать по ходу часовой стрелки, левую – в противоположном направлении.

**Тест 4.4.9.** Пройти дистанцию 15-20 м с выполнением следующего задания: шаг левой ногой, взмах левой рукой; шаг правой – взмах правой и т.п. Оценивают время прохождения дистанции\*\*.

**Тест 4.4.10.** Из и.п. о.с. последовательно выполнить комплекс движений: правая рука вверх – правая нога назад; правая рука вниз-назад, правая нога вперед; поворот кругом, прыжок вверх.

**Тест 4.4.11.** Бег спиной вперед на дистанцию 20-30 м, с.

**Тест 4.4.12.** То же, между тремя-пятью препятствиями, с.

**Тест 4.4.13.** Преодоление лабиринта (полосы) препятствий на той же дистанции, с.

### Упражнения с мячом

**Тест 4.4.14.** Жонглирование тремя теннисными мячами.

**Тест 4.4.15.** Из и.п. руки вперед, кисти вниз, одновременно выпустить и поймать теннисные мячи хватом сверху.

**Тест 4.4.16.** Из и.п. стоя в 2-5 м от стены, попеременно три раза метнуть в стену два теннисных мяча сильнейшей рукой. После первого броска необходимо метнуть второй мяч, пока первый летит в руку. Оценивают количество метаний, но не менее трех. То же, после отскока мяча от пола [К.Динейка, 1988].

**Тест 4.4.17.** Жонглирование двумя мячами разного веса. Например, набивным и волейбольным, теннисным и баскетбольным и т.п.

\*\* То же в тестах 4.4.10. – 4.4.13.

#### 4.5 ТЕСТИРОВАНИЕ СПОСОБНОСТЕЙ К ПОДДЕРЖАНИЮ РАВНОВЕСИЯ

Равновесие заключается в способности человека поддерживать устойчивое положение тела при нестандартных движениях и позах. Различают статическое и динамическое равновесие. Эти способности коррелируют между собой незначительно, поскольку имеют различные сенсорные и центральные механизмы регуляции. Отолитовый аппарат, расположенный в преддверии внутреннего уха, реагирует на прямолинейное ускорение, а полукружные каналы, заполненные специальной жидкостью (эндолимфой), – на изменения положения тела и вращательные движения. Высокая вестибулярная устойчивость обеспечивается синхронной работой обоих механизмов при доминирующей роли одного из них. Способность к сохранению равновесия связана с уравновешенностью нервных процессов, дифференцировочным и запаздывающим торможением. Эти два вида внутреннего торможения позволяют с большой точностью различать характер мышечных усилий и временные паузы между ними [Л.Д. Назаренко, 2000]. Высокая возбудимость периферического звена (низкий порог раздражения) свидетельствует о высокой устойчивости вестибулярной функции. В обычных условиях равновесие тела обеспечивается взаимодействием комплекса анализаторов, которые воспринимают определенный вид внешней энергии и перекодируют ее в нервные импульсы, идущие в кору головного мозга для формирования программы произвольного двигательного акта. Несовпадение результатов действия с заданной целью ведет к поиску новых программ. В итоге формируется функциональная двигательная система [8]. Наиболее тонкие и сложные позные установки человека на постоянное сохранение равновесия не являются врожденными. Эти установки формируются в процессе жизни человека и существенно улучшаются в результате спортивной деятельности. Способность спортсменов к поддержанию равновесия определяется спецификой их двигательного опыта. Эта специфика выражается в неодинаковом участии сенсорных систем в сохранении равновесия. При удержании определенной позы доминирующую роль играет двигательный анализатор, при вращении тела – вестибулярный, при балансировке с предметами – зрительный и тактильный [Л.Д. Назаренко, 2000]. Вторым по значимости фактором, определяющим способность к поддержанию равновесия, является квалификация спортсмена, третьим – функциональное состояние мышечной и дыхательной систем. Психоземциональное состояние оказывает, в зависимости от степени его выраженности, благотворное или

негативное воздействие на механизмы, обеспечивающие сохранение позы.

Ниже приводятся тесты, посредством которых можно определить способность к сохранению статического (4.5.1 – 4.5.5) и динамического (4.5.6 – 4.5.12) равновесия. Их выполнение предполагает четкую стандартизацию поз и движений по биомеханическим и временным параметрам с последующим расчетом интегральных показателей.

### Тесты на оценку способности к поддержанию статического равновесия

**Тест 4.5.1.** Представляет собой поддержание равновесия на одной ноге (поза "ласточки") с открытыми (закрытыми) глазами. Регистрируют время удержания позы, с\*.

**Тест 4.5.2.** Проба Ромберга заключается в стойке на одной ноге, подошва второй ноги касается колена опорной, руки вперед - в стороны, глаза закрыты.

**Тест 4.5.3.** Сохранение равновесия стоя на набивном мяче. Варианты: 1) на одной ноге; 2) с различными положениями рук.

**Тест 4.5.4.** Предполагает использование подставки размером 50×3×4 см, расположенной на двух опорах 15×2 см. Испытуемый стоит правой ногой на опоре, левая нога согнута в колене и удерживается левой рукой. Способность сохранять равновесие оценивают по времени (с) поддержания позы "Фламинго" либо по количеству попыток сохранения этой позы в течение 1 мин (прил. 4.5.1).

**Тест 4.5.5.** Предложен Яроцким. Испытуемый в положении стоя, ноги на ширине плеч, глаза закрыты (открыты) выполняет круговые вращения головой в одну сторону до потери равновесия. Регистрируют количество ( $N$ ) и время ( $t$ , с) выполнения пробы. Вестибулярную устойчивость (ВУ) определяют из уравнения 4.5.1.

$$ВУ = (N / t) \times 100 \quad (4.5.1)$$

Большие значения показателя (ВУ) характерны для лиц с высоким уровнем вестибулярной устойчивости.

\* То же в тестах 4.5.2. – 4.5.4.

### Тесты на оценку способности к поддержанию динамического равновесия

**Тест 4.5.6.** Ходьба по линии с закрытыми глазами лицом или спиной вперед, приставляя пятку одной ноги к носку другой. Регистрируют пройденную дистанцию ( $l$ , м) и время ( $t$ , с). Показатель динамического равновесия (ПДР) определяют из соотношения 4.5.2\*:

$$\text{ПДР} = 100 \times l / t \quad (4.5.2)$$

Большие значения ПДР отражают лучшую способность индивида к поддержанию равновесия при ходьбе в затрудненных условиях.

**Тест 4.5.7.** Ходьба на носках, руки в стороны, по перевернутой гимнастической скамейке. Вариант – ходьба спиной вперед.

**Тест 4.5.8.** Ходьба по шестиграннику высотой 40 см с толщиной стенок 2 см. Задача испытуемого – выполнить большее количество шагов за меньшее время [101].

**Тест 4.5.9.** Предполагает выполнение максимального количества поворотов на перевернутой гимнастической скамейке. Регистрируют число поворотов ( $N$ ) и время ( $t$ , с) их выполнения. Показатель динамического равновесия ПДР<sub>1</sub> рассчитывают из соотношения 4.5.3:

$$\text{ПДР}_1 = 100 \times N / t \quad (4.5.3)$$

Трактовка результата идентична предшествующим тестам.

**Тест 4.5.10.** Ходьба с набивным мячом 1 кг на голове по перевернутой гимнастической скамейке. Вариант – по двум скамейкам, составленным в торец.

**Тест 4.5.11.** Ходьба по перевернутым и составленным в одну линию гимнастическим скамейкам через набивные мячи, расположенные на расстоянии 20-40 см.

**Тест 4.5.12.** Передвижение с помощью двух брусков размерами 40×10×5 см. Задание состоит в том, чтобы испытуемый, переставляя бруски и наступая на каждый из них, продвигался как можно быстрее вперед. Оценивают пройденное расстояние и время.

\* То же в тестах 4.5.5. – 4.5.8.

#### 4.6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПОСОБНОСТЕЙ К УПРАВЛЕНИЮ ДВИЖЕНИЯМИ ПО ПРОСТРАНСТВЕННО-ДИНАМИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ

Способность человека дифференцировать, воспроизводить и отмеривать динамические усилия в значительной степени определяется функциональным состоянием двигательного анализатора. Этот анализатор в каждый конкретный момент времени информирует кору головного мозга о степени сокращения мышц, натяжении связок и положении суставов. Таким путем создается представление о величине динамического усилия. Коррекция усилия осуществляется благодаря обратной связи и организации новой, более оптимальной программы действия. Эта способность, как и любые другие, прогрессирует по мере становления спортивного мастерства. Эффект тренировки зависит в основном от физиологической природы фактора, периодичности, интенсивности и длительности его действия. В процессе специализированной спортивной подготовки существенно совершенствуется проприорецептивная чувствительность, благодаря которой в управляющие центры ЦНС поступает информация о выполнении движения. Эта информация в виде электрических импульсов идет от двух типов мышечных рецепторов – мышечных веретен и сухожильных органов Гольджи. Мышечные веретена (веретенные мышечные волокна) представляют собой группу тонких и коротких мышечных волокон, заключенных в соединительнотканную капсулу длиной в несколько миллиметров и толщиной в несколько десятков микрон. Они имеют афферентную и эфферентную иннервацию. Толстое афферентное волокно группы Ia проникает внутрь капсулы веретена, где разветвляется. Окончания этих веточек обвивают в виде спиралей центральную часть внутриверетенных волокон. Это первичные окончания. Многие веретена иннервируются также одним или несколькими волокнами второй группы. Окончания этих волокон располагаются к периферии от первичных. Их называют вторичными окончаниями [63]. И те, и другие окончания являются механочувствительными и активируются при растяжении мышцы. Частота импульсов, поступающих в мозг от первичных окончаний, зависит от амплитуды и скорости растяжения мышцы. Вторичные окончания чувствительны к величине растяжения.

Сухожильные органы Гольджи располагаются не параллельно мышечным волокнам, как веретена, а последовательно, на границе мышечных волокон и сухожилий. Эти рецепторы являются специализированными окончаниями толстых афферентных волокон первой

группы (1в). Частота их разрядов прямо пропорциональна силе, развиваемой мышцей [63].

В суставных капсулах и связках внутри и вне сустава имеются собственные механорецепторы Руффини. Эти рецепторы активируются при движениях в крайних положениях сустава [63]. Первичные и вторичные окончания в совокупности с механорецепторами Руффини информируют двигательный центр об амплитуде, направлении и скорости движения, а рецепторы Гольджи – о величине развиваемого мышцей усилия. Аfferентный поток импульсов от механорецепторов поступает в ЦНС, где сравнивается с "нервной моделью стимула". На основе этой информации вносятся коррекции по усилию, амплитуде и направлению движения [63].

Способность двигательного анализатора отмеривать усилия находится в обратной зависимости от величины ошибки. Ошибка может быть неодинаковой при отмеривании разных усилий. Этот феномен объясняется особенностями профессиональной или спортивной деятельности. Чем ближе величина измеряемого усилия к специфике деятельности, тем меньше ошибка. Например, у обследованных нами тяжелоатлетов высокого класса (МСМК) ошибка отмеривания усилия  $25\% F_{\max}$  составила 5,0%, а  $75\% F_{\max}$  – 2,0%. Следовательно, с повышением уровня функциональной готовности спортсменов ошибка отмеривания субмаксимальных усилий уменьшается.

Координация движений выражается в точности отмеривания, дифференцирования и воспроизведения мышечных усилий. Между этими функциями соответствия не существует [35]. Воспроизведение усилий характеризует тренируемость мышечного аппарата, отмеривание – предшествующий двигательный опыт, а дифференцирование усилий – чувствительность сенсорной системы, т.е. дифференциальный порог двигательного анализатора. Следовательно, при измерении усилий необходимо четко и однозначно указывать, какая точность имеется в виду – воспроизведения, отмеривания или дифференцирования усилий [35]. Эти способности определяют с помощью простых инструментальных методик и (или) определенных двигательных тестов.

### Тесты для измерения способностей к отмериванию и воспроизведению усилий

**Тест 4.6.1.** Предполагает отмеривание на динамометре без зрительного контроля усилия, равного 25, 50, 75 % максимальной силы. Каждую пробу повторяют пять раз с последующим расчетом алгебраической суммы отклонений от заданной величины. Например, ис-

пытуемый при отмеривании усилия 15 кг дважды переотмеривал (16; 17 кг) и трижды недоотмеривал (-13; -12; -13 кг) заданную величину. В этом случае алгебраическая сумма составляет (-5). Сумму (-5) делят на количество доминирующих проб (три), результат (-1,67 кг) выражают в процентах (11,1%) от заданной величины\*. Специфика теста не предполагает его предварительного опробования.

**Тест 4.6.2.** Направлен на определение тренируемости двигательного анализатора, т.е. способности мышечной системы "запоминать" усилие. Предполагает предварительное (три-пять раз) отмеривание усилий, равных 25-50-75 %  $F_{\max}$  кисти с последующим их воспроизведением на динамометре.

**Тест 4.6.3.** То же, с использованием станового динамометра.

**Тест 4.6.4.** Приседание со штангой на плечах без зрительного контроля. При выполнении упражнения в каждой из пяти попыток спортсмен определяет вес снаряда. Тест направлен на оценку ощущений при различении массы снаряда.

**Тест 4.6.5.** Идентичен предыдущему, но предполагает жим штанги в положении лежа.

**Тест 4.6.6.** Заключается в выполнении тяги на грудь штанги весом 25-75-50 % от максимального результата в данном упражнении. После каждого поднятия снаряда спортсмен без зрительного контроля оценивает его вес.

### **Тесты для измерения способностей к управлению движениями по пространственно-динамическим параметрам**

**Тест 4.6.7.** Метание набивных мячей (1-5 кг) двумя руками от груди, из-за головы, снизу, одной от плеча на расстояние, равное 25-50-75 % максимального результата в данном упражнении. Задание повторяют 3-5 раз, в расчет принимают среднюю величину отклонения (%) от заданного параметра\*\* без или с учетом знака. Меньшая ошибка свидетельствует о лучшей способности испытуемого дифференцировать мышечные усилия.

**Тест 4.6.8.** То же, с поочередным метанием набивных, гандбольных, волейбольных, баскетбольных и футбольных мячей.

**Тест 4.6.9.** Броски в баскетбольную корзину футбольных, гандбольных, баскетбольных и волейбольных мячей с заданной отметки. Выполняют по три броска в последовательности, указанной выше. Учитывают общее количество попаданий из 12-ти попыток.

\* Подобный расчет рекомендуется для тестов 4.6.2 – 4.6.6.

\* То же в тестах 4.6.8; 4.6.10; 4.6.18.

**Тест 4.6.10.** Предусматривает метание теннисных мячей в цель диаметром 30-50 см. Учитывают количество попаданий из 5-10 попыток. Тест рекомендуется детям младшего и среднего школьного возраста.

**Тест 4.6.11.** Метание ядер различного веса к заданной отметке. Вариант – метание ядер одного веса к разным отметкам.

**Тест 4.6.12.** Точное толкание мяча одной рукой предусматривает использование двух гимнастических скамеек, измерительной ленты и набивного мяча массой 1 кг. Скамейки располагают параллельно на расстоянии 40 см друг от друга. Испытуемый должен толкнуть мяч по полу с таким усилием, чтобы он достиг конца скамеек. Задание повторяют пять раз. Учитывают среднюю величину отклонения во всех попытках [А.В.Вишнякова, 1993]. Вариант – то же, с попеременным толканием баскетбольного, гандбольного и волейбольного мячей.

**Тест 4.6.13.** Идентичен упражнению 4.6.12. Заключается в точном ударе мяча ногой на заданное расстояние. Оценка та же.

**Тест 4.6.14.** Прыжок на месте с поворотом в круге, размеченном на  $360^{\circ}$ . Испытуемый из центра круга выполняет прыжок с поворотом на заданное число градусов. Количество прыжков – по пять в каждую сторону, попеременно. Целесообразно выполнять прыжки на разные угловые величины, например, на  $90^{\circ}$  и  $270^{\circ}$ . Учитывают среднюю величину отклонения во всех попытках. Меньшее значение показателя отражает лучшую способность индивида управлять движениями по пространственно-динамическим характеристикам.

**Тест 4.6.15.** Заключается в измерении темпа пяти-десяти приседаний в течение 10-12 с. Учитывают величину отклонения от заданного темпа (%).

**Тест 4.6.16.** Прыжки толчком двух ног к отметкам на расстояние, равное 25, 50, 75% максимального результата в данном упражнении. Оценивают среднюю ошибку дифференциации усилий в трех-пяти прыжках. Вариант – толчком одной ноги с приземлением на две.

**Тест 4.6.17.** Тройной прыжок с места на заданное расстояние. Вариант – 3-5 прыжков на одной ноге. Оценка та же.

**Тест 4.6.18.** Предусматривает спрыгивания с тумбочки высотой 50-100 см на линию, расположенную на расстоянии 100-150 см от опоры. Задание выполняют не менее трех раз. Учитывают среднюю величину отклонения носков ног от линии [П. Хиртц и соавт., 1985].

**Тест 4.6.19.** Прыжки толчком двух ног через барьеры разной (но не максимальной) высоты. Регистрируют время преодоления 3-5 барьеров. Вариант – запрыгивание на тумбочки разной высоты.

**Тест 4.6.20.** Заключается в том, что спортсмен должен без зрительного контроля выполнить серию прыжков (не менее пяти) в диапазоне от 50 до 90 % максимального результата с минимальным увеличением их длины. Учитывают сумму отклонений всех прыжков. Меньшее значение показателя свидетельствует о большей способности обследуемого к дифференциации усилий [А.М.Шлемин, К.В.Ким, 1983].

**Тест 4.6.21.** Выпрыгивание вверх к отметке на стене со взмахом и без взмаха рук. Тест повторяют трижды. Рассчитывают среднее значение прыжков в двух вариантах и разницу между ними. Меньшее значение показателя характеризует лучшие координационные способности [К.Майнел, Г.Шнабель, 1987].

**Тест 4.6.22.** Прыжок в длину с места вперед и назад со взмахом (без взмаха) рук выполняют традиционным способом с той лишь разницей, что сразу же после первого прыжка спортсмен выполняет прыжок спиной вперед. Измеряют длину трех прыжков (см). Рассчитывают средний результат. Оценка идентична тесту 4.6.21.

**Тест 4.6.23.** Из и.п. о.с. прыжок вправо (влево) со взмахом (без взмаха) рук и быстрым прыжком на исходную позицию. Оценка та же.

**Тест 4.6.24.** Из и.п. о.с. прыжок лицом вперед, спиной, правым и левым боком. Тест выполняют слитно, без пауз. Учитывают длину ( $l$ , см) всех прыжков, отнесенную ко времени ( $t$ , с). Задание повторяют трижды, в расчет принимают средний или лучший результат.

**Тест 4.6.25.** Прыжки толчком двух ног через гимнастическую палку в течение 10-12 с. Тест предназначен для мужчин в возрасте до 25 лет. В более старшем возрасте вместо прыжков рекомендуется выполнять перешагивание. Тест оценивают по количеству прыжков (перешагиваний) за определенное время.

## 4.7 ИЗМЕРЕНИЕ СПОСОБНОСТЕЙ К УПРАВЛЕНИЮ ДВИЖЕНИЯМИ ПО ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫМ ПАРАМЕТРАМ

Произвольные движения человека в большинстве случаев направлены на достижение определенной точки в пространстве. Адекватная оценка пространства выражается в точности движений. При оценке движений существенная роль принадлежит способности двигательного анализатора различать направления и расстояния. Эта способность в процессе онтогенеза совершенствуется, увеличиваясь за период от 4 до 16 лет в 5 раз. Наиболее высокие темпы прироста

функции наблюдаются в возрасте 7-10 лет. К 13-15 годам ее биологическое развитие достигает своего максимума, после чего стабилизируется [26]. Повышение точности пространственных оценок является следствием развития процессов дифференцировочного торможения. В результате соответствующей тренировки раздражители, воспринимаемые ранее как одинаковые, дифференцируются как разные. Психофизиологическим базисом кинестетического пространственного различения являются тонкодифференцируемые внутри- и межанализаторные временные связи. Этот механизм является основой овладения и оперативной коррекции техники психомоторных актов, что создает реальные предпосылки для управления функцией посредством специализированных физических упражнений.

На уровне целостного организма человек ориентируется в пространстве благодаря созданию "интегральных образов пространства" или "когнитивных карт" [16]. Под когнитивными (познавательными) картами понимают процесс, благодаря которому организм приобретает некое подобие топологической карты той местности, в которой он обитает. **Когнитивная карта – это динамический образ, способный к изменениям и уточнениям на основании информации об изменении среды и местонахождения в этой среде самого субъекта** [Толмен, 1948]. На основании пространственных когнитивных карт животные формируют стратегию поведения. Предположительно, существуют три основные стратегии решения задач пространственной ориентации. Первая предполагает использование когнитивных карт местности, вторая – поиск опорных внешних ориентиров и третья – поиск на основе последовательности собственных двигательных реакций. Первые две стратегии являются стратегиями места (аллоцентрическими), основанными на пространственной топологии внешней среды, в то время как третья – эгоцентрическая (стратегия ответа), основана на учете отношений между элементами пространства и положением (перемещением) животного в этом пространстве. Стратегии постоянно сменяют друг друга и часто выступают в смешанной форме даже в процессе реализации одной поведенческой задачи [16]. Реализация стратегий основана на механизмах памяти. В связи с этим, Э.Хонинг [1978] предложил для анализа поведения в сложных пространственных условиях выделять рабочую память (запоминание информации в пределах одного опыта) и референтную память, т.е. запоминание информации, регулярно повторяющейся во всех опытах. По-видимому, референтная память является доминирующей у борцов и боксеров, чья деятельность постоянно связана с восприятием и оценкой пространства вокруг себя. Оба вида пространственной памяти

предполагают участие обеих стратегий поведения, аллоцентрической и эгоцентрической. Участие собственно двигательного компонента весьма велико, хотя животные, используя механизм вероятностного прогнозирования, способны предвидеть последствия самых различных, даже не выполняемых ранее, движений [Натишвили, 1987].

Нейрофизиологическими механизмами пространственной ориентации являются определенные морфологические структуры мозга. В частности, нижневисочная кора обеспечивает узнавание зрительных ориентиров, гиппокамп – место их расположения, теменная кора – взаимное расположение этих ориентиров, префронтальная кора – запоминание и расчет действий в установленной системе координат тела [Францевич, 1986].

**Приводимые ниже тесты позволяют с различной степенью точности и надежности определить способность человека к ориентации в пространстве.**

#### **Тесты для оценки способности к ориентации в пространстве**

**Тест 4.7.1.** Ходьба к цели с завязанными глазами на расстояние 5-30 м в коридоре шириной 1-3 м. Время не регламентируют. Обследуемый останавливается самостоятельно. Регистрируют расстояние от ближайшей ноги до центра круга диаметром 50-100 см. Пробу повторяют 3-5 раз. В расчет принимают средний результат. При выходе за пределы коридора тест не засчитывают.

**Тест 4.7.2.** Ходьба с завязанными глазами по кругу диаметром 5-10 м. Оценивают пройденное расстояние. Тест предполагает предварительное опробование. Вариант – ходьба по линиям прямоугольника.

**Тест 4.7.3.** Спортсмен с завязанными глазами выполняет прыжок в длину с места, поворачивается на  $360^{\circ}$ , выполняет кувырок вперед и идет к заданной отметке. Тест выполняют трижды. Время не ограничивают. Оценивают среднее расстояние до заданной отметки.

**Тест 4.7.4.** Спортсмен с повязкой на глазах выполняет два кувырка вперед за 3 с, встает, поворачивается три раза за 6 с и затем делает три шага в заданном направлении. Результат пробы оценивают по отклонению (см) от одного из концентрических кругов диаметром от 0,5 до 2,0 м.

**Тест 4.7.5.** Спортсмен из и.п. стоя перед матом наклоняется вперед, выполняет поворот за 2 с, затем кувырок за 2 с, выпрямляется, откидывает голову назад и повторяет цикл движений еще 9 раз. После этого ставит носок ноги в центр круга радиусом 25 см, вокруг которого начерчены круги радиусом 50 и 80 см, и выполняет 10 подскоков на

двух ногах. Оценку производят в зависимости от того, в каком круге оказался обследуемый [К.И.Брыков, А.Г.Матвиенко, 1980].

**Тест 4.7.6.** Бег на дистанцию 30 м в коридоре шириной 3-5 м с выполнением пяти поворотов на  $360^{\circ}$ . Время теста сравнивают с результатом бега на 30 м со старта. Меньшая разница характеризует лучшую ориентацию в пространстве.

**Тест 4.7.7.** Бег со старта на дистанцию 15 м лицом и спиной вперед. Учитывают разницу во времени с последующей ее оценкой по прил. 4.7.1 [Т. Селезнева, 2001].

**Тест 4.7.8.** Заключается в преодолении дистанции челночного бега  $3 \times 10$  м лицом и спиной вперед. Разницу оценивают по прил. 4.7.1 [Т. Селезнева, 2001].

**Ориентация человека во времени представляет собой сложную форму деятельности, базирующуюся на слуховых, зрительных, осязательных и, что особенно важно, двигательных ощущениях.** Индивидуальный, генетически обусловленный эталон квантования временных отрезков совершенствуется под влиянием различных факторов, в том числе профессиональной и спортивной деятельности. Так, нами [69, 72] установлена четкая зависимость ( $r \geq 0,8$ ) способности пианисток к оценке коротких (5 с) временных интервалов от уровня их квалификации. С увеличением длительности оцениваемого интервала за пределы исполнительской деятельности (с 5 до 15 с) корреляция исчезает, ошибка прогрессивно нарастает независимо от квалификации пианисток. Идентичные закономерности установлены Е.И.Сурковым [1984], Т.М. Климовой и В.М. Куприяновым [1996] на модели спортивной деятельности: точность временных оценок связана со спецификой тренировочной деятельности и зависит от уровня подготовленности спортсмена. Так, квалифицированные музыканты в сравнении с менее подготовленными лучше воспроизводят и дифференцируют временные параметры движений именно в тех интервалах времени, которые отражают длительность прохождения марафонской трассы [Н.М. Грабик, 2004]. Спринтеры экстра-класса способны различать десятые и сотые доли секунды, "средневики" – секунды, марафонцы – минуты. "Чувство времени" достаточно легко тренируется, особенно у неподготовленных людей. Эффект при прочих равных условиях зависит от специфики тренировочных нагрузок. Например, систематические занятия баскетболом в течение полугода повышают адекватность временных оценок у молодых женщин на 72%, скоростно-силовая подготовка – на 66%, ритмическая гимнастика – на 58% [68, 69]. Неоднозначно изменяется эта способность и под влиянием оперативных нагрузок. Дискретные (7-15 с) скоростно-

силовые нагрузки повышают на 55% точность временных оценок в диапазоне 5 с, а упражнения на аэробно-анаэробную выносливость, наоборот, снижают эту способность на 20 %. В первом случае имеет место активация корковых структур и, как следствие, увеличение скорости процессов переработки информации в левом полушарии, во втором – утомление коры и замедление этих процессов. Соответственно, происходит недоотмеривание или переотмеривание заданных временных интервалов [30].

Индивидуальный эталон квантования временных отрезков изменяется и под влиянием различных психостимуляторов. Эти изменения неоднозначны, так как зависят от времени суток, пола, типологии нервной системы и темпераментальных характеристик человека. Так, сангвиники под действием кофеина в утренние часы недоотмеривают индивидуальную минуту. Более точно они это делают в вечерние часы. У холериков и меланхоликов наблюдаются обратные зависимости – ускорение хода "биологических часов" к вечеру. Те же тенденции характерны и для женщин, вне зависимости от их темпераментальных характеристик. Влияние кофеина на лица с ярко выраженной утренней или вечерней работоспособностью резко полярно: "жаворонки" утром недоотмеривают, а вечером, наоборот, переотмеривают минутный интервал. У "сов" наблюдаются обратные тенденции: они переотмеривают этот интервал утром (3,5%) и существенно (13,0%) недоотмеривают его в вечернее время [12]. Очевидно, показатели аутохронометрии непосредственно связаны со скоростью протекания нервных процессов. Эта скорость неодинакова у мужчин и женщин, так же как у лиц с различными темпераментальными характеристиками, типом высшей нервной деятельности и работоспособностью в различное время суток. В состоянии тревоги, беспокойства и высокой активации мозга скорость нервных процессов повышается, а при утомлении, наоборот, снижается [52]. Исходя из этих посылок, показатели аутохронометрии вполне могут быть использованы для диагностики функциональных состояний, определения темпераментальных характеристик и типа высшей нервной деятельности человека.

### **Тесты для определения способностей к оценке пространственно-временных параметров движений**

**Тест 4.7.9.** Оценка временных интервалов 5, 30, 60 с. Пробу повторяют пять раз и рассчитывают (с учетом или без учета знака) среднюю величину отклонения от заданного модуля\*.

\* То же в тестах 4.7.10., 4.7.12.-4.7.14.

**Тест 4.7.10.** Для определения способности индивида воспроизводить линейные параметры пространства на школьную доску наносят три рядом расположенные линии длиной 50-100-150 см. Обследуемому предлагают последовательно (или попеременно) воспроизвести каждую из них по пять раз. Рассчитывают (с учетом или без учета) знака среднюю величину ошибки (см) для каждой линии. Оценка зависит от функционального состояния мозга: в случае его активации испытуемые будут переотмеривать (+) отрезок 50 см и недоотмеривать (-) отрезок 150 см. Алгебраическая сумма ошибок отмеривания малого и большого отрезков может служить показателем "внешнего баланса" тормозных и возбуждающих процессов. Доминирование тормозных процессов выражается в отрицательных значения показателя, возбуждающих – в положительных.

**Тест 4.7.11.** Испытуемому предлагают с закрытыми глазами воспроизвести на кинематометре Жуковского угловые величины  $20^{\circ}$  и  $70^{\circ}$ . Для каждого варианта рассчитывают сумму отклонений пяти измерений. Затем рассчитывают общую сумму отклонений на малой и большой амплитудах. Показатель характеризует способность индивида воспроизводить угловые пространственные величины и позволяет судить о степени выраженности тормозных или возбуждающих процессов (прил. 4.7.2.).

**Тест 4.7.12.** Ходьба с закрытыми глазами к заданной отметке в течение определенного времени. Задание повторяют трижды, учитывают среднюю величину ошибки.

**Тест 4.7.13.** То же, за измененный временной интервал.

**Тест 4.7.14.** Воспроизведение скорости бега (ходьбы) на различные дистанции. Спортсмен пробегает дистанцию 30 м с оптимальной для себя скоростью. В двух последующих попытках он пытается пробежать ту же дистанцию за то же время. Учитывают среднее отклонение (%) от эталона в двух забегах. Величина ошибки четко коррелирует со специализацией и уровнем подготовленности спортсмена.

**Тест 4.7.15.** Лазание под барьерами различной высоты. Барьеры располагают с интервалом в 5 м. Учитывают время преодоления пяти барьеров.

**Тест 4.7.16.** Из и.п. лежа на спине, гимнастическая палка в руках, выполнить одновременный перемах двумя ногами через палку и вернуться в и.п. Оценивают время выполнения 3-5 циклов движений.

**Тест 4.7.17.** Требуется наличия пластмассового стакана с ручкой длиной 40 см. К ручке на шнурке 70 см прикреплен теннисный шарик. В исходном положении шарик находится в стакане. Школьник резким движением выбрасывает шарик вверх и пытается вновь поймать его в

стакан. Учитывают количество успешных попыток из десяти проб. Тест предназначен для детей 7-10 лет и предполагает предварительное опробование [J.Raczek at al., 1998].

**Тест 4.7.18.** Характеризует точность движений руки при нанесении точек в круге диаметром 20 мм в течение 20-30 с. Подсчитывают количество точек и дают задание нанести на 10 точек меньше за то же время. Определяют величину отклонения (%) от заданного количества точек [О. Гнинюк, 2004].

**Тест 4.7.19.** Заключается в жонглировании баскетбольным (волейбольным) мячом по "восьмерке" в положении наклона туловища вперед, ноги шире плеч. Учитывают количество полных циклов движений за 10-15 с. Вариант – уменьшить на 10-15 % количество циклов движений за то же время. В последнем случае учитывают ошибку (%) отклонения от заданного модуля.

## 4.8 ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КООРДИНАЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ

Экстремальные условия жизни и спортивной деятельности предъявляют повышенные требования к корково-подкорковым центрам по управлению движениями в нестандартных условиях. Эффективность этого управления выражается в точности движений по пространственным, временным и силовым параметрам, что и обуславливает "экономичность" работы. Люди с высоким уровнем координационных способностей расходуют на выполнение стандартной работы меньше времени и энергии. Подобная "экономичность" обусловлена включением в работу мышечных групп, непосредственно участвующих в реализации двигательных актов.

Ниже приводятся тесты для комплексной оценки координационных способностей с использованием беговых заданий, различных снарядов и баскетбольных мячей.

### Тесты для интегральной оценки координационных способностей Беговые упражнения

**Тест 4.8.1.** Бег со старта "змейкой" на дистанцию 30 м между пятью стойками высотой 1,5 м является оптимальным тестом для оценки способности индивида к управлению движениями по пространственно-временным и динамическим характеристикам. Результат теста оценивают по прил. 4.8.1. и (или) сравнивают с временем гладкого бе-

га на дистанцию 30 м со старта или сходу\*. Меньшая разница свидетельствует о лучших координационных способностях.

**Тест 4.8.2.** Бег на дистанцию 30 м через набивные мячи, расположенные в одну линию. Расстояние между мячами, в зависимости от возраста и подготовленности обследуемых, в пределах 50-100 см. Тест рекомендуется старшим школьникам и начинающим спортсменам-легкоатлетам. Вариант – мячи расположены на дистанции неравномерно.

**Тест 4.8.3.** Предполагает выполнение двух заданий: первое – бег с максимальной скоростью на дистанцию 30 м; второе – бег на ту же дистанцию между 11 расположенными на полу гимнастическими обручами диаметром 60 см [П.Хиртц и соавт., 1985].

**Тест 4.8.4.** Бег на дистанцию 30 м вокруг трех стоек. Высота стоек 1,5 м. Первая стойка располагается на расстоянии 10 м от старта, последующие – на том же расстоянии. Стойки могут быть заменены набивными мячами.

**Тест 4.8.5.** Преодоление полосы препятствий на дистанции 30 м.

**Тест 4.8.6.** Преодоление лабиринтов различной сложности на той же дистанции.

**Тест 4.8.7.** Бег спиной вперед на ту же дистанцию.

**Тест 4.8.8.** Испытуемый выполняет бег на месте в течение 10 с в такт метроному. Через 10 с метроном выключают. Спортсмен должен, сохраняя этот ритм, в течение 15 с выполнить 42 касания пола ногами. Время 42 касаний сравнивают с заданным 15-секундным отрезком. Чем меньше эта разница, тем выше способность спортсмена к сохранению ритма бега [48].

**Тест 4.8.9.** Бег вверх по лестнице с наступанием на каждую ступеньку. Оценивают количество преодоленных ступенек за 8-10 с. Тест предназначен для детей среднего и старшего школьного возраста. Предполагает предварительное опробование и соблюдение техники безопасности.

### **Упражнения с использованием снарядов и баскетбольных мячей**

**Тест 4.8.10.** Лазание вверх-вниз по гимнастической стенке с наступанием на каждую рейку. Время выполнения теста ограничивают 10 с. Учитывают преодоленное расстояние. Возрастной диапазон использования теста достаточно широк – от детского до пожилого возраста.

---

\* То же в тестах 4.8.2.-4.8.7.

**Тест 4.8.11.** Челночный бег с перенесением кубиков предназначен для детей младшего и среднего школьного возраста. На дистанции 30 м располагают два ряда по шесть кругов диаметром 0,5 м. Расстояние между центрами кругов в ряду и между рядами – 5 м. Выполнение теста заключается в последовательном перенесении кубиков из левого в правый ряд с продвижением вперед [М.И. Поляков, 1996].

**Тест 4.8.12.** Предполагает выполнение задания в произвольном темпе. Из и.п. о.с. – упор присев – упор лежа – упор присев – и.п. Регистрируют время выполнения трех циклов. Затем предлагают испытуемому сократить или увеличить это время на 1-3 с. Интегральную оценку способности индивида управлять движениями во времени дают по величине отклонения (%) от заданного модуля.

**Тест 4.8.13.** Представляет собой упрощенную модель измерения реакции на движущийся объект (РДО). Для выполнения теста необходимы: один гимнастический обруч, скакалка и пять баскетбольных мячей. Из скакалки и обруча изготавливается маятник, который крепится на стене не выше 230-270 см от пола. Спортсмен располагается на расстоянии 3-5 м от стены с мячом в руках. Преподаватель поднимает маятник до горизонтального положения и отпускает. Задача спортсмена – попасть в центр обруча при его движении в одну или другую сторону. Количество попыток, в зависимости от контингента и цели исследований, может варьировать от пяти до десяти [П.Хиртц и соавт., 1985].

**Тест 4.8.14.** Из и.п. стоя подбросить мяч вверх, сесть на пол, встать, поймать мяч до (после) удара об пол. Тест предназначен для подростков и юношей. Предполагает предварительное опробование и четкую стандартизацию. Оценивают время выполнения задания.

**Тест 4.8.15.** Предполагает четкую и однозначную регламентацию комплекса движений: из и.п. стоя подбросить мяч вверх, выполнить упор присев – упор лежа – упор присев, встать и поймать мяч до (после) удара об пол. Оценка та же, что и в предыдущем тесте.

**Тест 4.8.16.** Из и.п. сидя на полу, ноги врозь, произвольным способом подбросить мяч высоко вверх, встать и поймать мяч до или после удара об пол. Оценивают время выполнения теста. Предназначен для школьников среднего и старшего школьного возраста.

## 5 ДИАГНОСТИКА АЛАКТАТНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ

### 5.1 СКОРОСТНЫЕ СПОСОБНОСТИ

#### 5.1.1 Психофизиологическая характеристика скоростных способностей

Алактатный (креатининфосфатный) механизм ресинтеза АТФ обеспечивает у нетренированных людей кратковременную (до 10 с) работу максимальной мощности и является энергетической базой скоростных способностей.

**Быстрота** – это способность человека выполнять движения с максимальной частотой (скоростью) в минимально короткое время без наступления утомления. У нетренированных людей в зависимости от возраста и пола это время составляет 5-10 с, у спринтеров экстра-класса – 20 с. Общим нейродинамическим базисом различных скоростных способностей является сила, подвижность и уравновешенность нервных процессов. Этот нейрофизиологический комплекс обеспечивает взаимосвязь между такими параметрами быстроты как время реакции, латентное время напряжения мышцы и максимальная частота движений. Однако имеются и специфические механизмы. Поэтому быстрота как двигательная способность представляет собой совокупность относительно независимых компонентов: 1) скрытого (латентного) периода простой двигательной реакции; 2) быстроты одиночного движения; 3) частоты (темпа) движений.

Таблица 5.1.1

Возрастные изменения латентного периода зрительно-моторной реакции [А.А.Гуминский и соавт., 1990]

Возраст в годах	Время реакции, мс
5-6	323
7-8	242
9-11	192
12-14	165
16-18	153

В процессе онтогенеза время простых двигательных реакций сокращается: на этапе от 5-6 лет до 16-18 лет это сокращение составляет более 100% (табл. 5.1.1). Качественные изменения в быстроте реагирования на сигнал происходят на двух этапах онтогенеза: от 6 к 7 годам и от 10 до 14 лет (рис. 5.1.1).

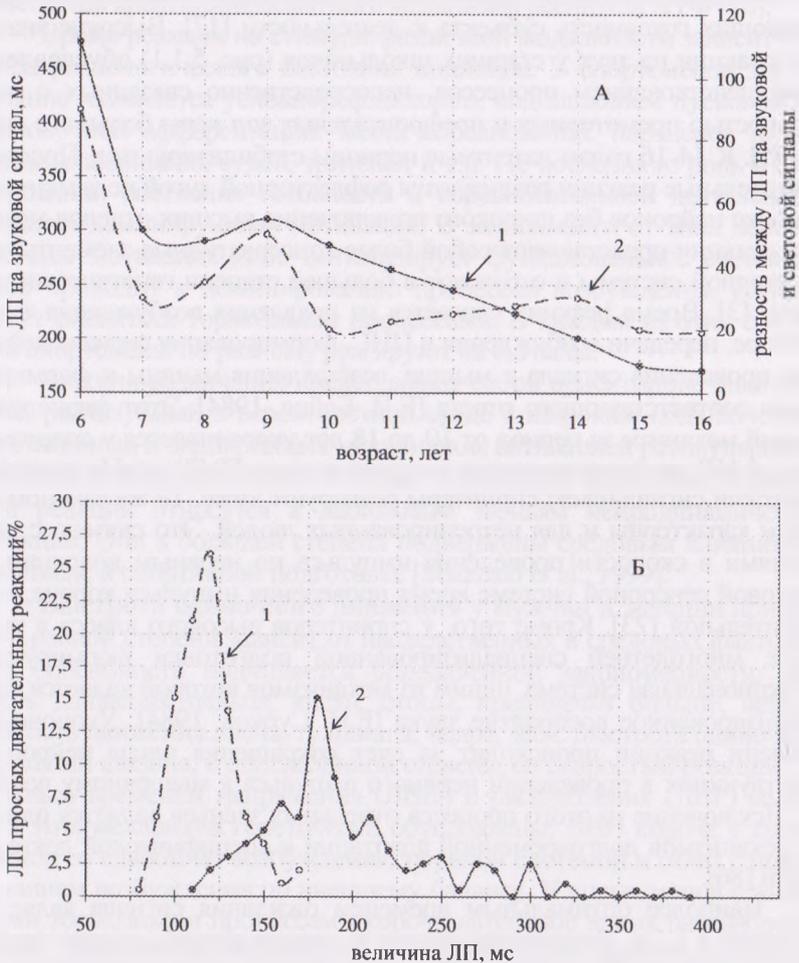


Рис. 5.1.1. Возрастная динамика изменения латентных периодов простых двигательных реакций. А: 1 – латентный период реакции на звуковой сигнал, мс; 2 – разность между ЛП на звуковой и световой сигналы, мс. Б: 1 – гистограмма ЛП для детей 6-10 лет; 2 – гистограмма ЛП для подростков 14-16 лет [М.М. Безруких и соавт., 2000]

Сокращение длительности ЛП и разницы в реакции на свет и звук в период от 6 к 7 годам идет параллельно и указывает на то, что у 7-летних детей, по сравнению с дошкольниками, этот процесс в большей мере обусловлен развитием систем управления вниманием и подключением модально-неспецифических систем мозга [16, 58]. На более поздних этапах, от 10 до 16 лет, реакция на свет и звук реализуется за счет большего вклада механизмов антиципации и систем, обуславливающих готовность субъекта к деятельности [17]. Высокие значения реакции на звук у старших школьников (рис. 5.1.1) обусловлены совершенствованием процессов, непосредственно связанных с деятельностью премоторных и префронтальных зон коры большого мозга [85]. К 14-16 годам латентные периоды стабилизируются. Простые двигательные реакции реализуются рефлекторной дугой по замкнутой цепочке нейронов без широкого подключения высших отделов мозга. Эти реакции представляют собой более консервативные элементы регуляторной системы и отражают в большей степени генетические задатки [3]. Время реакции складывается из появления возбуждения в рецепторе, передачи возбуждения в ЦНС, формирования сигнала действия, проведения сигнала к мышце, возбуждения мышцы и формирования соответствующего ответа [Е.И. Бойко, 1984]. Этот физиологический механизм за период от 10 до 18 лет укорачивается у спортсменов до 160 мс, а у спринтеров экстра-класса до 50-70 мс. На неспецифический сигнал (свет) спринтеры реагируют хуже. Те же закономерности характерны и для нетренированных людей. Это связано с различиями в скорости проведения импульса по нервным волокнам: в слуховой сенсорной системе время проведения импульса короче, чем в зрительной [23]. Кроме того, у спринтеров высокого класса в процессе многолетней специализированной подготовки формируется функциональная система, одним из механизмов которой является специализированное восприятие звука [Е.Н. Сурков, 1984]. Укорочение времени реакции происходит за счет сокращения числа нейронов, участвующих в проведении нервного импульса к мышечному волокну. Исключение из этого процесса отдельных звеньев является одним из механизмов долговременной адаптации к специфической деятельности [86].

Наиболее оптимальным временем ожидания сигнала является интервал в 1,5 с. Напряжение мышц до определенной степени сокращает это время. Мышечная работа, в зависимости от ее модальности, влияет неоднозначно: дискретные (8-12 с) нагрузки скоростно-силового характера активируют корковые центры и сокращают у нетренированных людей время ЗМР на 12%. Упражнения в развитии

различных форм динамической выносливости (силовой, скоростной, аэробной), наоборот, тормозят (7%) эту реакцию [69]. В первом случае срабатывает эффект разминки (преднастройки) в виде активации нейродинамических механизмов функциональной системы, во втором – в результате длительной работы развивается охранительное торможение нейронов двигательного центра и частичное истощение энергосубстратов креатининфосфатного механизма ресинтеза АТФ [16].

Время реакции на стимулы различной модальности зависит и от психофизиологического состояния индивида. У спортсменов это состояние изменяется условнорефлекторно, под влиянием пусковой обстановочной афферентации: места соревнований, партнеров по команде, соперников, судей, зрителей и т.п. Не последнюю роль в формировании состояния готовности к соревновательной деятельности играет и доминирующая мотивация. В зависимости от типа нервной системы мотивация либо оптимизирует функциональное состояние, либо приводит к доминированию процессов возбуждения, которые могут сменяться тормозными процессами. В каждом из этих состояний спортсмены по-разному реагируют на сигналы.

Реакции различения представляют собой ориентировочный рефлекс, реализуемый в вероятностной среде с широким подключением вегетативных и эндокринных механизмов, активацией ретикулярной и лимбической систем мозга, а также снижением сенсорных порогов. Эти реакции относятся к лабильным звеньям нейродинамической функции. Они в большей степени подвержены средовым влияниям, в том числе и спортивной подготовке [Sozanski et al., 1999].

**Быстрота одиночного движения** у мужчин и женщин примерно в равной степени зависит от наследственных и средовых факторов. Эта способность подчиняется определенной закономерности: скорость движения пальца, кисти, стопы, предплечья больше, нежели скорость движения плеча, туловища, бедра, шеи. Быстрота одиночных движений связана, в определенной степени, со скоростью реакций, латентным временем напряжения (ЛВН) и расслабления (ЛВР) мышц. Оба этих механизма генетически обусловлены: ЛВН короче у спортсменов со слабой по возбуждению нервной системой и (или) с преобладанием возбуждения по внешнему балансу. У спортсменов с инертными тормозными процессами короче латентное время расслабления мышц. Зависимость между быстротой реакции на одиночные стимулы и максимальной частотой движений проявляется лишь при значительном увеличении силы стимула. Нейродинамический базис этой связи не установлен [79].

Прогресс функции связан с увеличением скорости протекания биохимических процессов в мышцах, улучшением межсистемной координации и совершенствованием механизмов центральной регуляции. При соответствующей настойчивой тренировке быстрота одиночного движения достигает очень высокого уровня [69].

**Темп движений** у детей одного возраста неодинаков, но у одного и того же ребенка существует высокая зависимость между темпом движений в различных суставах. У девочек эта способность в большей степени зависит от наследственных факторов, у мальчиков – от факторов среды [4]. Половые различия в темпе (частоте) движений на различных этапах онтогенеза носят неоднозначный характер: в 7-10 лет максимальный темп движений во всех суставах выше у мальчиков, в 13-14 лет – у девочек [26]. Подобная закономерность объясняется различиями в темпах формирования мужского и женского организма. К окончанию пубертатного периода, т.е. к возрасту 13-14 лет, у девочек практически сформированы нейродинамические механизмы и исполнительные функции моторики [4, 26]. Различия в темпах биологического развития у лиц одного пола также вносят определенный вклад в формирование скоростных способностей. У девочек со средними темпами физического развития эти способности от 8-ми до 15-ти лет увеличиваются в 1,3 раза.

Таблица 5.1.2.

Показатели скоростных способностей у девочек и девушек в зависимости от темпов их физического развития, с [Л.В.Волков, 2002]

Возраст, лет	Физическое развитие		
	среднее	ускоренное	замедленное
	$\bar{x} \pm m$	$\bar{x} \pm m$	$\bar{x} \pm m$
8	7,1±0,05	7,1±0,05	7,1±0,04
9	6,7±0,04	6,7±0,04	6,8±0,05
10	6,3±0,04	6,3±0,04	6,4±0,06
11	6,1±0,05	6,1±0,05	6,4±0,11
12	6,0±0,03	6,0±0,03	6,2±0,07
13	5,7±0,03	5,7±0,03	6,4±0,08
14	5,6±0,03	5,6±0,03	6,1±0,09
15	5,5±0,04	5,5±0,04	5,6±0,14
16	5,6±0,05	5,6±0,05	5,7±0,05
17	5,7±0,03	5,7±0,03	5,6±0,05

Замедление темпов приходится на возраст 15-17 лет (табл. 5.1.2.). Наиболее существенный прогресс функции наблюдается в период от 8 до 11 и от 12 до 13 лет. У девочек-акселераток скоростные способности прогрессируют до 16 лет (рис. 5.1.2).

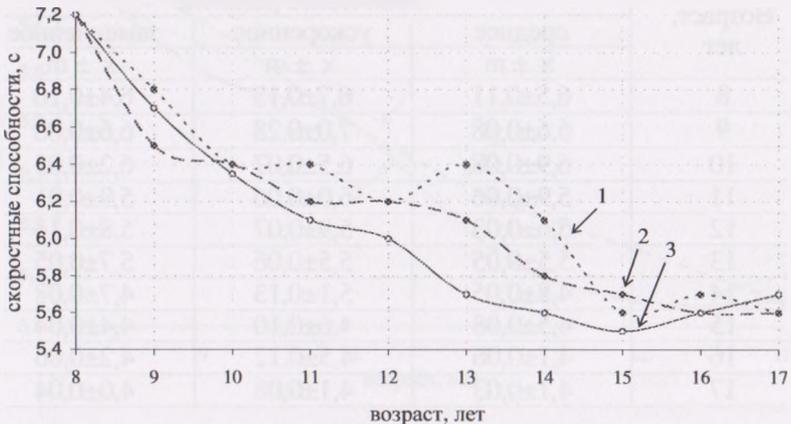


Рис. 5.1.2. Возрастное развитие скоростных способностей у девочек замедленного (1), среднего (2) и ускоренного (3) типов физического развития [Л.В. Волков, 2002]

Наиболее заметен этот прогресс в 8-9, 10-11 и 11-13 лет. Причем возраст 8-9 лет – это период наибольшего прироста скоростных способностей [26]. У ретарданток наиболее активный период формирования скоростных способностей совпадает с возрастом 14-15 лет. У них эта функция наиболее значимо прогрессирует на этапах от 8 к 10 и от 13 к 15 годам. Несмотря на различия в темпах формирования скоростных способностей, суммарный прирост этой функции от 8 до 17 лет у всех девочек практически одинаков [26].

В отличие от девочек, мальчики и подростки со средним физическим развитием по темпам формирования скоростных способностей не отличаются от своих сверстников-акселератов и ретардантов. Исключение представляет лишь возраст 14 лет, когда они уступают ретардангам. В 12 и 16 лет эти дети опережают акселератов (табл. 5.1.3).

Для последних характерны два наиболее заметных периода в развитии быстроты: от 9 до 11 и от 12 до 15 лет (рис. 5.1.3).

Абсолютные показатели скоростных способностей у мальчиков и подростков в зависимости от уровня физического развития, с [Л.В.Волков, 2002]

Возраст, лет	Физическое развитие		
	среднее	ускоренное	замедленное
	$x \pm m$	$x \pm m$	$x \pm m$
8	6,5±0,11	6,7±0,13	6,4±0,10
9	6,6±0,08	7,0±0,28	6,6±0,06
10	6,9±0,08	6,5±0,07	6,2±0,05
11	5,9±0,06	6,0±0,06	5,9±0,01
12	5,6±0,03	5,9±0,07	5,8±0,14
13	5,5±0,05	5,5±0,06	5,7±0,05
14	4,8±0,05	5,1±0,13	4,7±0,08
15	4,5±0,08	4,6±0,10	4,4±0,04
16	4,1±0,06	4,5±0,12	4,2±0,06
17	4,1±0,03	4,1±0,08	4,0±0,04

Достоверное увеличение скоростных способностей у этой группы отмечается в возрасте 10-11, 13-15 и 16-17 лет. В 10, 14, 15 и 16 лет акселераты показывают худшие результаты в скоростных локомоциях в сравнении с ретардантами, а в 12 и 16 лет – и в сравнении с подростками со средним уровнем физического развития [26]. Для ретардантов, как и для представителей других групп, наиболее значимыми в развитии скоростных способностей являются этапы онтогенеза 9-11 и 13-15 лет. По уровню этих способностей ретарданты опережают детей среднего физического развития в 14 лет, акселератов – в 10 и 14-16 лет. До начала процесса полового созревания все мальчики показывают одинаковые результаты. В этом возрасте отсутствуют различия в темпах физического развития [26].

Элементарные компоненты быстроты находятся под контролем генетических факторов, к которым относят силу, подвижность, лабильность и уравновешенность нервных процессов. Лица со слабой (не выносливой) нервной системой быстрее реагируют на световые стимулы. При доминировании возбуждения "по внешнему балансу" время реакции также сокращается, однако снижается максимальный темп движений. Эта закономерность прослеживается и в отношении латентного времени напряжения и расслабления мышц: инертность

тормозных процессов повышает скорость расслабления, но может снижать скорость сокращения мышц [79].

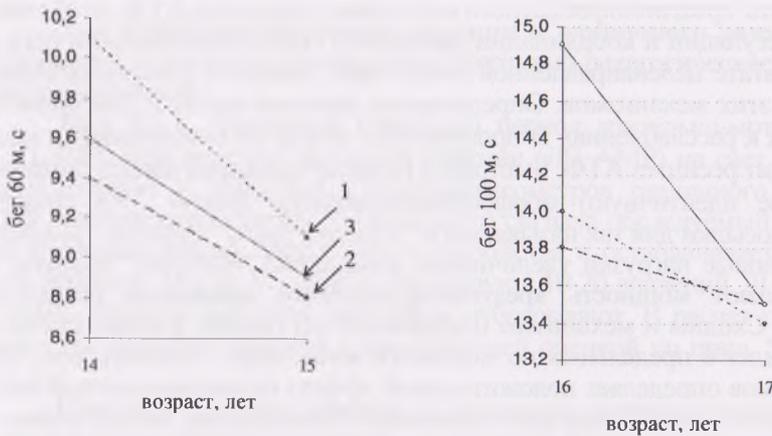
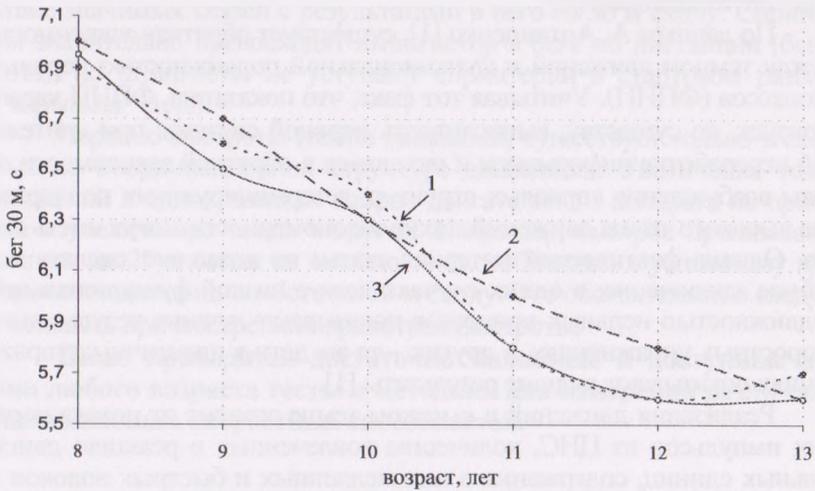


Рис. 5.1.3. Развитие скоростных способностей у мальчиков замедленного(1), среднего (2) и ускоренного (3) типов развития [Л.В. Волков, 2002]

У спортсменов с различными типами нервной системы зависимость "время реакции – сила стимула" неоднозначна. В зоне сильных

раздражителей спортсмены со слабой нервной системой реагируют на стимул хуже. Для них стимулы такой интенсивности являются чрезмерными, в то время как для спортсменов с сильной нервной системой – оптимальными [79].

По данным А. Артюшенко [1], существует обратная зависимость между темпом движений и функциональной подвижностью нервных процессов (ФПНП). Учитывая тот факт, что показатель ФПНП характеризует, по существу, выносливость нервной системы при длительной переработке информации и находится в обратной зависимости от силы возбуждения корковых структур, детерминирующих поддержание высокого темпа движений, такие закономерности могут иметь место. Однако фактический материал статьи не позволяет сделать подобное заключение: в одних случаях дети с низкой функциональной подвижностью нервных процессов показывают лучшие результаты в скоростных упражнениях, в других – те же дети в идентичных упражнениях показывают худшие результаты [1].

Реализация движений в высоком темпе зависит от потока нервных импульсов из ЦНС, количества вовлеченных в реакцию двигательных единиц, содержания в них медленных и быстрых волокон и сократительных белков. Значимыми факторами являются мощность и емкость креатининфосфатного механизма ресинтеза АТФ, особенности регуляции и координации движений. Увеличение скорости бега в результате целенаправленной подготовки связано с совершенствованием этих механизмов. Определенное значение имеет и способность мышц к расслаблению. В промежутках между их сокращениями происходит ресинтез АТФ. Быстрые и сильные движения имеют сходную (но не идентичную) морфофункциональную основу. Это создает предпосылки для так называемого "перекрестного" эффекта. Скоростно-силовые нагрузки увеличивают количество "быстрых" волокон и повышают мощность креатининфосфатного механизма ресинтеза АТФ. Сходны и механизмы центральной регуляции: в обоих случаях речь идет о предельных по мощности движениях. Схожесть этих механизмов определяет положительный эффект скоростно-силовой подготовки в развитии быстроты движений. Вместе с тем, полной взаимозаменяемости морфофункциональных механизмов быстроты и силы нет: быстрота движений зависит от величины АТФ-азной активности миозина и содержания креатининфосфата, а сила, кроме этих факторов, связана с общей массой мышцы и содержанием в ней миостроминов. Скоростные нагрузки без значительных силовых напряжений практически не увеличивают количество миостроминов, обеспечивающих необходимую при силовых упражнениях механическую

прочность и эластичность каркаса мышечной клетки [Н.Н. Яковлев, 1974]. Этим феноменом и объясняется высокая корреляция результатов в беге на 30 м со старта с показателями "взрывной" силы и отсутствие значимых связей с результатами в беге на 30 м сходу. Спринтеры значительно превосходят штангистов в беге по дистанции (быстрота), но штангисты не уступают спринтерам в стартовом разгоне ("взрывная" сила).

Перенос быстроты (темпа движений) существует только в сходных по координационной структуре движениях. Увеличение темпа движений в одних звеньях опорно-двигательного аппарата не приводит к увеличению темпа в других. Например, быстрое проплывание дистанции 25 м никак не связано со способностью к успешному преодолению дистанции в беге на 30 м сходу. Это обстоятельство следует учитывать при измерении параметров быстроты.

Ниже приводятся достаточно надежные и доступные для лиц любого возраста тесты и методики для измерения различных составляющих скоростных способностей.

## 5.1.2 Методы измерения скоростных способностей

Для измерения быстроты реакции и одиночного движения применяют психофизиологические и спортивно-педагогические методы исследований.

**Тест 5.1.1.** Латентный (скрытый) период зрительно-моторной (ЛП ЗМР) или акустико-моторной реакции (ЛП АМР) на свет (звук) регистрируют с помощью хронорефлексометров различного типа. При предъявлении светового (звукового) сигнала обследуемый быстро нажимает кнопку электронного устройства и останавливает счетчик времени. После 3-5 проб регистрируют 10-20 значений ЛП ЗМР (АМР). Крайние значения показателя отбрасывают. В расчет принимают его средние значения с последующей оценкой по прил. 5.1.1 – 5.1.2.

Измерить быстроту реакции и одиночного движения можно более простым способом, например, с помощью так называемого "эстафетного" теста.

**Тест 5.1.2.** Сущность этого теста заключается в следующем: спортсмен вертикально удерживает кистью градуированную (см) палку диаметром 3-5 см и длиной 70-80 см. По сигналу быстро разжимает кисть и также быстро той же рукой захватывает палку. Меньшая разница (см) между двумя хватками свидетельствует о лучшей реакции.

Тест повторяют 2-3 раза. В расчет принимают средние значения показателя. Вариант – палку опускает тренер (преподаватель). Результат оценивают по прил. 5.1.1.-5.1.2.

**Тест 5.1.3.** Предполагает использование любого мяча. Спортсмен располагается спиной к тренеру на расстоянии 2-3 м от него. Тренер ударяет мяч об пол. Спортсмен стартует и ловит мяч. Регистрируют время от сигнала до ловли мяча.

**Тест 5.1.4.** То же, с использованием гимнастической палки. Тренер удерживает палку вертикально, отпускает ее и дает сигнал. Спортсмен ловит палку до ее падения на пол.

**Тест 5.1.5.** Две градуированные (см) гимнастические скамейки крепятся под определенным углом к гимнастической стенке. На верхнем конце скамеек инструктор удерживает баскетбольный (набивной) мяч. Спортсмен располагается в 1-2 м от мяча, спиной к скамейкам. Одновременно с сигналом тренер отпускает мяч. Спортсмен поворачивается и останавливает мяч, катящийся по наклонной плоскости. Регистрируют расстояние, пройденное мячом до его остановки. Лучшая реакция соответствует меньшему значению показателя [48].

**Тест 5.1.6.** Предполагает наличие скакалки, гимнастического обруча, измерительной ленты и мела. Маятник из скакалки длиной 60 см и гимнастического обруча диаметром 80 см крепится на стене на высоте 230 см. Полукруг, который описывает маятник, радиусом от 0 до 180°, обозначают мелом. На линии полукруга нанесены точки от 0 до 12. Каждая точка соответствует одному баллу. Испытуемый находится в 1 м от стены. Инструктор поднимает маятник выше отметки 12 баллов, дает сигнал и одновременно отпускает маятник. Задача испытуемого – остановить маятник как можно раньше. Результат учитывают в баллах [П. Хиртц и соавт., 1985].

Для измерения частоты движений в спортивной практике чаще всего используют различные беговые задания в диапазоне 5-10 с.

**Тест 5.1.7.** Бег 30 м сходу является наиболее простым и надежным способом определения скоростных способностей у лиц любого возраста и подготовленности. Тест повторяют дважды, с интервалом в 3-5 мин. В расчет принимают лучший результат.

**Тест 5.1.8.** Бег в течение 6 с после достижения спортсменом максимальной скорости. Измеряют дистанцию (м) и рассчитывают скорость бега (м/с). Оба теста имеют должное научное обоснование [Ю.И. Водяницкая, 1993].

**Тест 5.1.9.** Бег с низкого (высокого) старта на дистанцию 60 м. На участке от 30 до 60 м подростки достигают наивысшей скорости,

после чего темп бега снижается. Для создания должной мотивации забеги следует формировать из участников с примерно равными скоростными способностями.

При невозможности использовать классические беговые дистанции частоту шагов определяют с помощью тестов 5.1.10-5.1.11.

**Тест 5.1.10.** Бег по лестничным маршам на дистанцию 10-20 м с обязательным наступанием на каждую ступеньку. Тест повторяют дважды, с интервалом в 3-5 мин. Учитывают лучший результат. Тест предполагает предварительное опробование и соблюдение правил техники безопасности.

**Тест 5.1.11.** Бег на месте в течение 5-10 с с подниманием бедра до натянутого на уровне пояса резинового жгута. Подсчитывают количество касаний жгута одной ногой. Результат удваивают. Тест повторяют дважды. Учитывают лучший результат (прил. 5.1.1; 5.1.2).

Для диагностики частоты движений в других суставах необходимо использовать локомоции, моделирующие по основным параметрам соревновательную деятельность. Для плавания таким тестом будет проплывание дистанции 25 м; бокса – количество ударов по "мешку" в течение 10-15 с; баскетбола – количество бросков или передач за то же время и т.п. Ниже приводятся тесты не специализированного характера, вполне пригодные для массовой физической культуры. Их реализация предполагает четкую стандартизацию движений по пространственно-временным параметрам.

**Тест 5.1.12.\*** Из и.п. о.с. выполнять дугами наружу вверх хлопки над головой и по бедрам.

**Тест 5.1.13.** Из и.п. ноги на ширине плеч, руки вперед, кисти внутрь, выполнять хлопки за спиной и перед собой.

**Тест 5.1.14.** Из и.п. ноги на ширине 80 см, руки за головой, наклоны вперед до касания пола руками\*\*.

**Тест 5.1.15.** Из и.п. ноги на ширине плеч, выполнить цикл полных приседаний, руки вперед.

**Тест 5.1.16.** Из и.п. упор присев – выполнить упор лежа.

**Тест 5.1.17.** Из и.п. о.с.: упор присев – упор лежа, – упор присев – и.п.

**Тест 5.1.18.** Из и.п. лежа на спине, руки вверх, группировка до касания лбом коленей.

\*В тестах 5.1.12-5.1.13 движения выполняют в течение 10 с. Тесты повторяют с интервалом в 3 мин. Учитывают лучший результат.

\*\* Здесь и в тестах 5.2.15-5.2.18 учитывают количество движений за 10 с.

**Тест 5.1.19.** Лазание вверх-вниз по гимнастической стенке с наступанием на каждую перекладину.

Генетически обусловленный, оптимальный для каждого индивида темп движений определяют с помощью теста 5.1.20, а максимальную частоту движений – по тесту 5.1.21. Разница в значениях этих показателей отражает скорость генерации возбуждения в моторной коре и, косвенно, способность человека к увеличению индивидуального темпа [78].

**Тест 5.1.20.** Предусматривает нанесение точек в квадрате размером 8x8 см в оптимальном для испытуемого темпе в течение 10 с. При подсчете точки соединяют ломаной кривой. Пробу повторяют дважды. Учитывают среднее значение двух проб.

**Тест 5.1.21.** Нанесение точек в максимальном темпе. В остальном тест идентичен предыдущему. Оценка результатов измерений по прил. 5.1.1-5.1.2.

**Тест 5.1.22.** Предполагает использование несложного оборудования: секундомера, стола, регулируемого по высоте, двух резиновых дисков диаметром 20 см, расположенных на расстоянии 60 см друг от друга, между которыми находится опорная площадь 10x20 см. Тест выполняют из и.п. стоя перед столом, ноги на ширине плеч, доминирующая (правая) рука на левом диске, кисть другой руки – на опорной площадке.

Таблица 5.1.4

Нормативные оценки теста на частоту движений руки (с) для подростков и юношей 11-20 лет [Т.Ю.Круцевич, 1999]

Возраст, лет	Уровень подготовленности				
	низкий	ниже среднего	средний	выше среднего	высокий
11	≥15,2	15,1-13,8	13,7-12,0	11,9-11,6	≤11,5
12	≥14,2	14,1-13,0	12,9-11,0	10,9-10,6	≤10,5
13	≥14,0	13,9-12,6	12,5-10,9	10,8-10,4	≤10,3
14	≥13,8	13,7-12,6	12,5-10,6	10,5-9,9	≤9,8
15	≥13,8	13,7-12,3	12,2-10,3	10,2-9,6	≤9,5
16	≥13,7	13,6-11,9	11,8-9,8	9,7-9,2	≤9,1
17-20	≥13,6	13,5-11,6	11,5-9,4	9,3-8,8	≤8,7

По сигналу испытуемый в максимальном темпе касается поочередно каждого из дисков. Регистрируют время 50 касаний [5]. Результат оценивают по табл. 5.1.4.

## 5.2 СИЛОВЫЕ СПОСОБНОСТИ

### 5.2.1 Физиологическая характеристика силовых способностей

**Сила** – это способность человека преодолевать внешнее сопротивление или противодействовать ему за счет мышечных усилий. Понятие силы трактуют и как способность проявлять мышечные усилия определенной величины. Физиологи под силой мышц подразумевают их способность к максимальному напряжению. Силу выражают через физические величины:

$$F = m \times a, \quad (5.2.1)$$

где  $F$  – сила, кг;  $m$  – масса, кг;  $a$  – ускорение, м/с.

Наибольшие значения силы присущи человеку в возрасте 20-30 лет. После достижения этого возраста показатели относительной силы (на 1 кг массы тела) снижаются (прил. 5.2.1).

Мускулатура 70-летнего человека по сравнению с юношеским и средним возрастом теряет в весе до 40 %. Снижается число мышечных волокон, замедляется скорость их сокращения. Однако при соответствующей тренировке уровень силы сохраняется до 50-летнего возраста [А.В. Коробков, 1975]. Бывшие штангисты-мастера спорта в возрасте 60 лет способны показывать результаты I спортивного разряда, что составляет 70 % их максимальной силы в молодом возрасте. К факторам, определяющим силу мышц, относят возраст, пол, наследственность, образ жизни, профессию и т.п. (прил. 5.2.2; 5.2.3.).

В процессе онтогенеза развитие силы носит дискретный и нелинейный характер, имеет свои спады и подъемы: быстрее развиваются мышцы, ответственные за моторику и осанку, медленнее – мелкие группы мышц (прил. 5.2.1). В результате подобных преобразований сгибатели предплечья оказываются сильнее разгибателей, мышцы-разгибатели голени, бедра и стопы – сильнее сгибателей. Прирост силы кисти наиболее интенсивно идет в среднем и младшем школьном возрасте (прил. 5.2.2). За период от 8 до 12 лет этот показатель увеличивается более чем в три раза. [Э.Г. Городниченко, 1996]. Наиболее высокие темпы прироста силы сгибателей предплечья характерны для

младшего и старшего школьного возраста. Так, на этапе от 8 до 11 лет прирост этого показателя составляет 46,8 %, от 11 до 14 лет – 43,6 %, от 14 до 17 лет – 50 %. За весь этот период сила сгибателей предплечья увеличивается в 3,2 раза, а разгибателей – в 3,8 раза.

Процесс развития силы этой группы мышц идет неравномерно: значительный ее прирост от 8 до 11 лет сменяется низкими темпами в 11-13 лет с последующей интенсификацией процесса на пубертатной стадии онтогенеза.

Прирост силы разгибателей туловища в младшем возрасте составляет 34,1 %, в среднем – 31,6 %, в старшем – 45,9 %. За период школьного обучения сила разгибателей туловища увеличивается в 2,5 раза [Л.В. Волков, 1984]. К окончанию пубертатного периода половые различия в уровне максимальной силы достигают 40% (рис. 5.2.1). Темпы прироста силы четко привязаны к формированию механизмов нейродинамики: большей лабильности нервных процессов соответствуют более высокие значения абсолютной силы [Б.А. Акчурина, 1987].

**Максимальная статическая сила проявляется в медленных движениях или статических усилиях по преодолению максимального сопротивления и (или) удержанию такого же отягощения.** В первом случае мышцы работают в миометрическом режиме, во втором – в изометрическом, без заметного укорочения. При максимальных мышечных напряжениях эти режимы имеют тенденцию к сближению.

Сила зависит от многих биологических факторов: физиологического поперечника мышц; соотношения быстрых и медленных волокон; уровня возбуждения соответствующих нервных центров; сократительных свойств мышц, запасов АТФ в мышцах, мощности и емкости креатининфосфатного механизма энергообеспечения. Этот механизм обеспечивает мгновенный ресинтез АТФ за счет энергии КрФ и

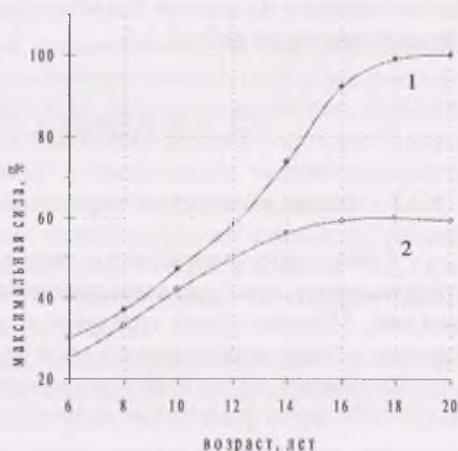


Рис. 5.2.1. Характер изменения максимальной силы у мальчиков (1) и девочек (2) [Хеттингер, Хольман, 1986]

обладает мощностью, примерно в 3 раза превышающей максимальную мощность гликолитического и в 4-10 раз окислительного механизмов ресинтеза АТФ. Запасы АТФ и КрФ в мышцах ограничены, емкость КрФ-механизма восстановления АТФ невелика, поэтому работа максимальной мощности у нетренированного человека может продолжаться 6-10 с (например, рывок штанги максимального веса, стартовый разгон в спринтерском беге, удержание максимальных отягощений и т.п.). Важное значение в проявлении силы принадлежит нервным механизмам регуляции движений.

В основе различных характеристик мышечной силы лежат морфо-функциональные свойства самих мышц: медленные волокна (оксидативные) более приспособлены к небольшим по силе сокращениям, характерным для продолжительной работы на выносливость. Быстрые волокна адаптированы к быстрым и мощным сокращениям. Соотношение этих волокон обусловлено генетически, но в процессе спортивной подготовки изменяется: скоростно-силовые нагрузки способствуют увеличению числа быстрых мышечных волокон, а упражнения в развитии различных форм выносливости приводят к увеличению медленных двигательных единиц [86].

Следовательно, мышцы обладают способностью к быстрым сокращениям ("взрывная" сила), проявлению предельных усилий (максимальная сила) и относительно длительной (2-4 мин) работе в условиях нарастающей гипоксии и развивающегося утомления (силовая динамическая выносливость).

Повышение силы связано преимущественно с адаптивными перестройками на корковом уровне. Эти перестройки выражаются в способности ЦНС активировать большее число мотонейронов, и тем самым подключать большее количество двигательных единиц. На исполнительном уровне – в мышечном аппарате, – улучшается кровоснабжение, интенсифицируются процессы обмена, увеличиваются запасы энергетических веществ. В результате этих преобразований в мышечном волокне интенсифицируется процесс образования белковых структур по миофибриллярному типу. При использовании в тренировочном процессе суб- и максимальных нагрузок с креатининфосфатным механизмом энергообеспечения увеличение объема белковых структур идет за счет собственно сократительного аппарата миофибрилл и плотности их укладки в мышечном волокне. Как следствие, прирост силы не сопровождается значительным увеличением мышечной массы.

Абсолютная сила примерно в равной степени зависит от генетических и средовых факторов. Влияние последних на мужской орга-

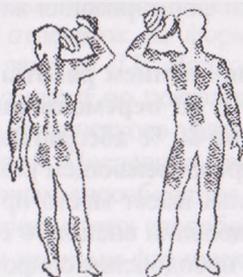
низм выражено более существенно. По данным Р. Ковача [1981], наследуемость абсолютных силовых способностей колеблется в пределах 22-82 %. По другим данным эта цифра составляет 37 % [4].

Связь силовых способностей с подвижностью, лабильностью и силой нервных процессов выражается в том, что спортсмены с инертностью возбуждения показывают лучшие результаты во "взрывных" баллистических движениях (метаниях). Спортсмены с сильной нервной системой, подвижностью торможения и незначительной лабильностью нервных процессов более успешны в проявлении абсолютной (изометрической) силы [79].

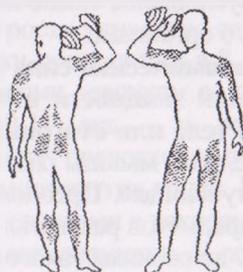
Уровень силы зависит от времени суток и сезона года. "Пики" повышенной мышечной активности приходятся на периоды 11-15 и 18-21 час, "провалы" – на 13 и особенно 3 часа [Ю.В. Щербина, 1988]. По поводу сезонного колебания мышечной силы единого мнения не существует. Одни исследователи полагают, что наивысшая работоспособность мышечной системы наблюдается весной и ранним летом, другие наиболее оптимальным сезоном года считают сентябрь-октябрь [А.Н.Воробьев, 1997]. Под влиянием факторов внешней среды сила изменяется неоднозначно: острая гипоксия и длительное эрготермическое воздействие оказывают негативный эффект, а ультрафиолетовое облучение, кратковременные тепловые и холодовые процедуры повышают мышечную работоспособность. Эмоциональное возбуждение и гипнотическое внушение, прием некоторых фармакологических препаратов оказывают идентичное действие. Положительный эффект обратно пропорционален исходному уровню силы. Предварительная мышечная нагрузка в виде дискретных (8-12 с) упражнений скоростно-силового характера активизирует корковые процессы, изменяет функциональное состояние нервно-мышечного аппарата и, как следствие, повышает уровень силы [69].

**Различают абсолютную и относительную силу. Первая характеризует максимальную силу человека, вторая – силу, отнесенную к массе тела.** С увеличением массы абсолютная сила увеличивается, а относительная, наоборот, уменьшается на каждый килограмм массы свыше 60 кг. Например, среди всех штангистов наибольшей относительной силой (4,79) обладают атлеты, вес которых составляет 60 кг, и наименьшей (2,95) – супертяжеловесы с весом 150 кг и более. В жизни современного человека относительная сила играет доминирующую роль. В большинстве спортивных дисциплин, за исключением метаний и тяжелых весовых категорий в штанге и борьбе, относительная сила является значимой компонентой специальной подготовленности спортсменов. "Топография" относительной силы

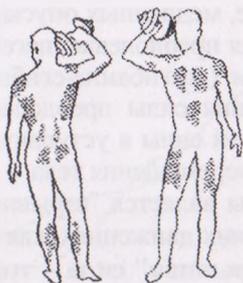
определяется спецификой вида спорта и уровнем подготовленности спортсменов (прил. 5.2.4; рис. 5.2.2)



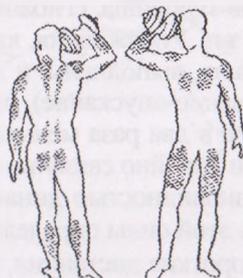
Борцы



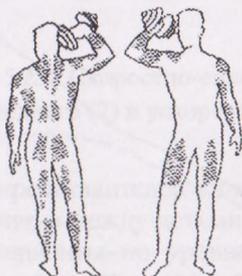
Баскетболисты



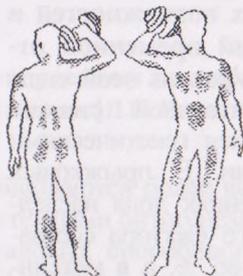
Пловцы



Фехтовальщики



Гребцы



Боксеры

Рис. 5.2.2. Топография силы у представителей некоторых видов спорта. Штриховкой отмечены наиболее развитые мышечные группы [Мюррей и Карпович, 1986]

Относительная сила, особенно у мужчин, в значительной степени связана с наследственностью. Вклад генетического фактора составляет 64 % [4]. Различия в темпах и сроках естественного развития силы обусловлены также и особенностями формирования женского и мужского организма.

Динамическая сила связана с выполнением работы субмаксимальной мощности в течение 10-20 с по перемещению собственного тела или отягощений, равных 60-80 % абсолютной силы. В этом случае мышцы работают либо в преодолевающем режиме, либо в уступающем. Преодолевающий режим имеет место при поднимании предметов различного веса и преодолении внешнего сопротивления. К движениям такого рода относят: преодоление сопротивления амортизаторов, поднимание штанги, партнера, подтягивание, разгибание рук и ног и т.п. Уступающий режим характерен для приседаний, наклонов туловища, сгибаний рук в упоре, медленных опусканий снарядов и т.п. Упражнения, характерные для преодолевающего режима, могут быть выполнены и в уступающем (разгибание-сгибание рук, подтягивание-опускание) режиме. Значения силы преодолевающего характера в два раза меньше максимальной силы в уступающих движениях и линейно связаны со скоростью перемещения тела.

Разновидностью динамической силы является "взрывная" сила. Уровень этой силы определяет успех в таких движениях, как прыжки, бег на короткие дистанции, метания. **"Взрывная" сила – это способность нервно-мышечного аппарата к мобилизации силовых возможностей в короткий временной отрезок.** Уровень этой силы в значительной степени обусловлен генетическими задатками. В прыжковых упражнениях доля наследственного фактора составляет 43-86 %, а в метаниях – 40 % [4]. В возрастном развитии "взрывной" силы существуют определенные половые различия: девочки достигают максимума этой способности к 14-15 годам, мальчики – к 16-17-

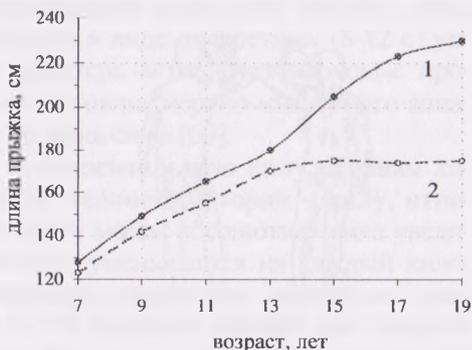


Рис. 5.2.3. Возрастная динамика результатов в прыжках в длину с места мальчиков (1) и девочек (2) [В.П. Платонов, К.П. Сахновский, 1988]

ти (рис. 5.2.3). Достоверный прирост "взрывной" силы у девочек наблюдается также в 8-10 и 11-14 лет, у мальчиков – в 11-12 и 13-15 лет [26].

Темпы индивидуального развития организма также накладываю-ют свой отпечаток на формирование скоростно-силовых способно-стей. По данным Л.В. Волкова [26], девочки-ретардантки в 8, 10-12 и 16 лет уступают по показателям этой функции девочкам со средним уровнем физического развития, а в 10-11 лет – и девочкам-акселераткам. Последние в возрасте 13 и 15 лет превосходят по скоро-стно-силовым способностям представительниц других групп. К 17 годам различия в этих способностях между девочками с ускоренными и средними темпами физического развития нивелируются. У ретарданток этот показатель остается пониженным (рис. 5.2.4).

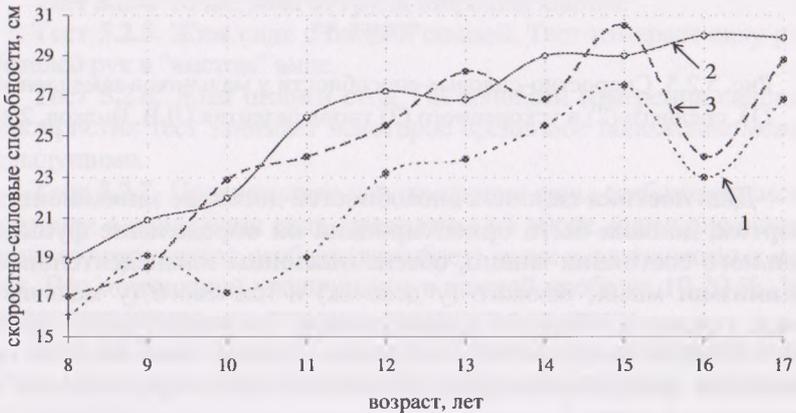


Рис. 5.2.4. Скоростно-силовые способности у девочек замедленного (1), среднего (2) и ускоренного (3) типов развития [Л.В. Волков, 2002]

У представителей сильного пола наблюдаются более выраженные различия между детьми с различными темпами онтогенеза. Мальчики-ретарданты по уровню скоростно-силовых способностей превосходят представителей других групп в 11 и 13 лет, и уступают им в 14-16 лет. К 17 годам различия между ретардантами и акселератами исчезают. Повышенный уровень функции в этом возрасте отмечается у ребят со средними темпами физического развития (рис. 5.2.5). У акселератов естественное развитие этих способностей имеет пики в 11, 13 и 16 лет. В целом темпы прироста функции в пубертатный период несколько выше, чем в препубертатный [26].

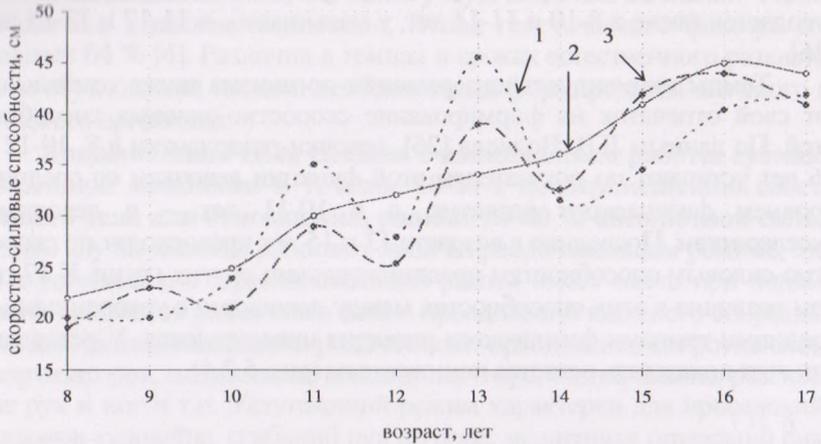


Рис. 5.2.5. Скоростно-силовые способности у мальчиков замедленного (1), среднего (2) и ускоренного (3) типов развития [Л.В. Волков, 2002]

**Диагностика силовых способностей детей, не занимающихся спортом, должна быть ориентирована на определение функционального состояния мышц, обеспечивающих жизнедеятельность организма: мышц тазового (у девочек) и плечевого (у мальчиков) пояса, туловища и бедер. Сильные мышцы брюшного пресса обеспечивают эффективную работу внутренних органов, способствуют профилактике грыж. Хорошо развитые мышцы спины предохраняют позвоночник от травм.**

## 5.2.2 Тестирование силовых характеристик

**Измерение максимальной силы предполагает применение тензометрических платформ или серийных динамометров. При их отсутствии используют простые по структуре двигательные задания. Выбор этих заданий определяется целью исследований и половозрастными особенностями контингента, а у спортсменов – их специализацией и уровнем подготовленности.**

**Тест 5.2.1.** Силу мышц-сгибателей кисти определяют в положении стоя, сильнейшая рука отведена в сторону. Спортсмен сжимает динамометр с максимальным усилием. Пробу повторяют дважды. Лучший результат оценивают по прил. 5.2.5 – 5.2.7.

**Тест 5.2.2.** Силу разгибателей мышц спины измеряют становым динамометром. Спортсмен из и.п. наклон вперед, руки и ноги выпрямлены, плавно развивает, а затем в течение 3 с удерживает максимальное усилие. Оценка – по прил. 5.2.5 – 5.2.6.

При отсутствии специальной аппаратуры определить силовые характеристики можно с помощью (суб-) максимальных нагрузок. В этом случае точность измерений зависит от исходного положения тела. Правильно избранные точки приложения усилия обеспечат адекватность измерительной процедуры ее целям.

**Тест 5.2.3.** Силу разгибателей мышц рук регистрируют в положении лежа на скамейке, ноги на полу, согнуты в коленях. Спортсмен в двух-трех сериях выполняет жим штанги определенного веса, вплоть до максимального. Результат приводят к массе тела\*.

**Тест 5.2.4.** То же, жим от груди широким хватом.

**Тест 5.2.5.** Жим сидя с опорой спиной. Тест измеряет силу разгибателей рук в "чистом" виде.

**Тест 5.2.6.** Жим штанги стоя. По точности измерения силовых характеристик тест занимает некоторое срединное положение между предыдущими.

**Тест 5.2.7.** Предназначен для измерения силы сгибателей кисти. Спортсмен в положении сидя, предплечья на опоре, кисти вне опоры, ладонями вверх (вниз), сгибает (разгибает) кисти в лучезапястных суставах. Вес отягощений увеличивают в каждой пробе на 10-20 %. Условие тестирования – не отрывать предплечья от опоры.

**Тест 5.2.8.** Используют для определения силы сгибателей предплечья. Процедура тестирования идентична предыдущему двигательному заданию.

**Тест 5.2.9.** Характеризует силу разгибателей мышц спины. Спортсмен из положения ноги на ширине плеч, штанга на плечах, руки сверху на штанге, выполняет наклон вперед, не сгибая (или сгибая) ноги в коленях. В повторных попытках определяют максимальный вес штанги. С целью профилактики травм упражнение следует выполнять после интенсивной разминки, а вес снаряда увеличивать постепенно\*.

**Тест 5.2.10.** Представляет собой тягу штанги на грудь. Спортсмен из положения ноги уже плеч, ступни параллельно, спина прогнута, подбородок поднят, поднимает штангу на грудь. Определяют максимальный вес поднятой в нескольких подходах штанги. Число повторений в каждом подходе – не более 1-3 раз. Биомеханическая

---

\* То же в идентичных тестах

структура теста позволяет измерить абсолютную силу всех основных мышечных групп. Тест предполагает предварительное обучение.

**Тест 5.2.11.** Широко применяется в спортивной практике для оценки силы разгибателей ног. Во избежание травм спины при приседании со штангой на плечах не рекомендуется сгибать туловище. Целесообразно стоять пятками на опоре высотой 5-7 см. Модификация теста для штангистов предусматривает приседание со штангой на груди.

Такие широко известные упражнения, как разгибание рук в упоре на полу (повышенной опоре), параллельных брусьях, подтягивание и перевороты силой на перекладине, поднимание прямых ног в висе, наклоны назад и т.п. могут быть рекомендованы для диагностики абсолютной силы исключительно при использовании максимальных для каждого индивида отягощений. По своей биомеханической структуре и физиологической сущности эти тесты более приемлемы для измерения силовой динамической выносливости. Их применение в этих целях для практики массового спорта вполне оправдано.

### Измерение "взрывной" силы.

Для оценки этой способности применяют широкий спектр простых по биомеханической структуре движений. Условно их делят на упражнения в преодолении собственного веса (прыжки, разгибание рук) и движения с отягощениями (штангой, ядром, набивными мячами). Посредством этих тестов можно измерить "взрывную" силу любой группы мышц. **Важной методологической особенностью их применения является необходимость моделирования параметров соревновательного упражнения и оценка по срочному результату.** Например, снижение результатов в прыжках в длину с места или в метании набивного мяча должно стать сигналом к прекращению исследования.

"Взрывную" силу разгибателей ног характеризуют следующие двигательные задания:

**Тест 5.2.12.** Бег 30 м со старта выполняют дважды с интервалом в 3-5 мин. Лучший результат оценивают по прил. 5.2.5-5.2.6.

**Тест 5.2.13.** В прыжках в длину с места регистрируют не менее 5-ти попыток. Лучший результат оценивают по прил. 5.2.5; 5.2.6; 5.2.8.

**Тест 5.2.14.** Прыжок вверх из и.п. стоя боком к стене. Спортсмен поднимается на носки и вытянутой рукой делает первую отметку на стене. Выполняет прыжок и фиксирует вторую отметку. Разница двух отметок и будет искомой величиной (прил. 5.2.6-5.2.7). Прыжок вверх без замаха рук оценивают по прил. 5.2.9.

**Тест 5.2.15.** Прыжок в длину с места после спрыгивания с опоры высотой 40-100 см. Рекомендуется квалифицированным спортсменам.

**Тест 5.2.16.** Спортсмен выполняет пять последовательных быстрых прыжков толчком двух ног. Регистрируют время и расстояние. Показатель "взрывной" силы ног рассчитывают из уравнения 5.2.1.

$$V = l/t, \quad (5.2.1)$$

где  $V$  – скорость, м/с;  $l$  – расстояние, м;  $t$  – время, с. Большее значение показателя ( $V$ ) соответствует более высокому уровню "взрывной" силы.

**Тест 5.2.17.** Три прыжка на одной ноге с продвижением вперед. Оценка по прил. 5.2.10-5.2.11.

**Тест 5.2.18.** Выпрыгивание вверх прогнувшись из положения низкого седа в течение 20 с. Показатель "взрывной" силы ног рассчитывают из соотношения 5.2.2.

$$N = n/t \quad (5.2.2.)$$

где  $N$  – показатель мощности усилия, ед;  $t$  – время, с;  $n$  – количество выпрыгиваний, ед. Высокие значения  $N$  отражают такой же уровень "взрывной" силы ног.

**Тест 5.2.19.** Классический тройной прыжок с места с приземлением на две ноги.

**Тест 5.2.20.** Ориентирован на подготовленных спортсменов. Выпрыгивание из приседа на одной ноге в течение 10-15 с. Оценивают количество движений.

**Тест 5.2.21.** Предназначен для диагностики максимальной алактатной мощности у спринтеров [100]. Предполагает наличие определенного оборудования и соблюдения правил техники безопасности. Выполняется на лестничных маршах обычного дома с количеством ступенек от 10 до 15. Дистанция для разбега от 10 до 40 м (рис. 5.2.6). После набора максимальной скорости на участке разгона спортсмен взбегаёт вверх по лестнице (один шаг на две ступеньки, дети – один шаг на ступеньку). Регистрируют время ( $c$ ), затраченное на преодоление заранее намеченной дистанции (рис. 5.2.6). Расчеты сводятся к определению высоты ( $h$ ), которую преодолел спортсмен:

$$h = h_1 \times n, \quad (5.2.3)$$

где  $h_1$  – высота одной ступеньки, м;  $n$  – количество преодоленных ступенек, ед. Максимальную анаэробную мощность (МАМ) рассчитывают из уравнение 5.2.4.

$$\text{МАМ} = P \times h / t, \quad (5.2.4.)$$

где  $P$  – масса тела спортсмена, кг;  $h$  – дистанция по вертикали;  $t$  – время, с. Показатель выражают в кг/мин или Вт. У спортсменов с различными показателями МАМ различны и уровни "взрывной" силы [27, 97].

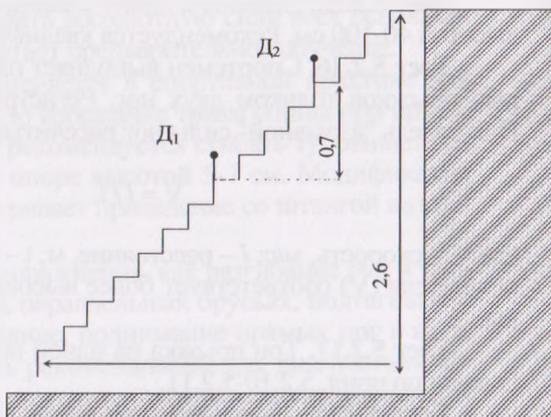


Рис. 5.2.6. Схематическое изображение лестницы для определения максимальной анаэробной мощности по Маргариа:  $D_1$  и  $D_2$  – датчики времяизмерительного устройства [В.Л. Карпман и соавт., 1988]

**Для измерения "взрывной" силы мышц плечевого пояса и туловища** пригодны упражнения из основной гимнастики, тяжелой и легкой атлетики, спортивных игр.

**Тест 5.2.22.** Разгибание рук в упоре на полу (брусьях) предполагает стандартизацию движений по биомеханическим параметрам. Время выполнения теста ограничивают 15 с. Учитывают количество циклов движений\*.

**Тест 5.2.23.** То же с хлопками при разгибании рук. Вариант – изменять ширину упора лежа.

**Тест 5.2.24.** Подтягивание на перекладине в течение 15 с. Регистрируют количество полных циклов движений.

**Тест 5.2.25.** Из вися на перекладине (гимнастической стенке) поднимать прямые (согнутые) ноги до касания перекладины.

**Тест 5.2.26.** Из вися на перекладине, подъем переворотом в упор.

**Тест 5.2.27** Из вися на перекладине, силой перейти в упор.

**Тест 5.2.28.** То же, на гимнастических кольцах.

\* То же в тестах 5.2.23 – 5.2.28.

**Тест 5.2.29.** Лазание по вертикальному канату на расстояние 4 м без помощи ног. Результат оценивают по прил.5.2.11.

**Тест 5.2.30.** Подъемы туловища в сед в течение 30 с. Оценка теста по прил 5.2.11.

**Интегральную оценку "взрывной" силы мышц-разгибателей ног, туловища и плечевого пояса** можно получить с помощью метаний различных снарядов. Выбор задания определяются целью исследований, половозрастными и личностными особенностями спортсменов, их специализацией и уровнем подготовленности.

**Тест 5.2.31.** Метание теннисного мяча с места (разбегу) на дальность.

**Тест 5.2.32.** Метание набивных мячей (1-5 кг) одной (двумя) руками из различных и.п.: лицом, спиной (прил. 5.2.11) и боком в направлении метания; сидя – от груди и из-за головы (прил. 5.2.5 – 5.2.6).

**Тест 5.2.33.** Метание ядер различного веса двумя руками снизу, через себя, из-за головы.

**Способность к проявлению максимума силы в минимум времени характеризуют "специфические" ударные движения.** Эти движения, как правило, моделируют основные компоненты спортивных игр, поэтому их часто применяют на начальных этапах подготовки спортсменов.

**Тест 5.2.34.** Удар по мячу с места (разбегу) на дальность характеризует силу разгибателей голени и бедра. Учитывают лучшее значение показателя из пяти проб\*.

**Тест 5.2.35.** Удар по волану, теннисному, хоккейному мячу или шайбе различными способами.

**Тест 5.2.36.** Передачи баскетбольного или гандбольного мяча различными способами на дальность.

Измерение "взрывной" силы с помощью штанги предусматривает предварительное ознакомление с техникой тяжелоатлетических упражнений. Этот недостаток тестов компенсируется возможностью измерить в одном упражнении силовые характеристики большинства мышечных групп. Рекомендуемый все отягощения – 15-30 % от массы тела спортсмена, время работы – 10-25 с.

**Тест 5.2.37.** Приседание со штангой на плечах. Учитывают время и количество приседаний\*\*.

\* То же в тестах 5.2.35 – 5.2.36.

\*\* То же в тестах 5.2.38 – 5.2.39.

**Тест 5.2.38.** Выпрыгивание со штангой на плечах из положения низкого седа.

**Тест 5.2.39** Серийные толчки штанги от груди.

Предлагаемые тесты обладают достаточной надежностью. Их различительная способность вполне приемлема для использования в работе с начинающими спортсменами.

## 6 ДИАГНОСТИКА ГЛИКОЛИТИЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ

### 6.1 ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ГЛИКОЛИТИЧЕСКОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ

Гликолитическая выносливость характеризует способность человека выполнять работу субмаксимальной мощности за счет гликолитических источников энергообразования. Увеличиваясь с возрастом, эта способность достигает своего максимума у мужчин в 23 года, у женщин в 18 лет, и после 30-ти снижается. Нетренированные люди способны выполнять работу субмаксимальной мощности не более 50 с [69]. Время работы зависит от способности индивидуума образовывать максимальный кислородный долг (МКД). У нетренированных людей этот показатель составляет 4-8 л, у спортсменов величина МКД в 2-3 раза выше и зависит от их специализации: у спринтеров этот показатель составляет 253 мл/кг, средневикиков – 305 мл/кг, стайеров – 228 мл/кг [27]. Гликолитическая выносливость определяется мощностью ферментных систем, запасами гликогена в мышцах, функциональным состоянием компенсаторных механизмов, устойчивостью тканей к гипоксии и изменениям кислородно-щелочного баланса. Сущность гликолиза заключается в ферментативном расщеплении углеводов до молочной кислоты с последующим окислительным устранением лактатов. Ликвидация лактатного долга требует от нескольких минут до полутора часов. Скорость реакций гликолиза очень велика, и хотя они менее экономичны в сравнении с окислением, общее количество энергии, образующейся в белых мышечных волокнах в единицу времени, в 4-5 раз больше, чем при окислительных процессах. Соответственно, в 4-5 раз увеличивается и мощность мышечного сокращения. Гликолиз включается несколько медленнее креатининфосфатного механизма (рис. 6.1.1.). Через 10 с работы субмаксимальной мощности гликолитический механизм обеспечивает 40% энергии, через 20 с – 60%, к 80-ой секунде достигает апогея, после чего его участие в энергообеспечении мышечной деятельности снижается и к четвертой минуте составляет 60% (рис. 6.1.1.). Энергообеспечение переходит к аэробным источникам энергообразования. Порог анаэробного обмена (ПАНО) у нетренированных людей наступает при значениях пульса 160-170 уд/мин и колеблется в пределах 40-50% МПК, а у под-

готовленных превышает 60% [69]. Долевое участие гликолитического механизма в энергообеспечении упражнений скоростной, силовой динамической и статической выносливости определяется мощностью и временем работы, а также функциональными возможностями конкретного индивида.

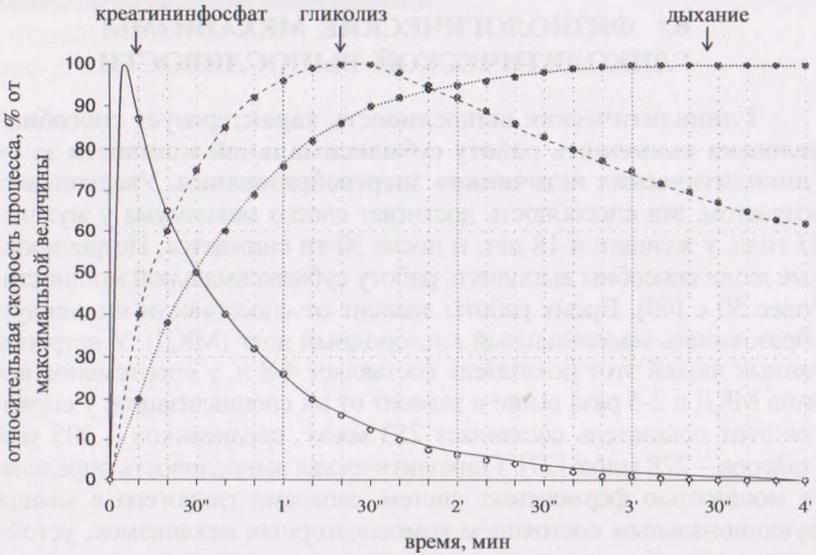


Рис. 6.1.1. Изменение интенсивности биохимических процессов, поставляющих энергию для мышечной деятельности, в зависимости от времени упражнения [по Н.И. Волкову]

## 6.2 СКОРОСТНАЯ ВЫНОСЛИВОСТЬ

### 6.2.1 Характеристика скоростной выносливости

Скоростная выносливость характеризует способность человека поддерживать субмаксимальную скорость бега в течение определенного времени. Эта скорость может варьировать в пределах 75-90% от максимальной в беге на 30 м сходу. В процессе онтогенеза мощность и емкость гликолитического механизма энергообеспечения увеличивается неравномерно. Процесс привязан к чувствительным периодам и отражает темпы биологического формирования

организма. По данным Л.В. Волкова [26], выносливость в беге на 300 м у девочек с замедленным физическим развитием наиболее существенно (на 15 %) возрастает на этапе от 13 к 15 годам. Этот прирост, судя по результатам бега на 500 м (рис. 6.2.1.), в 16-17 лет выражен намного слабее (3,2 %).

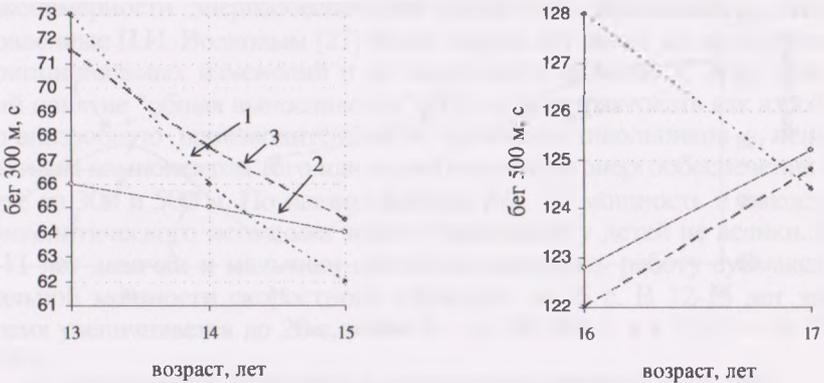


Рис. 6.2.1. Развитие выносливости у девочек замедленного (1), среднего (2) и ускоренного (3) типов развития [Л.В. Волков, 2002]

У девочек со средними темпами биологического развития прирост выносливости в беге на 300 и 500 м составляет всего 3,0 %. Прогресс этой функции у девочек-акселераток наиболее заметен по результатам бега на 300 м (8,4 %). Меньший прирост результатов в беге на 500 м (2,4 %) наблюдается у девушек 16-17 лет. Зависимость темпов формирования гликолитического механизма от темпов физического развития достаточно хорошо иллюстрирует рисунок 6.2.1. Девочки со средними темпами физического развития в 13-14 лет превосходят по выносливости представительниц обеих групп, и только в 15 и 17 лет уступают по этому показателю ретарданткам. Акселератки менее выносливы в возрасте 13-15 лет, однако в 16 лет они показывают лучшие результаты в беге на 500 м. Выносливость ретарданток достигает максимума в 15 и 17 лет. К окончанию процесса полового созревания различия в показателях выносливости у девушек с различными темпами формирования организма нивелируются.

У мальчиков-акселератов наиболее высокие (13,6 %) темпы прироста выносливости наблюдаются на этапе от 13 к 14-ти годам (рис. 6.2.2.).

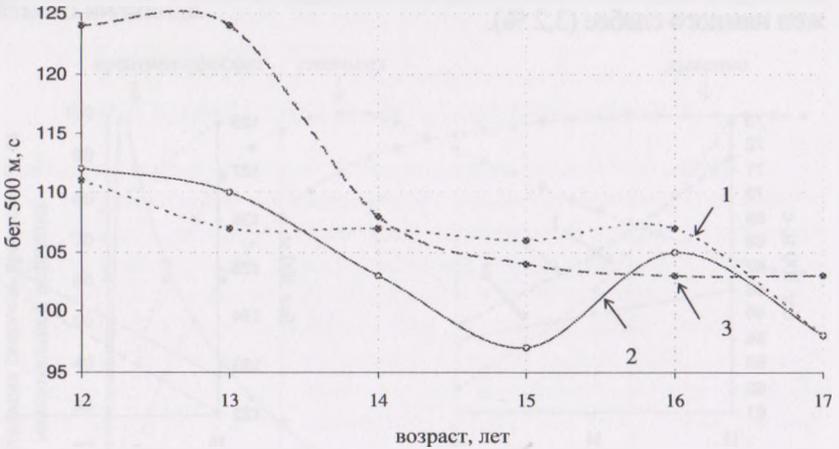


Рис. 6.2.2. Развитие выносливости у мальчиков замедленного (1), среднего (2) и ускоренного (3) типов развития [Л.В. Волков, 2002]

У подростков со средними темпами физического развития этот этап растянут во времени. Прирост функции от 13 к 15 годам у них составляет 11,0 %. У ретардантов этот период совпадает с окончанием процесса полового созревания. От 16 к 17 годам темпы естественного биологического развития выносливости у ретардантов составляют 8,4 %. Именно в этом возрасте они наиболее существенно превосходят своих сверстников-акселератов в беге на 500 м. В 14 и 15 лет наибольшая выносливость свойственна подросткам среднего типа физического развития, в 13 – подросткам-ретардантам. К 17 годам различия по выносливости между этими группами исчезают, поскольку функция достигает своего максимума. На данном этапе онтогенеза обе группы превосходят (5,8 %) по выносливости акселератов (рис. 6.2.2.).

Установленные Л.В. Волковым [26] закономерности формирования в онтогенезе "общей выносливости" у детей с различными темпами биологического развития не вызывают сомнений. Непонятен лишь термин "общая выносливость", так как для характеристики этой выносливости автор оперирует результатами в беге на 300 и 500 м. Скорость бега на этих дистанциях существенно отличается. Следова-

тельно, существенно отличается и долевое участие гликолитического и аэробного механизмов в энергообеспечении этих дистанций. С увеличением длины дистанции и снижением скорости бега долевое участие лактатного механизма снижается, а аэробного – наоборот возрастает (табл. 6.2.1). Потребление кислорода начинает существенно увеличиваться с дистанции 800 м, хотя этот бег реализуется преимущественно за счет гликолитических источников энергообразования. Эти закономерности энергообеспечения мышечной деятельности, установленные Н.И. Волковым [27] более сорока лет назад, не претерпели принципиальных изменений и до настоящего времени. С этих позиций понятие "общая выносливость" [26] следует трактовать как аэробно-анаэробную производительность организма школьников с неизвестным компонентом того или иного механизма энергообеспечения в беге на 300 и 500 м. По нашим данным [69, 71] мощность и емкость гликолитического источника энергообразования у детей не велики. В 7-11 лет девочки и мальчики способны выполнять работу субмаксимальной мощности скоростного характера до 15 с. В 12-15 лет это время увеличивается до 20 с, в 16-18 – до 30 (40) с, а в 19-20 – до 40 (50) с.

Таблица 6.2.1

Соотношение анаэробных и дыхательных процессов энергетического обмена при беге на различные дистанции [Н.И. Волков, 1961]

Дистанция, м	Время, минуты и секунды	Скорость, м/с	Потребление O <sub>2</sub> за время работы, % O <sub>2</sub> запроса	Кислородный долг, % запроса	Алактатный долг, % общего долга	Лактатный долг, % общего долга	Содержание молочной кислоты в крови, мг %
100	11,2	8,92	4	96	84	16	132
200	23,6	8,47	6	94	49	51	198
400	51,8	7,72	8	92	16	84	227
800	1.56,1	6,89	23	77	26	74	211
1500	3.58,3	6,29	49	51	33	66	163
5000	16.10,1	5,15	73	27	54	45	109
10000	33.13,6	5,07	87	13	69	29	64

Следовательно, в качестве измерителя скоростной выносливости выступает время, в течение которого спортсмен способен поддерживать скорость бега на субмаксимальном уровне. Например, на уровне 80% максимальной скорости. Это прямой способ измерения гликолитической выносливости (рис. 6.2.3.).

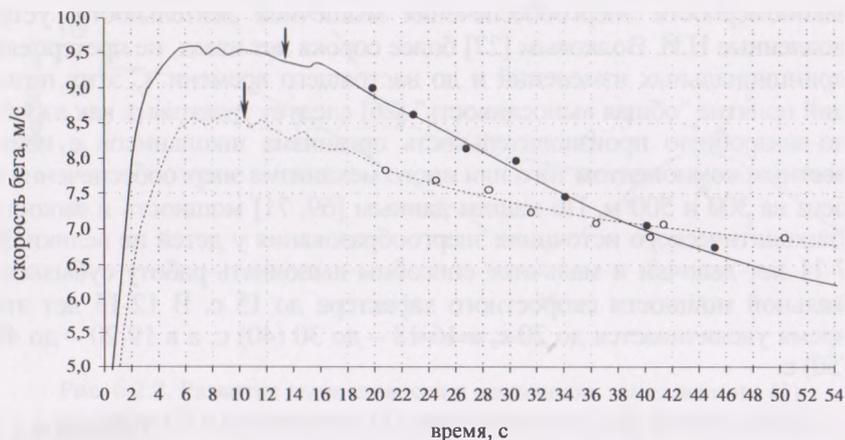


Рис. 6.2.3. Результат прямого измерения выносливости у спринтеров (сплошная линия) и стайеров (пунктир) при беге с максимальной скоростью. Стрелками отмечено начало падения скорости. [Н.И. Волков, 1984]

При использовании косвенных способов измерения скоростную выносливость определяют по результатам бега на определенную дистанцию. В спорте это бег 800 и 1500 м, в массовой физической культуре эти дистанции значительно короче, от 100 до 500 м [69]. Дистанцию подбирают в соответствии с половозрастными особенностями и функциональными возможностями обследуемого контингента. Важной методической особенностью использования любых двигательных тестов является их соответствие временным и энергетическим параметрам основного соревновательного упражнения. Определенное значение имеет и модальность нагрузки. **Нагрузка должна быть специфична по отношению к избранной спортивной специальности:** пловец должен выполнять тест в бассейне, легкоатлет-средневик — на беговой дорожке, велосипедист — на треке, лыжник — на лыжне. При

невозможности определить скоростную выносливость с помощью специфических нагрузок используют различные эргометры, позволяющие моделировать субмаксимальные нагрузки в лабораторных условиях. Однако в любом случае следует учитывать степень нарушения гомеостатических констант организма, т.е. физиологическую цену выполненной работы.

**Приводимые ниже беговые тесты в различной мере характеризуют участие гликолитического механизма в реализации скоростных упражнений.**

## 6.2.2 Методы измерения скоростной выносливости

**Тест 6.2.1.** Бег на дистанции 300, 400, 500 и 800 м в различной степени отражает участие гликолитического механизма в энергообеспечении этих дистанций.

**Тест 6.2.2.** Челночный бег 4 × 30 м рекомендуется для молодых людей в возрасте 16-25 лет. Результаты теста оценивают по прил. 6.2.1–6.2.2.

**Тест 6.2.3.** Ускоренная ходьба на дистанцию 200 м наиболее приемлема для мужчин и женщин старшего и пожилого возраста (прил. 6.2.1.).

**Тест 6.2.4.** Бег на месте в субмаксимальном темпе с подниманием бедра до заданной отметки. В качестве максимального темпа избирается частота шагов за 5 с. Субмаксимальный темп (70 или 90%) рассчитывают из уравнения 6.2.1.

$$N_{\text{субм}} = N_{\text{max}} \times 0,7(0,9), \quad (6.2.1)$$

где  $N_{\text{субм}}$  – темп шагов при выполнении теста;  $N_{\text{max}}$  – максимальная частота шагов в пятисекундном тесте. Сущность теста заключается в поддержании заданного темпа в течение определенного времени. Это время находится в прямой зависимости от уровня скоростной выносливости.

**Тест 6.2.5.** Бег с заданной скоростью по размеченной беговой дорожке стадиона. Скорость бега рассчитывают в процентах (70-90 %) от скорости бега на 30 м сходу. Учитывают длину дистанции (м), преодоленной без снижения заданной скорости (прил. 6.2.3–6.2.4.).

**Тест 6.2.6.** Предназначен для определения относительных показателей скоростной выносливости. Тест состоит из двух частей.

Первая часть включает бег 50 м для детей 6-12 лет, 75 м – 13-14 лет, 100 м – 15-18 лет. Вторая часть теста предусматривает преодоление дистанции в соответствии с прил. 6.2.5 или табл. 6.2.2. Индекс выносливости рассчитывают из уравнения 6.2.2.

Таблица 6.2.2

Рекомендуемые дистанции бега для определения лактатных способностей детей [Л.П. Сергиенко, 2001]

$$ИВ = t_i - t_n \times n, \quad (6.2.2.)$$

где  $t_i$  – время преодоления заданной дистанции, с;  $t_n$  – время бега на эталонной (короткой) дистанции, с;  $n$  – количество эталонных отрезков на заданной дистанции. Уровень скоростной выносливости находится в обратной зависимости от величины показателя.

Коэффициент выносливости (КВ) определяют как отношение времени преодоления всей дистанции ( $t_i$ ) к времени бега на эталонной дистанции ( $t_n$ ).

$$КВ = (1000 / t_i) / t_n \quad (6.2.3)$$

Большие значения показателя отражают большую скоростную выносливость. Приведенные выше тесты характеризуют объем и мощность механической работы (скорость бега), но не отражают степени напряжения физиологических систем при выполнении скоростных нагрузок субмаксимальной мощности. Вместе с тем, эта составляющая работоспособности является доминирующей. Организму далеко не безразлично, какой ценой показан тот или иной результат [69, 74]. Очевидно, имеет смысл оценивать скоростную выносливость спортсмена из уравнения 6.2.4.

$$ИПСВ = 100V / (f_1 - f_0), \quad (6.2.4)$$

где ИПСВ – интегральный показатель скоростной выносливости, ед;  $f_0$  и  $f_1$  – исходные и конечные значения пульса, уд/мин;  $V$  – скорость бега, м/с. Пульс подсчитывают спустя 60 с после окончания бега. Большие

Возраст	Пол	
	М	Ж
6-8	150	150
9-10	150	150
11-12	200	200
13-14	300	300
15-16	400	400
17-18	600	500
> 18	800	600

значения интегрального показателя соответствуют большему уровню скоростной выносливости.

### 6.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРОГА АНАЭРОБНОГО ОБМЕНА И УСТОЙЧИВОСТИ К ГИПОКСИИ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Мышечная деятельность в режиме гликолитического энергообеспечения, вне зависимости от модальности, всегда в большей или меньшей степени приводит к развитию гипоксии в организме. Поэтому в качестве косвенного показателя, характеризующего гликолитическую работоспособность, используют пробы с задержкой дыхания на вдохе (проба Штанге) и выдохе (проба Генчи). Первая проба менее точно отражает устойчивость организма к гипоксии, так как время задержки дыхания на вдохе связано ( $0,35 < r < 0,49$ ) с мотивацией и способностью индивида к проявлению волевых усилий [73, 74]. В этом плане проба Генчи более точно отражает устойчивость организма к недостатку кислорода.

**Тест 6.3.1.** Задержку дыхания на вдохе выполняют в положении сидя. Обследуемый делает глубокий вдох, закрывает нос пальцами и задерживает дыхание. Исследователь через каждые 10 с информирует испытуемого о времени выполнения пробы.

Таблица 6.3.1

Время задержки дыхания у детей 8-15 лет [В.И. Лях, 1998]

Возраст, лет	Время задержки дыхания, с			
	мальчики		девочки	
	на вдохе	на выдохе	на вдохе	на выдохе
8	44,7	18,3	38,4	17,3
9	44,3	19,8	42,6	19,2
10	50,0	22,6	51,4	23,0
11	51,2	24,2	44,7	20,3
12	61,9	21,4	48,6	21,3
13	61,0	24,0	50,4	19,8
14	64,2	25,2	54,9	24,2
15	73,0	28,0	60,5	26,2

**Тест 6.3.2.** Идентичен предыдущей пробе. Испытуемый без предварительного вдоха выполняет максимально возможный выдох. Среднее время задержки дыхания на вдохе и выдохе у детей 8-15 лет представлено в табл. 6.3.1.

Важным показателем емкости механизмов энергообеспечения является порог анаэробного обмена (ПАНО). Показатель характеризует момент перехода энергообеспечения мышечной деятельности от аэробных к анаэробным источникам. В этот период исчезает прямая зависимость между мощностью работы и потреблением кислорода. У спортсменов в зависимости от их специализации и функциональной готовности полный переход к гликолитическим источникам энергообразования наступает при значениях пульса свыше 170-180 уд/мин и мощности работы, превышающей 60-80 % МПК. При определении ПАНО необходимо учитывать специфичность нагрузки. Мощность нагрузки у одних и тех же спортсменов на различных эргометрах может отличаться в 2-2,5 раза, а переход к гликолитическому обеспечению происходит на разных уровнях МПК – от 46 до 64 % [В.Е. Борилкевич, А.И. Зорин, 1988]. Следовательно, определение ПАНО, как и любого другого показателя работоспособности, предполагает использование специфических нагрузок.

Для косвенного определения ПАНО в полевых условиях пригоден тест Ф. Конкони [1982] в повторном пробегании 10-15 отрезков дистанции с увеличивающейся скоростью, регистрацией времени бега и значений пульса в конце каждого отрезка. Точка перелома кривой, характеризующая стабилизацию значений ЧСС, определяет индивидуальный уровень ПАНО.

**Тест 6.3.3.** Позволяет определить индивидуальный ПАНО по скорости преодоления двух дистанций. После предварительной разминки спортсмен в течение 40 с пробегает максимально возможную дистанцию. После 15-минутного отдыха ему предлагают бег с максимальной скоростью в течение 5 мин [К.Ю. Ажицкий, В.А. Гальчинский, 1990]. В обоих случаях фиксируют расстояние (м) и по таблице определяют скорость бега на уровне ПАНО. Например, спортсмен за 40 с преодолел 260 м, а за 5 мин – 1500 м. На пересечении столбцов 260 и 1500 м находят искомое значение показателя – 212 м/мин.

**Приведенные в настоящем разделе пробы и тесты вполне пригодны для использования в массовой физической культуре и в работе с начинающими спортсменами вне зависимости от их спортивной специализации.**

Таблица 6.3.2.

Определение скорости на уровне анаэробного порога (м/мин) по результатам дистанции, пробегаемой за 40 с и 5 мин [К.Ю. Ажицкий, В.А. Гальчинский, 1990]

		Дистанция, пробегаемая за 40 с, м																	
		200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370
Дистанция, пробегаемая за 5 мин, м	1000	160	152	147	141	136	130	125	119	114									
	1050	167	161	156	150	145	139	133	128	122	117								
	1100	175	170	164	159	153	148	142	137	131	126	120							
	1150	184	179	173	168	162	157	151	146	140	135	129	124						
	1200	193	187	182	176	171	165	160	154	149	143	138	132	127					
	1250	202	196	191	185	180	174	168	163	157	152	146	141	135	130				
	1300	210	205	199	194	188	183	177	172	166	161	155	150	144	139	133			
	1350	219	214	208	203	197	192	186	181	175	170	164	159	153	148	142	137		
	1400	228	222	217	211	206	201	195	190	184	179	173	167	162	156	151	145	140	
	1450	237	231	226	220	215	209	204	198	192	187	181	176	170	165	159	154	148	143
	1500	249	240	234	229	223	218	212	207	201	196	190	185	179	174	168	163	157	152
	1550	254	249	243	238	232	227	221	216	210	205	199	193	188	182	177	171	166	160
	1600	263	257	252	246	241	235	230	224	219	213	208	202	197	191	186	180	175	169
	1650	272	267	261	255	250	244	238	233	227	222	216	211	205	200	194	189	183	178
	1700	280	275	269	264	258	253	247	242	236	231	225	220	214	209	203	198	192	187
	1750	289	283	278	272	267	261	256	250	245	239	234	228	223	217	211	206	201	195
	1800	298	292	287	281	276	270	265	259	254	248	243	237	232	226	221	215	210	204
	1850		301	296	290	285	279	273	268	262	257	251	246	240	235	229	224	218	213
	1900			305	299	294	288	283	277	272	266	261	255	249	244	238	233	227	222
	1950				307	302	296	291	285	280	274	269	263	258	252	247	241	236	230
2000					311	305	300	294	289	283	278	272	267	261	256	250	245	239	
2050						314	308	303	297	292	286	281	275	270	264	259	253	248	
2100								317	312	306	301	295	290	284	279	273	268	262	257
2200									329	324	318	313	307	302	296	291	285	280	274

## 6.4 ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ГЛИКОЛИТИЧЕСКОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ

Определение анаэробного порога в лабораторных условиях предполагает использование нагрузки со ступенчатым повышением мощности педалирования на велоэргометре или скорости бега на тредмиле. Время работы на каждой "ступени" - 3 минуты, число "ступеней" – не менее четырех. Прирост мощности нагрузки от одной "ступени" к другой – не менее 15-20% МПК [39]. Для определения анаэробного порога используют два способа: инвазивный (наиболее точный), связанный с прямым измерением концентрации лактатов (солей молочной кислоты) в крови и неинвазивный, предусматривающий определение различных показателей легочной вентиляции. Определение анаэробного порога по показателям легочной вентиляции наиболее соответствует определению этого показателя по концентрации лактатов в крови [В.Е. Борилкевич, А.И. Зорин, 1988].

Принципиальные трудности в определении локализации анаэробного порога лежат не в плоскости методического обеспечения исследований, а в том, что при работе сложнейших биологических систем, к числу которых относится человеческий организм, не может быть четко фиксированных точек или границ, отделяющих один механизм энергообеспечения от другого (табл. 6.4.1; 6.4.2.).

Таблица 6.4.1

Величины границ аэробно-анаэробного перехода у нетренированных мужчин и спортсменов [J. Nemoto, M. Miyashita, 1980]

Показатель	Аэробный ПАНО <sub>1</sub>		Анаэробный ПАНО <sub>2</sub>	
	Нетренированные лица	Спортсмены	Нетренированные лица	Спортсмены
МПК, л/мин	1,82±0,45	2,23±0,34	2,22±0,34	2,49±0,32
МПК, %	54,6±0,84	61,9±10,46	67,3±8,09	69,2±9,67
МОД, л/мин	49,2±11,9	59,8±11,8	59,5±9,86	6,9±12,03
ЧСС, уд/мин	136,2±16,2	148,9±13,07	154,7±12,3	159,6±11,9
Работа, кгм/мин	795±171,3	900±127,5	943±114,3	998±106,4

По существу, можно фиксировать лишь некие границы переходного процесса функционирования биоэнергетических систем, которые могут характеризовать некое пространство на шкале мощности работы [Е.А. Ширковец, 1986]. Естественно, у спортсменов различных дисциплин и уровня тренированности границы переходного процесса будут различны. Эту закономерность следует учитывать при определении ПАНО с помощью косвенных методов исследований.

Таблица 6.4.2

Фазы аэробно-анаэробного перехода при мышечной работе и их физиологическая характеристика [В.Л. Карпман и соавт., 1988]

Показатели	Фазы аэробно-анаэробного перехода		
	I	II	III
Тип порога	Аэробный порог		Анаэробный порог
Тип метаболизма	Аэробный	Аэробно-анаэробный	Анаэробно-аэробный
Энергетический субстрат	Жирные кислоты	Жирные кислоты, гликоген	Гликоген, жирные кислоты
% от МПК	< 40	40 – 85	> 85
% от максимальной ЧСС	< 65	65 – 90	> 90
Содержание лактатов в крови, ммоль/л	< 2	2 – 4	> 4

Определение максимального кислородного долга (МКД) предусматривает выполнение нагрузки субмаксимальной мощности (>МПК) на велоэргометре (тредмиле) в течение 1-3 мин с последующим измерением излишков потребления кислорода в восстановительный период. Надежность тестирования зависит от способности индивида к предельной мобилизации энергетического потенциала за счет волевых усилий. В течение 30-45 мин восстановительного периода регистрируют скорость потребления кислорода (мл /мин/кг).

В МКД выделяют три составные фракции: миоглобиновую, фосфогенную и лактатную. В первые секунды после нагрузки погашается часть кислородного долга ( $O_2D$ ), образовавшегося за счет уменьшения запасов  $O_2$  в мышцах и крови. Для восстановления миоглобиновой фракции достаточно 0,5-1,0 л кислорода [39].

Вторая фаза оплаты МКД (фосфогенная) наблюдается в первые 3-5 мин после нагрузки. Связана эта фаза с необходимостью восстановления в мышцах запасов фосфогенов – АТФ и КрФ. Потребность в кислороде на эти процессы обычно не превышает 1-2 л у нетренированных людей и 3-4 л у спортсменов.

Таблица 6.4.3

Оценка анаэробного порога по значениям потребления кислорода при различной мышечной работе [В.Л. Карпман и соавт., 1988]

Пол	Спортивная специализация	Низкая	Ниже средней	средняя	Выше средней	Высокая
Оценка уровня АП по потреблению O <sub>2</sub> (мл/мин/кг) при мышечной работе, ведущей к накоплению лактатов в крови до 4 ммоль/л						
Мужчины	А	< 42	42-50	51-59	60-67	> 67
	Б	< 30	30-37	38-43	44-51	> 51
	В	< 24	24-29	30-35	36-41	> 41
	Г	< 20	20-25	26-30	31-36	> 36
Женщины	А	< 35	35-43	44-50	51-59	> 59
	Б	< 27	27-32	33-38	39-44	> 44
	В	< 22	22-25	26-29	30-33	> 33
	Г	< 17	17-20	21-24	25-28	> 28
Оценка уровня АП по потреблению O <sub>2</sub> (л/мин) при мышечной работе, сопровождающейся повышением величины ДК до 0,85						
Мужчины	А	< 1,90	1,90-2,22	2,23-2,57	2,58-2,90	> 2,90
	Б	< 1,67	1,67-1,94	1,95-2,22	2,23-2,50	> 2,50
	В	< 1,40	1,40-1,66	1,67-1,93	1,94-2,20	> 2,20
	Г	< 1,25	1,25-1,46	1,47-1,68	1,69-1,90	> 1,90
Женщины	А	< 1,30	1,30-1,61	1,62-1,94	1,95-2,25	> 2,25
	Б	< 1,17	1,17-1,40	1,41-1,66	1,67-1,90	> 1,90
	В	< 1,00	1,00-1,20	1,21-1,39	1,40-1,60	> 1,60
	Г	< 0,95	0,95-1,10	1,11-1,24	1,25-1,40	> 1,40

Примечание: А – бег ( $\geq 800$  м), спортивная ходьба, лыжные гонки, велогонки ( $\geq 1$  км), конькобежный спорт ( $\geq 1500$  м), гребля, плавание ( $\geq 200$  м), современное пятиборье, биатлон, лыжное двоеборье; Б – спортивные игры, спортивные единоборства, спринтерские упражнения в л/а, беге на коньках, велоспорте, плавании, фигурное катание на коньках, л/а многоборья; В – прочие виды спорта, не вошедшие в группы А и Б; Г – не занимающиеся спортом.

На практике фосфогенную фракцию отделить от миоглобиновой трудно, поэтому их объединяют в одну так называемую быструю (алактатную) компоненту  $O_2D$ . По величине этой части кислородного долга судят о спринтерских способностях (табл. 6.4.3.). У начинающих спортсменов величина МКД составляет 20-25 мл/кг, у квалифицированных спринтеров значения этого показателя в 2-3 раза выше [39].

Самую большую часть МКД составляет медленная, лактатная фракция, связанная с устранением солей молочной кислоты (лактатов). По существу эта фаза характеризует гликолитическую работоспособность спортсмена. Оценка индивидуальной величины МКД строится по результатам 10-15 измерений скорости оплаты кислородного долга в период восстановления. Детальная методика сложных расчетов МКД представлена в соответствующих пособиях [39]. При определении гликолитической работоспособности учитывают (табл. 5.4.3) половозрастные особенности спортсменов, их квалификацию, модальность нагрузок и направленность тренировочного процесса [66, 70, 72, 74]. Непрямые методы определения гликолитической производительности в лабораторных условиях предполагают использование велоэргометров.

**Тест 6.4.1.** Предложен A.Szogy, G.Cherebetiu [1974]. Относится к пробам с предельными по времени мышечными нагрузками субмаксимальной мощности. Сущность теста заключается в определении максимального количества внешней механической работы на велоэргометре за 1 мин. Порядок тестирования следующий. В начале испытуемый выполняет педалирование в темпе 90 об/мин в течение 1 мин для достижения суммарной мощности работы, равной 225 Вт. После одноминутного отдыха спортсмен выполняет тестирующую нагрузку в течение 1 мин за счет максимально частых оборотов педалей велоэргометра. По ходу теста через каждые 10 с спортсмена информируют о времени, оставшемся до окончания теста. Сопротивление вращению педалей (С) должно быть стандартизировано по весу испытуемого. При массе тела свыше 80 кг это сопротивление (С) составляет 5 Вт/об. При меньшей массе тела значения показателя С рассчитывают из соотношения 6.4.1.

$$C = 30 - (82,5 - \text{масса тела}) / 5, \text{ кгм/об} \quad (6.4.1)$$

Мощность внешней механической работы за 1 мин определяют из уравнения 6.4.2.

$$W = C \times O_n, \quad (6.4.2)$$

где  $W$  – мощность работы, Вт;  $C$  – сопротивление вращению педалей, Вт/об;  $O_n$  – число оборотов педалей за 1 минуту. При средних значениях  $W$ , равных 6,25 Вт/кг, максимальные значения этого показателя могут достигать величины 9,25 Вт/кг [39].

**Тест 6.4.2.** Отличие Вингатского анаэробного теста (ВАНТ<sub>30</sub>) от предыдущего заключается в сокращении времени работы до 30 секунд с одновременным увеличением сопротивления вращению педалей до 0,5 кгм/кг/об. С учетом времени и нагрузочного задания рассчитывают мощность работы в ваттах. Тест ВАНТ<sub>30</sub> выполняют с максимальной частотой педалирования. Основной нагрузке должна предшествовать 5-6-минутная разминка в виде 5-6 спуртов низкой интенсивности по 4-6 с. Тест обладает достаточной диагностической ценностью, так как показатель ВАНТ<sub>30</sub> коррелирует с величиной МКД [Jacobs J. and all, 1983]. Результаты диагностики различных форм выносливости на 20-40% зависят от субъективного отношения обследуемых к процедуре тестирования [69, 71, 74]. Поэтому при определении гликолитического компонента работоспособности необходимо формировать у спортсменов должную мотивацию.

## 6.5 ДИНАМИЧЕСКАЯ СИЛОВАЯ ВЫНОСЛИВОСТЬ

### 6.5.1 Физиологическая характеристика силовой динамической выносливости

Дифференцирование силовых параметров по динамическим и статическим характеристикам выражается и в таких способностях организма, как динамическая и статическая выносливость. Эти способности детерминированы различными нейрофизиологическими и морфологическими механизмами и поэтому практически не коррелируют между собой.

Динамическая силовая выносливость характеризует способность нетренированного человека выполнять работу умеренной мощности по перемещению отягощений (преодолению сопротивлений), равных 20-40% собственной массы тела, в диапазоне до 2-х минут. Время работы находится в обратной зависимости от ее мощности. Систематическая тренировка в режиме силовой динамической выносливости совершенствует механизмы потребления, транс-

порта и утилизации кислорода, увеличивает метаболический резерв мышц и способствует значительному приросту мышечной массы. Эту цель преследуют занятия культуризмом и отчасти атлетической гимнастикой. Следует отметить, что наращивание значительной мышечной массы биологически нецелесообразно. Лишний вес снижает функциональный резерв организма [69]. Максимальных значений эта силовая характеристика достигает у мужчин в 27-28 лет, у женщин несколько ранее – в 25-26 лет. Наибольшие значения силовой динамической выносливости присущи разгибателям туловища. На втором месте – разгибатели бедра, третьем – плеча, четвертом – голени. У спортсменов топография мышечных групп по этому показателю жестко привязана к их специализации (табл. 6.5.1).

Таблица 6.5.1

Силовая динамическая выносливость мышечных групп  
у незанимающихся и спортсменов различных дисциплин  
[Ю.А. Попов, 1986]

Вид деятельности	Плечо		Туловище		Бедро		Голень		Стопа
	сгибатели	разгибатели	сгибатели	разгибатели	сгибатели	разгибатели	сгибатели	разгибатели	сгибатели
Не занимающиеся спортом	7	3	5	1	8	2	9	4	6
Лыжники	9	4	7	2	6	1	8	3	5
Конькобежцы	9	5	7	2	4	1	8	6	3
Марафонцы	9	5	8	4	6	1	7	2	3
Стайеры	9	5	8	4	6	1	7	2	3
Средневики	8	5	6	4	7	1	9	3	2
Спринтеры	8	5	6	4	7	1	9	3	2
Средняя сумма	8,42	4,71	6,71	3,00	6,42	1,13	8,4	3,28	3,42

Измерение силовой динамической выносливости различных мышечных групп предусматривает использование нагрузок различной модальности в среднем темпе в диапазоне от 40 до 150 с. При использовании отягощений (20-40 % массы тела) это время может сокра-

щаться до 30-80 с. Увеличение темпа движений будет приводить к измерению "взрывной" силы, веса отягощения – к диагностике абсолютной или динамической силы [69]. В принципе, для измерения силовой динамической выносливости пригодны любые упражнения, моделирующие спортивную деятельность по энергетическим и биомеханическим параметрам. При тестировании учитывают время и количество движений, исходное и конечное значения пульса. Вес отягощений стандартизуют относительно массы тела (%). Силовую динамическую выносливость оценивают из интегрального показателя ИСДВ.

$$\text{ИСДВ} = 1000 n / t (f_1 - f_0), \quad (6.5.1)$$

где ИСДВ – индекс силовой динамической выносливости, ед.;  $n$  – количество циклов движений, ед.;  $t$  – время работы, с;  $f_0$  и  $f_1$  – исходное и конечное значения пульса, уд/мин. Значения показателя прямо отражают уровень измеряемой функции. Такой подход позволяет не только измерять объем механической работы, но и оценивать отношение организма к выполненной работе. По существу, это и есть специальная работоспособность спортсмена по параметрам силовой динамической выносливости.

**Приводимые ниже тесты отвечают, в основном, требованиям метрологии, теории тестов и оценок. Тем не менее, их реализация предусматривает "жесткую" стандартизацию по пространственно-временным и динамическим параметрам движений.**

## 6.5.2 Методы тестирования силовой динамической выносливости

### Мышц рук и плечевого пояса

**Тест 6.5.1.** Заключается в накручивании на палку троса с отягощением 3-10 кг. Регистрируют суммарное время 3-5 циклов. Меньшее время свидетельствует о большей динамической выносливости мышц кисти и предплечья.

**Тест 6.5.2.** Движения в лучезапястных и локтевых суставах с отягощениями 10-15% массы тела. Оценку производят из уравнения 6.5.1\*.

\* То же в тестах 6.5.2.–6.5.7; 6.5.9-6.5.10; 6.5.12.–6.5.17.

**Тест 6.5.3.** Разгибание рук в упоре на полу, повышенной (пониженной) опоре или брусьях. Вариант – с использованием отягощений (прил. 6.5.1.).

**Тест 6.5.4.** Подтягивание на перекладине различной ширины хватами сверху и снизу. Вариант – широким хватом за голову.

**Тест 6.5.5.** В положении лежа на спине жим штанги различными хватами.

**Тест 6.5.6.** Жим штанги стоя.

**Тест 6.5.7.** То же, в положении сидя.

**Тест 6.5.8.** В и.п. ноги шире плеч, наклон вперед, хват сверху, подтягивать штангу к груди. Туловище не разгибать.

**Тест 6.5.9.** Повторное двух-трехкратное лазание по вертикальному канату (шесту) без помощи (или с помощью) ног. Оценка по прил. 6.5.2.

**Тест 6.5.10.** Из виса на перекладине (кольцах) переход в упор силой в течение заданного времени ( $t \geq 20$  с).

#### Туловище

**Тест 6.5.11.** Подъемы переворотом в упор на перекладине.

**Тест 6.5.12.** В упоре на брусьях или в висе на перекладине (гимнастической стенке) поднимать прямые ноги до заданного угла. Оценка по прил. 6.5.3.

**Тест 6.5.13.** Из и.п. лежа на спине, ноги фиксированы, перейти в положение сидя с одновременным поворотом туловища влево и касанием локтем правой руки колена левой ноги. Преимущество теста заключается в стандартизации движений по биомеханическим параметрам.

**Тест 6.5.14.** То же, без поворотов, но с отягощением за головой.

**Тест 6.5.15.** Из и.п. лежа на бедрах, лицом вниз, ноги фиксированы, руки за головой, разгибать туловище. Вариант – с отягощением за головой.

**Тест 6.5.16.** Тяга штанги на грудь с подрывом.

Рекомендуемый вес отягощения в тестах – 20-30 % массы тела спортсмена.

#### Мышц ног

**Тест 6.5.17.** Приседание на одной ноге ("пистолет") с опорой о гимнастическую стенку на уровне пояса.

**Тест 6.5.18.** Приседание со штангой на плечах. Вес штанги – 30-40% максимальной силы спортсмена в данном упражнении.

**Тест 6.5.19.** Серийные прыжки вверх до касания отметки на уровне 50-75 % максимального прыжка.

**Тест 6.5.20.** Прыжки на одной ноге с продвижением вперед в течение 40-180 с. Цель – преодолеть большее расстояние (м) за меньшее время.

**Тест 6.5.21.** Выпрыгивание вверх из положения низкого седа. Руки на поясе. Оценка по прил. 6.5.4.

**Тест 6.5.22.** Серийные прыжки толчком двух ног на тумбочку высотой 50-75% от максимального прыжка.

**Диагностика силовой динамической выносливости предполагает учет времени и количества движений, веса отягощений, начальных и конечных значений пульса с последующим расчетом интегральных показателей.**

## 6.6 СТАТИЧЕСКАЯ МЫШЕЧНАЯ ВЫНОСЛИВОСТЬ

### 6.6.1 Физиологические механизмы статической мышечной выносливости

По характеру сокращения работу мышц делят на динамическую и статическую. Для первой характерен преодолевающий или уступающий режим, для второй – изометрический, без существенного изменения длины мышцы.

Статическая работа направлена на удержание отягощения либо сохранение определенной позы. При статическом усилии внешняя работа равна нулю. Мышца расходует энергию на поддержание напряжения. Статическая работа является более утомительной, так как поток центростремительных импульсов от проприорецепторов поступает в один и тот же двигательный центр и быстро вызывает охранительное торможение. Зависимость длительности статического усилия от его величины описывается гиперболической кривой (рис. 6.6.1.).

**Статическая мышечная выносливость определяется временем поддержания заданного усилия и выражается через импульсы силы (кгхс).** Эта способность зависит от многих наследственных и средовых факторов. Вклад генетического фактора в статическую выносливость различных мышечных групп колеблется от 22 до 85 % [4]. Развитие этой способности в процессе онтогенеза носит поступательный, но неравномерный характер. Периоды ускоренного развития сменяются замедленными темпами формирования функции. По данным Л.В. Волкова, статическая выносливость кисти у мальчиков от 8

до 11 лет увеличивается на 75,5 %, от 11 до 14 – на 11,4 %, от 14 до 17 – на 10,4 % [26].

Четко просматривается тенденция к замедлению темпов формирования функции по мере достижения биологического предела. У девочек, так же как и у мальчиков, существенный прирост мышечной выносливости кисти приходится на период от 8 до 10 лет. Изменения статической выносливости мышц-разгибателей туловища в процессе онтогенеза отражают чувствительные периоды формирования функции. Наименьший прирост (32,9 %) статической выносливости приходится на средний школьный возраст. На этапе от 8 до 11 лет этот прирост составляет 76,5 %, а от 14 до 17 лет – 63,1 %. Половые различия ярко выражены в период от 7 до 17 лет. Выносливость мышц у девочек существенно ниже. Максимальное время (270 с) удержания виса отмечено у мальчиков в 14 лет, у девочек – в 11 лет (275 с). Время сохранения упора увеличивается у мальчиков до 16 лет, у девочек – до 14 лет. После достижения этого возраста темпы прироста мышечной выносливости замедляются [26].

В 14 лет эта функция достигает 70% возможностей взросло-го человека, в 16 лет – 80%, в 18 лет – 85%. За период школьного обучения способность детей к поддержанию статического усилия увеличивается у мальчиков на 99,1%, у девочек – на 87,5% (табл. 6.6.1.). Максимальных значений эта силовая характеристика достигает к возрасту 25-30 лет [Ю.А.Ермолаев, 1985]. У женщин наиболее высокие темпы прироста статической выносливости от 8 лет до пика своего естественного развития отмечаются для мышц брюшного пресса (109,5 %), сгибателей кисти (36,0 %), разгибателей ног (29,3 %) и, наконец, для мышц спины (27,2 %). Наибольшей выносливостью обладают мышцы спины, разгибатели туловища и ног, меньшей – мышцы, сгибающие кисть, самой меньшей – мышцы брюшного пресса.

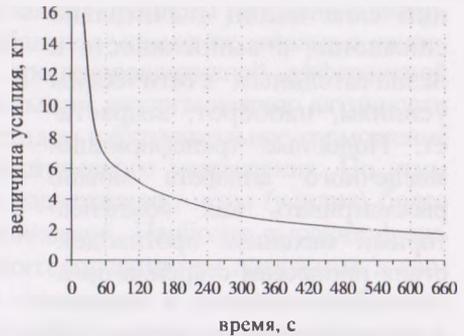


Рис. 6.6.1. Зависимость времени удержания усилия от его величины

В период существенных инволюционных преобразований сила мышц значительно снижается, а выносливость к незначительным статическим усилиям, наоборот, возрастает. Подобные трансформации мышечного аппарата можно рассматривать как компенсаторный механизм противодействия процессам старения организма. Выносливость к статическим нагрузкам на уровне 1/3 максимальной силы достигает у женщин своего пика к возрасту 60-65 лет [Э.Г. Городниченко, 1996]. Однако при сильном напряжении крупных мышечных групп сразу же обнаруживается низкая выносливость мышц спины, брюшного пресса, разгибателей туловища и ног. С увеличением нагрузки требования к сократительным свойствам мышц изменяются.

Необходимо подключать большее количество быстрых волокон, а также использовать не смешанный, а креатининфосфатный механизм ресинтеза АТФ.

Мощность и емкость этого механизма у пожилых людей ограничены. Следовательно, если способность поддерживать субмаксимальное усилие тесно коррелирует с величиной абсолютной силы, то время удержания усилия на уровне  $\leq 50\%$  находится в обратной и нелинейной зависимости от его величины. Это время лимитируется функциональными возможностями ЦНС, емкостью и мощностью аэробно-анаэробного механизма энергообеспечения, устойчивостью организма к гипоксии и в значительной степени зависит от мотивации и воли индивида [69].

Сохранение позы (поддержание усилия), обеспечивается непрерывным возбуждением ограниченной группы нервных клеток, сопровождается незначительной интенсификацией процессов дыхания и кровообращения. При средних по тяжести статических нагрузках

Таблица 6.6.1

Время поддержания кистью статического усилия, равного 50% максимальной силы у детей разного пола и возраста [А.А.Гуминский и соавт., 1990]

Возраст, лет	Время, с	
	Мальчики	Девочки
7	57,3	58,0
8	77,7	73,1
9	77,0	79,2
10	88,0	84,2
11	92,2	89,6
12	95,0	91,6
13	97,2	94,0
14	94,3	104,3
15	105,8	108,8
16	110,2	104,8
17	114,1	108,8

происходит разобщение в работе механизмов потребления, доставки и утилизации кислорода. Подключается гликолитический механизм, вследствие чего в организме развиваются процессы гипоксии и гиперкапнии, наступает утомление. Глобальное утомление связано с непрерывным интенсивным потоком проприорецептивной афферентной импульсации. Эта импульсация вызывает дезорганизацию активности нейронов с последующим их переходом в охранительное торможение и, как следствие, прекращение статического напряжения. По этим причинам статическая работа по поддержанию позы (усилия) более утомительна в сравнении с динамической. Наиболее высокие функциональные резервы нейромоторного аппарата при локальных и глобальных статических нагрузках отмечены у девушек 18-20 лет [Э.Г. Городниченко, 1996]. Выносливость мышц-сгибателей кисти и разгибателей спины к поддержанию усилия, равного 50% максимальной силы, составляет у них соответственно  $26,0 \pm 1,6$  и  $35,0 \pm 2,24$  с [69]. Статическая выносливость, также как и статическая сила, связана с изометрическим режимом работы мышц. При измерении этих способностей принципиальное различие состоит в величине и времени воздействия статических нагрузок. Кратковременные (5-10 с) максимальные усилия характеризуют статическую силу, более длительные (15-200 с) – статическую выносливость.

Уровень статической выносливости является одним из интегральных показателей спортивной работоспособности. Гимнасты, альпинисты и скалолазы демонстрируют высокий уровень выносливости большинства мышечных групп. Фехтовальщики и воднолыжники наиболее выносливы в позе полуприседа; представители парусного и велосипедного спорта отличаются выносливостью мышц туловища и верхних конечностей; стрелки – мышц рук и плечевого пояса.

### 6.6.2 Измерение статической мышечной выносливости

Для измерения статической выносливости различных мышечных групп используют аппаратные методики и статические упражнения (позы). В первом случае применяют модернизированный серийный динамометр с "падающей" стрелкой. Регистрируют время удержания заданного усилия до отклонения стрелки прибора в сторону уменьшения на одно деление. Менее точно характеризуют мышечную выносливость различные по биомеханической структуре и величине прилагаемых усилий статические упражнения (позы). Важной методической особенностью применения этих тестов является необходимость моделирования "профессиональных" поз по простран-

венно-временным и биомеханическим параметрам деятельности. Способность индивида поддерживать заданную позу более трех минут предполагает применение отягощений весом 10-40 % массы тела. В этом случае показатель мышечной выносливости рассчитывают из уравнения 6.6.1.

$$JSR = w \cdot t / 10 (f_1 - f_0), \quad (6.6.1)$$

где JSR – индекс специальной работоспособности, ед.; w – вес отягощения в процентах от массы тела, кг; t – время удержания заданной позы, с;  $f_1$  и  $f_0$  – конечные и начальные значения пульса, уд/мин.

Ниже приводятся надежные и доступные для широкого круга лиц методики измерения статической мышечной выносливости. Их применение предполагает однозначную стандартизацию поз по биомеханическим параметрам.

#### Измерение статической выносливости мышц рук и плечевого пояса

**Тест 6.6.1.** Для определения выносливости мышц-сгибателей кисти регистрируют время поддержания усилия, равного 50-75 %  $F_{\max}$ . Пробу проводят однократно. Результат оценивают по прил. 6.5.1. и 6.5.5 или рассчитывают из уравнения 6.6.2.

$$A = F \times t, \quad (6.6.2)$$

где A – показатель мышечной работоспособности, кг·с; F – величина удерживаемого усилия, кг; t – время, с. Более точную оценку мышечной выносливости с учетом способности испытуемого к мобилизации волевых усилий получают из уравнения 6.6.3.

$$JSR_1 = F \times t / (f_1 - f_0) \quad (6.6.3)$$

Выносливость мышц плечевого пояса в висах и упорах оценивают из соотношения 6.6.4.

$$JSR_2 = t / (f_1 - f_0), \quad (6.6.4)$$

где JSR<sub>2</sub> – индекс статической работоспособности, ед; t – время, с;  $f_1$  и  $f_0$  – конечные и исходные значения пульса, уд/мин.

**Тест 6.6.2.** Вис на перекладине на прямых или согнутых под заданным углом руках. Оценка по прил. 6.5.1; 6.5.5; 6.5.6\*.

**Тест 6.6.3.** Упор на согнутых (прямых) руках на брусках или на полу.

**Тест 6.6.4.** Упор на пальцах в положении лежа на полу. Вариант—руки согнуты.

**Тест 6.6.5.** В и.п. ноги на ширине плеч, руки в стороны, в каждой руке удерживать гантели массой 1-10 кг. Регистрируют время сохранения позы. Оценка теста по уравнению 6.6.5.

$$JSR = w \times t / 10 (f_1 - f_0) \quad (6.6.5)$$

### Мышц туловища

**Тест 6.6.6.** Стоя спиной к стене, поднять и удерживать прямую ногу параллельно полу. Руки прижаты к стене\*\*.

**Тест 6.6.7.** Удержание положения "угол" в висе на перекладине или упоре на брусках.

**Тест 6.6.8.** В положении сидя, руки за головой (на поясе), ноги закреплены, удерживать туловище под заданным углом.

**Тест 6.6.9.** В и.п. лежа на спине, хват снизу за нижнюю перекладину гимнастической стенки, удерживать ноги под углом 45°.

**Тест 6.6.10.** В и.п. упор сидя на полу, удерживать прямые ноги под заданным углом.

### Мышц спины

**Тест 6.6.11.** В и.п. лежа грудью на столе, ноги параллельно полу, партнер удерживает за плечи, сохранять заданную позу.

**Тест 6.6.12.** Из и.п. лежа на животе, руки за головой, ноги закреплены, прогнуться и удерживать позу.

**Тест 6.6.13.** Предназначен для измерения выносливости боковых мышц спины. Спортсмен в положении лежа боком на гимнастической скамейке, ноги фиксированны скрестно, удерживает заданное положение тела.

\* То же в идентичных тестах

\*\* Здесь и в тестах №№ 6.6.7.–6.6.16. регистрируют время сохранения заданной позы

### Мышц ног

**Тест 6.6.14.** Полуприсед на носках, туловище вертикально, угол между бедрами и голенью составляет  $90^{\circ}$ , руки опущены. Сохранять заданную позу.

**Тест 6.6.15.** Положение полуприседа на одной ноге с опорой о гимнастическую стенку.

**Тест 6.6.16.** Выпад одной ногой вперед, руки за головой (на поясе), туловище вертикально.

Рекомендуемые тесты не ограничивают весь круг упражнений для определения выносливости к статическим усилиям. В зависимости от цели исследований, специфики спортивной деятельности, уровня подготовленности спортсменов, их личностных и половозрастных особенностей спектр этих тестов может быть достаточно легко расширен.

Приведенные в данном разделе методики измерения параметров скоростной, силовой динамической и статической выносливости апробированы практикой спорта, однако не являются догмой. При должной мотивации и соответствующей профессиональной подготовленности преподаватель (тренер) легко разработает тесты, моделирующие соревновательные упражнения по пространственно-временным и энергетическим параметрам деятельности.

## 7 ДИАГНОСТИКА АЭРОБНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ И ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

### 7.1 АЭРОБНАЯ ВЫНОСЛИВОСТЬ

#### 7.1.1 Физиологическая характеристика аэробной выносливости

**Выносливость – это способность к длительному выполнению какой-либо деятельности без снижения ее эффективности.** Биологическая сущность выносливости весьма разнообразна при различных видах деятельности. Мышечную выносливость условно классифицируют по режиму работы мышц – на статическую и динамическую, по объему участвующих в движении мышечных групп – на глобальную, региональную и локальную, по зонам относительной мощности – на максимальную, субмаксимальную, большую и умеренную, по энергообеспечению – на аэробную и анаэробную. Следовательно, как таковой общей выносливости не существует. **Выносливость формируется применительно к конкретным видам деятельности со специфическим характером морфологических, физиологических и биохимических изменений в организме.** Каждый вид спорта имеет специфическую структуру отдельных компонентов выносливости. Их соотношение определяет соревновательную выносливость бегунов, прыгунов, пловцов, игроков, стрелков, лыжников и т.д. [69, 83].

**В спортивной практике под аэробной выносливостью понимают способность организма длительное время работать в условиях устойчивого потребления кислорода. Такая выносливость имеет место при работе с участием не менее 70% мышечной массы [33].** Примером аэробной выносливости служит бег и плавание на длинные дистанции, триатлон, лыжные и велосипедные гонки, спортивная ходьба, гребля академическая и т.п. Успешная деятельность в этих видах спорта тесно связана с аэробными возможностями, т.е. способностью организма потреблять и усваивать кислород. Показателем аэробной производительности служит величина максимального потребления кислорода (МПК). Этот показатель чрезвычайно вариабелен и зависит от образа жизни, профессии, климато-географических и экологических условий. Наибольшие значения МПК характерны для спортсменов, тренирующих выносливость к продолжительной работе

большой мощности – марафонцев, стайеров, ходоков, лыжников-гонщиков, велосипедистов-шоссейников, пловцов-стайеров и т.п. Меньшие значения этого показателя характерны для игроков и представителей других спортивных дисциплин (прил. 7.1.4; 7.1.23 – 7.1.24).

Половые различия по МПК в пользу мужчин достигают 20-30% (прил. 7.1.1; 7.1.3). В юном и пожилом возрасте эти различия несколько сглаживаются. Почти функциональная зависимость МПК от массы тела нивелирует аэробные возможности людей разного возраста. МПК 7-8-летних детей в пересчете на 1 кг массы тела не отличается от этого показателя у взрослых. Некоторые исследователи [92, 93] экстраполируют эту закономерность даже на детей 4-6 лет. После 30-35 лет этот показатель снижается в среднем на 10% за каждое десятилетие [39, 92, 93]. МПК связано не только с паспортным, но и с биологическим и функциональным возрастом человека (табл. 7.1.1) [45].

Таблица 7.1.1

Взаимосвязь календарного, биологического и функционального возраста с показателями аэробной производительности организма  
[В.Н. Литвинов и соавт., 2000]

Возраст			Максимальное потребление кислорода, мл/мин/кг		
Календарный	Биологический	Функциональный	Прогнозируемая величина	Фактическая величина	
16	Мужчины	42,70 ± 1,19	41,78 ± 6,38	45,45 ± 3,35	40,68 ± 2,61
17		40,88 ± 0,98	33,90 ± 3,06	48,81 ± 1,24	43,91 ± 1,29
18		40,23 ± 1,79	37,43 ± 2,18	51,50 ± 0,98	44,43 ± 3,25
19		37,80 ± 2,73	27,71 ± 1,11	51,73 ± 0,97	46,37 ± 3,33
20		35,90 ± 3,07	26,83 ± 0,79	52,89 ± 0,82	47,67 ± 2,87
16	Женщины	37,85 ± 2,77	28,45 ± 3,31	43,57 ± 5,38	40,32 ± 1,20
17		37,39 ± 1,33	28,08 ± 1,08	44,93 ± 4,64	40,82 ± 0,33
18		30,72 ± 2,12	28,85 ± 5,39	45,33 ± 4,34	40,82 ± 1,35
19		30,05 ± 1,12	34,85 ± 4,45	45,92 ± 1,74	37,80 ± 1,83
20		29,27 ± 3,14	32,20 ± 5,82	46,42 ± 1,52	39,12 ± 1,43

Аэробные возможности человека до определенной степени определяются типологическими особенностями нервной системы. У ин-

дивидов с инертными процессами возбуждения и торможения способность работать "до отказа" с заданной интенсивностью выше. Индивиды с сильной нервной системой способны более длительное время поддерживать заданный уровень интенсивности [79]. В данном случае понятие силы отождествляется с выносливостью нервной системы как способностью нейронов моторной коры длительное время поддерживать концентрированное возбуждение без перехода в состояние запредельного торможения [84].

Темпы естественного прироста аэробной выносливости носят поступательный, но неравномерный характер и обуславливаются половыми различиями (рис. 7.1.1). У девочек интенсивный прирост функции к 11 годам сменяется ее стабилизацией к тринадцати с последующим снижением к 15 годам. Некоторый прогресс функции у них наблюдается в 16 лет. Однако этот прирост не достигает уровня аэробной производительности у девочек 11-13 лет. Аэробная выносливость у мальчиков увеличивается равномерно до 16-летнего возраста. Некоторое "плато" в развитии этой функции характерно для этапа 10-12 лет (рис. 7.1.1).

Прирост МПК в процессе спортивной подготовки зависит от исходного уровня функции, направленности, периодичности и режима тренировочных занятий. При соответствующем режиме прогресс МПК составляет в среднем около 40%. Однако его индивидуальный уровень может увеличиваться и на 100%. У одних и тех же спортсменов вариабельность значений МПК в течение одного года составляет 15% [69, 93, 108].

Срочная адаптация организма к длительной работе аэробного характера зависит, в основном, от функционального состояния механизмов потребления, транспорта и утилизации кислорода. На уровне дыхательного аппарата это показатели ЖЕЛ, МОД, ЧД, выносливости дыхательных мышц

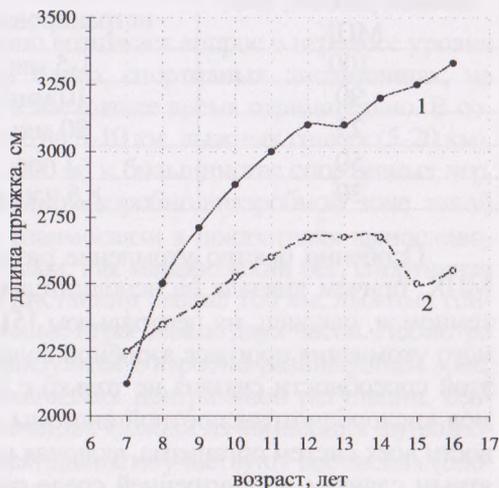


Рис. 7.1.1. Длина дистанции, пробегаемой мальчиками (1) и девочками (2) школьного возраста з 15 мин [по Келлеру]

и диффузионной способности легких; сердечно-сосудистой системы – ЧСС, УОК, МОК и артерио-венозная разница по кислороду; системы крови – кислородная емкость, количество эритроцитов и гемоглобина, ферментов и гормонов; нервно-мышечной системы – соотношение оксидативных и креатининфосфатных мышечных волокон. Ведущая роль в доставке кислорода к энергovesественным субстратам принадлежит величине ударного и минутного объемов крови. Окислительный механизм обеспечивает ресинтез АТФ в условиях непрерывного поступления кислорода в митохондрии мышечных клеток и использует в качестве субстратов окисления углеводы (гликоген и глюкозу), жиры и липиды (жирные кислоты) и частично белки (аминокислоты). Аэробный механизм позволяет выполнять мышечную работу в течение нескольких часов. Развитие процессов утомления связано в первую очередь с увеличением мощности работы, а во вторую – с ее длительностью (табл. 7.1.2).

Таблица 7.1.2

Предельная длительность физических нагрузок разной интенсивности [Astrand, Rodahl, 1970]

Интенсивность мышечной работы, % от МПК	Предельное время работы	
	нетренированные	тренированные
100	1-5 мин	10-15 мин
90	10 мин	50 мин
75	20 мин	3 часа
50	1 час	8,5 часов
30	8,5 часов	-

Особенно быстро утомление развивается при нагрузках  $\geq 50\%$  МПК, причем вначале на исполнительном уровне, затем на межсистемном и, наконец, на центральном [51]. Без значительного глобального утомления прогресс аэробной функции невозможен. Тренировка этой способности связана не только с совершенствованием механизмов кислороднотранспортной системы, но и с повышением устойчивости всех систем организма, включая нервные центры, к неблагоприятным сдвигам во внутренней среде организма, в частности, к нарушению температурного гомеостаза [64].

Исходя из современных представлений о пяти зонах мощности работы [83], связанных с понятиями критической мощности и скорости [27], а также анаэробного и аэробного порогов, участие аэробных источников энергообразования в третьей зоне мощности составляет 70-80%. Остальная часть энергии продуцируется за счет гликолитического и алактатного механизмов энергообеспечения. Это зона смешанного аэробно-анаэробного обеспечения. Основными энергетическими субстратами являются запасы гликогена в мышцах и глюкоза крови. Концентрация лактата в крови достигает 8-10 ммоль/л, ЧСС – 190 уд/мин. По-видимому, общая выносливость в этой зоне мощности проявляться не может, поскольку уже на уровне МПК долевое участие аэробного обеспечения падает ниже 50%. Во второй зоне, ограниченной скоростями анаэробного и аэробного порогов (лактаты крови – до 2 ммоль/л, ЧСС – до 145-150 уд/мин), участие аэробного обмена повышается до 95%. Субстратами окисления служат мышечный гликоген, глюкоза крови и жиры. У нижней границы этой зоны уже может, с определенными ограничениями, проявляться общая выносливость. При нагрузках ниже аэробного порога доля аэробного механизма обеспечения достигает 98-100%, лактаты крови не превышают 2 ммоль/л. Энергообмен идет за счет окисления жиров, запасы которых в организме практически неисчерпаемы. Это и есть аэробная зона, в которой проявляется и тренируется общая (аэробная) выносливость [83].

В связи с этим, закономерно возникает вопрос о переносе уровня выносливости, достигнутого в одних спортивных дисциплинах, на другие. Этот вопрос решается в настоящее время отрицательно. В соревновательных нагрузках в беге на 5-10 км, лыжных гонках (5-20 км), плавании (1500 м), коньках (10000 м) и большинстве спортивных игр, реализуемых в третьей, смешанной аэробно-анаэробной зоне такой перенос отсутствует [83]. Нет взаимосвязи в показателях выносливости и между такими дисциплинами, как марафонский бег, спортивная ходьба на 50 км, велогонки на дистанции свыше 100 км, лыжные гонки на 50 км, триатлон и спортивные игры свыше двух часов. Несмотря на то, что эти дисциплины реализуются в аэробно-развивающей зоне, все они имеют различия в механизмах центральной регуляции, сенсорного и эндокринного обеспечения. Исходя из концепции функциональных систем [8], в любой деятельности участвуют все звенья (блоки) этой системы, но в различной степени и для различных целей [67, 68, 70, 72]. Следовательно, участие аэробно-анаэробного механизма в реализации различных дисциплин циклического характера будет не-

одинаковым. По данным финских ученых [98], обследовавших группу мужчин среднего возраста, регулярно тренирующихся в беге на длинные дистанции, лыжных гонках, академической гребле и велоспорте, их работоспособность на уровне МПК, измеренная на различных эргометрах, оказалась разной (табл. 7.1.3).

Таблица 7.1.3

Физиологические показатели работоспособности испытуемых на уровне МПК с использованием различных эргометров [Kukkonen and all, 1987]

Эргометр	МПК, л/мин/кг	ЧСС, уд/мин	Уе, л/мин	Лактат, ммоль/л
	$\bar{x} \pm y$	$\bar{x} \pm y$	$\bar{x} \pm y$	$\bar{x} \pm y$
Велоэргометр	3,61 ± 0,42	177 ± 11,0	117,4 ± 25,1	8,2 ± 2,2
Гребной	3,39 ± 0,44	173 ± 13,0	111,5 ± 16,3	7,1 ± 1,6
Тредбан (бег)	3,99 ± 0,53	178 ± 10,0	129,8 ± 27,3	9,6 ± 2,3
Тредбан (лыжи)	3,69 ± 0,52	175 ± 10,0	126,9 ± 27,7	7,0 ± 1,9

Эти исследования подтверждают отсутствие переноса общей выносливости в третьей зоне мощности с доминированием смешанного, аэробно-анаэробного механизма энергообеспечения. Исследования Vauckaert et all [1990] вскрыли те же закономерности: при работе на различных эргометрах на уровне ПАНУ у спортсменов высокого класса и студентов института физкультуры были зарегистрированы большие значения  $VO_2$  при использовании специальных эргометров, и меньшие – при использовании других измерительных устройств (табл. 7.1.4).

Идентичные закономерности установил и Н.Н. Озолин при измерении мощности анаэробного порога у сильнейших гребцов-академистов. На гребном (специализированном) эргометре их работоспособность составляла 366-400 Вт/мин, а на велоэргометре или тредбане – 217-250 Вт/мин. Эти два примера достаточно убедительно иллюстрируют отсутствие переноса выносливости во второй зоне мощности. Причина заключается в специфичности нагрузок. Чем ближе эти нагрузки по мощности и модальности к соревновательному упражнению, тем полнее реализуется энергетический потенциал.

Таблица 7.1.4

Потребление кислорода при нагрузке на велоэргометре и тредбане при концентрации лактата в крови 4 ммоль/л [Bauckaert et al, 1990]

Группы	VO <sub>2</sub> на тредбане, мл/мин/кг	VO <sub>2</sub> на велоэргометре, мл/мин/кг
	$\bar{x} \pm y$	$\bar{x} \pm y$
Контрольная	45,1 ± 1,00	37,5 ± 1,40
Бегуны	64,1 ± 1,00	46,3 ± 1,90
Велосипедисты	50,8 ± 2,50	64,2 ± 3,30

Любые аэробные нагрузки имеют свою специфику в виде бега и плавания, езды на велосипеде, спортивных игр и т.п. Спортивная деятельность всегда конкретна, имеет собственные регуляторные и исполнительные механизмы. Гипотетически можно полагать, что и в первой зоне аэробной производительности существенного переноса выносливости с одного вида физических упражнений на другие не будет. Очевидно, рекомендации некоторых специалистов использовать для расширения аэробных возможностей спортсмена интервальную тренировку анаэробной направленности [49] или тренировочные занятия в смешанном режиме энергообеспечения [6] являются малопродуктивными. В этом плане мы разделяем мнение Ф.П. Сулова [83] относительно тренировочных режимов для повышения аэробной производительности: ЧСС – до 150 уд/мин; концентрация лактата в крови – не выше 2 ммоль/л; основные субстраты окисления – жиры (более 50%) и углеводы. Подобная работа выполняется преимущественно медленными оксидативными мышечными волокнами. Это создает необходимые предпосылки для своевременной утилизации лактата в мышцах. Превышение физиологических параметров тренировочных занятий будет приводить к совершенствованию гликолитического механизма энергообеспечения.

Аэробные циклические нагрузки невысокой интенсивности за счет импульсов, идущих от рецепторов мышц, сухожилий и суставов тонизируют деятельность ЦНС. Эти импульсы через посредство ретикулярной формации повышают возбудимость центров дыхания и кровообращения, способствуют нормализации процессов возбуждения и торможения. При развитии глобального утомления возбудимость коры снижается. Несмотря на это, аэробные циклические нагрузки оказывают общее положительное влияние на психоэмоциональный ста-

туса человека за счет продуцирования организмом эндорфинов ("гормонов удовольствия").

Систематические аэробные нагрузки снижают влияние симпатического отдела нервной системы, способствуют формированию феномена экономизации функций в состоянии покоя и оказывают мощное профилактическое воздействие на сердечно-сосудистую и дыхательную системы. Полезная всем, аэробная подготовка крайне необходима представителям профессий с ярко выраженным энергетическим компонентом деятельности и (или) значительным влиянием фактора гипокинезии.

### 7.1.2 Измерение и оценка аэробной производительности

Для определения аэробных возможностей человека используют лабораторные исследования, полевые испытания и косвенные методы расчета МПК. В лабораторных условиях для этой цели применяют велоэргометры или тредбаны (тредмилы).

**Тест 7.1.1.** Измерению МПК с помощью велоэргометра должна предшествовать разминка. Нагрузка должна соответствовать или превышать индивидуальную "критическую мощность" работы. Цель такой нагрузки – максимальная мобилизация физиологических систем, обеспечивающих потребление, доставку и утилизацию кислорода работающими мышцами. В процессе возрастающих по мощности нагрузок (прил. 7.1.5) с помощью специальной газометрической аппаратуры регистрируют индивидуальную величину максимального потребления кислорода [39]. Важной методической особенностью газометрических способов определения МПК является необходимость достижения испытуемым "плато" на кривой зависимости "мощность работы – потребление кислорода". Данный феномен рассматривают как полное исчерпание функциональных резервов кислороднотранспортной системы. Косвенными показателями предельного физического напряжения обследуемого является предельно допустимая (220 уд/мин – возраст, в годах) величина пульса и (или) момент, когда увеличение мощности нагрузки на 25 Вт не приводит к увеличению потребления кислорода более чем на 100 мл/мин. Достижение максимального "потолка" потребления кислорода является изматывающей процедурой, связано с предельным напряжением организма (табл. 7.1.5) и в значительной степени зависит от мотивации индивида. По данным В.Л. Карпмана и соавт. [39], даже у квалифицированных спортсменов надежность этого метода не превышает 50%. Основные характеристики

ступенчато возрастающих нагрузок для определения МПК газометрическим способом приведены в табл. 7.1.6.

Таблица 7.1.5

Значения пульса для достижения МПК [Р.И. Ракитина и соавт., 1989]

Возраст, лет	20	30	40	50	60	70
Пульс, уд/мин (100% МПК)	200	190	180	170	160	150

Таблица 7.1.6

Значения мощности (W) и длительности (t) работы на велоэргометре (частота педалирования – 60 об/мин) при тестировании МПК у спортсменов [В.Л. Карпман и соавт., 1988]

Возрастная группа спортсменов	Пол	Нагрузка	
		W, Вт	t, мин
Юные	мужчины и женщины	20-50	1-3
Взрослые	мужчины	50-80	1-3
	женщины	30-70	1-3

При определении МПК на тредмиле нагрузку увеличивают за счет увеличения скорости движения ленты, угла ее наклона или совмещения первого и второго способов. Ориентировочные значения этих параметров приведены в соответствующих монографиях [27, 39].

При использовании "ступеньки" для измерения МПК мощность работы рассчитывают из уравнения 7.1.1.

$$W = \frac{P \times h \times n \times 1,33}{t}, \quad (7.1.1)$$

где W – мощность работы, кгм/мин; P – масса тела, кг; h – высота ступеньки, м; n – количество циклов восхождения на ступеньку; t – время, мин.

**Тест 7.1.2.** Функциональная проба разработана лабораторией кардиологии ГЦОЛИФК в виде "укороченного" до 2-5 мин велоэргометрического теста. Используют однократную нагрузку, превышаю-

щую индивидуальную критическую мощность работы. Непрерывно регистрируют потребление  $O_2$  до достижения и кратковременного удержания его максимального уровня. Этот предельный уровень соответствует МПК [92, 93]. Процедура более короткая, и поэтому более щадящая в сравнении с предыдущей. МПК зависит от способа измерения. У одних и тех же спортсменов при тестировании на разных эргометрах величины МПК неодинаковы и определяются спецификой их спортивной деятельности [98].

Прямые методы трудоемки, сложны, требуют специального оборудования и обученного персонала. Процедура тестирования сопряжена с предельным напряжением организма. Поэтому в практике массовых обследований применяют менее громоздкие и более щадящие, непрямые методы измерения МПК, основанные на линейной зависимости между частотой сердечных сокращений в пределах 170 уд/мин, мощностью работы и величиной потребления кислорода.

Из всех косвенных способов определения МПК в практике массовых исследований наибольшее распространение получила методика J. Astrand, J. Ryhming, [92]. Точность метода колеблется в пределах  $\pm 6\%$ . Велоэргометрический вариант пробы предусматривает 5-6-минутную субмаксимальную нагрузку мощностью 75% МПК с частотой сердечных сокращений до 150 уд/мин. Значения пульса регистрируют на последней минуте работы в стадии "устойчивого состояния". С учетом мощности работы, значений пульса и поправочного коэффициента (прил. 7.1.7) рассчитывают значения МПК и приводят их к массе тела (мл/мин/кг). Мощность субмаксимальных нагрузок подбирают в соответствии с рекомендациями R. Shephard, [104] (прил. 7.1.5), а значения МПК оценивают по прил. 7.1.8.

**Тест 7.1.3.** Предложен Von Döbeln et al [1984]. Позволяет измерить МПК с точностью  $\pm 15\%$ . Предполагает 5-минутную нагрузку субмаксимальной мощности с последующим расчетом величины МПК из формулы 7.1.2

$$\text{МПК} = \sqrt{1,29 \frac{N}{f_n - 60}} \times e^{-0,00884T}, \quad (7.1.2)$$

где  $N$  – мощность нагрузки, кгм/мин;  $T$  – возраст обследуемого, лет;  $f_n$  – пульс на последней минуте нагрузки, уд/мин;  $e$  – основание натурального логарифма (2,718). Для удобства расчетов разработаны поправочные коэффициенты на возраст (прил. 7.1.9) и шкалы оценок МПК (прил. 7.1.3). Модификация этого теста для нетренированных

школьников предусматривает расчет величины МПК из уравнения 7.1.3 с последующим внесением поправок по табл. 7.1.7, 7.1.8 и оценкой по прил. 7.1.2.

Таблица 7.1.7

Величина коэффициента (К) для школьников разного возраста  
[А.А. Гуминский и соавт., 1990]

Возраст, лет	Коэффициент К	Возраст, лет	Коэффициент К
8	0,931	13	0,891
9	0,922	14	0,883
10	0,914	15	0,878
11	0,907	16	0,868
12	0,900	–	–

Таблица 7.1.8

Поправочные коэффициенты для расчета МПК у детей  
[А.А. Гуминский и соавт., 1990]

Возраст, лет	Поправка, А		Поправка, h	
	Мальчики	Девочки	Мальчики	Девочки
8	1,05	0,80	-30	-30
9	1,11	0,85	-30	-30
10	1,11	0,95	-30	-30
11	1,15	0,95	-40	-30
12	1,20	0,98	-50	-40
13	1,20	0,98	-50	-40
14	1,25	1,05	-60	-40
15	1,27	1,05	-60	-40
16	1,29	1,10	-60	-40

$$\text{МПК} = A \times \sqrt{\frac{N}{H-h}} \times K, \quad (7.1.3)$$

где А – эмпирическая поправка к формуле 7.1.3, N – мощность работы, H – пульс при данной мощности работы, h – возрастно-половая поправка к пульсу, К – возрастной коэффициент.

В основу косвенных (расчетных) методов определения МПК положены зависимости ( $0,40 < r < 0,80$ ) между этим показателем и показателями двигательной подготовленности, соматотипа, функционального состояния кардиореспираторной и мышечной систем. Эти методы менее точны, но более просты и доступны. Так, С.А. Душанин и соавт. [1980] разработали экспресс-метод расчета МПК по четырем простым показателям, интегрированным в уравнение 7.1.4.

$$\text{МПК} = 26 \times \Sigma X_{1-4} + 532, \quad (7.1.4)$$

где  $X_1$  – возраст (за каждый год жизни начисляют один балл);  $X_2$  – пульс в покое (за каждое сердечное сокращение ниже 95 уд/мин начисляют один балл);  $X_3$  – пульс спустя 2 мин после 20 приседаний за 40 с (соответствие ЧСС исходной величине дает 30 баллов, превышение на 10 уд/мин – 10, на 20 уд/мин – 5, более 20 уд/мин – из набранной общей суммы вычитают 10 баллов);  $X_4$  – объем сердца, который рассчитывают из формулы 7.1.5.

$$V = 20 \sqrt{\frac{P}{l}}, \quad (7.1.5)$$

где  $V$  – объем сердца,  $\text{см}^3$ ;  $P$  – масса тела, г;  $l$  – длина тела, см. За каждое увеличение объема сердца на  $10 \text{ см}^3$  свыше  $270 \text{ см}^3$  начисляют 5 баллов. Средняя ошибка расчета величины МПК по С.А. Душанину составляет  $\pm 10\%$ . Г.Л. Апанасенко [1985] предложил рассчитывать МПК у мальчиков (уравн. 7.1.6.) и девочек (уравн. 7.1.7) по показателям их физиометрического статуса и двигательной подготовленности с последующей оценкой по табл. 7.1.9.

$$\text{МПК, л/мин} = X_1/20 + X_2/100 + X_3/20 - 1,1 \quad (7.1.6)$$

$$\text{МПК, л/мин} = X_1/20 + X_2/250 + X_3/100 - 0,7, \quad (7.1.7)$$

где  $X_1$  – масса тела, кг;  $X_2$  – прыжок в длину с места, см;  $X_3$  – ЖЕЛ, мл. Учитывая высокие ( $r \geq 0,90$ ) зависимости между аэробной производительностью и физической работоспособностью, В.Л. Карпман и соавт. [39] предложили рассчитывать МПК из уравнения 7.1.8.

$$\text{МПК} = 1,7 \text{ PWC}_{170} + 1240 \quad (7.1.8)$$

Существуют и другие модели, позволяющие с различной степенью надежности рассчитывать значения МПК по результатам бега или ходьбы на дистанции от 600 до 3000 м. С увеличением длины дистанции вклад аэробного механизма в энергообеспечение возрастает [39, 45, 69]. Это обеспечивает более тесную связь МПК с результатами бега (табл. 7.1.10), а следовательно, и более точный расчет данного показателя (уравн. 7.1.9) [45].

Таблица 7.1.9

Оценка аэробных возможностей у детей и подростков обоего пола в зависимости от величины МПК [Л.П. Сергиенко, 2001]

МПК, мл/мин/кг	Оценка
$\leq 35,0$	низкая
35,1 – 41,9	ниже средней
42,0 – 50,9	средняя
51,0 – 59,9	выше средней
$\geq 60,0$	высокая

Таблица 7.1.10

Зависимости между результатами бега на дистанции 600-3000 м и МПК [В.Н. Литвинов и соавт., 2000]

Дистанция	Величина связи с МПК (r)	Величины корректирующих коэффициентов (А, К) для определения МПК в зависимости от длины дистанции	
		А	К
600	0,49	1,44602	5978,12
1000	0,68	4,94004	10342,4
1500	0,77	9,28036	15547,8
2000	0,83	9,53458	21498,5
3000	0,88	10,2169	33660,4

$$\text{МПК, мл / мин / кг} = A + K/t, \quad (7.1.9)$$

где  $A$  и  $K$  – корректирующие коэффициенты в зависимости от длины дистанции (табл. 7.1.10);  $t$  – время преодоления дистанции, с.

Предложенный George S. D. et all [1988] способ предсказания величины МПК (уравн.7.1.10) по результатам бега на 1 милю ( $\approx 1600$ м) учитывает пол (0=женский; 1 = мужской), массу тела ( $P$ , кг), время бега ( $t$ ) и пульс ( $F$ ).

$$\text{МПК} = 100,5 + 8,344 \times \text{пол} - 0,1636 \times P - 1,438 \times t - 0,928 \times F \quad (7.1.10)$$

По мнению разработчиков, информативность данной модели в предсказании МПК достаточно высока ( $r = 0,84$ ).

Larsen G.E. et all [1990] разработали упрощенную модель (уравн. 7.1.11) расчета МПК по результатам бега на дистанцию 2400 м. Прогностическая ценность модели составляет  $r = 0,86$  и базируется на определении массы тела ( $P$ , кг) и времени бега ( $t$ , с)

$$\text{МПК} = 65,404 + 7,707 \times \text{пол} - 0,159 \times P - 0,843 \times t \quad (7.1.11)$$

Величину МПК можно определить и по 12-минутному тесту Купера (прил. 7.1.10-7.1.11). Однако тест Купера, при всей его популярности, имеет ряд существенных недостатков: в значительной степени зависит от установки обследуемого на предельную мобилизацию функциональных возможностей: не учитывает физиологической стоимости бега; предполагает умение обследуемого правильно распределять силы на всей дистанции. Применительно к плаванию этот тест вообще нельзя считать информативным; при одинаковом функциональном напряжении и расходе энергии заведомо лучший результат покажут лица, хорошо освоившие технику спортивного плавания. С учетом этих недостатков, Тартусским университетом разработана модификация теста Купера (уравн. 7.1.12)

$$\text{ИМТК} = \frac{100 \times l}{2(f_1 + f_2 + f_3)}, \quad (7.1.12)$$

где ИМТК – индекс модифицированного теста Купера, ед;  $l$  – длина преодоленной дистанции, м;  $f_1, f_2, f_3$  – значения пульса после 1, 2, 3-ей минуты восстановления, уд/мин.

Л.П. Сергиенко [5] предложил рассчитывать значения МПК у детей и подростков по результатам бега на дистанции от 600 до 3000 м с последующей их оценкой по возрастным шкалам (прил. 7.1.12-7.1.15). Наиболее адекватным тестом для предсказания МПК, по-

видимому, является прогрессирующий длительный бег по методике Легер. Тест начинается с быстрой ходьбы (вработывание) и предусматривает увеличение скорости бега (мощности работы) через 2 мин. Через каждые 30 с бегун получает информацию о скорости бега. Смену скорости регламентируют в соответствии с приложением 7.1.14, а значения МПК определяют по прил. 7.1.15. По существу этот тест до определенной степени моделирует ступенчато возрастающие нагрузки при прямом определении МПК. В этом и заключается его диагностическая ценность.

Косвенные, расчетные методы определения МПК просты и удобны, однако менее точны и более субъективны, так как результаты бега зависят от мотивации и волевых свойств индивида [39, 69]. Не лишены этих недостатков и спортивные тесты для определения аэробной выносливости. В качестве тестов используют длительные циклические локомоции любой модальности: ходьбу, бег, езду на велосипеде, плавание, греблю и т.д. Выбор теста определяется половозрастными особенностями, функциональными возможностями и (или) спецификой спортивной деятельности обследуемого контингента [69, 83, 98].

**В практике массового спорта аэробную выносливость определяют по результатам бега или ходьбы на дистанциях от 600 до 3000 м.** Иногда, как в тесте Купера, нагрузку ограничивают временем, что совершенно не принципиально. Важными показателями являются длина дистанции и время работы. С увеличением этих параметров зависимости между МПК и временем бега (ходьбы) возрастают [39, 45, 69, 98]. Следовательно, информативность теста повышается. Не менее, а возможно, и более важной является необходимость учитывать отношение организма к выполненной работе. Один и тот же результат в беге может быть достигнут ценой неодинакового физиологического напряжения организма. Например, школьник А-ов 17-ти лет за 12 минут бега преодолел дистанцию 3196 м. Этот результат оценивается 95 баллами (прил. 7.1.16). Исходный пульс у него равен 74 уд/мин, после бега – 180 уд/мин. Школьник Б-ин того же возраста, и за то же время преодолел 2934 м. Его пульс составляет соответственно 76 уд/мин и 160 уд/мин; оценка равна 80 баллам. Исходя из результатов бега и балльных оценок, аэробная выносливость выше у А-ова. Однако, если рассчитывать этот показатель из уравнения 7.1.13 (где  $V$  – скорость бега, м/с;  $f_1$  и  $f_0$  – конечное и исходное значения пульса, уд/мин), приходим к противоположному выводу.

$$\text{ИАэрВ} = \frac{100 \times V}{f_1 - f_2} \quad (7.1.13)$$

Индекс аэробной выносливости (ИАэрВ) первого школьника составляет 4,19 ед., второго – 4,85 ед., т.е. его аэробная выносливость выше. Очевидно, А-ов показал лучший результат исключительно благодаря мощной мотивации и воле. Эти психические свойства позволили ему преодолеть часть дистанции за счет смешанного, аэробно-анаэробного, а возможно и гликолитического механизма энергообеспечения. У второго школьника должная мотивация отсутствовала, поэтому он преодолел дистанцию в 2934 м преимущественно за счет аэробного механизма. Следовательно, мощность и емкость этого механизма у него выше, поскольку ниже "физиологическая цена" преодоленной дистанции. **Очевидно, определение аэробной выносливости с использованием различных беговых (и не только) дистанций должно идти за счет: 1) физиологической оценки преодоленной дистанции; 2) регламентации скорости бега, одинаковой для всех испытуемых.** В этом случае значительно нивелируется действие таких психических факторов, как мотивация и воля, которые на 20-40% определяют результаты тестирования различных форм выносливости [39, 69].

**Приводимые ниже тесты носят традиционный характер. Их выполнению должна предшествовать 5-10-минутная малоинтенсивная разминка из упражнений на растягивание и медленного бега. Подобная разминка выводит организм на более высокий уровень функционирования, тем самым сокращая время вработывания на дистанции.**

**Тесты 7.1.4-7.1.8** представляют собой бег в течение 5, 6, 7, 9, 12 минут. Учитывают пройденную дистанцию (м) и время. Результат оценивают по прил. 7.1.17 – 7.1.18. Более точную и адекватную оценку аэробной выносливости можно получить из уравнений 7.1.13 и 7.1.14.

$$\text{ИВ} = l / (f_1 - f_0) \quad (7.1.14)$$

где ИВ – индекс выносливости, ед;  $l$  – расстояние, преодоленное за заданное время (м);  $f_1$  – значение пульса спустя 1 минуту после бега;  $f_0$  – исходное значение пульса (уд/мин). Подобный подход к тестированию аэробной выносливости учитывает сдвиги гомеостатических констант организма в процессе бега и одновременно нивелирует влияние мотивации и воли на измерение аэробных кондиций.

## 7.2 ФИЗИЧЕСКАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ

### 7.2.1 Понятие о физической работоспособности

Физическую работоспособность трактуют как способность человека к выполнению конкретной работы за счет мышечных усилий, определяющих достижение конкретного результата деятельности [21]. В таком понимании физическая работоспособность не сводится к понятиям "выносливость" и "тренированность". Выносливость носит специфический характер и в каждом виде спорта имеет собственные механизмы центральной регуляции и энергообеспечения [21, 69, 74, 83]. Тренированность – это результат подготовки спортсмена к специфической деятельности. В таком понимании тренированность отражает уровень функциональной готовности индивида ко всем аспектам спортивной деятельности [21, 39, 69, 74]. С позиций концепции функциональных систем [8] физическая работоспособность является результатом временной организации и взаимодействия регуляторных и исполнительных механизмов для достижения определенной цели. Эффективность и согласованность нервных, гуморальных и исполнительных механизмов функциональной системы и определяет уровень физической работоспособности человека. В качестве исполнительных звеньев физической работоспособности выступают те же физиологические механизмы, которые обеспечивают аэробную производительность. Между показателями МПК и  $PWC_{170}$  существуют высокие ( $r \geq 0,90$ ) корреляции, в основе которых лежат прямые зависимости между мощностью работы, потреблением кислорода и приростом ЧСС [10, 39, 92, 105]. Аэробная производительность связана с антропоморфологическими признаками человека. Эти зависимости характерны и для физической работоспособности. Например, у девочек 11-17 лет между компонентами пробы  $PWC_{170}$  и антропометрическими признаками существуют достаточно высокие ( $0,69 < r < 0,84$ ) корреляции. Несколько ниже ( $59 < r < 0,61$ ) эти зависимости в отношении показателей гибкости, скоростно-силовой и координационной подготовленности. Между толщиной жировой прослойки и значениями  $PWC_{170}$  существуют обратные связи [Г. Суворова, 2002]. Физическая работоспособность, как и любые другие двигательные функции, зависит от генетических задатков и фенотипических влияний и в конечном итоге определяется типом высшей нервной деятельности, половозрастными особенностями и темпами биологического развития организма.

## 7.2.2 Методы определения физической работоспособности

В основе измерения физической работоспособности лежат те же методологические принципы, что и при диагностике аэробной производительности. **Показатели физической работоспособности определяют прямым, косвенным или расчетным путем.** Наиболее точны прямые методы измерения с использованием различных эргометров. При определении толерантности к физическим нагрузкам Комитет экспертов Всемирной организации здравоохранения рекомендует в зависимости от возраста, пола и состояния здоровья обследуемых следующие нагрузки: для женщин начальная нагрузка равна 25 Вт с увеличением на каждой последующей "ступени" на ту же величину; для мужчин – в два раза больше; для молодых и тренированных – 100 Вт, пожилых и больных – 10 Вт на каждой "ступени". Достигнутая на последней "ступени" мощность работы является показателем физической работоспособности (Вт). К прямым методам определения физической работоспособности относят и тест Новаки [102].

**Тест 7.2.1.** Тест является оптимальным способом прямого определения физической работоспособности у квалифицированных спортсменов. Исходный уровень нагрузки на велоэргометре составляет 1 Вт/кг. Через каждые две минуты мощность нагрузки увеличивают на ту же величину, вплоть до отказа спортсмена от ее выполнения (рис. 7.2.1). Достигнутый на последней ступени уровень нагрузки характеризует физическую работоспособность (Вт/кг) спортсмена [102]. Результаты тестирования оценивают по прил. 7.2.1 с учетом рис. 7.2.1.

**Тест 7.2.2.** Предварительно у спортсмена определяют индивидуальное значение  $PWC_{170}$ . Спустя 5-10 минут ему предлагают выполнить ту же нагрузку. Регистрируют время "удержания" спортсменом заданной мощности работы. У нетренированных молодых людей (студентов) это время составляет  $10 \pm 2$  мин [39].

**Тест 7.2.3.** Наиболее простым способом определения физической работоспособности относительно тренированных лиц является степ-тест (шаговая проба) Гарвардского университета. В классическом варианте степ-теста (ИГСТ) обследуемый в течение 5 минут выполняет 30 восхождений на "ступеньку" высотой 50 см в темпе 120 шагов/мин. Для женщин время работы составляет 4 минуты, высота ступеньки – 40 см. Темп шагов задается метрономом либо счетом инструктора.

Спустя 1 мин. после нагрузки трижды подсчитывают пульс за 30 с: от 60 до 90 с ( $f_1$ ); от 120 до 150 с ( $f_2$ ); от 180 до 210 с ( $f_3$ ). Значения ИГСТ рассчитывают из уравнения 7.2.1.

По нашим наблюдениям [66, 69, 74] 80% мужчин и 90% женщин в возрасте 18-20 лет неспособны выполнить нагрузку классического степ-теста. Для них наиболее оптимальным является его 3-минутный вариант (уравн. 7.2.2).

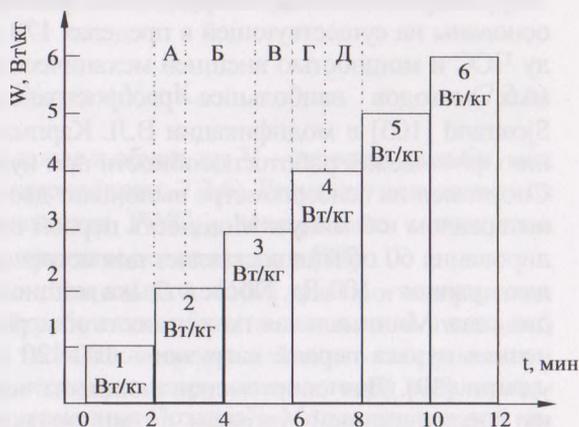


Рис. 7.2.1. Тест Наваки [В.Л. Карпман и соавт., 1988]

$$\text{ИГСТ} = \frac{t \times 100}{(f_1 + f_2 + f_3)} \quad (7.2.1)$$

$$\text{ИГСТ} = \frac{9000}{(f_1 + f_2 + f_3)}, \quad (7.2.2)$$

где  $t$  – время, с;  $f_1, f_2, f_3$  – частота пульса, уд/мин.

При обследовании детей и нетренированных лиц среднего и старшего возраста мощность нагрузки сохраняют, время работы не регламентируют, пульс ( $f_2$ ) измеряют однократно в течение 30 секунд второй минуты восстановления. Время работы для детей 8-11 лет составляет три минуты, для детей младше 8-ми – две минуты. Высота ступеньки для обеих групп одинакова – 35 см. Индекс рассчитывают из соотношения 7.2.3.

$$\text{ИГСТ} = \frac{t \times 100}{f_2 \times 5,5} \quad (7.2.3)$$

Непрямые методы определения физической работоспособности основаны на существующей в пределах 170 уд/мин зависимости между ЧСС и мощностью внешней механической работы. Из всех непрямых методов наибольшее распространение получила методика Sjostrand [105] в модификации В.Л. Карпмана [39] по прогнозированию физической работоспособности при пульсе 170 уд/мин ( $PWC_{170}$ ). Спортсмен на велоэргометре выполняет две пятиминутные нагрузки с интервалом в 5 минут. Мощность первой нагрузки при частоте педалирования 60 об/мин составляет для нетренированных женщин 50 Вт, для мужчин – 100 Вт. После отдыха мощность работы увеличивают в два раза. Минимальная погрешность измерений достигается при значениях пульса первой нагрузки – 100-120 уд/мин, второй – 140-160 уд/мин [39]. Для спортсменов мощность нагрузки регламентируется их специализацией, уровнем функциональной готовности и массой тела (прил. 7.2.4 – 7.2.5). Показатели физической работоспособности ( $PWC_{170}$ ) рассчитывают из формулы 7.2.4 и приводят к массе тела (Вт/кг).

$$PWC_{170} = N_1 + (N_2 - N_1) \times \frac{170 - F_1}{F_2 - F_1}, \quad (7.2.4)$$

где  $N_1$  и  $N_2$  – мощность первой и второй нагрузок, Вт;  $F_1$  и  $F_2$  – пульс первой и второй нагрузок, уд/мин. При отсутствии велоэргометра используют "ступеньку" соответствующей высоты (прил. 7.2.9). Мощность работы рассчитывают из уравнения 7.1.1 либо получают из приложения 7.1.6.

**Тест 7.2.4.** Показатель  $PWC_{170}$  можно определить с помощью циклических нагрузок любой модальности, например, бега (уравн. 7.2.5).

$$PWC_{170} = V_1 + (V_2 - V_1) \times \frac{170 - F_1}{F_2 - F_1}, \quad (7.2.5)$$

где  $V_1$  и  $V_2$  – скорость бега на соответствующих дистанциях, м/с;  $F_1$  и  $F_2$  – значения пульса, уд/мин. При этом важно сохранять время (5 мин), одновременно увеличивая скорость бега. Например, обследуемый преодолел дистанцию 800 м за 5 мин со средней скоростью 2,67 м/с и пульсовой стоимостью 120 уд/мин. После пятиминутного отдыха в забеге на 1200 м эти показатели соответственно составили: 5 мин; 40 м/с; 160 уд/мин. Следовательно, показатель физической работоспособности равен 7,1 м/с.

**Тест 7.2.5.** Разработан кафедрой спортивной медицины ГЦО-ЛИФК для определения  $PWC_{170}$  с помощью ходьбы с различной ско-

ростью. Мощность работы 1-й и 2-й нагрузок рассчитывают из уравнения 7.2.6.

$$W = m \times V \times K, \quad (7.2.6)$$

где  $m$  – масса человека в одежде и обуви, кг;  $V$  – скорость ходьбы, м/с;  $K$  – эмпирический коэффициент (прил. 7.2.6). Результат оценивают из прил. 7.2.7. Значения показателя  $PWC_{170}$ , измеренные с помощью ходьбы и велоэргометрии, практически совпадают [39].

**Тест 7.2.6.** Предложен Tomval G.A. [107] для прогнозирования максимальной физической работоспособности человека в течение 6 мин ( $PWC_{\max 6}$ ). Сущность теста заключается в том, что спортсмен выполняет на велоэргометре несколько нагрузок с частотой педалирования 60 об/мин до полного утомления ("отказа"). Мощность каждой нагрузки разная, но позволяющая работать в течение 2-12 мин [39]. На последней "ступеньке" нагрузки регистрируют мощность и время работы, а по номограмме (прил. 7.2.8) определяют максимальную мощность работы, которую спортсмен способен удерживать в течение 6 мин ( $PWC_{\max 6}$ ).

При проведении максимальных функциональных проб типа МПК и  $PWC_{170}$  их величины мало зависят от таких особенностей тестирования, как предварительная разминка, непрерывное или ступенчатое повышение нагрузки и т.п. [96, 103] Бóльшее значение имеет способ тестирования. При стандартном тестировании на тредбане показатель физической работоспособности на 3-4 и 7-8% выше в сравнении со степ-тестом и велоэргометром. Эти особенности следует учитывать при измерении физической работоспособности с использованием различных эргометров. Показатели физической работоспособности тесно ( $r \geq 0,90$ ) связаны с показателями аэробной производительности. Менее выражены ( $0,5 < r < 0,7$ ) эти зависимости в отношении различных сторон двигательной подготовленности и антропометрических статуса. Следовательно, надежность расчетов таких показателей, как ИГСТ и  $PWC_{170}$ , определяется степенью их корреляции с включаемыми в модели показателями других тестов: чем ближе механизмы энергообеспечения этих проб к аэробной производительности, тем адекватней и точнее будут прогнозируемые величины физической работоспособности. С учетом этих закономерностей предложено значительное количество расчетных методов определения  $PWC_{170}$ .

Расчет значений  $PWC_{170}$  по величине МПК (уравн. 7.2.7) предложен В.Л. Карпманом и соавт. [39].

$$PWC_{170} = \text{МПК} - 1240 / 1,7 \quad (7.2.7)$$

В.М. Волков и Е.Г. Мильнер [1987] предложили определять значения  $PWC_{170}$  (кгм/мин/кг) по результатам 1,5-мильного теста Купера (уравн. 7.2.8).

$$PWC_{170} = (33,6 - 1,3T_K) \pm 1,96 \quad , \quad (7.2.8)$$

где  $T_K$  – время преодоления дистанции в 1,5 мили, мин.

По мнению Л.Я. Иващенко [1986] для прогнозирования физической работоспособности пригодны тесты скоростно-силовой направленности. Прогнозируемую величину физической работоспособности (Вт/кг) у мужчин рассчитывают из уравнения 7.2.9 с оценкой по прил. 7.2.10.

$$\Phi P = 3,2 + 0,0006x_2^2 - 0,03x_3 + 0,001x_1, \quad (7.2.9)$$

где  $x_1$  – прыжок вверх с места,  $x_2$  – разгибание рук в максимальном темпе в упоре лежа в течение 30 с,  $x_3$  – возраст.

Исходя из тех же соображений, В.Н. Литвинов и соавт. [45] предложили определять значения  $PWC_{170}$  (уравн. 7.2.10), с учетом длины дистанции и корректирующих коэффициентов для каждой из них (прил. 7.2.11).

$$PWC_{170} \text{ (кгм/мин)} = A + K/t \quad (7.2.10)$$

Однако измерение – это лишь первый этап диагностики. Второй, не менее важный – оценка результатов тестирования (прил. 7.2.12-7.2.16). На этот счет нет и, по-видимому, не может быть однозначных решений. Сравнительный анализ публикаций, проведенный К.Ю. Ажицким [1991] в отношении нетренированных лиц и В.Л. Карпманом относительно квалифицированных спортсменов [1988], показал полное несовпадение разработанных различными авторами шкал оценок физической работоспособности. Причина этих несовпадений заключается в том, что в каждом конкретном случае используются разные эргометры, изучаются различные популяции, тестируются спортсмены неодинаковых специальностей, квалификации и уровня подготовленности, причем без учета их возраста и этапа спортивной подготовки.

## 8 ДИАГНОСТИКА ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

### 8.1 ПОНЯТИЕ О ФИЗИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ ЧЕЛОВЕКА

С позиций фундаментальных положений биологии [89], физиологии активности [18], теории деятельности [44], функциональных систем [8], адаптации и здоровья [7, 10] **физическое состояние характеризуется совокупностью показателей, отражающих половозрастные особенности, антропометрический профиль, двигательную подготовленность, функциональное состояние мышечной и кардиореспираторной систем человека.** В процессе индивидуального развития вклад этих переменных в формирование физического статуса человека изменяется. Уже в возрасте 5-6 лет дети представляют собой неоднородную группу. Так, по данным Д.В. Куличевского [1991], мальчики 5 лет превосходят девочек того же возраста по антропометрическим признакам и статическим легочным объемам (табл. 8.1.1).

*На данный период времени (Завтра)*

Таблица 8.1.1

Показатели антропометрического статуса детей 5-6 лет  
[Д.В. Куличевский, 1991]

Показатели	Пол	Возраст	
		5 лет	6 лет
		$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$
Масса тела, кг	д	19,2 ± 2,3	22,7 ± 3,2
	м	21,7 ± 3,6	22,0 ± 3,2
Длина тела, см	д	112,4 ± 4,9	120,4 ± 4,9
	м	116,9 ± 6,1	118,6 ± 4,1
Длина тела сидя, см	д	60,8 ± 3,0	64,9 ± 2,1
	м	63,4 ± 3,0	64,7 ± 3,4
ЖЕЛ, мл	д	1210 ± 129	1410 ± 144
	м	1450 ± 244	1510 ± 144
Окружность грудной клетки, см	д	54,0 ± 2,0	56,7 ± 2,6
	м	57,5 ± 3,3	57,3 ± 3,0
Окружность запястья, см	д	14,3 ± 0,7	14,9 ± 0,6
	м	15,0 ± 0,8	15,0 ± 0,9



(24,8%); 2) алактатная энергообеспеченность (23,5%); 3) анаэробно-аэробная производительность (14,3%); 4) устойчивость к гипоксии (7,3%) [Т.И. Михайлова, 2001]. При среднем уровне физического развития, удовлетворительной скоростно-силовой подготовленности и устойчивости к гипоксии у мальчиков 10-11 лет понижен потенциал анаэробно-аэробной функции. Для них характерен некоторый дефицит (-13%) массы тела и пониженные (10%) функциональные возможности аппарата внешнего дыхания. Кардиогемодинамика отличается характерной для нетренированных детей низкой экономичностью кровообращения и доминированием симпатической регуляции [Т.И. Михайлова, 2001].

Антропометрический статус определяет физическое состояние и после окончания пубертатного периода. Физический статус молодых женщин и мужчин на 41,4 и 26% соответственно обусловлен тотальными размерами их тела (табл. 8.1.3-8.1.4). К 25-ти годам значимость этого фактора снижается до 10%. На второй план (27,4%) выдвигается потенциал аэробной функции. Вклад этого фактора в структуру физического статуса женщин 21-25 лет остается стабильно высоким. Третьим по значимости фактором, определяющим их физическое состояние, является статическая мышечная выносливость. Вклад этого фактора на этапе от 18 до 25 лет не изменяется, в то время как значимость скоростно-силовой и координационной подготовленности от этапа к этапу возрастает (табл. 8.1.3).

Таблица 8.1.3

Структура физического состояния молодых женщин  
[В.А. Романенко, 1999]

Факторы физического состояния	Вклад факторов в общую дисперсию (D) выборки, %		
	18 лет	21 год	25 лет
Тотальные размеры тела	41,4	10,6	10,0
Скоростно-силовая и координационная подготовленность	2,1	13,2	15,7
Энергетический потенциал аэробной функции	27,4	31,3	32,4
Статическая выносливость	17,3	19,6	19,6
Общая дисперсия выборки, %	88,2%	74,7%	77,7%

У мужчин иерархия структурных компонентов несколько иная (табл. 8.1.4). Тотальные размеры тела доминируют у них только в возрасте 20 лет. К 27 годам, компоненты структуры существенно изменяются. Элиминируется фактор тотальных размеров тела. Физическое состояние определяют факторы: 1) скоростно-силовой и координационной подготовленности; 2) абсолютной силы; 3) статической выносливости; 4) силовой динамической выносливости; 5) потенциала аэробной функции. Вклад последних трех факторов в физический статус мужчин этого возраста примерно равный (табл. 8.1.4).

Таблица 8.1.4

Структура физического состояния мужчин разного возраста  
[В.А. Романенко, 1999]

Факторы физического состояния	Вклад факторов в общую дисперсию (D) выборки, %			
	20 лет	27 лет	34 года	45 лет
Тотальные размеры тела	26,1	-	-	-
Скоростно-силовая и координационная подготовленность	25,0	20,5	13,0	25,4
Энергетический потенциал аэробной функции	15,2	12,4	19,7	7,9
Абсолютная сила	-	17,4	6,5	7,8
Статическая выносливость	-	14,2	6,7	5,9
Силовая динамическая выносливость	-	13,0	30,8	40,0
Устойчивость к гипоксии	6,9	-	-	-
Общая дисперсия выборки, %	73,2%	77,5%	76,7%	87,0%

Доминирующим фактором физического состояния мужчин 34 лет является силовая динамическая выносливость. Потенциал аэробной функции занимает второе место. Эти две составляющие характеризуют анаэробно-аэробную производительность организма, которая на 50,5% определяет их физический статус [67]. Определенный (13,0%) вклад в структуру этого состояния вносят факторы скоростно-силовой и координационной подготовленности. Значимость силовых характеристик существенно ниже (6,5-6,7%). Физическое состояние мужчин 45 лет также в большей степени (40,0%) зависит от их силовой динамической выносливости и в меньшей (25,4%) – от скоростно-

силовой и координационной подготовленности. Вклад трех остальных факторов существенно ниже – в пределах 5,9-7,9% (табл. 8.1.4). Следовательно, в процессе старения организма структура физического состояния изменяется, во-первых, в сторону доминирования аэробно-анаэробного потенциала, а во-вторых – скоростно-силовой и координационной подготовленности [67-69]. Изменяются и зависимости между показателями антропометрического и физического статуса. По мере повышения уровня физического состояния снижаются показатели общей, избыточной и жировой массы. У женщин 26-53 лет с высоким уровнем физического состояния эти показатели приближаются к нормальным величинам или соответствуют им [34].

Образ жизни, двигательная активность, профессиональная или спортивная деятельность изменяют физический статус человека. Эти изменения связаны также с темпами полового созревания, особенностями соматотипа и высшей нервной деятельности [73, 81, 88]. Так, по данным И.Д. Глазырина [1999], группы юношей 15-17 лет с ускоренными (акселераты, пикники), нормальными (нормостеники) и замедленными (ретарданты, астеники) темпами биологического развития отличаются между собой не только антропометрическими показателями (табл. 8.1.5), но и показателями функционального состояния кардиореспираторной системы (табл. 8.1.6). Наиболее выражены эти различия между акселератами (пикниками) и ретардантами (астениками). Кислородотранспортная система юношей-ретардантов в состоянии покоя работает более экономно, имеет больший резерв адаптации в сравнении с другими типологическими группами. Эти группы относятся к различным типам телесной конституции. Первая группа соответствует мышечному, дигестивному или объединенным типам конституции. Торакальный, торакально-мышечный и мышечно-торакальный морфотипы свойственны нормостеникам. Для ретардантов характерен астеноидный морфотип или его интеграция с торакальным [И.Д. Глазырин, 1999]. Адаптационные возможности человека связаны не только с морфотипом и темпами биологического развития, но и личностными характеристиками. Прямые зависимости между адаптивными возможностями энергообеспечивающих систем, здоровьем и физическим состоянием с одной стороны, и показателями личностной тревожности – с другой проявляются уже в возрасте 6-8 лет. Для высокотревожных детей характерен повышенный уровень неспецифической активации, доминирование симпатической регуляции и низкий адаптационный потенциал аппарата кровообращения в состоянии покоя (прил. 8.1.1).

Таблица 8.1.5

Показатели биологического созревания юношей 15-17 лет различных типологических групп [И.Д. Глазырин, 1999]

Типологическая группа	Длина тела, см	Масса тела, кг	Окружность грудной клетки, см	Балл полового созревания	Процент сформированности	Индекс гармоничного морфологического развития
15 лет						
Акселераты	176,3±1,2	73,3±1,4	94,1±0,9	32,3±1,8	67,2	88,3±1,8
Нормостеники	172,4±0,8	61,1±0,8	86,4±0,4	23,9±1,3	49,5	101,3±0,9
Ретарданты	165,3±1,4	50,5±1,1	78,8±0,8	12,3±1,5	25,5	110,0±1,5
16 лет						
Акселераты	179,5±1,2	74,3±1,7	93,6±0,9	35,9±1,9	74,6	91,5±1,9
Нормостеники	173,5±0,9	63,0±0,6	86,8±0,5	24,7±1,5	51,3	101,6±1,0
Ретарданты	172,4±0,4	54,4±1,0	81,3±0,9	17,8±1,1	37,1	113,4±1,6
17 лет						
Акселераты	179,3±1,0	74,4±1,1	93,7±1,0	40,9±1,3	85,2	91,3±1,2
Нормостеники	176,9±0,6	66,1±0,6	88,5±0,4	33,9±1,5	70,6	103,1±1,0
Ретарданты	174,2±1,6	57,7±1,6	81,6±0,9	18,9±1,2	39,2	115,7±2,2

Таблица 8.1.6

Основные показатели внешнего дыхания и кровообращения у юношей различных типологических групп [И.Д. Глазырин, 1999]

Показатели	Акселераты	Нормостеники	Ретарданты
ДО, мл	629 ± 45	648 ± 30	502 ± 57
ЧД, цикл/мин	19,1 ± 1,1	17,5 ± 1,3	16,8 ± 1,4
МОД, мл	11160 ± 531	11479 ± 870	8063 ± 626
Альвеолярная вентиляция, мл	7366 ± 588	7170 ± 636	5852 ± 259
МОК, мл	6852 ± 361	7531 ± 462	6681 ± 334
ЧСС, уд/мин	75,6 ± 2,0	82,9 ± 4,4	83 ± 3,3
Альвеолярная вентиляция / минутный объем крови	1,21 ± 0,12	1,09 ± 0,11	0,89 ± 0,05

Емкость, мощность и эффективность аэробного механизма энергообеспечения у них понижены, восстановительный период после работы большой и субмаксимальной мощности растянут во времени [41]. Понятие генетической (личностной) тревожности отражает высокий уровень переживания собственной угрозы, неудач и внутреннее беспокойство. Морфологическим субстратом тревожности является лобно-лимбический комплекс: лимбическая система выполняет роль генератора, а лобная кора – модулятора возбуждения [2]. Психофизиологическим базисом генетической тревожности является низкая подвижность нервных процессов, сила по возбуждению и торможению. Уровень тревожности связан обратной зависимостью ( $-0,47 < r < -0,56$ ) с показателями нейродинамики. Среди обследованных нами [77] подростков высокий уровень генетической тревожности характерен для 33,0%. Наиболее высокие уровни личностной тревожности свойственны подросткам-меланхоликам. Менее тревожны флегматики и холерики. Для сангвиников характерны наименее выраженные признаки тревожности. К наиболее тревожным типам по параметрам доминирующей акцентуации относятся подростки эмотивного, тревожно-боязливового и педантичного типов. Подростки с гипертимными чертами личности отличаются низкими уровнями этой темпераментальной характеристики. Противоположные тенденции свойственны "застревающему", неуравновешенному типу характера с параноидальной акцентуацией: у 70% подростков этого типа отмечен высокий уровень тревожности. Среди подростков-педантов с ригидной акцентуацией, тревожно-боязливым типом характера и невротическими реакциями высокая тревожность наблюдается у 50 и 75% подростков [77].

Наряду с генетическими факторами, физическое состояние детей зависит и от климатогеографических условий. Дети, проживающие в районах Крайнего Севера, отличаются выраженной тенденцией к задержке физического и психического развития [А.Г. Сухарев, 1991]. У них понижены показатели физической работоспособности, биологического развития и двигательной подготовленности (прил. 8.1.2). Сверстникам из Средней России они уступают по параметрам антропометрического статуса, скоростных характеристик, аэробной производительности и выносливости. Показатель МПК у них понижен на 26,0%, содержание гемоглобина за время полярной ночи уменьшается на 12,4% и не возвращается в норму к маю месяцу [Т.А. Бобылева, 2004]. Естественно, понижена и кислородная емкость крови. Подобные перестройки механизмов транспорта кислорода являются резуль-

татом развития "окислительного стресса", который приводит к снижению адаптивных возможностей человека [37].

Негативное влияние на физический статус детей оказывают экологические факторы. Дети, проживающие в различных районах одного мегаполиса отличаются уровнем двигательной подготовленности (прил. 8.1.3). Ухудшение здоровья и появление новых болезней связано с условиями существования человека и образом его жизни. Эти факторы на 57,0% детерминируют процессы физического развития индивида и формирования его личности. В 77% случаев экологические факторы являются причиной заболеваний, а в 55% - преждевременной смерти [Т.В. Крыжановская, Т.В. Пичкур, 2004].

Следует отметить, что понятие "здоровье" трактуют с разных позиций. По определению ВОЗ, здоровье – это состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней или физических недостатков. В.Н. Бундзен и Р.Ф. Дибнер [22] определяют здоровье как динамическое состояние организма, представляющее единство морфофункциональной (организм), психоэмоциональной (индивидуальность) и социогенной (личность) структур. Триада здоровья обусловлено "функциональным резервом, достаточным для полноценной биосоциальной адаптации и сохранения физической и психической работоспособности в условиях окружающей среды". Большая медицинская энциклопедия [1989] трактует это понятие следующим образом: "Здоровье – такое состояние организма человека, когда функции всех его органов и систем уравновешены с внешней средой и отсутствуют какие-либо болезненные изменения".

В.П. Казначеев [37] рассматривает здоровье как комплекс резервных возможностей организма человека, обеспечивающих его социальную активность при максимальной продолжительности жизни. П.М. Амосов [7] подчеркивает "количество здоровья" как сумму резервных мощностей основных функциональных систем. А.Г. Щедрина [91] представляет здоровье в виде целостного многомерного состояния, обусловленного пятью основными факторами: 1) уровнем и гармоничностью физического развития человека; 2) функциональным состоянием организма в виде его резервных возможностей; 3) уровнем иммунной защиты и неспецифической резистентности; 4) отсутствием (наличием) дефектов развития или заболеваний; 5) уровнем морально-волевых качеств и ценностно-мотивационных представлений. Естественно, эти факторы отражают лишь качествен-

ные характеристики здоровья и не позволяют количественно оценить влияние на его уровень генетических и средовых факторов. По своему содержанию, смыслу и методам измерения понятие "здоровье" приближается к понятию "физическое состояние".

## 8.2 ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Большинство исследователей рассматривают **физическое состояние как структурированную совокупность взаимосвязанных признаков: соматических, функциональных, психофизиологических, а в ряде случаев – и психических** [9, 10, 11, 34, 41, 69]. Из этой совокупности предпочтение отдается какой-либо одной составляющей: двигательной подготовленности [69, 94], антропометрическому статусу [34], адаптационному потенциалу системы кровообращения [13], показателям биоэнергетического и гомеостатического регулирования [10, 11], физической работоспособности и (или) максимальному потреблению кислорода [7, 34, 39, 41, 45]. Чаще всего физическое состояние отождествляют с аэробными возможностями человека, показателем которых является величина МПК [7, 34, 39, 41, 45]. Этот показатель рассматривают в качестве доминантного фактора физического состояния. Такой подход в достаточной мере обоснован, так как в повседневной жизни и профессиональной деятельности большинство физических нагрузок реализуется на уровне 25-50% МПК [7, 9-11]. Однако нельзя исключать из систем диагностики физического состояния и показатели, характеризующие мощность и емкость алактатного и гликолитического механизмов энергообеспечения [74].

В соответствии с нашими данными [69, 71, 74], изменение структуры физического состояния наступает уже через 2-3 года (табл. 8.1.3). Следовательно, речь может идти о диагностике физического состояния конкретной, в диапазоне 2-3 лет, половозрастной группы. **При оптимальном подходе к разработке комплексных показателей физического состояния агрегируемые модели должны включать определенный набор показателей соматотипа, энергетики, двигательной подготовленности и основных анатомо-физиологических систем организма [31, 34, 59, 69]. Однако, определить информативность этих показателей для диагностики физического состояния невозможно, так как отсутствует внешний критерий. Такого критерия и не может быть, так как нет конкретной деятельности.**

**Нет деятельности – нет и критерия, а следовательно, нет и не может быть понятия информативности признака [28, 33, 74, 75].**

При попытке установить диагностическую ценность отдельных показателей физического состояния на базе интегральных систем оценивания были получены вполне прогнозируемые результаты. Отдельные признаки коррелируют с теми системами, основу которых составляют (прил. 8.2.1-8.2.3). С позиций математической статистики это автотокорреляция и не более того. **Следовательно, вопрос о включении тех или иных переменных в диагностические системы остается открытым.** Другой аспект этой проблемы – собственно диагностическая информативность различных систем. В этом плане наибольшей информативностью в оценке функционального состояния организма в покое обладают системы Баевского, Пироговой, Апанасенко; психического статуса – система Апанасенко; заболеваемости – системы Баевского и Астранда; общей физической работоспособности и аэробной производительности – системы Астранда, Пярната, Амосова, Баевского. Из всех экспресс-систем, доступных для практики оздоровительной физкультуры, наибольшее число значимых связей с отдельными сторонами физического состояния, особенно с физической работоспособностью и аэробной производительностью, обнаруживает система Баевского (прил. 8.2.1-8.2.3) [34].

Неоднозначность систем оценивания в плане диагностики физического состояния вполне логична и закономерна. Системы включают разные показатели и в различном соотношении, поэтому оценивают физическое состояние одной и той же группы людей совершенно по разному (прил. 8.2.4): от состояния предпатологии до отличного состояния. Согласно оценке по Астранду, среди обследованных лиц низкий уровень физического состояния был у 15,09%, ниже среднего – у 43,4%, средний – у 36,79%, выше среднего – у 4,72%, высокий не обнаружен вовсе. По оценке Пироговой в той же микропопуляции низкий уровень физического состояния определяется в 3 раза чаще, уровень ниже среднего – в 1,3 раза реже, средний – в 2 раза реже, в сравнении с оценкой по Астранду. По Баевскому низкий и нижесредний уровни физического состояния встречаются реже в 2 раза, средний – в 1,2 раза чаще, вышесредний – в 5 раз чаще [34]. По Душанину вообще не установлено ни одного случая с низким и нижесредним уровнями физического состояния. Средний уровень совпадает с системой Астранда, а вышесредний встречается в 10 раз чаще (прил. 8.2.4). По Н.М. Амосову физическое состояние обследуемых (91,59%) относится к высокому, по Г.Л. Апанасенко, напротив, характеризуется как состояние на грани нормы и патологии [34]. **Следовательно, во-**

прос об информативности диагностических систем – это вопрос о включении в модели тех или иных признаков (показателей) с учетом их значимости. По мнению В.В. Зайцевой [31], выбор показателей для этих целей ограничивается тремя группами: первая отражает статистику заболеваемости; вторая – спортивный результат; третья – показатели функциональной готовности [МПК,  $PWC_{170}$ ]. Первый критерий является объективным, но массовая физическая культура таких сведений не содержит. Не пригоден для этих целей и спортивный результат – задачи спорта и массовой физической культуры абсолютно не совпадают. Показатели МПК и  $PWC_{170}$  характеризуют преимущественно аэробные возможности человека и не отражают его способность к выполнению работы максимальной и субмаксимальной мощности. Мощность – один из компонентов работоспособности, который характеризует объем работы, выполненной за счет функционирования каждого из источников энергообразования. Вторая составляющая работоспособности – это емкость энергетического источника, т.е. тот функциональный резерв, который может быть израсходован при мышечной работе определенной мощности [31]. Предельное время работы лимитируется не мощностью энергетического источника, а активностью механизмов регуляции гомеостаза [31, 81]. Исходя из этих представлений, задача определения физического состояния сводится к оценке этих двух слагаемых работоспособности. Однако определение этих показателей в оздоровительной физкультуре не предусмотрено. **Поэтому для характеристики физического состояния могут быть использованы простые двигательные тесты с последующим их интегрированием в комплексный показатель.** Формирование комплексной оценки физического состояния возможно двумя путями. Первый заключается в использовании кластерного и дискриминантного анализа с целью сведения многих переменных в определенное число групп, объединенных по признакам пола, возраста, соматотипа, мощности и емкости механизмов энергетики и т.п. [И.В. Муравов, 1988]. Второй путь позволяет не только оценить текущее состояние по выбранной шкале, но и за счет имитационного моделирования предсказать, через какое время после тренировочных воздействий организм достигнет программируемого состояния [31]. Несомненно, эти методы позволяют получить интегральную оценку физического состояния. Однако и они не решают проблему определения диагностической ценности включаемых в модели показателей.

*Вместо записи по показателю, это не  
используется более функционально*

### 8.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКОГО СТАТУСА И СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ

Математические модели, описывающие физическое состояние, включают, как правило, показатели антропометрического статуса [34, 59, 69]. Для оценки этого статуса регистрируют массо-длиннотные и обхватные размеры тела, его отдельных частей, показатели статических легочных объемов (ЖЕЛ) и мышечной силы. На основании измерений рассчитывают соответствующие индексы (8.3.1-8.3.8).

$$\text{Индекс Кетле, г/см} = P / l \quad (8.3.1)$$

$$\text{Индекс Эрисмана, см} = Q - l / 2 \quad (8.3.2)$$

$$\text{Индекс Пинье, ед} = l - (P+Q) \quad (8.3.3)$$

$$\text{Индекс развития грудной клетки, см} = Q / l \times 100 \quad (8.3.4)$$

$$\text{Индекс стении} = l / 2P + Q, \quad (8.3.5)$$

где  $P$  – масса тела, кг (г);  $Q$  – окружность грудной клетки, см;  $l$  – длина тела, см.

$$\text{Жизненный показатель} = \text{ЖЕЛ} / \text{масса тела, мл/кг} \quad (8.3.6)$$

$$\text{Силовой индекс кисти} = F_{\text{max}}, \text{ кг} / \text{масса тела, кг} \times 100, \% \quad (8.3.7)$$

$$\text{Силовой индекс спины} = F_{\text{max}}, \text{ кг} / \text{масса тела, кг} \times 100, \% \quad (8.3.8)$$

Процедура оценки сводится к сопоставлению рассчитанных индексов с их должными значениями. Вместе с тем, использование этих индексов, разработанных более 100-150 лет тому назад, в настоящее время подвергается обоснованной критике. Индексы не учитывают: 1) процессы акселерации; 2) региональные и этнические особенности физического развития различных групп населения, дифференцированных по возрасту, полу и профессиональной принадлежности; 3) взаимоотношения темпов роста и развития на различных этапах онтогенеза у лиц различной конституциональной принадлежности; 4) современные концепции соматического здоровья; 5) методологию деятельностного подхода и теорию функциональных систем [8, 9-11, 32].

Косвенная оценка таких компонентов физического состояния, как физическая работоспособность и аэробная производительность, базируется на показателях сердечно-сосудистой системы. Для оценки этой системы регистрируют частоту сердечных сокращений и артериальное давление. Пульс измеряют пальпаторно на лучевой или сонной

артерии за 15 с с последующим пересчетом в 1 мин. Артериальное давление определяют аускультативным способом Короткова с последующим расчетом пульсового (ПД) и среднединамического давления (СрД), ударного (УОС) и минутного (МОК) объемов крови:

$$\text{ПД} = \text{СД} - \text{ДД} \quad (8.3.9)$$

$$\text{СрД} = 0,5\text{ПД} + \text{ДД} \quad (8.3.10)$$

$$\text{УОС} = 100 + 0,5\text{ПД} - 0,6\text{ДД} - 0,6\text{В} \quad (8.3.11)$$

$$\text{МОК} = \text{УОС} \times \text{ЧСС} \quad (8.3.12)$$

где СД – систолическое давление, мм рт.ст.; ДД – диастолическое давление, мм рт.ст.; В – возраст в годах. Коэффициент экономичности кровообращения (КЭК) определяют из формулы 8.3.13.

$$\text{КЭК} = \text{ПД} \times \text{ЧСС} \quad (8.3.13)$$

Низкие значения этих показателей в состоянии покоя свидетельствуют о высоких потенциальных возможностях гемоциркулярного аппарата. Показатель "двойное произведение" (ДП) или индекс Робинсона (8.3.14) характеризует систолическую работу сердца.

$$\text{ДП} = \text{ЧСС} \times \text{АД}_{\text{сисг}} / 100 \quad (8.3.14)$$

На определенном этапе онтогенеза величина ДП остается практически неизменной. Чем ниже значения этого показателя в покое, тем выше аэробные возможности индивида, а следовательно, и уровень его соматического здоровья [11]. Адаптационный потенциал системы кровообращения можно определить из уравнения 8.3.15, разработанного Р.М. Баевским и соавт. [11].

$$\text{АП} = 0,011\text{ЧП} + 0,14\text{АД}_{\text{сисг}} + 0,08\text{АД}_{\text{диаст}} + 0,009\text{МТ} - 0,0099\text{ДТ} + 0,014\text{В} - 0,27 \quad (8.3.15)$$

где ЧП – частота пульса; МТ – масса тела; ДТ – длина тела; В – возраст. Степень напряжения регуляторных механизмов системы кровообращения оценивают посредством математического анализа сердечного ритма. Показателем variability сердечного ритма является стандартное отклонение ( $\sigma$ ) и (или) вариационный размах ( $\Delta$ ), т.е. разница между минимальной и максимальной длительностью интервала R – R. Р.М. Баевский [13] на основании изучения "разброса" 100 кардиоциклов ЭКГ предложил рассчитывать индекс напряжения (ИН).

$$\text{ИН} = \text{AM}_0 / 2\text{M}_0 \times \Delta x, \quad (8.3.16)$$

где ИН – индекс напряжения, усл. ед;  $\text{M}_0$  (мода) – наиболее часто встречающаяся величина интервала  $R - R$ ;  $\text{AM}_0$  (амплитуда моды) – мода, выраженная в процентах;  $\Delta x$  – разброс интервалов  $R - R$ . Показатель ИН характеризует влияние центрального механизма регуляции на автономный контур по нервным ( $\text{AM}_0$ ) и гуморальным ( $\text{M}_0$ ) каналам. Увеличение показателя ИН в состоянии покоя рассматривают как напряжение механизмов центральной регуляции и снижение резерва сердца. Расчет показателя ИН – достаточно сложная и длительная процедура, поэтому может быть успешно заменена определением среднеквадратического отклонения (сигмы). Этот показатель обладает не меньшей диагностической ценностью [65].

Влияние симпатической и парасимпатической нервной системы на регуляцию кровообращения в состоянии покоя характеризует вегетативный индекс Кердо (ВиК).

$$\text{ВиК} = (1 - d / P) \times 100, \quad (8.3.17)$$

где  $d$  – диастолическое давление, мм рт.ст.;  $P$  – пульс, уд/мин. Отрицательные значения ВиК свидетельствуют о доминировании парасимпатической регуляции и наличии определенного резерва функции. Высокие положительные значения ВиК отражают пониженный потенциал системы кровообращения.

Для оценки адаптивных возможностей механизмов кардиогемодинамики при возмущающих воздействиях различной модальности существует значительное количество функциональных проб. Наиболее простая из них – ортостатическая – заключается в определении разницы ЧСС в положении лежа и стоя. Меньший прирост пульса и пульсового давления при переходе из положения лежа в положение стоя свидетельствует о больших адаптивных возможностях сердечно-сосудистой системы. Некоторую информацию о работоспособности сердца и сосудистой системы дает проба Руфье из 30 приседаний за 45 с с подсчетом пульса по 15 секундным отрезкам: до нагрузки ( $f_0$ ), в первые ( $f_1$ ) и последние ( $f_2$ ) пятнадцать секунд первой минуты восстановления (8.3.18)

$$\text{Индекс Руфье} = 0,04(f_0 + f_1 + f_2) - 2 \quad (8.3.18)$$

Оценка значений индекса Руфье обратно пропорциональна степени тренированности сердечно-сосудистой системы (прил. 8.3.1).

Реакцию системы кровообращения на функциональную пробу можно оценить по показателю качества реакции (8.3.19).

$$\text{ПКР} = (\text{PD}_2 - \text{PD}_1) / (P_2 - P_1), \quad (8.3.19)$$

где ПКР –показатель качества реакции, ед.;  $\text{PD}_1$  и  $\text{PD}_2$  – пульсовое давление до и после нагрузки, мм рт.ст.;  $P_1$  и  $P_2$  – соответствующие значения пульса, уд/мин. Значения ПКР в пределах от 0,5 до 1 принято считать оптимальными. Отклонения от этих параметров в любую сторону свидетельствуют об ухудшении функционального состояния сердечно-сосудистой системы [Б.П. Кушелевский, 1975]. Доступность и простота в совокупности с незначительной физической нагрузкой позволяет рекомендовать эти пробы нетренированным людям старшего возраста и (или) лицам, имеющим отклонения в состоянии здоровья. Для молодых и тренированных применяют пробу с 2-минутным бегом на месте в темпе 180 шаг./мин. Сразу после нагрузки, в течение пяти минут регистрируют пульс и параметры кровяного давления по десятисекундным отрезкам. Кроме этих одномоментных проб, существуют двухмоментные и комбинированные, например, проба Летунова. Первый этап пробы состоит из 20 приседаний за 30 с с последующим трехминутным измерением артериального давления и пульса. Второй – 15-секундный бег на месте в максимальном темпе и измерение параметров гемодинамики в течение 4 мин восстановления. Третий – 3-минутный бег на месте в темпе 180 шаг./мин с последующей регистрацией ЧСС и артериального давления в течение 5 мин. При оценке первой пробы за норму принимают прирост пульса в пределах 50-70% и систолического давления – 15-20% с одновременным снижением диастолического на 20-30%. Удовлетворительная реакция аппарата кровообращения на пробу с приседаниями характеризуется увеличением пульсового давления на 30-50%. Обратная реакция свидетельствует о пониженном потенциале кардиогемодинамики (прил. 8.3.2).

Проба Кверга позволяет оценить функциональное состояние аппарата кровообращения в количественном выражении. Алгоритм проведения пробы следующий. У обследуемых в положении сидя регистрируют пульс, затем предлагают выполнить без отдыха четыре упражнения: 30 приседаний за 30 с; бег 30 с в максимальном темпе; трехминутный бег на месте в темпе 150 шагов в минуту; прыжки через скакалку в течение 1 мин. Сразу после выполнения заданий в положении сидя регистрируют пульс за первые 30 с отдыха ( $P_1$ ), спустя две ( $P_2$ ) и четыре ( $P_3$ ) минуты отдыха. Результат рассчитывают из форму-

лы 8.3.20 и оценивают по шкале:  $\geq 105$  - очень хорошо, 99-104 – хорошо, 93-98 – удовлетворительно,  $\leq 92$  – неудовлетворительно.

$$J = 50t_{\text{работы, с}} / (P_1 + P_2 + P_3) \quad (8.3.20)$$

Количественную оценку функционального состояния кардиогемодинамики можно получить из уравнения 8.3.21.

$$\text{ПФС} = 600 - 24a - \sum_{inj}^{18} (x_i - a) \quad , \quad (8.3.21)$$

где  $a$  – значение исходной частоты пульса за 10 с, уд.;  $x_i$  – значения частоты пульса за каждые 10 с трехминутного восстановления, уд.; ПФС – показатель функционального состояния;  $\Sigma$  – сумма абсолютных значений разностей между частотой пульса за каждые 10 с трехминутного восстановления и исходной частотой пульса за 10 с. Формула позволяет воплотить в одном цифровом выражении комплекс сведений о качестве регуляции сердечного ритма. При улучшении функционального состояния регуляторных механизмов значения ПФС увеличиваются [И.И. Мешконис, 1971].

Большинство из приведенных функциональных проб имеют ряд существенных недостатков, обусловленных отсутствием количественных критериев мощности работы. Это не позволяет разрабатывать интегральные показатели оценки состояния организма. Кроме того, показатели функций, как правило, регистрируют в момент "переходного" процесса, а не "устойчивого" состояния. В результате имеют место случаи, когда спортсмены на первом этапе нагрузки дают более выраженную реакцию по сравнению с нетренированными людьми. У них рефлекторно срабатывает механизм заблаговременного развертывания функций для обеспечения "предстоящей" мышечной деятельности. Очевидно, для диагностики состояния сердечно-сосудистой системы наиболее оптимальными являются субмаксимальные нагрузки с четко выраженными эргометрическими параметрами типа степ-теста, велоэргометрии, тредбана, ручного эргометра и т.п.

#### 8.4 ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Наиболее простыми способами оценки физического состояния являются бальные системы. Например, система КОНТРЭКС-1 учиты-

вает образ жизни индивида, его возраст, массу тела, показатели кровообращения и общую выносливость [С.А. Душанин и соавт. 1977].

**1. Возраст.** За каждый год жизни начисляется один балл.

**2. Масса тела.** При соответствии массы тела должным значениям (уравн. 8.4.1-8.4.2) начисляется 30 баллов. За каждый килограмм выше нормы вычитается один балл.

$$\text{Мужчины: } 50 + (\text{рост} - 150) \times 0,75 + (\text{возраст} - 21) / 4 \quad (8.4.1)$$

$$\text{Женщины: } 50 + (\text{рост} - 150) \times 0,32 + (\text{возраст} - 21) / 5 \quad (8.4.2)$$

**3. Артериальное давление.** Нормальное давление (урав. 8.4.3-8.4.6) оценивается 30 баллами. За превышение систолического или диастолического давления на 5 мм рт.ст. из общей суммы вычитается один балл.

$$\text{Мужчины: АДсист} = 109 + 0,5 \times \text{возраст} + 0,1 \times \text{масса тела} \quad (8.4.3)$$

$$\text{АДдиаст} = 74 + 0,1 \times \text{возраст} + 0,15 \times \text{масса тела} \quad (8.4.4)$$

$$\text{Женщины: АДсист} = 102 + 0,7 \times \text{возраст} + 0,15 \times \text{масса тела} \quad (8.4.5)$$

$$\text{АДдиаст} = 78 + 0,17 \times \text{возраст} + 0,1 \times \text{масса тела} \quad (8.4.6)$$

**4. Курение.** Некурящий получает 30 баллов. У курящего за каждую выкуренную сигарету из этой суммы вычитают 1 балл.

**5. Алкоголь.** Не употребляющий алкоголь получает 30 баллов (эпизодический прием спиртных напитков не учитывают). За потребление 100 г алкоголя не реже одного раза в неделю вычитают два балла.

**6. Пульс в покое.** За каждый удар ниже 90 начисляется 1 балл. За пульс выше 90 уд/мин баллы не начисляют и не вычитывают.

**7. Восстанавливаемость пульса.** После 5 мин отдыха регистрируют пульс в положении сидя за 1 мин. Затем выполняют 20 глубоких приседаний за 40 с. После двух минут отдыха вновь измеряют пульс за 1 мин. При соответствии пульса исходному значению начисляют 30 баллов, при превышении на 20 ударов – 5 баллов, более 20 – из общей набранной суммы вычитают 10 баллов.

**8. Общую выносливость** оценивают косвенным путем. За ежедневное выполнение нагрузки аэробного характера в течение 15 мин в пульсовом режиме  $(170 - \text{возраст})$  начисляют 30 баллов. Те же нагрузки четыре раза в неделю дают 25 баллов, три раза – 20 баллов, 2 раза – 10, 1 раз – 5. Баллы по каждой позиции суммируют и оценивают по прил.8.4.1.

Бальная система оценки физического состояния Е.А. Пироговой и соавт. [1989] учитывает характер профессиональной деятельности,

двигательную активность, жалобы на здоровье, возраст, массу тела, пульс и артериальное давление в состоянии покоя.

**1. Характер профессиональной деятельности.** Лицам умственного труда насчитывают 1 балл, физического – 3 балла.

**2. Возраст.** В 20 лет начисляют 20 баллов, за каждое последующее пятилетие из этой суммы вычитают по два балла.

**3. Двигательная активность.** Тридцатиминутные занятия физическими упражнениями трижды в неделю дают прибавку к общей сумме 10 баллов, менее трех раз в неделю – 5 баллов. Не занимающимся баллы не начисляют.

**4. Масса тела.** Допускается превышение массы тела на 5,0% выше нормы. Должную норму рассчитывают по системе КОНТРЭКС – 1. В случае превышения массы на 6-14 кг насчитывают 6 баллов, на 15 и более кг – 0 баллов. Соответствие норме дает 10 баллов.

**5. Пульс в покое.** За каждый удар ниже 90 насчитывается 1 балл. При пульсе  $\geq 90$  уд/мин баллы не начисляют, так же как у лиц старше 60 лет при ЧСС ниже 55 уд/мин.

**6. Артериальное давление.** При АД, равном 130/80 мм рт.ст. начисляется 20 баллов. За превышение любого из параметров АД на 10 мм рт.ст. из общей суммы вычитают 5 баллов.

**7. Жалобы.** При наличии таковых баллы не начисляются, при их отсутствии начисляют 5 баллов. Баллы по каждой позиции суммируют и по прил. 8.4.2 оценивают физическое состояние.

Анкетные способы определения физического состояния достаточно просты и удобны. Однако показатели в этих системах регистрируют в состоянии покоя, поэтому они не характеризуют в достаточной мере адаптивные возможности человека. Более объективной в этом плане является диагностическая система КОНТРЭКС-2 [С.А. Душанин, 1978]. Эта система, также как и КОНТРЭКС-1, интегрирует показатели возраста, массы тела, артериального давления и пульса, однако включает и некоторые двигательные тесты и функциональные пробы.

**1. Гибкость** измеряют в положении наклона вперед на ступеньке с нулевой отметкой на уровне стоп. За каждый сантиметр касания ниже должного значения испытуемому начисляют один балл (прил. 8.4.3).

**2. Быстроту** оценивают "эстафетным" тестом по скорости захвата падающей линейки. За каждый сантиметр, равный или меньший должного значения начисляют один балл (прил. 8.4.3).

**3. Динамическую силу ног** определяют по результатам прыжка вверх. За каждый сантиметр, превышающий норму, начисляют два балла.

4. **Скоростную выносливость** измеряют в течение 20 с по максимальной частоте поднимания прямых ног до угла  $90^{\circ}$  в положении лежа на спине. За каждое движение выше нормы начисляют 4 балла.
5. **Скоростно-силовую выносливость** определяют по количеству разгибаний рук в упоре лежа (женщины на коленях) в течение 30 с. За каждое разгибание выше нормы начисляют 4 балла (прил. 8.4.3).
6. **Общую выносливость** у нетренированных лиц оценивают по системе КОНТРЭКС-1. Относительно тренированным людям рекомендуется 10-минутный бег. За выполнение норматива начисляют 30 баллов и дополнительно 15 баллов за каждые 50 м, превышающие заданную дистанцию. При невыполнении норматива из 30 баллов вычитают по 5 баллов за каждые 50 м. При групповом тестировании мужчины преодолевают дистанцию 2000 м, женщины – 1700 м. За выполнение норматива начисляют 30 баллов, за каждые 10 с, превышающих возрастной норматив, из 30 баллов вычитают по 5 баллов (прил. 8.4.3).
7. **Восстанавливаемость пульса** у нетренированных людей определяют по системе КОНТРЭКС-1. У относительно подготовленных лиц этот показатель измеряют спустя 10 мин после десятиминутного бега или дистанции 2000 м (1700 м). Соответствие значений исходному пульсу дает 30 баллов, превышение на 10 уд/мин – 20 баллов, 15 уд/мин – 10 баллов, 20 уд/мин – 5 баллов. При значениях пульса выше 20 уд/мин из общей суммы вычитают 10 баллов. Баллы суммируют по всем позициям. Уровень физического состояния оценивают по прил. 8.4.4.

Достоинство систем типа КОНТРЭКС заключается в их простоте и доступности. Они позволяют с помощью баллов оценить различные стороны физического состояния. Однако, эти системы не лишены и некоторых недостатков. Например, в системе КОНТРЭКС – 2 проба с 20 приседаниями и 10-минутный бег характеризуют одну и ту же функцию – состояние кардиогемодинамики, причем с разной, но весьма незначительной информативностью: первый тест малонагружен и отражает "переходной" процесс; второй характеризует не столько аэробные возможности обследуемых, сколько их мотивацию [69]. "Эстафетный" тест, оценивая скорость реакции и одиночного движения, не характеризует наиболее важного компонента быстроты – частоты движений. Эти частные, присущие и другим интегральным показателям недостатки усугубляются системой баллов, когда оценка не зависит от значимости показателя. Достаточно не курить, не употреблять алкоголь, и даже показывая слабые достижения в двигательных тестах, можно иметь высокую оценку физического состояния. Следовательно, начиная с трактовки балльных оценок и кончая итогом

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1.3.1

Наследуемость и прогностическая значимость двигательных способностей  
[Л.П.Сергиенко, 2004]

Двигательные способности	Насле- дуемость, %	Прогности- ческая значимость
Выносливость: анаэробные способности	67-99	Большая
Скорость простой двигательной реакции	69-93	Большая
Способность координировать движения при обуче- нии	37-95	Большая
Гибкость	30-91	Большая
Скоростные способности: скорость в локомоциях	10-91	Большая
Скоростная сила в прыжковых тестах	43-86	Большая
Аэробные способности	70-75	Большая
Координация движений рук	5-96	Средняя
Способность к дифференциации пространственно- временных параметров движений	0-90	Средняя
Способность к дифференциации пространственно- динамических параметров движений	22-87	Средняя
Силовые способности: силовая выносливость	22-85	Средняя
Способность к сохранению статического равновесия	24-74	Средняя
Скоростная сила в метаниях	0-79	Средняя
Общая относительная сила	64	Средняя
Скорость одиночного движения	43-73	Средняя
Частота движений	0-87	Низкая
Способность к сохранению динамического равнове- сия	0-48	Низкая
Абсолютная сила	37	Низкая

Силловые и скоростные характеристики моторики [Е.М.Бердичевская, 1999]

Показатель	Индивидуальный профиль асимметрии			
	Правши		Левши	
	Тестируемая конечность			
	Правая	Левая	Правая	Левая
Выносливость, усл. ед.:				
статическая	971±108	993±89	819±94	890±110 <sup>1</sup>
динамическая	2124±140	2140±235	2317±385	2567±331 <sup>2</sup>
Время простой двигательной реакции на свет, мс				
рук	183±3,0	187±3,0 <sup>2</sup>	177±2,0	177±2,0 <sup>2</sup>
ног	220±4,0	227±4,0 <sup>2</sup>	222±4,0	235±5,0 <sup>2</sup>
Максимальная частота движений в теппинг-тесте (10 с)				
рук	69±3,0	63±2,0 <sup>2</sup>	60±1,0 <sup>3</sup>	63±1,0 <sup>2</sup>
ног	55±2,0	51±3,0 <sup>1</sup>	54±2,0	54±2,0 <sup>4</sup>
Скоростная выносливость (30 с)				
рук	206±11	181±5,0 <sup>2</sup>	172±3,0 <sup>3</sup>	182±3,0 <sup>2</sup>
ног	158±4,0	149±4,0 <sup>2</sup>	159±6,0	159±5,0 <sup>4</sup>
Выносливость (60 с)				
рук	390±13	342±8,0 <sup>2</sup>	333±5,0 <sup>3</sup>	354±6,0 <sup>2</sup>
ног	321±12	284±12 <sup>2</sup>	309±12	307±11 <sup>xx</sup>
Скорость одиночного движения, м/с				
рук	4,4±0,2	3,9±0,2 <sup>2</sup>	4,0±0,1	4,1±0,1 <sup>2</sup>
ног	3,8±0,2	3,5±0,2 <sup>2</sup>	4,3±0,1	4,5±0,2 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> p < 0,01 между правой и левой конечностями<sup>2</sup> p < 0,05 между правой и левой конечностями<sup>3</sup> p < 0,05 между правшами и левшами<sup>4</sup> p < 0,01 между правшами и левшами

## Приложение 1.3.3

## Оптимальный возраст для начала занятий отдельными видами спорта

Вид спорта	Возраст, лет	Вид спорта	Возраст, лет
Акробатика	8	Горнолыжный спорт	8
Бокс	12	Плавание	7
Волейбол, баскетбол	10	Прыжки в воду	8
Водное поло	10	Ручной мяч	10
Борьба	10	Современное пятиборье	10
Велосипедный спорт	12	Теннис	7
Спортивная гимнастика а) мальчики б) девочки		Тяжелая атлетика	13
	8	Фехтование	10
	7	Фигурное катание	7
Художественная гимнастика	7	Футбол	10
Гребля академическая	10	Хоккей с шайбой	10
Конькобежный спорт	8	Хоккей с мячом	10
Гребля на байдарках и каноэ	11	Стрелковый спорт	11
Легкая атлетика	11	Шахматы	9
Лыжный спорт (гонки, двоеборье, прыжки с трамплина)	9		

## Приложение 1.3.5

## Средние показатели работоспособности и восстанавливающего действия отдыха у людей разного возраста [И.В.Муравов, 1990]

Возраст, лет	Работоспособность, Дж	Восстанавливающее действие отдыха, %
20-29	629,6	56,4
50-59	513,9	60,8
60-69	477,6	62,1
70-79	431,4	64,3
80-89	378,7	67,4

Критические периоды инволюции физических способностей  
человека [А.А. Гужаловский, 1987]

Физические способности		Пол	Критические периоды инволюции (КПИ) по годам						
			26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60
Скоростные – бег на 60 м	ж	кпи*	кпи	кпи	-	-	-	-	
	м	-	-	кпи*	-	кпи	-	-	
Силловые – станова- я динамометрия	ж	-	-	-	-	кпи*	-	-	
	м	-	-	-	кпи	кпи	-	кпи*	
Скоростно- силловые	Прыжок в длину с места	ж	кпи	-	-	-	-	-	
	м	-	кпи	кпи	-	-	-	-	
	Метание гранаты	ж	кпи	кпи	-	-	кпи*	-	
	м	-	-	кпи	-	кпи*	кпи	-	
Общая вы- носливость	Бег 500 м	ж	-	-	кпи	-	-	кпи*	
	Бег 1000 м	м	-	кпи	кпи	кпи	кпи*	-	
Скоростно- силловая вы- носливость	Поднима- ние туло- вища из положения лежа за 30 с	ж	-	кпи	кпи	кпи*	-	-	
Силловая вы- носливость	Подтягива- ния	м	-	-	кпи	кпи*	кпи	-	
Ловкость	Челночный бег 3 × 10 м	ж	кпи	-	кпи	-	кпи	-	
		м	-	-	кпи	-	кпи	кпи	
Гибкость	Наклон вперед	ж	-	-	кпи*	кпи	-	-	
		м	кпи	-	кпи*	-	-	кпи	

\* КПИ с наибольшими годовыми темпами.

## Российские тестовые программы

Российские "Президентские соревнования"	Программа мэра Москвы	Российское школьное многоборье	Программа "Олимпиада – 100"
Сгибание и разгибание рук в упоре лежа	Подтягивание (юноши), вис на согнутых руках (девушки)	Подтягивание – мальчики, юноши; из виса лежа – девочки, девушки	Подтягивание на перекладине (мальчики 10-15 лет), переворот в упор из виса (юноши 16-17 лет)
Прыжок в длину с места	Челночный бег 10×5 м	Прыжок в длину с места	Прыжок в длину с места
Поднимание туловища из положения лежа в течение 30 с	Поднимание туловища из положения лежа в течение 30 с	Челночный бег 3×10 м	Поднимание туловища из положения лежа в течение 30 с
Вис на согнутых руках		Бег 30 м	Челночный бег 3×10, 4×15, 3×20, 5×20 (в соответствии с возрастом и полом)
Наклон туловища вперед из положения сидя	Наклон туловища вперед из положения сидя	Наклон туловища вперед из положения сидя	Наклон туловища вперед из положения сидя
Бег 1000 м	Бег 1000 м	Шестиминутный бег	Прыжки через скакалку в течение 1 минуты

## Приложение 2.1.2

## Шкала суммарной оценки результатов батареи тестов

[Л.П. Сергиенко, 2001]

Шкалы оценки	Низкий, 1 балл	Ниже среднего, 2 балла	Средний, 3 балла	Выше среднего, 4 балла	Высокий, 5 баллов
PR	≤ 6	7-30	31-68	69-93	≥ 94
Z	≤ 85	86-95	96-105	106-115	≥ 116

## Приложение 2.1.3

## Оценка индивидуальных результатов тестирования мальчика 8 лет

[Л.П. Сергиенко, 2001]

Тесты	Результаты	Шкалы оценки		Уровень двигательных способностей
		Z	PR	
Бег 20 м, с	4,3	102	58	средний
Метание теннисного мяча в цель, баллы	3	76	1	низкий
Бросок резинового мяча, баллы	4	80	2	низкий
Бег с препятствиями, с	22,2	98	42	средний
Метание набивного мяча, м	3,2	94	27	ниже среднего
Бег 6 мин, м	1116	112	88	выше среднего

## Приложение 2.3.1

## Основные единицы СИ (System International)

Величины	Размерность	Единица		
		Название	Обозначение	
			русское	Международное
1. Длина	L	метр	м	M
2. Масса	m	килограмм	кг	kg
3. Время	T	секунда	с	S
4. Сила электрического тока	J	Ампер	А	A
5. Температура	Θ	Кельвин	К	K
6. Количество вещества	N	моль	моль	mol
7. Сила света	G	кандела	Кд	cd

## Характеристика и примеры шкал измерений [М.А. Годик, 1988]

Шкала	Характеристики	Математические методы	Примеры
Наименований	Объекты сгруппированы, а группы обозначены номерами. То, что номер одной группы больше или меньше другой, еще ничего не говорит об их свойствах, за исключением того, что они различаются	Число случаев. Мода. Тетрахорические и полихорические коэффициенты корреляции	Номер спортсмена, амплуа и т.п.
Порядка	Числа, присвоенные объектам, отражают количество свойства, принадлежащего им. Возможно установление соотношения "больше" или "меньше"	Медиана. Ранговая корреляция. Ранговые критерии. Проверка гипотез непараметрической статистикой	Результат ранжирования спортсменов в тесте
Интервалов	Существует единица измерений, при помощи которой объекты можно не только упорядочить, но и приписать им числа так, чтобы равные разности отражали разные различия в количестве свойства. Нулевая точка произвольна и не указывает на отсутствие свойства	Все методы статистики, кроме определения отношений	Температура тела, составные углы и т.п.
Отношений	Числа, присвоенные предметам, обладают всеми свойствами интервальной шкалы. На шкале существует абсолютный нуль, который указывает на полное отсутствие данного свойства у объекта. Отношение чисел, присвоенных объектам после измерений, отражают количественные отношения измеряемого свойства	Все методы статистики	Длина и масса тела, сила движений, ускорение и т.п.

Изменение показателей нейрофизического статуса у молодых мужчин под воздействием адекватного режима физической тренировки [В.Д.Сонькин и соавт., 1997].

Тесты	Результат		Сдвиг, %*
	исходный	конечный	
Бег 100 м, с	14,0	13,6	3,0**
Бег 1000 м, мин, с	3.48.0	3.10.0	8,0
Бег 3000 м, мин, с	14.21.0	13.38.0	5,0**
Прыжок в верх с места, см	38,6	40,1	3,9**
Разгибание рук в упоре за 30 с, кол-во циклов	32	38	18,8
Поднимание ног за 20 с, кол-во циклов	10	14	40,0
Быстрота одиночного движения, см	25,8	23,8	7,8**
Гибкость, см	4,0	4,2	5,0**
Пульс в покое, уд/мин	70	64	8,6
Систолическое артериальное давление, мм.рт.ст.	119	120	0,8**
Диастолическое артериальное давление, мм.рт.ст.	68	69	1,5**
Время простой двигательной реакции, мс	322	307	4,7**
Латентное время сложной сенсомоторной реакции, мс	321	313	2,5
Моторное время сложной сенсомоторной реакции, мс	411	371	9,7
Отношение МВ/ЛВ	1,28	1,19	7,0**
Теппинг-тест, уд	326	336	3,1**

\* достоверность различий не ниже  $p < 0,05$

\*\* показатели консервативных функций

## Приложение 2.3.4

Возможные градации оценок и норм [В.М.Зациорский, 1979]

Оценка		Границы	Процент испы- туемых	Нормы в шкалах		
словесная	в бал- лах			Z	$\tau$	Перцен- тиль- ная*
Очень низкая	1	Ниже $X - 2\sigma$	2,27	-	-	-
Низкая	2	От $X - 2\sigma$ до $X - 1\sigma$	13,59	-2,0	30	2,5
Ниже средней	3	От $X - 1\sigma$ до $X - 0,5\sigma$	14,99	-1,0	40	16
Средняя	4	От $X - 0,5\sigma$ до $X + 0,5\sigma$	38,29	-0,5	45	31
Выше средней	5	От $X + 0,5\sigma$ до $X + 1\sigma$	14,99	+0,5	55	69
Высокая	6	От $X + 1\sigma$ до $X + 2\sigma$	13,59	+1,0	60	84
Очень высокая	7	Выше $X + 2\sigma$	2,27	+2,0	70	97,5

## Приложение 2.3.5

Двигательный возраст мальчиков по результатам прыжка в длину с места  
[В.М. Зациорский, 1979]

Результат, см	Двигательный возраст, годы, месяцы
130	7 – 1
135	7 – 6
140	8 – 0
145	8 – 5
150	9 – 1
155	9 – 9
160	10 – 8
165	11 – 8

\* Нормы в перцентильной шкале получаются как округленные суммы процента испытуемых, которым они недоступны.

## Приложение 3.2.1

Таблица оценки выкрута с палкой в плечевых суставах для детей школьного возраста, см [Платонов В.М., Сахновский, 1988]

Уровень гибкости	Девочки	Мальчики
Высокий	≤ 30,0	≤ 35
Выше среднего	30,5 – 40,0	35,5 – 45,5
Средний	40,5 – 50,0	45,6 – 55,5
Ниже среднего	50,5 – 60,0	55,6 – 65,5
Низкий	≥ 60,5	≥ 65,5

## Приложение 3.2.2

Нормативные оценки относительных показателей подвижности в плечевых суставах (ОППС) при выкруте рук для детей школьного возраста, см [Л.П.Сергиенко, 2001]

ОППС	баллы								
2,4	0,4	1,9	2,4	1,4	4,4	0,9	6,4	0,4	8,4
2,3	0,8	1,8	2,8	1,3	4,8	0,8	6,8	0,3	8,8
2,2	1,2	1,7	3,2	1,2	5,2	0,7	7,2	0,2	9,2
2,1	1,6	1,6	3,6	1,1	5,6	0,6	7,6	0,1	9,6
2,0	2,0	1,5	4,0	1,0	6,0	0,5	8,0	0,0	10,0

## Приложение 3.2.5

Нормативные оценки показателей подвижности в тазобедренных суставах при выполнении продольного шпагата [Сергиенко Л.П., 2001]

Подвижность, см	баллы						
15	0,6	11	3,1	7	5,6	3	8,1
14	1,2	10	3,7	6	6,2	2	8,7
13	1,8	9	4,3	5	6,8	1	9,3
12	2,5	8	5,0	4	7,5	0	10,0

## Приложение 3.2.3

Оценка гибкости по тесту "Наклон вперед из положения стоя"  
[В.А. Романенко, 1999]

Мужчины				Женщины			
Возраст, лет	Оценка, баллы						
10-11	4*	20-29	3	10-11	8	20-28	3
	6		5		11		8
	8		7		14		13
12-13	5	30-39	2	12-13	9	29-34	1
	7		4		12		6
	9		6		15		11
14-15	6	40-49	1	14-15	10	35-44	2
	9		3		13		6
	12		5		16		10
16-17	7	50-59	0	16-17	10	45-55	1
	10		2		14		4
	13		4		18		7
18-19	5	60-69	-3	18-19	8	56-65	-2
	7		-2		11		-1
	9		-1		14		0

## Приложение 3.2.4

Нормативные оценки показателей подвижности в тазобедренных суставах при выполнении поперечного шпагата [Л.П. Сергиенко, 2001]

По- движ- ность, см	бал- лы								
48-47	0,4	38-37	2,4	28-27	4,4	18-17	6,4	8-7	8,4
46-45	0,8	36-35	2,8	26-25	4,8	16-15	6,8	6-5	8,8
44-43	1,2	34-33	3,2	24-23	5,2	14-13	7,2	4-3	9,2
42-41	1,6	32-31	3,6	22-21	5,6	12-11	7,6	2-1	9,6
40-39	2,0	30-29	4,0	20-19	6,0	10-9	8,0	0	10,0

\* Верхнее значение показателя соответствует оценке "посредственно", среднее – "хорошо", нижнее – "отлично"

Нормативные оценки показателей подвижности голеностопного сустава для мальчиков (юношей) 7-17 лет, град. [Сергиенко Л.П., 2001]

Возраст, лет	Оценка	Активные движения		Пассивные движения			
		сгибание	разгибание	сгибание	разгибание	отведение	приведение
7	Выше средней	42-47	37-42	53-58	51-56	21-24	38-41
	Средняя	35-41	30-36	46-52	44-50	17-20	33-37
	Ниже средней	29-34	24-29	40-45	38-43	14-16	29-32
8	Выше средней	41-46	36-41	50-55	49-54	19-20	37-40
	Средняя	34-40	29-35	43-49	42-48	16-18	32-36
	Ниже средней	28-33	23-28	37-42	36-41	14-15	28-31
9	Выше средней	39-44	36-41	47-59	47-52	16-17	37-40
	Средняя	32-38	29-35	40-46	40-46	14-15	32-36
	Ниже средней	26-31	23-28	34-39	34-39	11-13	28-31
10	Выше средней	38-43	36-41	46-51	46-51	17-18	35-38
	Средняя	31-37	39-45	39-45	39-45	15-16	30-34
	Ниже средней	25-30	23-28	33-38	33-38	13-14	26-29
11	Выше средней	38-43	35-40	45-50	45-50	16-17	35-38
	Средняя	31-37	28-34	38-44	38-44	14-15	30-34
	Ниже средней	25-30	22-27	32-37	32-37	12-13	26-29
12	Выше средней	37-42	33-36	45-50	45-50	16-17	34-37
	Средняя	30-36	28-32	38-44	38-44	14-15	29-33
	Ниже средней	24-29	24-27	32-37	32-37	12-13	25-28
13	Выше средней	36-41	33-36	45-50	45-49	16-17	34-37
	Средняя	29-35	28-32	38-44	38-44	14-15	29-33
	Ниже средней	23-28	24-27	32-37	33-37	12-13	25-28
14	Выше средней	36-41	33-36	45-50	44-49	16-17	34-37
	Средняя	29-35	28-32	38-44	37-43	14-15	29-33
	Ниже средней	23-28	24-27	32-37	31-36	12-13	25-28
15	Выше средней	36-41	32-35	45-50	44-49	15-16	33-36
	Средняя	29-35	27-31	38-44	37-43	13-14	28-32
	Ниже средней	23-28	23-26	32-37	31-36	12-13	24-27
16	Выше средней	36-41	32-35	43-46	43-48	15-16	33-36
	Средняя	29-35	27-31	38-42	36-42	13-14	28-32
	Ниже средней	23-28	23-26	33-37	30-35	12-13	24-27
17	Выше средней	36-41	32-35	43-46	43-48	15-16	33-36
	Средняя	20-35	27-31	38-42	36-42	13-14	28-32
	Ниже средней	23-28	23-26	33-37	30-35	12-13	24-27

Нормативные оценки показателей подвижности голеностопного сустава  
для девочек 7-17 лет, град. [Сергиенко Л.П., 2001]

Воз- раст, лет	Оценка	Активные движения		Пассивные движения			
		сгиба- ние	разги- бание	сгиба- ние	разги- бание	отве- дение	приве- дение
7	Выше средней	43-48	38-44	54-59	48-52	20-21	36-40
	Средняя	37-42	31-37	48-53	43-47	18-19	31-35
	Ниже средней	31-36	24-30	42-44	38-42	16-17	26-30
8	Выше средней	41-46	37-41	50-55	47-51	18-19	35-39
	Средняя	35-40	32-36	44-49	42-46	16-17	30-34
	Ниже средней	29-34	27-31	38-43	37-41	14-15	25-29
9	Выше средней	38-43	36-40	45-49	45-49	17-18	34-37
	Средняя	32-37	31-35	39-44	40-44	15-16	30-33
	Ниже средней	26-31	26-30	33-38	35-39	13-14	26-29
10	Выше средней	36-40	36-40	43-47	45-49	17-18	33-36
	Средняя	31-35	31-35	37-42	40-44	15-16	29-32
	Ниже средней	26-30	26-30	31-36	35-39	13-14	25-28
11	Выше средней	36-40	35-39	43-47	45-49	17-18	31-34
	Средняя	31-35	30-34	37-42	40-44	15-16	27-30
	Ниже средней	26-30	25-29	31-36	35-39	13-14	23-26
12	Выше средней	35-39	35-39	43-47	44-48	17-18	31-34
	Средняя	30-34	30-34	37-42	39-43	15-16	27-30
	Ниже средней	25-29	25-29	31-36	34-38	13-14	23-26
13	Выше средней	34-38	34-38	42-46	44-48	17-18	30-33
	Средняя	29-33	29-33	36-41	39-43	15-16	26-29
	Ниже средней	24-28	24-28	30-35	34-38	13-14	22-25
14	Выше средней	33-37	34-38	42-46	43-48	16-17	30-33
	Средняя	28-32	29-33	36-41	38-42	14-15	26-29
	Ниже средней	23-27	24-28	30-35	33-37	12-13	22-25
15	Выше средней	33-37	34-38	42-46	43-48	16-17	30-33
	Средняя	28-32	29-33	36-41	38-42	14-15	26-29
	Ниже средней	23-27	24-28	30-35	33-37	12-13	22-25
16	Выше средней	33-37	33-37	42-46	43-48	15-16	30-33
	Средняя	28-32	29-32	36-41	38-42	13-14	26-29
	Ниже средней	23-27	25-28	30-35	33-37	11-12	22-25
17	Выше средней	33-37	33-37	42-46	43-48	15-16	30-33
	Средняя	28-32	29-32	36-41	38-42	13-14	26-29
	Ниже средней	23-27	25-28	30-35	33-37	11-12	22-25

## Приложение 4.5.1

Оценка теста "Фламинго" (количество раз) для подростков  
и юношей 11-20 лет [Т.Ю. Круцевич, 1999]

Возраст, лет	Уровень подготовленности				
	низкий	ниже среднего	средний	выше среднего	высокий
11	≥ 29	28-24	23-11	10-6	≤ 5
12	≥ 28	27-19	18-8	7-4	≤ 3
13	≥ 24	23-16	15-8	7-4	≤ 3
14	≥ 22	21-17	16-8	7-2	≤ 1
15	≥ 20	19-15	14-7	6-3	≤ 2
16	≥ 17	16-13	12-6	5-2	≤ 1
17-20	≥ 15	14-10	9-4	3-2	≤ 1

## Приложение 4.7.1

Оценка координационных способностей детей 10-13 лет по  
пространственно-временным параметрам движений [Т. Селезнева, 2001]

Показатели тестирования	Возраст	Пол	Результаты, балы				
			низ- кий	ниже средне- го	средний	выше средне- го	высо- кий
Разница в беге на 15 м лицом и спиной вперед, с	10	М	≤1,88	1,87-1,57	1,56-1,26	1,25-0,95	≥0,94
		Д	≤1,60	1,59-1,36	1,35-1,13	1,12-0,89	≥0,88
	11	М	≤1,41	1,40-1,21	1,20-1,02	1,01-0,82	≥0,81
		Д	≤1,38	1,37-1,21	1,20-1,04	1,03-0,87	≥0,86
Разница в чел- ночном беге 3×10 м лицом и спиной вперед, с	10	М	≤3,98	3,97-3,50	3,49-3,03	3,02-2,55	≥2,54
		Д	≤3,78	3,77-3,17	3,16-2,56	2,55-1,95	≥1,94
	11	М	≤3,82	3,81-3,37	3,36-2,92	2,91-2,47	≥2,46
		Д	≤3,58	3,57-3,04	3,03-2,51	2,50-1,97	≥1,96
Разница в беге на 15 м лицом и спиной вперед, с	12	М	≤1,65	1,64-1,41	1,40-1,18	1,17-0,94	≥0,93
		Д	≤1,95	1,94-1,61	1,60-1,28	1,27-0,94	≥0,93
	13	М	≤1,47	1,46-1,30	1,29-1,13	1,12-0,96	≥0,95
		Д	≤1,84	1,83-1,53	1,52-1,22	1,21-0,91	≥0,90
Разница в чел- ночном беге 3×10 м лицом и спиной вперед, с	12	М	≤3,17	3,16-2,90	2,89-2,63	2,62-2,36	≥2,35
		Д	≤3,73	3,72-3,43	3,42-3,14	3,13-2,84	≥2,83
	13	М	≤3,23	3,22-2,95	2,94-2,66	2,65-2,38	≥2,37
		Д	≤3,81	3,80-3,46	3,45-3,11	3,10-2,76	≥2,75

Оценка нервных процессов по показателю внешнего баланса с использованием кинематометрической методики Е.П. Ильина [2001]

Алгебраическая сумма отклонений движений на малых и больших амплитудах	Диагноз
+ 51	Очень большое преобладание возбуждения
+ 20	Большое преобладание возбуждения
+ 9	Небольшой сдвиг баланса в сторону возбуждения
+ 1	Уравновешенность нервных процессов
- 11	Небольшой сдвиг баланса в сторону торможения
- 24	Большое преобладание торможения
- 41	Очень большое преобладание торможения

Оценка координационных способностей по результатам бега 30 м со старта "змейкой", с. [В.А.Романенко, 1999]

Возраст, лет	Пол	Оценка		
		посредственно	хорошо	отлично
10-11	мужчины	6,9	6,4	5,9
10-11	женщины	7,3	6,9	6,5
12-13	мужчины	6,3	6,0	5,7
12-13	женщины	6,8	6,5	6,2
14-15	мужчины	5,9	5,6	5,3
14-15	женщины	6,8	6,4	6,0
16-17	мужчины	5,7	5,2	4,7
16-17	женщины	6,9	6,5	6,1
18-19	мужчины	5,8	5,3	4,8
18-19	женщины	7,7	6,7	5,7
20-29	мужчины	5,9	5,4	4,9
20-28	женщины	8,0	7,5	7,0
30-39	мужчины	6,2	5,8	5,4
29-34	женщины	8,5	8,0	7,5
40-49	мужчины	6,7	6,2	5,7
35-44	женщины	9,3	8,7	8,1
50-59	мужчины	7,2	6,7	6,2
45-55	женщины	10,0	9,3	8,6
60-69	мужчины	7,6	7,3	7,0
56-65	женщины	11,4	10,8	10,2

## Оценка скоростных способностей мужчин [В.А.Романенко, 1999]

Возраст, лет	Частота движений				Быстрота одиночного движения и зритель- но-моторной реакции	
	Теппинг- тест 10 с, кол-во движе- ний*	Бег				
		на месте 5 с, кол-во шагов	30 м схо- ду, с	60 м, с	"эстафет- ный" тест, см	ЗМР, мс
10-11	42	30	5,3	11,0	23,0	300
	56	35	4,9	10,2	22,0	290
	70	40	4,5	9,4	21,0	280
12-13	54	35	4,6	10,5	20,0	265
	63	40	4,3	9,8	19,0	250
	72	45	4,0	9,1	18,0	235
14-15	52	37	4,3	9,6	18,0	260
	63	42	4,0	9,0	16,5	240
	74	47	3,7	8,4	15,0	220
16-17	64	40	4,0	9,0	18,0	220
	70	45	3,9	8,6	17,0	200
	76	50	3,8	8,2	16,0	180
18-19	63	46	4,2	9,0	18,0	212
	73	48	3,9	8,5	17,0	190
	83	50	3,6	8,0	16,0	168
20-29	52	40	4,4	9,2	18,0	236
	65	44	4,1	8,6	15,0	200
	78	48	3,8	8,0	12,0	164
30-39	52	40	4,6	9,5	18,0	220
	66	44	4,3	8,9	15,0	200
	80	48	4,0	8,3	12,0	180
40-49	52	37	5,3	12,2	20,0	240
	64	40	4,8	11,6	17,0	225
	76	43	4,3	11,0	14,0	210
50-59	43	34	6,3	14,5	24,0	275
	59	36	6,0	13,5	20,0	265
	75	38	5,7	12,5	16,0	255
60-69	38	–	7,5	16,2	29,0	290
	48	–	7,3	15,6	26,0	280
	58	–	7,1	15,0	23,0	270

\* Верхнее значение показателя соответствует оценке "удовлетворительно", среднее – "хорошо", нижнее – "отлично"

## Оценка скоростных способностей женщин [В.А.Романенко, 1999]

Возраст, лет	Частота движений				Быстрота одиночного движения и зрительно-моторной реакции	
	Теппинг-тест 10 с, кол-во движений	Бег			"эстафетный" тест, см	ЗМР, мс
		на месте 5 с, кол-во шагов	30 м сходу, с	60 м, с		
10-11	39	29	5,2	11,7	23,0	310
	51	34	4,9	11,2	22,0	300
	63	39	4,6	10,7	21,0	290
12-13	50	33	5,0	11,2	21,0	270
	60	38	4,6	10,5	20,0	260
	70	43	4,2	9,8	19,0	250
14-15	46	35	4,9	10,7	20,0	265
	59	40	4,5	10,2	18,5	245
	72	45	4,1	9,7	17,0	225
16-17	54	35	4,9	10,2	19,0	250
	64	40	4,7	9,7	17,5	235
	74	45	4,5	9,2	16,0	220
18-19	56	32	5,9	11,9	17,0	230
	67	36	5,1	10,9	16,0	210
	78	40	4,3	9,9	15,0	190
20-28	51	27	6,1	12,5	18,0	225
	61	32	5,7	11,7	16,0	210
	71	37	5,3	10,9	14,0	195
29-34	50	23	6,7		20,0	260
	56	26	6,2	–	19,0	250
	62	29	5,7		18,0	240
35-44	48	16	7,5	14,1	22,0	285
	54	20	7,0	12,8	21,0	275
	60	24	6,5	11,5	20,0	265
45-55	44	13	8,0	15,8	25,0	330
	50	18	7,2	14,8	24,0	315
	56	23	6,4	13,8	23,0	300
56-65	42	10	9,0		30,0	340
	46	15	8,4	–	28,0	325
	50	20	7,8		26,0	310

Максимальная сила различных групп мышц у нетренированных лиц, кг  
[А.В.Коробков, 1968]

Часть тела	Движение	Возраст, лет					
		4-5	6-7	9-11	13-14	16-17	20-30
Палец	Сгибание	–	–	2,2	2,8	4,8	6,2
	Разгибание	–	–	0,6	0,6	1,1	0,6
Кисть	Сгибание	5,2	8,0	9,8	13,8	26,2	27,2
	Разгибание	4,6	5,5	9,1	12,9	15,3	22,5
Пред-плечье	Сгибание	5,4	7,3	15,0	16,3	27,7	32,3
	Разгибание	5,0	6,1	14,8	14,7	22,4	28,5
Плечо	Сгибание	5,5	7,7	20,0	22,8	46,1	47,9
	Разгибание	5,5	7,7	17,7	22,4	41,9	46,5
Туловище	Сгибание	8,2	10,2	21,3	21,5	43,3	44,9
	Разгибание	14,6	24,2	57,5	83,1	147,8	139,0
Шея	Сгибание	4,6	7,7	10,6	16,5	17,4	20,0
	Разгибание	5,5	7,3	14,0	13,8	35,8	36,2
Бедро	Сгибание	6,0	7,9	19,5	25,8	33,9	32,4
	Разгибание	7,9	13,8	37,1	49,3	95,4	108,2
Голень	Сгибание	4,6	5,0	12,1	15,2	22,7	25,2
	Разгибание	6,7	8,4	17,7	28,0	47,6	59,8

Возрастные изменения силы мышц кисти [А.А. Гуминский и соавт., 1990]

Возраст, лет	Сила мышц кисти правой руки, кг	
	Мальчики	Девочки
3	4	3,8
4	5,1	4,6
5	6,8	6,1
6	7,7	6,9
7	9,3	8,6
8	11,1	9,5
10	14,7	11,8
12	18,4	15,7
14	26,5	23,5
17	40,3	27,3

## Приложение 5.2.3

Возрастные изменения силы спины [А.А. Гуминский и соавт., 1990]

Возраст, годы	Становая сила, кг	
	Мальчики	Девочки
7-9	34,1	31,0
10-12	37,9	42,1
13-15	54,0	53,0

## Приложение 5.2.4

Относительная сила отдельных мышечных групп у спортсменов различных дисциплин и нетренированных мужчин

Спор- тивная специа- лизация	Пред- плечье		Плечо		Туловище		Сто- па	Голень		Бедро	
	Сгиб.	Разг.	Сгиб.	Разг.	Сгиб.	Разг.	Сгиб.	Сгиб.	Разг.	Сгиб.	Разг.
	Средние значения показателей										
Волейбо- листы	0,76	0,55	0,79	1,41	0,59	2,05	3,74	0,42	1,54	0,67	3,81
Борцы	0,87	0,88	0,85	1,12	0,81	2,73	2,30	0,69	2,05	0,89	2,83
Тяжело- атлеты	0,73	0,76	0,79	1,21	0,75	2,94	1,86	0,32	1,67	0,69	2,93
Прыгуны в высоту	0,76	0,64	0,62	0,94	0,84	2,58	2,88	0,50	2,01	0,74	2,89
Конько- бежцы	0,72	0,55	0,59	0,91	0,74	2,69	2,59	0,63	1,76	0,77	2,75
Пловцы	0,62	0,57	0,49	0,82	0,66	2,08	1,83	0,43	1,14	0,77	2,06
Лыжники	0,60	0,70	-	0,94	0,66	2,23	-	0,35	1,24	0,74	2,46
Другие спорт- смены	1,20	1,41	1,15	1,43	1,25	3,76	3,50	1,02	2,74	1,27	3,77
Нетрени- рованные мужчины	0,38	0,36	0,46	0,50	0,61	1,34	1,33	0,36	0,85	0,55	1,49

## Оценка силовых способностей женщин [В.А.Романенко, 1999]

Воз- раст, лет	Сила					
	Статическая		Динамическая ("взрывная")			
	кисти, кг	спины, кг	Прыжок, см		Метание набивного мяча 1кг, м*	Бег 30 м со старта, с
			в длину	вверх		
10-11	13	32	126	24	3,37	6,3
	15	44	138	30	3,83	5,9
	17	56	150	36	4,29	5,5
12-13	15	41	132	28	4,35	5,8
	20	53	145	33	4,82	5,5
	25	65	158	38	5,29	5,2
14-15	19	51	146	28	4,76	5,9
	24	60	160	35	5,28	5,5
	29	69	174	42	5,80	5,1
16-17	25	52	158	26	5,08	5,9
	30	64	172	33	5,53	5,5
	35	76	186	40	5,98	5,1
18-19	28	54	155	27	5,80	6,3
	32	67	168	33	6,80	5,8
	36	80	181	39	7,80	5,3
20-28	30	60	150	24		6,5
	35	78	165	30	–	6,2
	40	96	180	36		5,9
29-34	29	55	150	20		6,9
	33	70	160	26	–	6,5
	37	85	170	32		6,1
35-44	28	55	135	17		7,4
	32	65	150	23	–	6,8
	36	75	165	29		6,2
45-55	24	45	120	14		8,3
	29	55	130	20	–	7,8
	34	65	140	26		7,3
56-65	20	38	105	13		9,2
	22	47	115	18	–	8,8
	24	56	130	23		8,4

\* Из-за головы, в положении сидя, ноги врозь

## Оценка силовых способностей мужчин [В.А.Романенко, 1999]

Возраст, лет	Сила					
	Статическая		Динамическая ("взрывная")			
	кисти, кг	спины, кг	Прыжок, см		Метание набивного мяча 1кг, м*	Бег 30 м со стар- та, с
			в длину	вверх		
10-11	16	38	140	28	3,14	6,2
	20	51	156	35	3,71	5,7
	24	64	172	42	4,28	5,2
12-13	20	60	156	32	4,43	5,6
	24	70	173	40	5,29	5,3
	28	80	190	48	6,15	5,0
14-15	26	74	178	34	5,95	5,3
	33	92	198	44	6,89	5,0
	40	110	218	54	7,83	4,7
16-17	38	93	215	38	7,28	4,9
	45	110	225	46	8,16	4,7
	52	127	235	54	9,04	4,5
18-19	44	126	212	35	9,48	5,0
	50	140	227	45	10,38	4,7
	56	154	242	55	11,28	4,4
20-29	50	120	206	34	9,50	5,0
	57	140	220	42	10,50	4,8
	64	160	234	50	11,50	4,6
30-39	49	118	192	30	9,00	5,2
	56	135	207	40	10,00	5,0
	63	152	222	50	11,00	4,8
40-49	46	110	180	28	8,50	5,7
	53	125	195	37	9,25	5,3
	60	140	210	46	10,0	4,9
50-59	43	85	165	13	7,3	6,1
	47	110	175	27	8,15	5,7
	51	135	185	41	9,00	5,3
60-69	38	80	150	11	6,50	6,5
	41	95	160	23	7,50	6,2
	44	110	170	34	8,50	5,9

\* Из-за головы, в положении сидя, ноги врозь

Оценка силы сгибателей кисти в зависимости от массы тела ребенка  
[В.Г.Арефьев, В.В.Столитенко, 1997]

Масса тела, кг	Сила кисти, кг		
	удовлетворительно	хорошо	отлично
20-21	5-7	8-12	≥ 13
22-23	6-8	9-13	≥ 14
24-25	7-9	10-14	≥ 15
26-27	8-10	11-15	≥ 16
28-29	9-11	12-16	≥ 17
30-31	10-12	13-17	≥ 18
32-33	12-14	14-18	≥ 19
34-35	12-14	15-19	≥ 20
36-37	13-15	16-20	≥ 21
38-39	14-16	17-21	≥ 22
40-41	15-17	18-22	≥ 23
42-43	16-18	19-23	≥ 24
44-45	17-19	20-24	≥ 25
46-47	18-20	21-25	≥ 26
48-49	19-21	22-26	≥ 27
50-51	20-22	23-27	≥ 28

## Приложение 5.2.8

Оценка прыжка в длину с места в зависимости от длины тела детей  
7-10 лет [В.Г.Арефьев, В.В.Столитенко, 1997]

Длина тела, см	Прыжок в длину с места, см		
	удовлетворительно	хорошо	отлично
115-116	99-104	105-115	≥ 116
117-118	101-106	107-117	≥ 118
119-120	103-108	109-119	≥ 120
121-122	105-110	111-121	≥ 122
123-124	107-112	113-131	≥ 132
125-126	109-114	115-151	≥ 152

Оценка прыжка в высоту с места без замаха рук у мальчиков и девочек  
7-17 лет, см [Л.П.Сергиенко, 2001]

Возраст, лет	Оценка "взрывной" силы	Мальчики	Девочки
7	Выше среднего	26-23	24-21
	Средний	22-17	20-15
	Ниже среднего	16-12	16-11
8	Выше среднего	26-23	26-22
	Средний	22-19	21-17
	Ниже среднего	18-14	16-12
9	Выше среднего	31-26	30-24
	Средний	25-20	25-21
	Ниже среднего	19-13	20-16
10	Выше среднего	30-27	32-28
	Средний	26-23	27-23
	Ниже среднего	22-18	22-18
11	Выше среднего	32-29	34-30
	Средний	28-26	29-25
	Ниже среднего	25-22	24-20
12	Выше среднего	33-29	34-31
	Средний	28-25	30-27
	Ниже среднего	24-20	26-23
13	Выше среднего	33-30	37-33
	Средний результат	29-26	32-28
	Ниже среднего	25-21	27-23
14	Выше среднего	37-32	38-35
	Средний	31-27	34-31
	Ниже среднего	26-21	30-27
15	Выше среднего	39-33	39-35
	Средний	32-26	34-30
	Ниже среднего	25-18	29-25
16	Выше среднего	39-35	39-35
	Средний	34-31	34-30
	Ниже среднего	30-26	29-25
17	Выше среднего	43-37	40-36
	Средний	36-31	35-31
	Ниже среднего	30-24	30-26

## Приложение 5.2.10

Оценка результатов трех прыжков на левой (правой) ноге у детей  
в возрасте 6-18 лет, м [Л.П. Сергиенко, 2001]

Воз- раст, лет	Мальчики, юноши (баллы)					Девочки, девушки (баллы)				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
6	3,30	3,10	2,30	2,00	1,50	3,00	2,80	2,30	2,00	1,50
7	3,70	3,50	2,60	2,20	1,70	3,50	3,30	2,60	2,20	1,70
8	4,10	3,80	3,00	2,50	1,90	3,90	3,60	2,90	2,50	1,90
9	4,50	4,10	3,30	2,80	2,20	4,40	4,00	3,30	2,80	2,20
10	4,90	4,40	3,60	3,10	2,50	4,60	4,30	3,50	3,10	2,50
11	5,20	4,70	4,00	3,40	2,70	4,90	4,50	3,40	3,30	2,70
12	5,60	5,00	4,30	3,70	3,00	5,20	4,70	3,90	3,60	3,00
13	5,90	5,30	4,60	4,00	3,30	5,40	4,90	4,10	3,80	3,20
14	6,20	5,60	4,90	4,30	3,50	5,60	5,10	4,30	4,10	3,50
15	6,60	6,00	5,40	4,80	4,00	5,80	5,30	4,50	4,25	3,70
16	6,90	6,50	5,70	5,10	4,30	6,00	5,50	4,70	4,30	3,80
17	7,20	6,70	6,20	5,60	4,70	6,10	5,60	4,90	4,35	3,80
18	7,50	7,00	6,50	5,90	5,00	6,30	5,80	5,00	4,40	3,80

Модельные характеристики "взрывной" силы у юношей 15-17 лет  
[Л.П.Сергиенко, 2001]

Воз- раст, лет	Тесты		Оценка, баллы				
			1	2	3	4	5
			низкая	ниже средней	средняя	выше средней	высо- кая
15	три прыжка на одной ноге	правой	≤512	513-544	545-576	577-608	≥609
		левой	≤512	513-542	543-573	574-603	≥604
	метание набивного мяча 4 кг назад через голову, см		≤512	513-599	600-686	687-773	≥774
	лазание по канату без по- мощи ног на расстояние 4 м, с		≥16,2	16,1-14,7	14,6-13,1	13,0-11,6	≤11,5
	подъем туловища в сед в течение 30 с, кол-во подь- емов		≤12	13-15	16-18	19-21	≥22
16	три прыжка на одной ноге	правой	≤560	561-583	584-606	607-629	≥630
		левой	≤547	548-571	572-595	596-619	≥620
	метание набивного мяча 4 кг назад через голову, см		≤605	606-688	689-771	772-854	≥855
	лазание по канату без по- мощи ног на расстояние 4 м, с		≥14,0	13,9-13,0	13,1-12,2	12,1-11,2	≤11,1
	подъем туловища в сед в течение 30 с, кол-во подь- емов		≤15	16-17	18-19	20-21	≥22
17	три прыжка на одной ноге	правой	≤576	577-601	602-626	627-651	≥652
		левой	≤549	550-574	575-599	600-624	≥625
	метание набивного мяча 4 кг назад через голову, см		≤824	825-954	955-1084	1085-1214	≥1215
	лазание по канату без по- мощи ног на расстояние 4 м, с		≥17,6	17,5-15,6	15,5-13,6	13,5-11,6	≤11,5
	подъем туловища в сед в течение 30 с, кол-во подь- емов		≤17	18-19	20-21	22-23	≥24

## Оценка скоростной выносливости женщин [В.А.Романенко, 1999]

Возраст, лет	Беговые дистанции, м		
	челночный бег 4х30 м, с *	500 м, мин., с	ускоренная ходьба 200 м, с
10-11	27,1	3.05.0	—
	26,1	2.45.0	
	25,1	2.25.0	
12-13	26,6	2.45.0	—
	25,6	2.25.0	
	24,6	2.05.0	
14-15	26,2	2.10.0	—
	25,2	2.00.0	
	24,4	1.50.0	
16-17	25,3	2.06.0	—
	24,6	2.00.0	
	23,9	1.54.0	
18-19	29,2	2.29.0	—
	27,2	2.19.0	
	25,2	2.09.0	
20-28	31,3	2.55.0	88,8
	29,3	2.36.0	82,6
	27,3	2.17.0	76,4
29-34	34,5	3.30.0	92,7
	33,0	3.00.0	88,7
	31,5	2.30.0	84,7
35-44	36,1	3.52.0	90,0
	34,1	3.30.0	84,0
	32,1	3.08.0	78,0
45-55	40,4	4.20.0	107,0
	38,4	3.55.0	98,0
	36,4	3.30.0	89,0
56-65	44,2	—	120,0
	43,2		110,0
	42,2		100,0

\* Здесь и далее верхнее значение теста соответствует оценке "удовлетворительно", среднее – "хорошо", нижнее – "отлично"

## Оценка скоростной выносливости мужчин [В.А.Романенко, 1999]

Возраст, лет	Беговые дистанции, м			
	челночный бег 4x30 м, с	500 и 1000 м; мин, с*	800 м, мин, с	200 м, с
10-11	–	2.30.0	–	–
	–	2.20.0	–	–
	–	2.10.0	–	–
12-13	–	2.20.0	–	–
	–	2.05.0	–	–
	–	1.50.0	–	–
14-15	24,8	2.00.0	–	–
	24,4	1.50.0	–	–
	24,0	1.40.0	–	–
16-17	24,0	1.58.0	2.57.0	–
	23,5	1.45.0	2.50.0	–
	23,0	1.32.0	2.43.0	–
18-19	23,5	4.20.0*	3.30.0	–
	23,0	3.55.0	3.20.0	–
	22,5	3.30.0	3.10.0	–
20-29	23,5	4.50.0*	4.20.0	31,0
	23,0	4.30.0	4.00.0	29,0
	22,5	4.10.0	3.40.0	27,0
30-39	24,0	–	5.04.0	33,5
	23,5	–	4.34.0	31,0
	23,0	–	4.04.0	28,5
40-49	26,7	–	5.40.0	37,0
	25,7	–	5.10.0	33,5
	24,7	–	4.40.0	30,0
50-59	31,8	–	6.20.0	38,5
	30,3	–	5.50.0	37,5
	28,8	–	5.20.0	36,5
60-69	34,5	–	7.20.0	40,2
	33,5	–	7.00.0	39,0
	32,5	–	6.40.0	37,8

\* бег на дистанцию 1000 м

Оценка скоростной выносливости у девочек и девушек 8-17 лет при беге с интенсивностью 70-90 % максимальной скорости, с [Л.П.Сергиенко, 2001]

Возраст, лет	Оценка	Время бега при интенсивности		
		90 %	80 %	70 %
8	Выше средней	38,6-30,9	39,3-32,6	51,1-39,9
	Средняя	30,9-23,3	32,6-25,9	39,9-28,7
	Ниже средней	23,3-15,5	25,9-19,2	28,7-17,5
9	Выше средней	40,5-32,6	56,2-48,0	56,6-49,0
	Средняя	32,6-24,7	48,0-39,8	49,0-41,4
	Ниже средней	24,7-16,8	39,8-31,6	41,4-33,8
10	Выше средней	44,8-38,2	59,7-52,7	59,8-53,1
	Средняя	38,2-31,6	52,7-45,7	53,1-46,4
	Ниже средней	31,6-25,0	45,7-38,7	46,4-39,7
11	Выше средней	47,9-40,5	67,2-59,5	67,7-59,9
	Средняя	40,5-33,1	59,5-51,8	59,9-52,1
	Ниже средней	33,1-25,7	51,8-44,1	52,1-44,3
12	Выше средней	52,2-45,5	63,3-57,9	77,7-66,4
	Средняя	45,5-38,8	57,9-52,5	66,4-55,1
	Ниже средней	38,8-32,1	52,5-47,1	55,1-43,8
13	Выше средней	58,9-52,1	65,2-57,2	79,3-68,0
	Средняя	52,1-45,3	57,2-49,2	68,0-56,7
	Ниже средней	45,3-38,5	49,2-41,2	56,7-45,4
14	Выше средней	59,8-52,1	65,1-56,9	97,0-83,3
	Средняя	52,1-44,4	56,9-48,7	83,3-69,6
	Ниже средней	44,4-36,7	48,7-40,5	69,6-55,9
15	Выше средней	49,5-44,3	63,0-53,7	76,2-70,5
	Средняя	44,3-39,1	53,7-44,4	70,5-64,8
	Ниже средней	39,1-33,9	44,4-35,1	64,8-59,1
16	Выше средней	39,4-34,3	41,9-36,3	61,0-51,5
	Средняя	34,3-29,2	36,3-30,7	51,5-42,0
	Ниже средней	29,2-24,1	30,7-25,1	42,0-32,5
17	Выше средней	36,4-31,8	40,7-35,8	52,3-45,7
	Средняя	31,8-27,2	35,8-30,9	45,7-39,1
	Ниже средней	27,2-22,6	30,9-26,0	39,1-32,5

Оценка скоростной выносливости у мальчиков и юношей 8-17 лет при беге с интенсивностью 70-90 % максимальной скорости, с [Л.П.Сергиенко, 2001]

Возраст, лет	Оценка	Время бега при интенсивности		
		90 %	80 %	70 %
8	Выше средней	33,7-31,3	40,7-36,6	41,2-37,1
	Средняя	31,3-28,9	36,6-32,5	37,1-33,0
	Ниже средней	28,9-26,5	32,5-28,4	33,0-28,9
9	Выше средней	34,7-32,3	39,4-37,3	41,3-38,6
	Средняя	32,3-29,9	37,3-35,2	38,6-35,9
	Ниже средней	29,9-27,5	35,2-33,1	35,9-33,2
10	Выше средней	47,5-44,6	48,5-45,2	58,9-56,3
	Средняя	44,6-41,7	45,2-41,9	56,3-53,7
	Ниже средней	41,7-38,8	41,9-38,6	53,7-51,1
11	Выше средней	47,5-44,7	53,8-47,9	67,8-65,3
	Средняя	44,7-41,9	47,9-42,0	65,3-62,8
	Ниже средней	41,9-39,1	42,0-36,1	62,8-60,3
12	Выше средней	47,9-45,0	62,3-54,7	73,2-68,4
	Средняя	45,0-42,1	54,7-47,1	68,4-63,6
	Ниже средней	42,1-39,2	47,1-39,5	63,6-58,8
13	Выше средней	62,2-58,2	63,3-59,6	91,3-81,3
	Средняя	58,2-54,2	59,6-55,9	83,8-71,3
	Ниже средней	54,2-50,2	55,9-52,2	71,3-61,3
14	Выше средней	66,3-64,0	72,4-67,1	94,6-89,6
	Средняя	64,0-61,7	67,1-61,8	89,6-84,6
	Ниже средней	61,7-59,4	61,8-56,5	84,6-79,6
15	Выше средней	75,8-72,8	78,4-74,3	95,6-91,8
	Средняя	72,8-69,8	74,3-70,2	91,8-88,0
	Ниже средней	69,8-66,8	70,2-66,1	88,0-84,2
16	Выше средней	89,4-85,9	97,8-90,4	134,0-129,1
	Средняя	85,9-82,4	90,4-83,0	129,1-124,2
	Ниже средней	82,4-78,9	83,0-75,6	124,2-119,3
17	Выше средней	106,7-102,2	107,2-102,6	150,1-139,4
	Средняя	102,2-97,7	102,6-98,0	139,4-128,7
	Ниже средней	97,7-93,2	98,0-93,4	128,7-118,0

Оценка силовой динамической и статической выносливости мальчиков и юношей 10-19 лет [В.А.Романенко, 1999]

Возраст, лет	Статической						Динамической		
	Время удержания, с						Разгибание		Приседа- ние на одной ноге, кол- во раз
	усилия 50 % МПС*		вис на согнутых руках	Позы			рук в упоре, кол-во раз	тулови- ща, кол- во раз	
	кистью	спиной		мышцами					
плечево- го пояса				тазового пояса	бедра и голени				
10-11	–	–	15,0	–	–	–	10	23**	–
			21,0				15	28	
			27,0				20	33	
12-13	–	–	22,0	–	–	–	13	31**	8
			29,0				18	37	12
			36,0				23	43	16
14-15	–	–	25,0	–	–	–	16	27**	–
			35,0				22	33	
			45,0				28	39	
16-17	–	–	30,0	–	–	–	23	31**	14
			39,0				28	36	20
			48,0				33	41	26
18-19	15,0	20,0	–	115,0	60,0	80,0	22	8***	11
	25,0	24,0		120,0	65,0	90,0	27	14	16
	35,0	28,0		125,0	70,0	100,0	32	20	21

\* максимальная произвольная сила, кг; \*\* – за 1 мин; \*\*\* – с набивным мячом за головой

## Оценка силовой динамической и статической выносливости у мужчин 20-69 лет [В.А. Романенко, 1999]

Возраст, лет	Статической						Динамической		
	Время удержания, с						Разгибание		Присаде- ние на одной ноге, кол- во раз
	усилия 50 % МПС*		вис на согнутых руках	Позы			рук в упоре, кол-во раз	тулови- ща, кол- во раз	
	кистью	спиной		мышцами					
плечево- го пояса			тазового пояса	бедр и голенн					
20-29	23,0	37,0	-	125,0	70,0	90,0	16	10	7
	35,0	55,0		135,0	75,0	105,0	24	20	14
	47,0	73,0		145,0	80,0	120,0	32	30	21
30-39	26,0	49,0	-	125,0	70,0	90,0	12	9	8
	39,0	65,0		135,0	75,0	105,0	20	18	13
	52,0	81,0		145,0	80,0	120,0	28	27	18
40-49	21,0	30,0	-	125,0	70,0	90,0	11	8	6
	35,0	50,0		135,0	75,0	105,0	17	16	10
	49,0	70,0		145,0	80,0	120,0	23	24	14
50-59	20,0	25,0	-	105,0	40,0	50,0	8	7	3
	34,0	43,0		110,0	47,0	62,0	11	13	6
	48,0	61,0		115,0	54,0	74,0	14	19	9
60-69	18,0	24,0	-	95,0	35,0	47,0	6	5	2
	30,0	40,0		102,0	41,0	55,0	9	9	4
	42,0	56,0		109,0	47,0	63,0	12	13	6

## Приложение 6.5.2

Оценка результатов лазания по канату мальчиков и девочек 6-10 лет, м  
[Л.П.Сергиенко, 2001]

Возраст, лет	Мальчики, баллы					Девочки, баллы				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
6	3,5	3,0	2,5	2,0	< 2,0	3,5	3,0	2,5	2,0	< 2,0
7	4,0	3,5	3,0	2,5	< 2,0	3,5	3,0	2,5	2,0	< 2,0
8	6,0	4,0	3,5	3,0	< 2,5	4,0	3,5	3,0	2,5	< 2,5
9	2x4	6,0	4,0	3,5	< 3,0	6,0	4,0	3,5	3,0	< 3,0
10	3x4	2x4	6,0	4,0	< 3,5	2x4	6,0	4,0	3,5	< 3,0

## Приложение 6.5.3

Оценка результатов поднимания ног в висе для школьников 6-18 лет,  
количество циклов [Л.П.Сергиенко, 2001]

Возраст, лет	Мальчики, баллы					Девочки, баллы				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
6	25	21	16	10	4	25	21	16	10	4
7	25	21	16	10	4	25	21	16	10	4
8	25	21	16	10	4	25	21	16	10	4
9	30	25	19	12	5	30	25	19	12	5
10	30	25	19	12	5	30	25	19	12	5
11	14	12	9	3	1	10	8	6	4	1
12	14	12	9	3	2	10	8	6	4	2
13	15	13	10	4	3	13	10	7	5	2
14	15	13	10	4	3	15	12	7	3	2
15	18	15	11	5	4	15	12	7	3	2
16	18	15	11	5	4	15	12	7	3	2
17	21	18	13	6	5	17	14	8	4	3
18	21	18	13	7	5	17	14	8	4	3

## Приложение 6.5.4

Оценка выпрыгиваний вверх прогнувшись из глубокого приседа у девочек и мальчиков 6-18 лет [Л.П.Сергиенко, 2001]

Возраст, лет	Мальчики, юноши (баллы)					Девочки, девушки (баллы)				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
6	12	10	7	2	1	12	9	7	2	1
7	18	14	10	4	2	17	12	9	3	2
8	23	18	12	5	3	21	15	11	4	3
9	28	23	14	7	4	25	18	12	4	3
10	32	27	16	8	5	27	19	14	5	3
11	34	29	18	10	6	28	20	15	6	4
12	36	31	20	12	7	29	20	15	7	4
13	38	33	23	13	8	30	20	15	8	4
14	40	35	25	15	9	30	20	15	10	5
15	45	40	30	20	10	35	25	20	12	6
16	50	45	35	25	12	35	28	23	14	7
17	55	50	40	30	15	40	30	25	16	8
18	60	55	45	35	18	40	32	27	18	9

Приложение 6.5.5.

Оценка силовой динамической и статической выносливости у девочек и девушек 10-19 лет [В.А.Романенко, 1999]

Возраст, лет	Статической					Динамической
	Время удержания, с					
	усилия кистью		вис на согнутых руках	позы		Разгибание туловища, кол-во раз
	33 % МПС*, кгс	50 % МПС, с		мышцами		
тазового пояса			бедра и голени			
10-11	1535		5,0			22
	2206	–	8,0	–	–	27
	2877		11,0			32
12-13	2280		7,0			27
	3043	–	10,0	–	–	32
	3806		13,0			37
14-15	2680		8,0			26
	3443	–	12,0	–	–	33
	4206		16,0			40
16-17	3080		10,0			27
	3843	–	14,0	–	–	32
	4606		18,0			37
18-19	3322	26,0	5,0	50,0	60,0	14
	4222	35,0	8,0	55,0	65,0	22
	5122	44,0	11,0	60,0	70,0	30

\* максимальная произвольная сила, кг.

## Продолжение приложения 6.5.5

Оценка силовой динамической и статической выносливости у женщин 20-65 лет [В.А. Романенко, 1999]

Возраст, лет	Статической					Динамической
	Время удержания, с					
	усилия кистью		вис на согнутых руках	позы		
	33 % МПС*, кгс	50 % МПС, с		мышцами		
			тазового пояса	бедра и голени	Разгибание туловища, кол-во раз	
20-28		31,0		60,0	66,0	12
	–	40,0	–	70,0	73,0	20
		49,0		80,0	80,0	28
29-34	2694	33,0		60,0	66,0	11
	3367	40,0	–	70,0	73,0	16
	4040	47,0		80,0	80,0	21
35-44	3190			60,0	66,0	6
	3904	–	–	70,0	73,0	11
	4618			80,0	80,0	16
45-55					62	3
	–	–	–	–	68	6
					74	9
56-65	3261			56,0	63	
	3901	–	–	63,0	68	–
	4541			70,0	73	

## Приложение 6.5.6

Оценка статической и силовой динамической выносливости мышц рук и живота у юношей 15-17 лет [Л.П.Сергиенко, 2001]

Показатели	Уровни выносливости				
	низкий	ниже среднего	средний	выше среднего	высокий
Статической выносливости					
Вис на согнутых руках, с	≤ 13*	14-18	19-23	24-28	≥ 29
	≤ 28	29-33	34-38	39-43	≥ 44
	≤ 27	28-34	35-41	42-48	≥ 49
Удержание ног в положении лежа, с	≤ 14	15-18	19-22	23-26	≥ 27
	≤ 28	29-31	32-34	35-37	≥ 38
	≤ 35	33-39	40-43	44-47	≥ 48
Динамической выносливости					
Разгибание рук в упоре лежа, кол-во раз	≤ 23	24-29	30-35	36-41	≥ 42
	≤ 29	30-34	35-39	40-44	≥ 45
	≤ 33	34-39	40-45	46-51	≥ 52
Подъем туловища в сед, кол-во раз	≤ 12	13-15	16-18	19-21	≥ 22
	≤ 15	16-17	18-19	20-21	≥ 22
	≤ 17	18-19	20-21	22-23	≥ 24

## Приложение 7.1.1

Оценка МПК у нетренированных людей [В.Л. Карпман и соавт., 1988]

Пол	Возраст, лет	МПК, мл/мин/кг				
		очень высокое	высокое	среднее	низкое	очень низкое
Мужчины	<25	>55	49-54	39-48	33-38	<33
	25-34	>52	45-52	38-44	32-37	<32
	35-44	>50	43-50	36-42	30-35	<30
	45-54	>47	40-47	32-39	27-31	<27
	55-64	>45	37-45	29-36	23-28	<23
	>64	>43	33-43	27-32	20-26	<20
Женщины	<20	>44	38-44	31-37	24-30	<24
	20-29	>41	36-41	30-35	23-29	<23
	30-39	>39	35-39	28-34	22-27	<22
	40-49	>36	31-36	25-30	20-24	<20
	50-59	>34	29-34	23-28	18-22	<18
	>59	>32	27-32	21-26	16-20	<16

\* Верхнее значение показателя – юноши 15; среднее – 16; нижнее – 17 лет

## Приложение 7.1.2.

Показатели максимального потребления кислорода у детей  
разного возраста, мл/мин/кг [В.Л. Карпман и соавт., 1988]

Возраст, лет	Пол	Показатели МПК			
		средние	выше средних	высокие	наиболее высокие
10	Мальчики	46,3±5,2	49,8-54,1	54,1-58,4	58,4
11		44,8±6,9	49,4-55,1	55,1-60,9	60,9
12		44,9±5,3	48,5-52,8	52,8-57,2	57,2
13		46,9±4,4	49,9-53,5	53,5-57,1	57,1
14		42,1±7,1	46,9-52,7	52,7-58,6	58,6
15		42,8±6,1	46,9-51,9	51,9-57,0	57,0
16		42,0±5,4	45,6-50,1	50,1-54,6	54,6
17		42,7±6,5	45,1-52,4	52,4-57,8	57,8
10	Девочки	48,0±4,6	51,1-54,9	54,9-58,7	58,7
11		51,1±5,6	54,8-59,5	59,5-64,1	64,1
12		51,2±4,8	54,4-58,4	58,4-62,3	62,3
13		52,8±5,1	56,3-60,5	60,5-64,8	64,8
14		53,3±6,2	57,7-62,7	62,7-67,9	67,9
15		54,3±5,4	57,9-62,4	62,4-66,9	66,9
16		55,2±6,3	59,5-64,7	64,7-70,0	70,0
17		54,4±5,2	57,9-62,2	62,2-66,5	66,5

## Приложение 7.1.3

Оценка максимального потребления кислорода у нетренированных мужчин и женщин в зависимости от их возраста [В.А.Романенко, 1999]

Возраст, лет	МПК у мужчин*		Возраст, лет	МПК у женщин	
	л/мин	мл/мин/кг		л/мин	мл/мин/кг
10-11	1,10	35,0	10-11	0,95	27,5
	1,50	43,0		1,35	35,5
	2,00	51,0		1,75	43,5
12-13	1,40	37,0	12-13	1,20	26,5
	1,90	44,5		1,55	33,5
	2,40	52,0		1,90	40,5
14-15	1,65	37,0	14-15	1,40	26,5
	2,30	45,0		1,80	32,5
	2,95	53,0		2,20	38,5
16-17	2,35	37,5	16-17	1,40	25,0
	3,00	46,0		1,80	30,5
	3,65	54,5		2,20	36,0
18-19	2,35	37,5	18-19	1,40	25,0
	3,00	46,0		1,80	30,5
	3,65	54,5		2,20	36,0
20-29	2,65	38,5	20-28	1,35	23,0
	3,40	46,5		1,80	28,5
	5,15	54,5		2,25	34,0
30-39	2,45	31,5	29-34	1,20	18,5
	3,10	40,0		1,60	23,5
	3,75	48,5		2,00	28,5
40-49	2,00	24,5	35-44	0,95	14,0
	2,55	31,5		1,40	21,0
	3,10	38,5		1,85	28,0
50-59	1,90	24,0	45-55	0,80	11,8
	2,20	29,0		1,20	17,6
	2,50	34,0		1,60	23,4
60-69	1,60	22,0	56-65	0,75	10,7
	1,90	27,0		1,10	15,7
	2,20	32,0		1,45	20,7

\* Верхнее значение показателя соответствует оценке "удовлетворительно", среднее – "хорошо", нижнее – "отлично"

Оценка МПК у спортсменов в зависимости от их пола, возраста и спортивной специализации [В.Л.Карпман и соавт., 1988]

Пол	Возрастная группа	Спортивная специализация	МПК, мл/мин/кг				
			очень высокое	высокое	среднее	низкое	очень низкое
М	≥ 18 лет	Группа А	>78	68-78	57-67	46-50	<46
		Группа Б	>68	60-68	50-59	42-49	<42
		Группа В	>58	51-58	46-50	41-45	<41
Ж	≥ 18 лет	Группа А	>69	60-69	50-59	40-49	<40
		Группа Б	>59	52-59	44-51	36-43	<36
		Группа В	>50	46-50	41-45	36-40	<36
М и Ж	< 18 лет	Группа А	>70	62-70	53-61	45-52	<45
		Группа Б	>60	54-60	47-53	40-46	<40
		Группа В	>56	46-56	41-45	35-40	<35

Примечания:

1. **Группа А** – лыжные гонки, бег (800 м и более), спортивная ходьба, современное пятиборье, велогонки (1 км и более), конькобежный спорт (1500 м и более), гребля академическая, на байдарках и каноэ, плавание (200 м и более), биатлон, лыжное двоеборье.

**Группа Б** – спортивные игры, единоборства (бокс, борьба, фехтование), спринтерские дистанции в л/а, беге на коньках, велоспорте, плавании, фигурное катание на коньках, л/а многоборья, прыжки в воду, художественная гимнастика.

**Группа В** – спортивная гимнастика, тяжелая атлетика, метания, стрельба пулевая и стендовая, стрельба из лука, конный спорт, автототспорт.

- В течение переходного периода тренировочного макроцикла МПК может снижаться на 10-15 %.
- В командных игровых видах спорта (футболе, гандболе и др.) МПК у вратарей может быть ниже на 10-15 %, а у защитников – на 5-10 %, чем у игроков других амплуа.
- В единоборствах с регламентированными весовыми категориями у спортсменов с массой тела < 70 кг МПК должно быть выше на 1-2 мл/кг, а у спортсменов с массой тела > 85 кг – ниже на 1-2 мл/кг, чем стандарты для всей группы Б.

Рекомендуемые величины субмаксимальных нагрузок (Вт) в зависимости от возраста, пола и массы тела  
[R.J. Shephard, 1971]

Воз- раст, лет	Масса тела, кг												
	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Мужчины													
20-29 (161)*	-	-	113	125	137	147	158	172	195	207	217	227	242
30-39 (156)	-	-	103	-	117	137	150	160	173	183	193	207	220
40-49 (152)	-	-	92	103	112	122	130	142	153	160	172	182	192
50-59 (145)	-	-	72	80	90	97	105	113	122	130	138	147	155
Женщины													
20-29 (167)	78	88	100	110	123	130	142	153	165	175	183	-	-
30-39 (160)	77	87	95	105	120	128	140	150	160	172	183	-	-
40-49 (154)	63	73	82	90	103	112	122	130	138	150	158	-	-
50-59 (145)	50	58	62	68	77	83	92	100	105	113	120	-	-

\* В скобках указана предельная ЧСС для данного возраста

## Приложение 7.1.6

Работа (кгм/мин) при восхождении на лесенку высотой 0,46 м (2×0,23м) в зависимости от числа подъемов и массы тела испытуемого  
[В.И.Ракитина и соавт., 1989]

Масса тела, кг	Число подъемов за 1 мин				
	8	12	16	20	24
35	97	145	193	241	290
40	110	166	221	276	331
45	124	186	248	310	373
50	138	207	276	345	414
55	152	228	304	379	455
60	166	248	331	414	497
65	179	269	359	448	538
70	193	290	386	483	580
75	207	310	414	517	621
80	221	331	442	552	662
85	235	352	469	586	704
90	248	373	497	621	745
95	262	393	524	655	787
100	276	414	552	690	828
105	290	435	580	724	869
110	304	455	607	759	911
115	317	476	635	793	952
120	331	497	662	828	994

## Приложение 7.1.7

Возрастные поправочные коэффициенты к определению МПК  
[Astrand P.O., Ryhming J.J., 1960]

Возраст, годы	Поправочный коэффициент
15	1,1
25	1,0
35	0,87
40	0,83
45	0,78
50	0,75
55	0,71
60	0,68
65	0,65

Определение максимального потребления кислорода по ЧСС при нагрузках на велоэргометре у мужчин и женщин  
[Astrand P.O., Ryhming J.J., 1960]

Мужчины											
ЧСС	Максимальное потребление кислорода, л/мин*					ЧСС	Максимальное потребление кислорода, л/мин*				
	300 кгм/ мин	600 кгм/ мин	900 кгм/ мин	1200 кгм/ мин	1500 кгм/ мин		600 кгм/ мин	900 кгм/ мин	1200 кгм/ мин	1500 кгм/ мин	
120	2,2	3,5	4,8	-	-	148	2,4	3,2	4,3	5,4	
121	2,2	3,4	4,7	-	-	149	2,3	3,2	4,3	5,4	
122	2,2	3,4	4,6	-	-	150	2,3	3,2	4,2	5,3	
123	2,1	3,4	4,6	-	-	151	2,3	3,1	4,2	5,2	
124	2,1	3,3	4,5	6,0	-	152	2,3	3,1	4,1	5,2	
125	2,0	3,2	4,4	5,9	-	153	2,2	3,0	4,1	5,1	
126	2,0	3,2	4,4	5,8	-	154	2,2	3,0	4,0	5,1	
127	2,0	3,1	4,3	5,7	-	155	2,2	3,0	4,0	5,0	
128	2,0	3,1	4,2	5,6	-	156	2,2	2,9	4,0	5,0	
129	1,9	3,0	4,2	5,6	-	157	2,1	2,9	3,9	4,9	
130	1,9	3,0	4,1	5,5	-	158	2,1	2,9	3,9	4,9	
131	1,9	2,9	4,0	5,4	-	159	2,1	2,8	3,8	4,8	
132	1,8	2,9	4,0	5,3	-	160	2,1	2,8	3,8	4,8	
133	1,8	2,8	3,9	5,3	-	161	2,0	2,8	3,7	4,7	
134	1,8	2,8	3,9	5,2	-	162	2,0	2,8	3,7	4,6	
135	1,7	2,8	3,8	5,1	-	163	2,0	2,8	3,7	4,6	
136	1,7	2,7	3,8	5,0	-	164	2,0	2,7	3,6	4,5	
137	1,7	2,7	3,7	5,0	-	165	2,0	2,7	3,6	4,5	
138	1,6	2,7	3,7	4,9	-	166	1,9	2,7	3,6	4,5	
139	1,6	2,6	3,6	4,8	-	167	1,9	2,6	3,5	4,4	
140	1,6	2,6	3,6	4,8	6,0	168	1,9	2,6	3,5	4,4	
141	-	2,6	3,5	4,7	5,9	169	1,9	2,6	3,5	4,3	
142	-	2,5	3,5	4,6	5,8	170	1,8	2,6	3,4	4,3	
143	-	2,5	3,4	4,6	5,7	-	-	-	-	-	
144	-	2,5	3,4	4,5	5,7	-	-	-	-	-	
145	-	2,4	3,4	4,5	5,6	-	-	-	-	-	
146	-	2,4	3,3	4,4	5,6	-	-	-	-	-	
147	-	2,4	3,3	4,4	5,5	-	-	-	-	-	

\* Данные таблицы корректируются в соответствии с приложением 7.1.7

Женщины											
ЧСС	Максимальное потребление кислорода, л/мин*					ЧСС	Максимальное потребление кислорода, л/мин*				
	300 кгм/ мин	450 кгм/ мин	600 кгм/ мин	750 кгм/ мин	900 кгм/ мин		300 кгм/ мин	450 кгм/ мин	600 кгм/ мин	750 кгм/ мин	900 кгм/ мин
120	2,6	3,4	4,1	4,8	-	146	1,6	2,2	2,6	3,2	3,7
121	2,5	3,3	4,0	4,8	-	147	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6
122	2,5	3,2	3,9	4,7	-	148	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6
123	2,4	3,1	3,9	4,6	-	149	-	2,1	2,6	3,0	3,5
124	2,4	3,1	3,8	4,5	-	150	-	2,0	2,5	3,0	3,5
125	2,3	3,0	3,7	4,4	-	151	-	2,0	2,5	3,0	3,4
126	2,3	3,0	3,6	4,3	-	152	-	2,0	2,5	2,9	3,4
127	2,2	2,9	3,5	4,2	-	153	-	2,0	2,4	2,9	3,3
128	2,2	2,8	3,5	4,2	4,8	154	-	2,0	2,4	2,8	3,3
129	2,2	2,8	3,4	4,1	4,8	155	-	1,9	2,4	2,8	3,2
130	2,1	2,7	3,4	4,0	4,7	156	-	1,9	2,3	2,8	3,2
131	2,1	2,7	3,4	4,0	4,6	157	-	1,9	2,3	2,7	3,2
132	2,0	2,7	3,3	3,9	4,5	158	-	1,8	2,3	2,7	3,1
133	2,0	2,6	3,2	3,8	4,4	159	-	1,8	2,2	2,7	3,1
134	2,0	2,6	3,2	3,8	4,4	160	-	1,8	2,2	2,6	3,0
135	2,0	2,6	3,1	3,7	4,3	161	-	1,8	2,2	2,6	3,0
136	1,9	2,5	3,1	3,6	4,2	162	-	1,8	2,2	2,6	3,0
137	1,9	2,5	3,0	3,6	4,2	163	-	1,7	2,2	2,6	2,9
138	1,8	2,4	3,0	3,5	4,1	164	-	1,7	2,1	2,5	2,9
139	1,8	2,4	2,9	3,5	4,0	165	-	1,7	2,1	2,5	2,9
140	1,8	2,4	2,8	3,4	4,0	166	-	1,7	2,1	2,5	2,8
141	1,8	2,3	2,8	3,4	3,9	167	-	1,6	2,1	2,4	2,8
142	1,7	2,3	2,8	3,3	3,9	168	-	1,6	2,0	2,4	2,8
143	1,7	2,2	2,7	3,3	3,8	169	-	1,6	2,0	2,4	2,8
144	1,7	2,2	2,7	3,2	3,8	170	-	1,6	2,0	2,4	2,7
145	1,6	2,2	2,7	3,2	3,7	-	-	-	-	-	-

\* Данные таблицы корректируются в соответствии с приложением 7.1.7

## Приложение 7.1.9

Поправочный коэффициент для расчета МПК по методу von Döbeln et al  
[А.В. Чоговадзе, Л.А. Бутченко, 1984]

Возраст, лет	Поправочный коэффициент	Возраст, лет	Поправочный коэффициент
16	0,853	25	0,799
19	0,846	26	0,794
20	0,839	27	0,788
21	0,831	28	0,779
22	0,823	29	0,770
23	0,817	30	0,767
24	0,805		

## Приложение 7.1.10

Зависимость между результатами 12-минутного бега и величиной МПК  
[К.Коoper, 1970]

Дистанция, преодоленная за 12 мин бега, км	МПК, мл/мин-кг
<1,6	<25,0
1,6-2,0	25,0-33,7
2,01-2,4	33,8-42,5
2,41-2,8	42,6-51,5
≥2,8	≥51,6

## Приложение 7.1.11

Соответствие максимального потребления кислорода результатам  
12-минутного бега [Л.П.Сергиенко, 2001]

Бег 12 мин, м	МПК, мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>						
900	18,0	1700	31,6	2500	45,1	3300	58,9
950	18,9	1750	32,4	2550	46,0	3350	59,7
1000	19,7	1800	33,3	2600	46,9	3400	60,6
1050	20,6	1850	34,1	2650	47,8	3450	61,4
1100	21,4	1900	35,0	2700	48,6	3500	62,3
1150	22,3	1950	35,8	2750	49,5	3550	63,1
1200	23,1	2000	36,7	2800	50,4	3600	64,0
1250	24,0	2050	37,5	2850	51,2	3650	64,8
1300	24,8	2100	38,4	2900	52,1	3700	65,7
1350	25,7	2150	39,3	2950	52,9	3750	66,5
1400	26,4	2200	40,1	3000	53,8	3800	67,4
1450	27,4	2250	41,0	3050	54,6	3850	68,2
1500	28,2	2300	41,7	3100	55,5	3900	69,1
1550	29,0	2350	42,5	3150	56,3	3950	69,9
1600	29,9	2400	43,4	3200	57,2	4000	70,8
1650	30,7	2450	44,3	3250	58,0	4050	71,6

Прогнозирование величины МПК по результатам бега  
на 600, 1000, 1500, 2000 и 3000 м [Л.П.Сергиенко, 2001]

Дети 6-7 лет					
600 м, мин, с	МПК, мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	600 м, мин, с	МПК, мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	600 м, мин, с	МПК, мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>
1,42	60	2,02-2,04	50	2,33-2,35	40
1,43	59	2,05-2,06	49	2,36-2,40	39
1,44-1,45	58	2,07-2,09	48	2,41-2,44	38
1,46-1,47	57	2,10-2,12	47	2,45-2,48	37
1,48-1,50	56	2,13-2,15	46	2,49-2,53	36
1,51-1,53	55	2,16-2,18	45	2,54-3,00	35
1,54-1,55	54	2,19-2,21	44	3,01-3,07	34
1,56-1,57	53	2,22-2,24	43	3,08-3,13	33
1,58-1,59	52	2,25-2,28	42	3,14-3,19	32
2,00-2,01	51	2,29-2,32	41	3,20-3,27	31
Дети и подростки 8-11 лет					
1000 м, мин, с	МПК, мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	1000 м, мин, с	МПК, мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	1000 м, мин, с	МПК, мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>
3,06-3,09	60	3,48-3,53	50	4,52-4,59	40
3,10-3,12	59	3,54-3,58	49	5,00-5,08	39
3,13-3,16	58	3,59-4,03	48	5,09-5,18	38
3,17-3,19	57	4,04-4,09	47	5,19-5,28	37
3,20-3,23	56	4,10-4,15	46	5,29-5,38	36
3,24-3,28	55	4,16-4,21	45	5,39-5,50	35
3,29-3,32	54	4,22-4,29	44	5,51-6,02	34
3,33-3,36	53	4,30-4,35	43	6,03-6,14	33
3,37-3,41	52	4,36-4,43	42	6,15-6,26	32
3,42-3,47	51	4,44-4,51	41	6,27-6,38	31
Подростки 12-15 лет					
1500 м, мин, с	МПК, мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	1500 м, мин, с	МПК, мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	1500 м, мин, с	МПК, мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>
5,03-5,09	60	6,16-6,21	50	8,13-8,29	40
5,10-5,15	59	6,22-6,30	49	8,30-8,47	39
5,16-5,22	58	6,31-6,40	48	8,48-9,05	38
5,23-5,28	57	6,41-6,50	47	9,06-9,26	37
5,29-5,36	56	6,51-7,01	46	9,27-9,45	36
5,37-5,43	55	7,02-7,13	45	9,46-10,05	35
5,44-5,51	54	7,14-7,27	44	10,06-10,25	34
5,52-6,00	53	7,28-7,42	43	10,26-10,47	33
6,01-6,08	52	7,43-7,57	42	10,48-11,14	32
6,09-6,15	51	7,58-8,12	41	11,15-11,45	31

## Продолжение приложения 7.1.12

Девушки 16-17 лет и старше					
2000 м, мин, с	МПК, мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	2000 м, мин, с	МПК, мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	2000 м, мин, с	МПК, мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>
6,56-7,05	60	8,40-8,51	50	11,26-11,45	40
7,06-7,15	59	8,52-9,03	49	11,46-12,07	39
7,16-7,25	58	9,04-9,19	48	12,08-12,37	38
7,26-7,35	57	9,20-9,35	47	12,38-13,08	37
7,36-7,45	56	9,36-9,50	46	13,09-13,50	36
7,46-7,55	55	9,51-10,07	45	13,51-14,30	35
7,56-8,05	54	10,08-10,25	44	14,31-15,10	34
8,06-8,15	53	10,26-10,45	43	15,11-15,50	33
8,16-8,25	52	10,46-11,05	42	15,51-16,30	32
8,26-8,39	51	11,06-11,25	41	16,31-17,10	31
Юноши 16-17 лет и старше					
3000 м, мин, с	МПК, мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	3000 м, мин, с	МПК, мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	3000 м, мин, с	МПК, мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>
11,03-11,17	60	14,01-14,22	50	18,26-19,05	40
11,18-11,32	59	14,23-14,47	49	19,06-19,55	39
11,33-11,47	58	14,48-15,12	48	19,56-20,45	38
11,48-12,12	57	15,13-15,37	47	20,46-21,35	37
12,13-12,20	56	15,38-16,02	46	21,36-22,30	36
12,21-12,40	55	16,03-16,27	45	22,31-23,30	35
12,41-13,00	54	16,28-16,52	44	23,31-24,30	34
13,01-13,20	53	16,53-17,35	43	24,31-25,30	33
13,21-13,40	52	17,36-17,55	42	25,31-26,30	32
13,41-14,00	51	17,56-18,25	41	26,31-27,30	31

## Приложение 7.1.13

Оценка аэробных возможностей по прогнозируемым величинам МПК у детей и подростков разного возраста [Л.П.Сергиенко, 2001]

Возраст, лет	Пол	Оценка			
		отлично	хорошо	удовлетвори- тельно	неудовлетво- рительно
6-7	М	≥ 47	42-46	37-41	≤ 36
	Ж	≥ 42	36-41	32-35	≤ 31
8-11	М	≥ 48	43-47	38-43	≤ 37
	Ж	≥ 43	38-42	34-37	≤ 33
12-15	М	≥ 56	50-55	42-49	≤ 41
	Ж	≥ 45	41-44	38-41	≤ 37
≥ 16-17	М	≥ 57	52-56	44-51	≤ 43
	Ж	≥ 49	44-48	37-43	≤ 36

Изменение скорости и оценка результатов продолжительного прогрессирующего бега по методике Легер

Метаболический уровень	МПК, мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>	Продолжительность бега, мин	Скорость бега		Время преодоления 50-метрового отрезка, с
			км·час <sup>-1</sup>	м·с <sup>-1</sup>	
5	17,5	2	6,0	1,67	30,000
7	24,5	4	7,10	1,97	25,350
9	31,5	6	7,16	1,99	25,140
10	35,0	8	8,48	2,36	12,226
11	38,5	10	9,76	2,71	18,442
12	42,0	12	11,0	3,06	16,364
13	45,5	14	12,21	3,39	14,742
14	49,0	16	13,39	3,72	13,443
15	52,5	18	14,54	4,04	12,380
16	56,0	20	15,66	4,35	11,494
17	59,5	22	16,76	4,65	10,746
18	63,0	24	17,83	4,95	10,095
19	66,5	26	18,88	5,24	9,534
20	70,0	28	19,91	5,53	9,041
21	73,5	30	20,91	5,81	8,608
22	77,0	32	21,91	6,09	8,215
23	80,5	34	22,88	6,36	7,853

## Определение МПК по методике Легер у юношей и мужчин 13-34 лет

Скорость бега, м/с	МПК, мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>		Метаболический уровень	Скорость бега, м/с	МПК, мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>		Метаболический уровень
	мужчины	юноши			мужчины	юноши	
1,99	31,5	34,65	9	2,36	35,0	38,50	10
2,00	31,6	34,76		2,37	35,1	38,61	
2,01	31,7	34,87		2,38	35,2	38,72	
2,02	31,8	34,98		2,39	35,3	38,83	
2,03	31,8	34,98		2,40	35,4	38,94	
2,04	31,9	35,09		2,41	35,5	39,05	
2,05	32,0	35,20		2,42	35,6	39,16	
2,06	32,1	35,31		2,43	35,7	39,27	
2,07	32,2	35,42		2,44	35,8	39,38	
2,08	32,3	35,53		2,45	35,9	39,49	
2,09	32,4	35,64		2,46	36,0	39,60	
2,10	32,5	35,75		2,47	36,1	39,71	
2,11	32,6	35,86		2,48	36,2	39,82	
2,12	32,7	35,97		2,49	36,3	39,93	
2,13	32,8	36,08		2,50	36,4	40,04	
2,14	32,8	36,08		2,51	36,5	40,15	
2,15	32,9	36,19		2,52	36,6	40,26	
2,16	33,0	36,30		2,53	36,7	40,37	
2,17	33,1	36,41		2,54	36,8	40,48	
2,18	33,2	36,52		2,55	36,9	40,59	
2,19	33,3	36,63		2,56	37,0	40,70	
2,20	33,4	36,74		2,57	37,1	40,81	
2,21	33,5	36,85		2,58	37,2	40,92	
2,22	33,6	36,96		2,59	37,3	41,03	
2,23	33,7	37,07		2,60	37,4	41,14	
2,24	33,8	37,18		2,61	37,5	41,25	
2,25	33,9	37,29		2,62	37,6	41,36	
2,26	34,0	37,40		2,63	37,7	41,47	
2,27	34,1	37,51		2,64	37,8	41,58	
2,28	34,2	37,62		2,65	37,9	41,69	
2,29	34,3	37,73		2,66	38,0	41,80	
2,30	34,4	37,84		2,67	38,1	41,91	
2,31	34,5	37,95		2,68	38,2	42,02	
2,32	34,6	38,06		2,69	38,3	42,13	
2,33	34,7	38,17		2,70	38,4	42,24	
2,34	34,8	38,28					
2,35	34,9	38,39					

## Продолжение приложения 7.1.15.

Скорость бега, м/с	МПК, мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>		Метаболический уровень	Скорость бега, м/с	МПК, мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>		Метаболический уровень
	мужчины	юноши			мужчины	юноши	
2,71	38,5	42,35	11	3,06	42,0	46,20	12
2,72	38,6	42,46		3,07	42,1	46,31	
2,73	38,7	42,57		3,08	42,2	46,42	
2,74	38,8	42,68		3,09	42,3	46,53	
2,75	38,9	42,79		3,10	42,4	46,64	
2,76	39,0	42,90		3,11	42,5	46,75	
2,77	39,1	43,01		3,12	42,6	46,86	
2,78	39,2	43,12		3,13	42,7	46,97	
2,79	39,3	43,23		3,14	42,8	47,08	
2,80	39,4	43,34		3,15	42,9	47,19	
2,81	39,5	43,45		3,16	43,0	47,30	
2,82	39,6	43,56		3,17	43,1	47,41	
2,83	39,7	43,67		3,18	43,2	47,52	
2,84	39,8	43,78		3,19	43,4	47,63	
2,85	39,9	43,89		3,20	43,5	47,74	
2,86	40,0	44,00		3,21	43,6	47,85	
2,87	40,1	44,11		3,22	43,7	47,96	
2,88	40,2	44,22		3,23	43,8	48,07	
2,89	40,3	44,33		3,24	43,9	48,18	
2,90	40,4	44,44		3,25	44,0	48,29	
2,91	40,5	44,55		3,26	44,1	48,40	
2,92	40,6	44,66		3,27	44,2	48,51	
2,93	40,7	44,77		3,28	44,3	48,62	
2,94	40,8	44,88		3,29	44,4	48,73	
2,95	40,9	44,99		3,30	44,5	48,84	
2,96	41,0	45,10		3,31	44,6	48,95	
2,97	41,1	45,21		3,32	44,7	49,06	
2,98	41,2	45,32		3,33	44,8	49,28	
2,99	41,3	45,43		3,34	44,9	49,39	
3,00	41,4	45,54		3,35	45,0	49,50	
3,01	41,5	45,65		3,36	45,1	49,61	
3,02	41,6	45,76		3,37	45,2	49,72	
3,03	41,7	45,87		3,38	45,4	49,94	
3,04	41,8	45,98					
3,05	41,9	46,09					

## Продолжение приложения 7.1.15

Скорость бега, м/с	МПК, мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>		Метаболический уровень	Скорость бега, м/с	МПК, мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>		Метаболический уровень
	мужчины	юноши			мужчины	юноши	
3,39	45,5	50,05	13	3,72	49,0	53,90	14
3,40	45,6	50,16		3,73	49,1	54,01	
3,41	45,7	50,27		3,74	49,2	54,12	
3,42	45,8	50,38		3,75	49,3	54,23	
3,43	45,9	50,49		3,76	49,4	54,34	
3,44	46,0	50,60		3,77	49,5	54,45	
3,45	46,1	50,71		3,78	49,6	54,56	
3,46	46,2	50,82		3,79	49,7	54,67	
3,47	46,3	50,93		3,80	49,8	54,78	
3,48	46,4	51,04		3,81	50,0	55,00	
3,49	46,5	51,15		3,82	50,1	55,11	
3,50	46,6	51,26		3,83	50,2	55,22	
3,51	46,7	51,37		3,84	50,3	55,33	
3,52	46,8	51,48		3,85	50,4	55,44	
3,53	46,9	51,59		3,86	50,5	55,55	
3,54	47,0	51,70		3,87	50,6	55,66	
3,55	47,1	51,81		3,88	50,7	55,77	
3,56	47,3	52,03		3,89	50,8	55,88	
3,57	47,4	52,14		3,90	51,0	56,10	
3,58	47,5	52,25		3,91	51,1	56,21	
3,59	47,6	52,36		3,92	51,2	56,32	
3,60	47,7	52,47		3,93	51,3	56,43	
3,61	47,8	52,58		3,94	51,4	56,54	
3,62	47,9	52,69		3,95	51,6	56,76	
3,63	48,0	52,80		3,96	51,7	56,87	
3,64	48,1	52,91		3,97	51,8	56,98	
3,65	48,3	53,13		3,98	51,9	57,09	
3,66	48,4	53,24		3,99	52,0	57,20	
3,67	48,5	53,35		4,00	52,1	57,31	
3,68	48,6	53,46		4,01	52,2	57,42	
3,69	48,7	53,57		4,02	52,3	57,53	
3,70	48,8	53,68	4,03	52,4	57,64		
3,71	48,9	53,79					

## Продолжение приложения 7.1.15

Скорость бега, м/с	МПК, мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>		Метаболический уровень	Скорость бега, м/с	МПК, мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>		Метаболический уровень	
	мужчины	юноши			мужчины	юноши		
4,04	52,5	57,75	15	4,35	55,9	61,60	16	
4,05	52,6	57,86		4,36	56,0	61,71		
4,06	52,7	57,97		4,37	56,1	61,93		
4,07	52,9	58,19		4,38	56,3	62,04		
4,08	53,0	58,30		4,39	56,4	62,15		
4,09	53,1	58,41		4,40	56,5	62,26		
4,10	53,2	58,52		4,41	56,6	62,37		
4,11	53,3	58,63		4,42	56,7	62,59		
4,12	53,4	58,74		4,43	56,9	62,70		
4,13	53,5	58,85		4,44	57,0	62,81		
4,14	53,7	59,07		4,45	57,2	62,92		
4,15	53,8	59,18		4,46	57,3	63,03		
4,16	53,9	59,29		4,47	57,5	63,25		
4,17	54,0	59,40		4,48	57,6	63,36		
4,18	54,1	59,51		4,49	57,7	63,47		
4,19	54,2	59,62		4,50	57,9	63,69		
4,20	54,3	59,73		4,51	58,0	63,80		
4,21	54,4	59,84		4,52	58,1	63,91		
4,22	54,5	60,06		4,53	58,2	64,02		
4,23	54,6	60,17		4,54	58,3	64,13		
4,24	54,7	60,28		4,55	58,4	64,24		
4,25	54,8	60,39		4,56	58,5	64,35		
4,26	54,9	60,50		4,57	58,6	64,46		
4,27	55,0	60,61		4,58	58,7	64,57		
4,28	55,1	60,72		4,59	58,8	64,79		
4,29	55,2	60,83		4,60	59,0	64,90		
4,30	55,3	61,05		4,61	59,1	65,01		
4,31	55,5	61,16		4,62	59,2	65,12		
4,32	55,6	61,27		4,63	59,3	65,23		
4,33	55,7	61,38		4,64	59,4	65,34		
4,34	55,8	61,49						

## Продолжение приложения 7.1.15.

Скорость бега, м/с	МПК, мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>		Метаболический уровень	Скорость бега, м/с	МПК, мл·мин <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>		Метаболический уровень
	мужчины	юноши			мужчины	юноши	
4,35	55,9	61,60	16	4,65	59,5	65,45	17
4,36	56,0	61,71		4,66	59,6	65,56	
4,37	56,1	61,93		4,67	59,8	65,78	
4,38	56,3	62,04		4,68	59,9	65,89	
4,39	56,4	62,15		4,69	60,0	66,00	
4,40	56,5	62,26		4,70	60,1	66,11	
4,41	56,6	62,37		4,71	60,3	66,33	
4,42	56,7	62,59		4,72	60,4	66,44	
4,43	56,9	62,70		4,73	60,5	66,55	
4,44	57,0	62,81		4,74	60,6	66,66	
4,45	57,2	62,92		4,75	60,8	66,88	
4,46	57,3	63,03		4,76	60,9	66,99	
4,47	57,5	63,25		4,77	61,0	67,10	
4,48	57,6	63,36		4,78	61,1	67,21	
4,49	57,7	63,47		4,79	61,2	67,32	
4,50	57,9	63,69		4,80	61,3	67,43	
4,51	58,0	63,80		4,81	61,4	67,54	
4,52	58,1	63,91		4,82	61,6	67,76	
4,53	58,2	64,02		4,83	61,7	67,87	
4,54	58,3	64,13		4,84	61,8	67,98	
4,55	58,4	64,24		4,85	61,9	68,09	
4,56	58,5	64,35		4,86	62,0	68,20	
4,57	58,6	64,46		4,87	62,2	68,42	
4,58	58,7	64,57		4,88	62,3	68,53	
4,59	58,8	64,79		4,89	62,4	68,64	
4,60	59,0	64,90		4,90	62,5	68,75	
4,61	59,1	65,01		4,91	62,6	68,86	
4,62	59,2	65,12		4,92	62,7	68,97	
4,63	59,3	65,23		4,93	62,8	69,08	
4,64	59,4	65,34		4,94	62,9	69,19	
				4,95	63,0	69,30	

## Приложение 7.1.16

Балльная оценка результатов 12-минутного бега у мальчиков и юношей  
11-17 лет, м [Л.П.Сергиенко, 2001]

Баллы	Возраст, лет						
	11	12	13	14	15	16	17
95	2647	2734	2875	3030	3125	3171	3196
90	2577	2534	2744	2938	2975	3037	3124
85	2491	2581	2684	2885	2905	2958	2994
80	2441	2520	2647	2843	2840	2936	2934
75	2358	2468	2577	2800	2800	2892	2870
70	2301	2438	2550	2746	2796	2838	2845
65	2247	2402	2509	2712	2742	2805	2792
60	2215	2344	2482	2680	2680	2764	2769
55	2161	2302	2438	2643	2667	2717	2748
50	2036	2261	2397	2577	2605	2675	2724
45	1995	2224	2360	2548	2594	2629	2660
40	1994	2181	2307	2517	2546	2580	2643
35	1890	2113	2277	2496	2494	2506	2569
30	1813	2035	2220	2443	2444	2497	2500
25	1685	1999	2161	2368	2423	2445	2432
20	1624	1948	2071	2300	2395	2383	2376
15	1452	1852	2023	2211	2248	2346	2290
10	1208	1786	1912	2065	2122	2190	2213
5	992	1564	1716	1955	1993	2089	2000

## Приложение 7.1.17

Оценка аэробных возможностей подростков 13-17 лет по тестам ходьбы

Оценка возможностей	12-минутная ходьба, км	1,5-мильная (2400 м) ходьба, мин, с	3-мильная (4800 м) ходьба, мин, с
<b>Мальчики</b>			
Плохие	≤ 2,1	11.11-15.30	41.01-45.00
Удовлетворит.	2,2-2,5	10.49-12.10	37.31-41.00
Хорошие	2,5-2,74	9.41-10.48	33.00-37.30
Отличные	2,75-3,0	8.37-9.40	≤ 33.00
<b>Девочки</b>			
Плохие	1,6-1,9	16.55-18.30	43.01-47.00
Удовлетворит.	1,9-2,1	14.31-16.54	39.31-43.00
Хорошие	2,1-2,3	12.30-14.30	35.00-39.30
Отличные	2,3-2,4	11.50-12.29	≤ 35.00

Оценка аэробной выносливости у мужчин и женщин по времени преодоления дистанций 1500-6000 м [В.А.Романенко, 1999]

Возраст, лет	Мужчины		Возраст, лет	Женщины	
	3000; 1500 м*, мин, с	6000; 2000 м**, мин, с		1000; 1500 м*, мин, с	3000 м, мин, с
10-11	8.32.0*	-	10-11	5.53.0	-
	7.52.0			5.28.0	
	7.12.0			5.03.0	
12-13	7.50.0	-	12-13	9.24.0*	-
	7.15.0			8.42.0	
	6.40.0			8.00.0	
14-15	7.05.0*	-	14-15	8.42.0*	-
	6.35.0			8.10.0	
	6.05.0			7.38.0	
16-17	14.42.0	38.00.0	16-17	8.45.0*	-
	13.30.0	35.00.0		8.15.0	
	12.18.0	32.00.0		7.45.0	
18-19	16.00.0	-	18-19	-	22.00.0
	14.00.0			20.00.0	
	12.00.0			18.00.0	
20-29	16.48.0	36.00.0	20-28	5.58.0	25.00.0
	15.48.0	33.00.0		5.18.0	22.00.0
	14.48.0	30.00.0		4.38.0	19.00.0
30-39	17.12.0	46.00.0	29-34	6.20.0	27.00.0
	16.42.0	42.00.0		5.35.0	24.00.0
	16.12.0	38.00.0		4.50.0	21.00.0
40-49	19.54.0	-	35-44	8.30.0	29.30.0
	17.54.0			8.00.0	26.30.0
	15.54.0			7.30.0	23.30.0
50-59	27.30.0	12.20.0**	45-55	-	32.00.0
	26.00.0	11.50.0		29.00.0	
	24.30.0	11.20.0		26.00.0	
60-69	30.00.0	13.20.0**	56-65	12.10.0	-
	28.00.0	12.50.0		11.40.0	
	26.00.0	12.20.0		11.10.0	

\* время бега на дистанцию 1500 м

\*\* время бега на дистанцию 2000 м

## Оценка результатов 12-минутного теста Купера, км

Возраст, лет	Физическая подготовленность				
	очень плохая	плохая	удовлетворительная	хорошая	отличная
Мужчины					
<30	≤1,5	1,6-1,9	2,0-2,4	2,5-2,7	≥2,8
30-39	≤1,4	1,5-1,84	1,85-2,24	2,25-2,64	≥2,65
40-49	≤1,2	1,3-1,6	1,7-2,1	2,2-2,4	≥2,5
>50	≤1,1	1,2-1,5	1,6-1,9	2,0-2,4	≥2,5
Женщины					
<30	≤1,4	1,5-1,84	1,85-2,15	2,16-2,64	≥2,65
30-39	≤1,2	1,3-1,6	1,7-1,9	2,0-2,4	≥2,5
40-49	≤1,1	1,2-1,4	1,5-1,84	1,85-2,3	≥2,4
>50	≤0,9	1,0-1,3	1,4-1,6	1,7-2,15	≥2,2

## Балльная оценка результатов 12-минутного бега у девочек и девушек 11-17 лет, м [Л.П.Сергиенко, 2001]

Баллы	Возраст, лет						
	11	12	13	14	15	16	17
95	2250	2350	2548	2450	2681	2875	2573
90	2188	2266	2464	2390	2488	2592	2425
85	2125	2196	2375	2340	2400	2493	2365
80	2073	2160	2318	2280	2348	2480	2300
75	1998	2104	2178	2230	2288	2335	2205
70	1948	2050	2121	2194	2240	2293	2189
65	1898	2020	2080	2170	2225	2257	2145
60	1873	1972	2031	2145	2138	2175	2114
55	1810	1944	1979	2091	2081	2100	2079
50	1730	1920	1910	2050	2035	2053	2046
45	1678	1850	1885	2000	2010	1998	1979
40	1645	1823	1834	1961	1997	1975	1950
35	1608	1770	1785	1933	1991	1950	1905
30	1596	1743	1698	1864	1925	1882	1837
25	1516	1700	1657	1795	1805	1827	1787
20	1455	1675	1646	1750	1765	1775	1765
15	1398	1560	1582	1652	1687	1697	1737
10	1357	1525	1456	1562	1649	1579	1575
5	1025	1323	1277	1400	1560	1361	1374

## Приложение 7.1.21

Оценка аэробной выносливости у мужчин и женщин по показателям бега  
на время, м [В.А.Романенко, 1999]

Мужчины			Женщины		
Возраст, лет	Бег, м*		Возраст, лет	Бег, м*	
	6 мин.	12 мин.		6 мин.	12 мин.
10-11	1025		10-11	910	
	1150	–		1030	–
	1275			1150	
12-13	1135		12-13	990	
	1245	–		1090	–
	1355			1190	
14-15	1240	2375	14-15	930	2000
	1345	2625		1030	2200
	1450	2875		1130	2400
16-17	1330	2375	16-17	1120	2000
	1430	2625		1180	2200
	1530	2875		1240	2400
18-19		2540	18-19		1980
	–	2740		–	2200
		2940			2420
20-29		2300	20-28		1950
	–	2500		–	2150
		2700			2350
30-39	1000	2200	29-34		1850
	1200	2400		–	2050
	1400	2600			2250
40-49	900	2100	35-44		1650
	1100	2300		–	1850
	1300	2500			2050
50-59	800	2000	45-55		1500
	1000	2200		–	1700
	1200	2400			1900
60-69	700	1750	56-65		1480
	800	2000		–	1680
	900	2250			1880

\* Верхнее значение показателя соответствует оценке "удовлетворительно", среднее – "хорошо", нижнее – "отлично"

## Приложение 7.1.22

Оценка результатов 9-минутного бега у девочек  
и мальчиков, м [Roche, 1980]

Баллы	7 лет		8 лет		9 лет		10 лет	
	М	Д	М	Д	М	Д	М	Д
95	2055	1710	1958	1800	2033	1838	2163	1800
90	1900	1500	1857	1663	1950	1770	2012	1800
85	1802	1486	1736	1598	1884	1725	1971	173-
80	1782	1470	1673	1582	1848	1665	1920	1692
75	1616	1410	1631	1535	1928	1635	1817	1653
70	1550	1300	1592	1475	1782	1582	1780	1610
65	1530	1290	1526	1439	1745	1545	1737	1545
60	1522	1266	1517	1408	1719	1485	1691	1531
55	1477	1250	1475	1350	1695	1445	1664	1480
50	1440	1245	1410	1319	1683	1420	1644	1450
45	1392	1238	1389	1290	1654	1390	1622	1428
40	1351	1215	1376	1250	1627	1380	1600	1400
35	1326	1195	1348	1200	1548	1350	1599	1376
30	1322	1175	1325	1195	1525	1322	1545	1347
25	1304	1154	1275	1172	1480	1285	1530	1297
20	1240	1125	1205	1128	1452	1224	1400	1230
15	1219	1110	1098	1100	1403	1100	1284	1190
10	1205	1050	1049	1050	1315	1063	1029	884
5	948	550	998	998	1227	845	826	675

## Приложение 7.1.23

## МПК у спортсменок по данным разных авторов

Вид спорта	МПК, мл/мин/кг		
	Saltin, Astrand	Wilmore	В.Л. Карпман и соавт., 1988
Бег на средние и длинные дистанции	56 (53-59)	58	63 ± 1 (57-71)
Велосипедный спорт	-	54	62 ± 4 (48-74)
Лыжные гонки	63 (61-66)	-	61 ± 3 (58-72)
Плавание	57 (52-60)	50	59 ± 2 (49-66)
Конькобежный спорт	54 (50-59)	49	57 ± 2 (49-70)
Горнолыжный спорт	51 (41-61)	53	-
Хоккей на траве	-	-	50 ± 1 (42-61)
Баскетбол	-	44	50 ± 2 (41-59)
Теннис	44 (37-51)	-	46 ± 4 (40-56)
Гимнастика художественная	-	43	45 ± 2 (39-55)
Фехтование	44 (42-46)	-	-
Стрельба из лука	40 (37-42)	-	-
Метания (легкая атлетика)	-	-	38 ± 2 (32-51)

## МПК у спортсменов по данным разных авторов

Вид спорта	МПК, мл/мин/кг				
	Saltin, Asstrand	Cumming	Н.И. Волков	Wilmore	В.Л.Карпман и соавт., 1988
Лыжные гонки	83 (80-86)	-	77 (67-87)	-	77 ± 3 (64-85)
Конькобежный спорт	78 (76-82)	-	72 (58-85)	66	75 ± 1 (60-82)
Велосипедный (шоссе)	75 (72-80)	-	79 (76-83)	70	74 ± 2 (63-82)
Бег на длинные дистанции	80 (77-82)	66	77 (70-84)	71	74 ± 1 (62-85)
Биатлон	74 (70-78)	-	-	-	73 ± 3 (65-81)
Велосипедный (трек)	75 (72-80)	71	75 (68-82)	-	72 ± 1 (60-81)
Бег на средние дистанции	76 (74-78)	66	70 (67-75)	-	72 ± 1 (61-76)
Современное пятиборье	-	-	-	-	71 ± 1 (68-79)
Плавание	67 (58-71)	57	72 (60-83)	59	70 ± 2 (59-76)
Гребля на байдарке и каноэ	70 (68-71)	-	-	63	69 ± 1 (59-75)
Гребля академическая	62 (57-70)	52	68 (65-74)	66	67 ± 1 (58-72)
Спортивная ходьба	71 (66-74)	-	68 (61-77)	-	67 ± 2 (59-75)
Горнолыжный спорт	68 (53-77)	-	58 (53-62)	65	-
Бокс	-	55	-	-	63 ± 1 (51-74)
Фигурное катание	-	-	55 (49-60)	58	62 ± 2 (51-75)
Теннис	59 (54-63)	55	-	-	62 ± 3 (50-72)
Борьба	57 (52-64)	54	58 (51-68)	59	60 ± 1 (51-69)
Водное поло	-	58	65 (58-72)	-	60 ± 1 (45-70)
Хоккей	-	52	65 (59-73)	56	60 ± 2 (48-70)
Бег на короткие дистанции	67 (63-69)	53	61 (57-68)	-	60 ± 3 (51-68)
Баскетбол	-	53	62 (49-75)	46	59 ± 2 (47-71)
Футбол	-	51	56 (47-65)	58	57 ± 1 (39-71)
Прыжки в воду	-	54	-	-	57 ± 2 (40-68)
Волейбол	-	52	52 (45-58)	57	-
Гимнастика спортивная	60 (49-64)	42	48 (42-53)	55	47 ± 1 (38-59)
Тяжелая атлетика	56 (52-59)	56	-	45	45 ± 3 (28-58)
Конный спорт	-	-	-	-	45 ± 1 (38-52)
Метания (легкая атлетика)	-	38	-	44	42 ± 2 (37-45)
Нетренированные мужчины	43 (37-48)	-	-	42	43 ± 1 (31-56)

## Оценка результатов теста Новакки [Nowacki P.E., 1978]

Мощность нагрузки, Вт/кг	Время работы на каждой ступеньке, мин	Оценка результатов тестирования
2	1	Низкая работоспособность у нетренированных (А)*
3	1	Удовлетворительная работоспособность у нетренированных (Б)
3	2	Нормальная работоспособность у нетренированных (В)
4	1	Удовлетворительная работоспособность у спортсменов (Г)
4	2	Хорошая работоспособность у спортсменов (Д)
5	1-2	Высокая работоспособность у спортсменов
6	1	Очень высокая работоспособность у спортсменов

\* А; Б; В; Г; Д – "ступеньки" нагрузки (рис. 7.2.1)

Приложение 7.2.2

Оценка физической работоспособности у мужчин и женщин [В.А.Романенко, 1999]

Возраст, лет	Мужчины			Возраст, лет	Женщины		
	PWC <sub>170</sub>		Степ-тест 5 мин., 3 мин*, ед		PWC <sub>170</sub>		Степ-тест 5 мин., 3 мин.*, ед
	Вт	Вт/кг			Вт	Вт/кг	
10-11	–	–	84,0-89,0-94,0	10-11	–	–	84,0-89,0-94,0
12-13	–	–	81,0-87,0-93,0	12-13	–	–	81,0-87,0-93,0
14-15	120-165-210**	2,4-3,2-4,0	81,0-86,0-91,0	14-15	100-130-160	2,0-2,5-3,0	81,0-86,0-91,0
16-17	170-190-210	2,6-2,9-3,2	47,0*-53,0*-59,0*	16-17	100-130-160	1,8-2,3-2,8	68,0-81,0-94,0
18-19	170-190-210	2,4-2,8-3,2	44,0*-50,0*-56,0*	18-19	100-130-160	1,8-2,3-2,8	41,0*-45,0-49,0
20-29	200-220-240	2,85-3,05-3,25	44,0*-50,0*-56,0*	20-28	100-130-160	1,7-2,2-2,7	38,0*-43,0-48,0
30-39	170-190-210	2,20-2,55-2,90	–	29-34	90-115-140	1,4-1,8-2,2	–
40-49	150-175-200	1,80-2,20-2,60	–	35-44		70-100-130	–
50-59	125-145-165	1,60-1,90-2,20	–	45-55	60-90-120	0,9-1,3-1,7	–
60-69	100-115-130	1,30-1,50-1,70	–	56-65	55-80-105	0,8-1,1-1,4	–

\*Значения трехминутного степ-теста

\*\* Первое значение соответствует оценке "удовлетворительно", второе - "хорошо", третье - "отлично"

## Приложение 7.2.3

Оценка результатов Гарвардского пятиминутного степ-теста у взрослых мужчин и женщин [В.Л.Карпман, 1988]

ИГСТ, ед	Оценка физической работоспособности
≤ 54	низкая
55-64	ниже средней
65-79	средняя
80-89	выше средней
≥ 90	высокая

## Приложение 7.2.4

Мощность 1-й нагрузки ( $\dot{W}_1$ , кгм/мин) для определения  $PWC_{170}$  у спортсменов различной специализации и массы тела [В.Л.Карпман, 1988]

Виды спорта	Масса тела, кг						
	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85 и больше
Скоростно-силовые и сложнокоординационные	300	400	500	500	500	600	600
Игровые и единоборства	300	400	500	600	700	800	800
"На выносливость"	500	600	700	800	900	900	1000

## Приложение 7.2.5

Мощность 2-й нагрузки для определения  $PWC_{170}$  [В.Л.Карпман, 1988]

Мощность 1-й нагрузки ( $\dot{W}_1$ ), кгм/мин	Мощность 2-й нагрузки ( $\dot{W}_2$ ), кгм/мин			
	ЧСС при $\dot{W}_2$ , уд/мин			
	90-99	100-109	110-119	120-129
300	1000	850	700	600
400	1200	1000	800	700
500	1400	1200	1000	850
600	1600	1400	1200	1000
700	1800	1600	1400	1200
800	1900	1700	1500	1300
900	2000	1800	1600	1400

Фактор К при различной относительной длине шагов ( $l/h$ ) и длине следа ступни ( $d/h$ ) [В.Л.Карпман, В.Р.Орел, 1986]

$l/h \setminus d/h$	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34
0,60	0,285	0,271	0,256	0,239	0,219
0,62	0,300	0,287	0,273	0,256	0,238
0,64	0,316	0,303	0,289	0,274	0,256
0,66	0,331	0,318	0,305	0,290	0,274
0,68	0,346	0,334	0,320	0,306	0,291
0,70	0,361	0,349	0,336	0,322	0,308
0,72	0,376	0,365	0,352	0,338	0,325
0,74	0,392	0,380	0,368	0,355	0,341
0,76	0,408	0,396	0,383	0,371	0,357
0,78	0,423	0,411	0,399	0,386	0,373
0,80	0,439	0,427	0,415	0,402	0,389
0,82	0,455	0,443	0,431	0,418	0,405
0,84	0,471	0,459	0,447	0,434	0,421
0,86	0,488	0,475	0,463	0,450	0,437
0,88	0,503	0,492	0,479	0,466	0,454
0,90	0,521	0,508	0,495	0,483	0,470
0,92	0,537	0,525	0,512	0,499	0,486
0,94	0,554	0,542	0,529	0,516	0,504
0,96	0,571	0,558	0,546	0,532	0,520
0,98	0,589	0,576	0,563	0,550	0,537
1,00	0,606	0,593	0,580	0,567	0,554
1,02	0,624	0,611	0,598	0,585	0,571
1,04	0,642	0,629	0,616	0,602	0,589
1,06	0,661	0,647	0,633	0,620	0,606
1,08	0,679	0,666	0,651	0,638	0,624
1,10	0,698	0,684	0,670	0,656	0,642
1,12	0,718	0,703	0,689	0,675	0,661
1,14	0,737	0,723	0,709	0,694	0,680
1,16	0,757	0,742	0,728	0,713	0,699
1,18	0,778	0,763	0,748	0,733	0,718
1,20	0,799	0,783	0,768	0,753	0,738

Примечания:

1.  $l$  – длина (см) шага;  $d$  – длина (см) следа ступни в обуви;  $h$  – длина (см) ноги испытуемого в обуви, отсчитываемая от тазобедренного сустава до нижнего края каблука в положении стоя.
2. Расчеты с помощью таблицы эффективны при частоте шагов в диапазоне от 60 до 140 в минуту при ходьбе прямой свободной походкой в одежде и обуви, не нарушающих естественных локомоций.

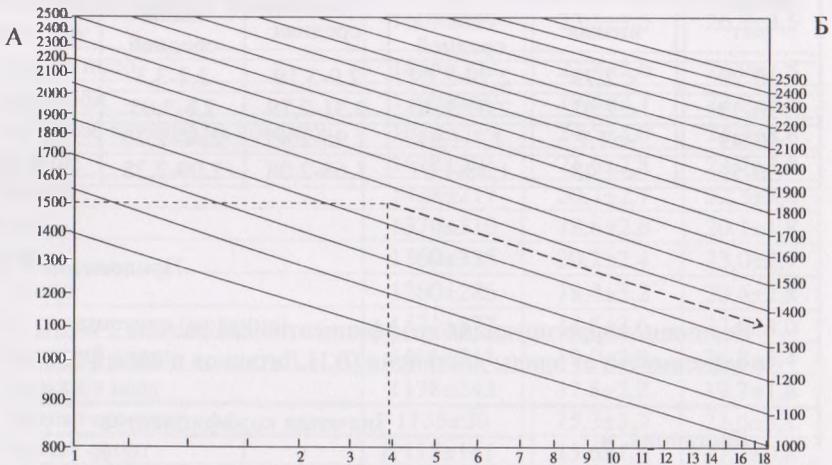
## Приложение 7.2.7

Средние величины  $PWC_{170}$  у здоровых мужчин и женщин  
[Т.К.Ибрагимов, 1986]

Возраст, лет	$PWC_{170}$ , кгм/мин		$PWC_{170}$ , Вт/мин	
	мужчины	женщины	мужчины	женщины
20-29	1000	620	167	103
30-39	1080	701	180	117
40-49	1000	625	167	104
50-59	950	620	158	103
60-69	850	630	142	105

## Приложение 7.2.8

Номограмма Торнвалла для определения  $PWC_{\text{max6}}$  [В.Л. Карпман, 1988]



По абсциссе – время предельной работы на велоэргометре (мин),  
по ординате: А – мощность мышечной работы (кгм/мин), Б – значения  
 $PWC_{\text{max6}}$  (кгм/мин)

## Приложение 7.2.9

Высота "ступеньки" в зависимости от длины тела обследуемых

Длина тела, см	Высота "ступеньки", см
≤ 152,4	30,5
152,5-160	35,6
161-175,3	40,6
175,4-182,9	45,7
≥ 183	50,8

## Приложение 7.2.10

Оценка физической работоспособности у мужчин [Л.Я.Иващенко, 1986]

Возраст, лет	Физическая работоспособность				
	низкая	ниже средней	средняя	выше средней	высокая
20-29	< 2,79	2,79-2,89	2,9-3,19	3,2-3,3	> 3,3
30-39	< 2,07	2,07-2,30	2,31-2,79	2,8-3,03	> 3,03
40-49	< 1,7	1,7-1,94	1,95-2,45	2,46-2,70	> 2,7
50-59	< 1,48	1,48-1,67	1,68-2,08	2,09-2,28	> 2,28

## Приложение 7.2.11

Величины корректирующих коэффициентов для расчета  $PWC_{170}$  в зависимости от длины дистанции [В.Н.Литвинов и соавт., 2000]

Дистанция, м	Значения коэффициентов	
	А	К
600	-9,56116	3516,540
1000	-7,50585	6083,765
1500	-4,95273	9145,765
2000	-4,80318	12646,176
3000	-4,40182	19800,236

Физическая работоспособность у спортсменов различных специализаций  
[В.Л.Карпман и соавт., 1988]

Виды спорта	PWC <sub>170</sub>		Возраст,
	кгм/мин	кгм/мин/кг	лет
	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$
Биатлон	1930±117	27,7±1,9	25,9±3,9
Лыжные гонки	1760±305	25,7±4,6	23,1±4,8
Конькобежный спорт	1710±284	24,0±3,5	21,8±3,2
Современное пятиборье	1709±242	23,5±3,0	23,7±3,3
Бег на средние дистанции	1676±190	24,1±4,9	21,0±2,0
Велосипедный спорт	1676±296	22,7±2,8	21,4±3,9
Гребля академическая	1651±235	19,0±3,0	20,3±3,9
Плавание	1642±217	22,9±3,0	19,9±1,3
Спортивная ходьба и марафонский бег	1605±239	23,1±3,6	26,9±3,5
Водное поло	1865±302	22,4±3,6	23,9±2,8
Баскетбол	1705±280	19,3±2,7	22,9±3,5
Фигурное катание на коньках	1672±379	24,5±3,0	21,9±3,8
Футбол	1618±296	21,6±2,8	23,7±3,8
Хоккей	1428±217	20,1±2,7	22,3±3,4
Борьба	1370±310	18,6±2,8	20,1±1,8
Бокс	1360±335	20,2±2,4	23,0±2,7
Теннис	1260±286	18,4±3,2	20,4±2,8
Легкая атлетика (метания)	1571±377	14,6±3,6	22,9±4,0
Парусный спорт	1466±211	19,0±2,8	26,8±5,4
Прыжки в воду	1198±243	17,8±2,2	19,7±1,8
Тяжелая атлетика	1135±20	15,3±2,3	22,6±3,1
Конный спорт	1115±161	15,6±1,6	27,7±0,8
Спортивная гимнастика	1044±150	16,5±2,0	21,2±2,9

## Приложение 7.2.13

Физическая работоспособность у спортсменов различных специализаций  
[В.Л.Карпман и соавт., 1988]

Виды спорта	PWC <sub>170</sub>		Возраст, лет
	кгм/мин	кгм/мин/кг	
	$\bar{X} \pm \sigma$	$\bar{X} \pm \sigma$	$\bar{X} \pm \sigma$
Легкая атлетика (метания)	1106±211	12,7±2,0	24,1±3,9
Велосипедный спорт	1074±144	17,2±2,2	19,0±1,4
Бег на средние дистанции	1046±73	19,3±1,3	23,3±3,9
Подводное плавание	937±209	15,4±2,9	17,1±1,6
Фигурное катание на коньках	932±191	19,8±2,8	18,7±2,3
Лыжные гонки	899±117	15,1±2,2	19,5±1,2
Плавание	880±172	14,3±1,5	18,0±1,9
Аэробика	799±128	13,8±2,2	22,9±5,9
Прыжки в воду	710±112	13,5±1,9	19,5±3,2
Спринтерский бег	626±43	10,8±1,5	20,3±0,4
Нетренированные женщины	640±105	10,2±1,6	24,1±2,6

## Приложение 7.2.14

Оценка физической работоспособности по тесту PWC<sub>170</sub> (кгм/мин) у  
квалифицированных спортсменов [В.Л.Карпман и соавт., 1988]

Вес тела, кг	Оценка физической работоспособности				
	низкая	ниже средней	средняя	выше средней	высокая
Спортсмены, тренирующиеся "на выносливость"					
60-69	< 1199	1200-1399	1400-1799	1800-1999	> 2000
70-79	< 1399	1400-1599	1600-1999	2000-2199	> 2200
80-89	< 1546	1550-1749	1750-2149	2150-2349	> 2350
Спортсмены, занимающиеся игровыми видами спорта и единоборствами					
60-69	< 999	1000-1199	1200-1599	1600-1799	> 1800
70-79	< 1149	1150-1349	1350-1749	1750-1949	> 1950
80-89	< 1299	1300-1499	1500-1899	1900-2099	> 2100
Спортсмены, занимающиеся скоростно-силовыми и сложнокоординационными видами спорта					
60-69	< 699	700-899	900-1299	1300-1499	> 1500
70-79	< 799	800-999	1000-1399	1400-1599	> 1600
80-89	< 899	900-1099	1100-1499	1500-1699	> 1700

## Приложение 7.2.15

Диапазон колебаний величин  $PWC_{170}$  (кгм/мин) у спортсменов различной квалификации и специализации [В.Л.Карпман и соавт., 1988]

Виды спорта	Спортивный разряд			Кандидаты в мастера спорта	Мастера спорта
	III	II	I		
"На выносливость"	900-1400	1000-1500	1150-1650	1300-1800	1450-1950
Игровые, единоборства	900-1300	950-1350	1050-1450	1150-1550	1200-1600
Скоростно-силовые, сложно-координационные	900-1200	900-1200	950-1250	950-1250	1000-1300

## Приложение 7.2.16

Значение  $PWC_{170}$  у юных спортсменов и нетренированных детей [В.Л.Карпман и соавт., 1988]

Возраст, лет	Пол	$PWC_{170}$ , Вт/мин	
		спортсмены	нетренированные
		$\bar{x} \pm m$	$\bar{x} \pm m$
8-9	М	108,3±3,2	109,4±3,5
	Ж	120,0±5,1	90,0±3,7
10-11	М	119,8±3,8	102,9±6,7
	Ж	107,1±5,6	103,3±2,2
12-13	М	155,7±6,8	124,0±2,5
	Ж	129,5±5,4	109,4±7,0
14-15	М	151,5±10,6	114,3±11,2
	Ж	111,0±5,6	100,0±18,5

## Приложение 8.1.1

Функциональное состояние школьников 8 лет с высоким и низким уровнями личностной тревожности [И.А. Криволапчук, 2004]

Показатели	Уровень личностной тревожности	
	Низкий	Высокий
	$\bar{X} \pm m$	$\bar{X} \pm m$
Вес, кг	25,94±0,43*	29,66±0,81
АД <sub>с</sub> , мм.рт.ст	98,75±1,02	104,42±1,14
АД <sub>д</sub> , мм.рт.ст	55,88±1,16	63,58±1,08
АД <sub>ср.</sub> , мм.рт.ст	70,18±1,07	77,20±0,86
ЧСС, уд/мин	82,37±1,12	87,90±0,94
Двойное произведение, у.е.	81,17±2,03	91,78±2,15
Мо, с	0,70±0,01	0,63±0,01
ΔХ, с	0,26±0,01	0,22±0,01
Амо, %	33,35±1,31	45,14±1,48
Индекс напряжения, у.е.	108,32±15,29	172,84±13,96
Адаптационный потенциал, у.е.	3,61±0,04	4,126±0,08
МПК, мл/мин/кг	51,41±0,68	47,88±0,75
T <sub>231/кг</sub> , с	141,81±1,8	135,93±1,53
ПВ <sub>231/кг</sub> , уд/мин**	97,13±1,9	104,07±1,76
ПВ <sub>431/кг</sub> , уд/мин***	97,88±1,94	107,79±1,98
Наклон вперед, см	5,56±0,56	7,55±0,59
Бег 6 мин, м	1080,31±18,38	1025,86±10,45

## Приложение 8.1.2

Показатели физического развития и двигательной подготовленности мальчиков 11 лет разных районов России [Т.А. Бобылева, 2004]

Тесты	Центральная Россия	Крайний Север
	$\bar{X} \pm m$	$\bar{X} \pm m$
Масса тела, кг	36,0±1,33	33,1±1,51
Длина тела, см	144±4,0	141±4,4
Окружность грудной клетки, см	69,2±3,52	65,7±3,03
Сила кисти, кг	21±0,52	22±1,8
Прыжок в длину с места, см	158±14	160±11
Бег 30 м сходу, с	5,3±0,42	6,0±0,53
6-минутный бег, м	1090±54	818±73
МПК, мл/мин/кг	49,3±3,12	36,6±1,41

\* Достоверность различий на уровне 0,05 < p < 0,001

\*\* ПВ<sub>231/кг</sub> – пульс на 4-й минуте восстановления после нагрузки 2 Вт/кг

\*\*\* ПВ<sub>431/кг</sub> – пульс на 4-й минуте после нагрузки 4 Вт/кг

## Приложение 8.1.3.

Сравнительная характеристика физической подготовленности мальчиков 7-9 лет различных районов Киева [С.Присяжнюк, 2004]

Показатели	Районы	Возраст, лет		
		7	8	9
Кистевая динамометрия, кг	Русановка	11,6	13,8	15,8
	Харьковский	10,5	14,9	26,5
Бег 30 м со старта, с	Русановка	7,2	6,7	6,4
	Харьковский	6,1	5,8	5,5
Прыжок в длину с места, см	Русановка	106,5	120,9	133,8
	Харьковский	135,1	146,9	165,1
Сгибание и разгибание рук в упоре лежа, кол-во раз	Русановка	14,3	15,4	16,5
	Харьковский	20,3	26,4	38,4

## Приложение 8.2.1

Зависимости между показателями антропометрического и физического статуса у женщин [Л.Я.Иващенко и соавт., 1991]\*

Показатели	Методы оценки физического состояния						
	Пирогова	Баевский	Душанин	Апанасенко	Амосов	Пярнаг	Астранд
Масса тела, кг	-255	-492	-623	-415	-358	-636	-738
Вес/рост, г/см	-164	-455	-501	-285	-459	-537	-632
Масса тела, % превышения	-297	-418	-534	-335	-414	-664	-680
Жировая масса, кг	-358	-576	-586	-349	-454	-426	-503
Обхват талии, см	-355	-637	-560	-417	-398	-516	-524
Обхват ягодиц, см	-346	-533	-619	-355	-396	-562	-545
Обхват груди, см	-333	-620	-625	-430	-427	-532	-572
Обхват плеча, см	-244	-378	-482	-190	-425	-264	-401
Обхват бедра, см	-316	-327	-682	-236	-343	-373	-457
Обхват голени, см	-314	-266	-670	-153	-182	-350	-479
Обхват предплечья, см	-247	-315	-554	-148	-350	-253	-391

\* Нули и запятые опущены

Корреляции между показателями физического и функционального состояния [Л.Я.Иващенко и соавт., 1991]\*

Методы оценки физического состояния	ЧСС	АД <sub>сист.</sub>	АД <sub>диаст.</sub>	АД <sub>средн.</sub>
Пирогова, баллы	-480	-789	-581	-734
Пирогова, оценка, у.е.	-554	-699	-501	-641
Баевский, баллы	-143	-900	-691	-855
Баевский, оценка, у.е.	-139	-899	-616	-808
Душанин, оценка, у.е.	-053	-316	-405	-396
Апанасенко, баллы	-460	-666	-376	-554
Апанасенко, оценка, у.е.	-452	-462	-228	-367
Амосов, оценка, у.е.	-049	-269	302	-305
Пярнат, оценка, у.е.	-144	-461	-397	-463
Астранд, оценка, у.е.	-090	-399	-395	-428

Приложение 8.2.3

Коэффициенты корреляций между оценкой физического состояния и физической работоспособностью [Л.Я.Иващенко и соавт., 1991]\*

Методы оценки физического состояния	PWC <sub>макс</sub> Вт	PWC <sub>макс</sub> Вт/кг	МПК, мл/мин/кг <sup>-1</sup>
Пирогова, баллы	229	306	253
Пирогова, оценка	199	351	377
Баевский, баллы	072	351	579
Баевский, оценка	102	329	528
Душанин, оценка	194	128	443
Апанасенко, оценка	199	446	530
Амосов, оценка	250	443	519
Пярнат, оценка	334	637	817
Астранд, оценка	274	662	885

\* нули и запятые опущены

## Приложение 8.2.4

Оценка уровней физического состояния с помощью различных систем  
(% к общему числу обследуемых) [Л.Я.Иващенко и соавт., 1991]

Системы оценивания	Уровни физического состояния				
	1	2	3	4	5
Астранд	15,09	43,40	36,79	4,72	–
Пирогова	44,34	33,91	178,26	3,42	–
Баевский	6,08	21,74	46,96	25,22	–
Амосов	–	–	–	8,41	91,59
Пярнат	–	–	9,52	48,58	41,90
Душанин	–	–	35,85	64,16	–
Апанасенко	64,70	27,45	7,85	–	–

## Приложение 8.3.1

Оценка значений индекса Руфье

Значение индекса	Оценка
$\leq 0$	Атлетическое сердце
0,1-5,0	"отлично" (очень хорошее сердце)
5,1-10,0	"хорошо" (хорошее сердце)
10,1-15,0	"удовлетворительно" (сердечная недостаточность средней степени)
15,1-20,0	"плохо" (сердечная недостаточность сильной степени)

## Приложение 8.3.2

## Оценка гемодинамических показателей пробы С.П.Летунова

Возраст, лет	Пульс за 10 сек*				Максимальное кровяное давление, мм.рт.ст.*			
	в покое	после 20 приседаний	после 15 с бега	после 3 мин бега	в покое	после 20 приседаний	после 15 с бега	после 3 мин бега
21-25	10,0	16,4	21,2	21,5	115	131	144	154
26-30	9,3	15,3	20,3	21,0	113	130	140	158
31-35	9,4	16,0	20,6	21,8	117	136	150	168
36-40	10,4	16,3	20,7	21,5	117	135	146	162
41-45	9,7	16,3	20,4	22,1	115	134	141	162
46-50	10,0	16,2	20,4	21,7	120	136	145	165
≥ 50	10,2	17,0	20,7	22,6	132	153	161	182

## Приложение 8.4.1

## Оценка физического состояния по системе КОНТРЭКС – 1

Сумма баллов	Уровни физического состояния
≤ 90	Низкий
91 – 120	Ниже среднего
121 – 170	Средний
171 – 200	Выше среднего
≥ 200	Высокий

## Приложение 8.4.2

## Оценка физического состояния по диагностической системе

Е.А. Пироговой, Л.Я. Иващенко, Н.П. Страпко [1989]

Сумма баллов	Уровни физического состояния
≤ 45	Низкий
46 – 74	Средний
≥ 75	Высокий

\* Пульс колеблется в пределах ± 2 уд/мин, давление – ± 10-15 мм.рт.ст.

Нормативы двигательных тестов для оценки основных физических качеств по системе КОНТРЭКС – 2 (м – мужчины, ж – женщины)

Возраст, лет	Гибкость, см		Быстрота, см		Динамическая сила, см		Скоростная выносливость, число повторений		Скоростно - силовая выносливость, число повторений		Общая выносливость (бег)			
											10-минутный		2000 м, мин	1700 м, мин
	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж
19	9	10	13	15	57	41	18	15	23	21	3000	2065	7,00	8,43
20	9	10	13	15	56	40	18	15	22	20	2900	2010	7,10	8,56
21	9	10	14	16	55	39	17	14	22	20	2800	1960	7,20	9,10
22	9	10	14	16	53	38	17	14	21	19	2750	1920	7,30	9,23
23	8	9	14	16	52	37	17	14	21	19	2700	1875	7,40	9,36
24	8	9	15	17	51	37	16	13	20	18	2650	1840	7,50	9,48
25	8	9	15	17	50	36	16	13	20	18	2600	1800	8,00	10,00
26	8	9	15	18	49	35	16	13	20	18	2550	1765	8,10	10,12
27	8	9	16	18	48	35	15	12	19	17	2500	1730	8,20	10,24
28	8	8	16	18	47	34	15	12	19	17	2450	1700	8,27	10,35
29	7	8	16	18	46	33	15	12	19	17	2400	1670	8,37	10,47
30	7	8	16	19	46	33	15	12	18	16	2370	1640	8,46	10,58
31	7	8	17	19	45	32	14	12	18	16	2350	1620	8,55	11,08
32	7	8	17	19	44	32	14	11	18	16	2300	1590	9,04	11,20
33	7	8	17	20	43	31	14	11	17	16	2250	1565	9,12	11,30
34	7	8	17	20	43	31	14	11	17	15	2220	1545	9,20	11,40
35	7	8	18	20	42	30	14	11	17	15	2200	1520	9,28	11,50
36	7	7	18	20	42	30	13	11	17	15	2200	1500	9,36	12,00
37	7	7	18	21	41	29	13	11	16	15	2100	1475	9,47	12,12
38	6	7	18	21	41	29	13	11	16	15	2100	1460	9,52	12,20
39	6	7	19	21	40	29	13	10	16	14	2000	1445	10,00	12,30
40	6	7	19	22	39	28	13	10	15	14	2000	1420	10,08	12,40
41	6	7	19	22	39	28	13	10	15	14	2000	1405	10,14	12,48
42	6	7	19	22	39	28	12	10	15	14	2000	1390	10,22	12,58
43	6	7	20	22	38	27	12	10	15	14	2000	1370	10,30	13,07
44	6	7	20	23	38	27	12	10	15	14	1950	1355	10,37	13,16
45	6	7	20	23	37	27	12	10	15	13	1950	1340	10,44	13,25
46	6	7	20	23	37	27	12	10	15	13	1900	1325	10,52	13,34
47	6	7	20	23	36	26	12	9	15	13	1900	1310	10,58	13,43

## Продолжение приложения 8.4.3

48	6	6	21	24	36	26	12	9	14	13	1900	1300	11,05	13,52
49	6	6	21	24	36	26	11	9	14	13	1850	1285	11,12	14,00
50	6	6	21	24	35	25	11	9	14	13	1850	1273	11,19	14,08
51	6	6	21	24	35	25	11	9	14	13	1800	1260	11,25	14,17
52	6	6	22	25	35	25	11	9	14	12	1800	1250	11,34	14,25
53	5	6	22	25	34	25	11	9	14	12	1800	1235	11,40	14,34
54	5	6	22	25	34	24	11	9	14	12	1750	1225	11,46	14,42
55	5	6	22	25	34	24	11	9	13	12	1750	1215	11,54	14,50
56	5	6	22	25	33	24	11	9	13	12	1750	1200	12,00	14,58
57	5	6	23	26	33	24	11	9	13	12	1700	1190	12,05	15,06
58	5	5	23	26	33	24	10	9	13	12	1700	1180	12,11	15,14
59	5	6	23	26	33	23	10	8	13	12	1700	1170	12,17	15,20
60	5	6	23	26	32	23	10	8	13	12	1650	1160	12,18	15,30

## Приложение 8.4.4

Интегральная оценка физического состояния по системе КОНТРЭКС – 2

Сумма баллов	Уровни физического состояния
≤ 50	Низкий
51 – 89	Ниже среднего
90 – 160	Средний
161 – 249	Выше среднего
≥ 250	Высокий

## Приложение 8.4.5

Прогнозируемые уровни физического состояния [Е.А.Пирогова, 1986]

Уровни физического состояния	Значения $x_1$ для мужчин
Низкий	≤ 0,375
Ниже среднего	0,376-0,525
Средний	0,526-0,675
Выше среднего	0,676-0,825
Высокий	≥ 0,826

Экспресс-оценка уровня физического здоровья у мужчин и женщин  
[Г.Л. Апанасенко, Н.А. Науменко, 1988]

Показатель	Уровни				
	низкий	ниже среднего	средний	выше среднего	высокий
<b>Мужчины</b>					
Масса тела (кг) / рост (м)	≤ 18,9	19,0-20,0	20,1-25,0	25,1-28,0	≥ 28,1
	-2 балла	-1 балл	0 баллов	-1 балл	-2 балла
ЖЕЛ / масса тела, мл/кг	≤ 50	51-55	56-60	61-65	≥ 66
	-1 балл	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла
Динамометрия кисти / масса тела, %	≤ 60	61-65	66-70	71-80	> 80
	-1 балл	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла
ЧСС × АДсис / 100	≥ 111	95-100	85-94	70-84	≤ 69
	-2 балла	-1 балл	0 баллов	3 балла	5 баллов
Восстан. ЧСС после 20 прис. за 30 с, мин	≥ 3	2-3	1,3-1,59	1,0-1,29	≤ 59
	-2 балла	1 балл	3 балла	5 баллов	7 баллов
Общая оценка уровня здоровья, баллы	≤ 3	4-6	7-11	12-15	16-18
<b>Женщины</b>					
Масса тела (кг) / рост (м)	≤ 16,9	17,0-18,6	18,1-23,8	23,9-26,0	≥ 26,1
	-2 балла	-1 балл	0 баллов	-1 балл	-2 балла
ЖЕЛ / масса тела, мл/кг	< 40	41-45	46-50	51-56	> 56
	-1 балл	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла
Динамометрия кисти / масса тела, %	≤ 40	41-45	51-55	56-60	≥ 61
	-1 балл	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла
ЧСС × АДсис / 100	≥ 111	95-110	85-94	70-84	≤ 59
	-2 балла	-1 балл	0 баллов	3 балла	5 баллов
Восстан. ЧСС псле 20 прис. за 30 с, мин	> 3	2-3	1,3-1,59	1,0-1,29	≤ 59
	-2 балла	1 балл	3 балла	5 баллов	7 баллов
Общая оценка уровня здоровья, баллы	≤ 3	4-6	7-11	12-15	16-18

## Приложение 8.4.7

Значения  $\sqrt{B}$  для каждого возраста [К. Царды, 1980]

Возраст, лет	$\sqrt{B}$	Возраст, лет	$\sqrt{B}$	Возраст, лет	$\sqrt{B}$	Возраст, лет	$\sqrt{B}$
20	4,47	35	5,91	50	7,07	65	8,06
21	4,58	36	6,00	51	7,14	66	8,12
22	4,69	37	6,08	52	7,21	67	8,18
23	4,79	38	6,16	53	7,28	68	8,24
24	4,89	39	6,24	54	7,35	69	8,31
25	5,00	40	6,32	55	7,41	70	8,37
26	5,09	41	6,40	56	7,48	71	8,43
27	5,19	42	6,48	57	7,55	72	8,48
28	5,29	43	6,56	58	7,61	73	8,54
29	5,38	44	6,63	59	7,68	74	8,60
30	5,48	45	6,71	60	7,75	75	8,66
31	5,57	46	6,78	61	7,81	76	8,72
32	5,65	47	6,86	62	7,87	77	8,77
33	5,74	48	6,93	63	7,93	78	8,83
34	5,83	49	7,00	64	8,00	79	8,89

## Приложение 8.4.8

Шкала оценки физического состояния по индексу Царды

Уровень физического состояния	Мужчины	Женщины
Низкий	$\leq 2,5$	$\leq 2,0$
Ниже среднего	2,5 – 3,0	2,1 – 2,5
Средний	3,1 – 4,0	2,6 – 3,6
Выше среднего	4,1 – 4,5	3,7 – 4,0
Высокий	$\geq 4,5$	$\geq 4,0$

## ЛИТЕРАТУРА

1. Артюшенко А. Развитие швидкісних здібностей у починаючих легкоатлетів 11-14 років різної будови тіла // Зб. наук. пр. ВДУ – Львів, 1999. – С.909-913.
2. Горго Ю.П. Психофізіологія: Навч. посіб. – К.: МАУП, 1999. – 128 с.
3. Макаренко М.В. та ін. Стан сенсорних функцій в онтогенезі у спортсменів та не спортсменів // Зб. наук. пр. ВДУ. – Луцьк, 1999. – с.992-1002.
4. Сергієнко Л. Генетичний відбір дітей для занять спортом // Мат. міжн. наук.-практ. конф. “Спорт для всіх” – Тернопіль, 2004. – С.125-129.
5. Сергієнко Л.П. Тестування рухових здібностей школярів. – К.: Олімпійська література, 2001. – 437 с.
6. Фурман Ю. Виявлення можливих механізмів впливу на аеробну продуктивність організму молоді бігових тренувань різного режиму // Мат. міжн. наук.-практ. конф. “Спорт для всіх” – Тернопіль, 2004. – С.172-174.
7. Амосов Н.М. Раздумья о здоровье. – М.: Молодая гвардия, 1979. – 191 с.
8. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. – М.: Медицина, 1975. – 243 с.
9. Апанасенко Г.Л., Науменко Р.Г. Соматическое здоровье и максимальная аэробная способность индивида // Теор. и практ. физ. культ. – 1986. – № 4. – С.29-31.
10. Апанасенко Г.Л. Эволюция биоэнергетики и здоровье человека. – СПб.: МГП "Петрополис", 1992. – 123 с.
11. Апанасенко Г.Л., Попова Л.А. Медицинская валеология. – К.: Здоров'я, 1998. – 244 с.
12. Арушунян Э.Б. и др. Влияние кофеина на субъективное восприятие времени здоровыми людьми в зависимости от различных факторов // Физиология человека. – 2003. – Т.29, № 4. – С.49-53.
13. Баевский Р.М., Берсенева А.П., Талеев Н.Р. Оценка адаптационного потенциала системы кровообращения при массовых профилактических обследованиях населения: Экспресс-информация. – М., 1987. – 22 с.
14. Базовая учебная программа "Физическое воспитание" для вузов Украины III-IV уровней аккредитации.
15. Бальсевич В.К., Запорожанов В.А. Физическая активность человека. – К.: Здоров'я, 1987. – 224 с.
16. Батуев А.С. Высшая нервная деятельность: Учеб. для вузов. – М.: Высшая школа, 1991. – 256 с.
17. Безруких М.М. и др. Возрастные особенности организации двигательной активности у детей 6-16 лет // Физиол. человека. – 2000. – Т.26, № 3. – С.100-107.
18. Бершгейн Н.А. О построении движений. – М.: Медгиз, 1947. – 148 с.

19. Бехтерева Н.П. Нейрофизиологические механизмы мышления. – Л., 1988. – 185 с.
20. Бондаревский Е.Я. и др. Информативность тестов, используемых для характеристики физической подготовленности человека // Теор. и практ. физич. культ. – 1983. – № 1. – С.23-25.
21. Борилкевич В.Е. К вопросу о понятии феномена "физическая работоспособность" // Теор. и практ. физич. культ. – 1993. – № 9-10. – С.18-19.
22. Бундзен Н.В., Дибнер Р.Ф. Здоровье и массовый спорт: проблемы и пути решения // Теор. и практ. физич. культ. – 1994. – № 5-6. – С.6-12.
23. Вартамян И.А. Физиология сенсорных систем. – СПб.: изд-во "Лань", 1999. – 224 с.
24. Верхошанский Ю.В. На пути к научной теории и методологии спортивной тренировки // Теор. и практ. физич. культ. – 1998. – № 2. – С.21-41.
25. Волков В.М. К проблеме спортивных способностей // Теор. и практ. физич. культ. – 1982. – № 5. – С.46-47.
26. Волков Л.В. Теория и методика детского и юношеского спорта. – Киев: Олимпийская литература, 2002. – 294 с.
27. Волков Н.И. Биохимические факторы спортивной работоспособности // В кн.: "Биохимия". – М.: ФиС, 1986. – С.320-330.
28. Годик М.А. Спортивная метрология. – М.: ФиС, 1977. – 253 с.
29. Данилова Н.Н. Психофизиология. – М.: Аспект Пресс, 2001. – 373 с.
30. Длусская И.Г. и др. Некоторые биохимические показатели организма при многочасовой деятельности в экстремальных условиях // Физиология человека – 1993. – Т.19, № 1. – С.105-111.
31. Зайцева В.В. Проблема оценки физического состояния // Сб. науч. труд. / под. общ. ред. В.Д.Сонькина. – М.: ВНИИФК, 1991. – С.3-27.
32. Зайцева В.В., Сонькин В.Д., Маслова Г.Н. Новый взгляд на старую проблему: конституция человека и физическое воспитание // Теор. и практ. физич. культ. – 1995. – № 3. – С.54-57.
33. Зациорский В.М. Физические качества спортсмена – М.: ФиС, 1975. – 252 с.
34. Иващенко Л.Я. и др. Морфо-функциональная характеристика различных уровней физического состояния женщин зрелого возраста // Сб. науч. трудов / под. общ. ред. В.Д.Сонькина. – М.: ВНИИФК, 1991. – С.164-179.
35. Ильин Е.П. Психофизиология физического воспитания: Учеб. пособ. для студ. пед. ин-тов. – М.: Просвещение, 1983. – 223 с.
36. Ильин Е.П. Дифференциальная психофизиология. – СПб.: Питер, 2001. – 464 с.
37. Казначеев В.П., Казначеев С.В. Адаптация и конституция человека. – Новосибирск: Наука, 1986. – 120 с.

38. Караев М.Г., Ибрагимова Н.М., Мусаева С.А. Асимметрия в моторике спортсменов: Учеб. пособие. – Баку, 1991. – 52 с.
39. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Тестирование в спортивной медицине. – М.: ФиС, 1988. – 208 с.
40. Климов Е.А. Индивидуальный стиль деятельности в зависимости от типологических свойств нервной системы. – Казань: Изд-во КГУ, 1969. – 278 с.
41. Криволапчук И.А. Особенности физического состояния детей 6-8 лет с высокой личностной тревожностью // Теор. і практ. фізич. вихов. – 2004. – № 2. – С.128-133.
42. Крутецкий В.А. Психология математических способностей школьников. – М.: Просвещение, 1968.
43. Кураев Г.А., Пожарская Е.Н., Глузов А.Г. Межполушарное распределение функций // Известия Вузов Северо-Кавказ. рег. – 1996. – № 2. – С.56-63.
44. Леонтьев А.Н. Деятельность, сознание, личность. – М.: Политиздат, 1977. – 304 с.
45. Литвинов В.Н., Чуб Л.Д., Зенцева Ю.Ю. Характеристика некоторых современных методов количественного определения и оценки уровня здоровья // Матер. Всеукр. науч.-метод. конф. – Донецк, 2000. – С.53-56.
46. Лях В.И. Факторная структура ловкости с позиций многоуровневой системы управления произвольными движениями // Теор. и практ. физич. культ. – 1979. – № 5. – С.51-53.
47. Лях В.И. Координационные способности школьника. – Минск: Польшя, 1989. – 128 с.
48. Лях В.И. Тесты в физическом воспитании школьников: Пособие для учителя. – М.: АСТ, 1998. – 272 с.
49. Матвеев Л.П. Теория и методика физической культуры: Учеб. для ИФК. – М.: ФиС, 1991. – 542 с.
50. Матвеев Л.П. Заметки по поводу некоторых новаций во взглядах на теорию спортивной тренировки//Теор. и практ. физич. культ. – 1995. – № 12. – С.49-52.
51. Меерсон Ф.З., Пшеничкова М.Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. – М.: Медицина, 1988. – 250 с.
52. Меринг Т.А. Структурные предпосылки временного обеспечения нервной деятельности // Успехи физиологических наук. – 1990. – Т.21, № 4. – С.103.
53. Мерлин В.С. Темперамент как фактор трудовой деятельности // Очерк теории темперамента. – Пермь, 1973. – С.148-167.
54. Мясичев В.Н. О связи склонностей и способностей // Сб. статей "Склонности и способности". – Л.: Изд-во ЛГУ, 1962. – С.3-14.
55. Основы психофизиологии: Учебник / Отв. ред. Ю.И.Александров / – М.: ИНФРА-М, 1998. – 432 с.
56. Павлов И.П. Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности (поведения) животных. – Л.: Медгиз, 1951.

57. Петровский А.В. Способности / Общая психология. – М.: Просвещение, 1986. – 441 с.
58. Пирогов А.А. Нейродинамика смены энграмм. – СПб.: Наука, 1991. – 148 с.
59. Пирогова Е.А. Совершенствование физического состояния человека. – К.: Здоров'я, 1989. – 168 с.
60. Платонов В.Н., Сахновский К.П. Подготовка юного спортсмена. – К.: Радянська школа, 1988. – 288 с.
61. Постановление Кабмина Украины № 80 от 15.01.1996 г. "О государственных тестах и нормативах оценки физической подготовленности населения Украины".
62. Программа по физической культуре для общеобразовательных учебных заведений (1-11 классы). Рекомендована МОН Украины 30.01.1998 г.
63. Психофизиология: Учеб. для вузов / Под ред. Ю.И.Александрова / – СПб.: Питер, 2003. – 496 с.
64. Романенко В.А., Агарков Ф.Т., Меркурьев И.А. Особенности влияния тренировок различной направленности на устойчивость организма человека к экстремальному тепловому воздействию // Физиологический журнал СССР им.Сеченова. – 1974. – № 6. – С.14-18.
65. Романенко В.А., Максимович В.А. Информативность показателей сердечного ритма в оценке физической работоспособности // Физиология человека – 1981. – Т.7, № 1. – С. 66-69.
66. Романенко В.А., Максимович В.А. Круговая тренировка при массовых занятиях физической культурой. – Братислава: "Спорт", 1989. – 148 с.
67. Романенко В.А. Определение структуры и значимости физического состояния горноспасателей различного возраста и квалификации // Физиология человека. – 1990. – Т.16, № 4. – С.135-139.
68. Романенко В.А. Психофизиологическое обоснование системы профессиональной физической подготовки // Мат. между. науч. симп. – Одесса, 1998. – С.34-36.
69. Романенко В.А. Двигательные способности человека. – Донецк: УКЦентр, 1999. – 336 с.
70. Романенко В.А. Концепция формирования психофизиологической готовности к профессиональной деятельности посредством профилированной физической подготовки // Мат. всеукр. симп. – Киев-Черкассы, 1999. – С.85.
71. Романенко В.А. Психофизиологические детерминанты управления физическим состоянием студентов // Мат. науч.-практ. конф. вузов Донецкой обл. – Донецк, 1999. – С.7.
72. Романенко В.А. Закономерности трансформации физиологического обеспечения профессиональной деятельности на различных этапах // Сб. науч. труд. Всеукр. науч.-практ. конф. – Луганск; СНУ, 2000. – С.14.

73. Романенко В.А., Михайлова Т.И. Методологические проблемы оценки физического развития юных спортсменов // 36. наук. праць. – Харків, ХХІІІ, 2001. – № 23. – С.48-53.
74. Романенко В.А. Физиологические и методологические проблемы диагностики двигательных способностей человека в сфере физической культуры // 36. наук. праць. – Харків, ХХІІІ, 2001. – № 2. – С.42-48.
75. Романенко В.А. Математическое моделирование готовности к деятельности // Моделирование в биомедфизике. – Донецк: Из-во ДонНУ, 2002. – 202 с.
76. Романенко В.А., Филенков В.И., Перехрест А.Н. Понятие "нормы" физического развития с позиций биологии // Мат. научно-практ. конф. – Донецк, 2002. – С.196-197.
77. Романенко В.А. и др. Методика коррекции негативных психических состояний у подростков // Мат. науч.-метод. конф. – Донецк, ИИИ, 2003. – С.83-86.
78. Русалов В.М. Биологические основы индивидуально-психологических различий. – М.: Наука, 1979. – 351 с.
79. Сальников В.А. Спортивная деятельность и способности // Теор. и практ. физич. культ. – 1998. – № 8. – С.24-28.
80. Семенова Л.К., Шумейко Н.С. Ансамблевая организация сенсомоторной коры в онтогенезе // Морфология. – 1994. – Т.107, № 7. – С.39.
81. Сонькин В.Д. Энергетика оздоровительных упражнений // Теор. и практ. физич. культ. – 1991. – № 2. – С.32-39.
82. Сонькин В.Д. и др. Проблема тестирования в оздоровительной физической культуре // Теор. и практ. физич. культ. – 1997. – № 1. – С.7-11.
83. Суслов Ф.П. Проблемы общей выносливости в системе подготовки спортсменов // Теор. и практ. физич. культ. – 1997. – № 7. – С.38-41.
84. Теплов Б.М. Новые данные по изучению свойств нервной системы человека // В кн.: Типологические особенности высшей нервной деятельности человека. – М.: изд-во АИИ РСФСР, 1963. – Т.3. – С.3-46.
85. Фарбер Д.А., Дубровинская Н.В. Функциональная организация развивающегося мозга // Физиология человека. – 1991. – Т.17, № 5. – с.17.
86. Физиология мышечной деятельности: Учебник для ИФК / Под ред. Коца / – М.: ФиС, 1982.
87. Хомская Е.Д. и др. Нейропсихология индивидуальных различий: Учеб. пос. – М.:РПА, 1997. – 281 с.
88. Хрущев В.Л. Здоровье человека на Севере. – Новый Уренгой, 1994. – 508 с.
89. Шмальгаузен И.И. Факторы эволюции. – М.: Наука, 1968. – 325 с.
90. Щадриков В.Д. Психология деятельности и способности человека. – М.: Логос, 1996.
91. Щедрина А.Г. Онтогенез и теория здоровья: методологические аспекты. – Новосибирск: Наука, 1989. – 205 с.

92. Astrand P.O., Ryhming J.A. Nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work // *J. Appl. physiol.* – 1954. – V.7, № 13. – P.218-221.
93. Astrand P.O., Rodahl K. *Textbook of Work Physiology.* – New York, 1970.
94. Beuker F. *Leistungsrufrungen im Freizeit-ind Eholungsport.* – Leipzig: Johann Ambrosius Bareth, 1976. – 161 p.
95. Blume D.D. *Wissenschaftliche Zeitschrift der DHfK.* – 1981. – № 3.
96. Botiin R. et al. *Measures Comparees de la consommation maximum d'O<sub>2</sub> par paliers de 2 ou de 3 minutes // Internationale Zeisschrift fur Angewandte Physiologie.* – 1986. – № 26. – P.355-362.
97. Cerretelli P., Mognono P., Marconi C. *Aerobic and anaerobic metabolism in health and disease: the role of training // Ann. Clin. Res.* – 1982. – V.14, suppl.34. – P.12-19.
98. Kukkonen-Harjula K., Olja P., Nieminen R. *Die Physiologische Belastung bei Sportichen Massenveranstaltungen in den Sportarten Radfahren Rudern, Lauf und Skilanglauf // Medizin und Sport.* – 1987. – № 2. – S.44-45.
99. Leeds Education Department and Carnegie School of Physical Education: *A joint Study of Physical fitness in relation to school children.* – Leeds Education Authority, 1981.
100. Margaria R. *Assessment of Physical Activity in Oxidative and Anaerobic Maximal Exercise // Int. Z. Angew. Physiol. einsch. Arbeit-Sphysiol.* – 1966. – V.22. – P.115-124.
101. Mekota K. et al. *Test and Norms of motor Performance and Physical Fitness in Youth and Adult Age.* – Vydavatelstvi Universitu Palakeno. Olomouc, 1995. – 108 p.
102. Nowacki P.E. *Die Bedeutung der modernen kardiorespiratorischen Funktionsdiagnostik für jugendliche Zeistungssportler und ihre Trainer // Sportärztliche und Sportpädagogische Betreuung. Beitrage zur Sportmedizin.* – 1978. – Bd.8. – S.153-178.
103. Pimay F. et al. editors. *Comparaison de deux methodes de mesure de la consommation maximum d'oxygene // Internationale Zeisschrift fur Angewandte Physiologie.* – 1986. – № 23. – P.203-210.
104. Shephard R.J. *Human rights and the older worker: Changes in work capacity with age // Med. Sci. Sports Exere.* – 1987. – V.19, № 2. – P.168-173.
105. Sjosrtand T. *Changesin the respiratory organs of work-men at one oresmelding work // Acta Med. Scand.* – 1947. – V.196. – P.687-699.
106. Talaga J. A. *Z sprawnosci fizycznej.* – Warschawa: YPSYLON, 1995. – 414 s.
107. Tornvall G.A. *Assessment of physical capabilities // Acta Physiol. Scand.* – 1963. – V.58, Suppl, 201. – P.5-102.
108. Wilmore J.H. et al. editors. *Physiological alterations conseqyent to 20-week conditioning programs of bicycle, tennis and jogging // Med. Sci. Sports.* – 1980. – V.12. – P.1-8.

P-69.

**Романенко В.А.**

Диагностика двигательных способностей. Учебное пособие, -  
Донецк: Изд-во Донецкого национального университета, 2005, - 290с.

ISBN 966.639.239-9

В монографии излагаются современные сведения о двигательных способностях человека и методах их диагностики на различных этапах онтогенеза.

Предназначена для студентов, аспирантов и преподавателей биологических, медицинских и физкультурных учебных заведений, специалистов спортивной медицины и физиологии, психологии спорта и врачебного контроля.

УДК 612.766.1(075)

ББК ЕО\*738я73

Романенко Валерий Александрович – профессор, доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии человека и животных Донецкого национального университета, научно-педагогический стаж работы – 40 лет.

По вопросам приобретения книги обращаться: 83050, Донецк, ул. Щорса, 46; биологический факультет ДонНУ; тел. 8-(062)-335-75-29; 337-70-91

E-mail [biophys@bio.donetsk.ua](mailto:biophys@bio.donetsk.ua).

Подписано к печати 28.10.2005. Формат 60x84 1/32.

Усл. печ. л. 18,38. Печать лазерная. Заказ № 4747. Тираж 1000 экз.

**Отпечатано в типографии ООО «Норд Компьютер»**

**на цифровом лазерном издательском комплексе**

**Rank Xerox DocuTech 135.**

**Адрес: г. Донецк, ул. Университетская, 112**

**тел.: (062) 386-35-76**