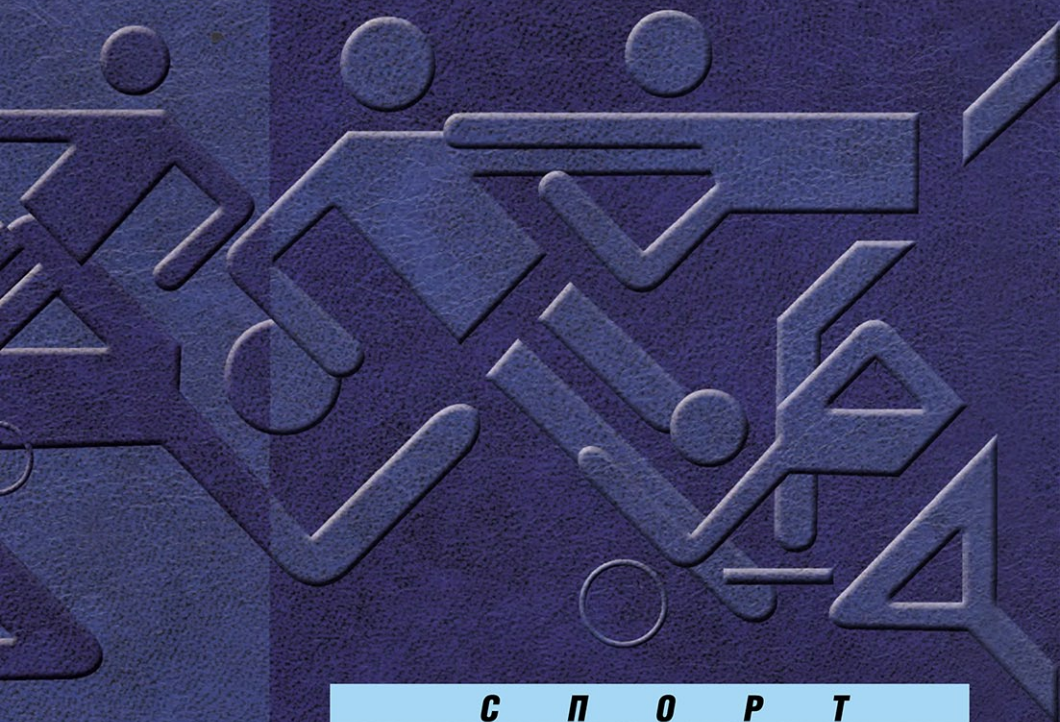


**В. П. Губа, В. В. Маринич**

**ТЕОРИЯ  
и МЕТОДИКА**  
*современных  
спортивных  
исследований*



**С П О Р Т**

***В.П. Губа, В.В. Маринич***

---

**ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА**  
***современных***  
***спортивных***  
***исследований***

---



Издательство «СПОРТ»  
Москва 2016

ББК 75.1  
Г93

**Рецензенты:**

*Российский государственный университет физической культуры,  
спорта, молодежи и туризма, доктор биологических наук,  
профессор, член-корреспондент РАО*  
**Бальсевич Вадим Константинович**

*Педагогический институт физической культуры и спорта,  
доктор педагогических наук, профессор*  
**Никитушкин Виктор Григорьевич**

**Губа В. П.**

Г93 Теория и методика современных спортивных исследований: монография / В. П. Губа, В. В. Маринич. – М. : Спорт, 2016. – 232 с. : ил.

ISBN 978-5-906839-25-1

В монографии рассматриваются современные технологии спортивной науки в исследованиях и диагностике функциональных возможностей спортсменов различного пола, возраста, квалификации и специализации. В частности, раскрываются методологические подходы и методики исследования функциональных возможностей спортсменов. Приводится обоснование методов исследования физической подготовленности и функциональных возможностей, а также физической работоспособности спортсменов. В монографии предложены пути решения проблемы оценки психофизиологического состояния, анализа генотипов спортсменов, а также возможности фармакологической коррекции и антидопингового контроля в спорте.

Книга написана доктором педагогических наук, профессором, заслуженным работником высшей школы РФ В.П. Губой (Россия) и кандидатом медицинских наук, доцентом В.В. Мариничем (Белоруссия), на протяжении многих лет работающими со спортсменами достигшими высоких спортивных результатов в национальных сборных командах, как в игровых, так и циклических видах спорта, а также единоборствах.

Монография предназначена специалистам, работающим в комплексных научных группах по видам спорта, а также преподавателям, тренерам, аспирантам, студентам при изучении вопросов, связанных с повышением качества контроля функциональных возможностей спортсменов, а также оценке двигательных способностей на протяжении, как короткого, так и длительного тренировочного периода.

**ББК 75.1**

ISBN 978-5-906839-25-1

© Губа В. П., Маринич В. В., 2016  
© Оформление.  
Издательство «Спорт», 2016

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В современном мире спорт представляет собой часть общечеловеческой культуры, которая реализуется за счет демонстрации спортсменами своих телесных и духовных возможностей в процессе соревновательной деятельности.

Высокий уровень развития возможностей организма обеспечивает эффективное преодоление спортсменом запредельных тренировочных и соревновательных нагрузок, что обеспечивает достижение высоких спортивных результатов.

Проблеме исследования возможностей спортсменов посвящено большое количество научно-методических работ, как отечественных, так и зарубежных специалистов, которые раскрывают биологический, физиологический, психологический, педагогический, биомеханический, биохимический, генетический потенциал. Однако, следует отметить, что все труды в основном сводятся к изучению отдельно взятых компонентов отражающих индивидуальные возможности спортсмена, тем самым не обеспечивая эффективного комплексного решения анализируемой проблемы.

Большинство различных видов спорта и в частности соревновательная деятельность осуществляется с высокой интенсивностью, что предъявляет новые требования к уровню функциональных возможностей организма, которые во много способствуют поддержанию необходимого уровня работоспособности, тем самым препятствуя быстрому утомлению.

Функциональные возможности в теории спорта рассматриваются как комплексная константа, которая отвечает за биологический, физиологический, психологический, педагогический, биомеханический, биохимический, генетический компоненты развития организма.

В настоящий момент достаточно бурно развиваются различные инновационные технологии, представленные инструмен-

тальными методиками в оценке функциональных возможностей спортсменов, оценка результатов которых позволяет получить информацию о комплексном состоянии спортсмена и его готовности к участию как в тренировочном, так и соревновательном процессах.

В представленной специалистами монографии авторы предприняли попытку обобщить современные методики и методы исследования функциональных возможностей спортсмена на основе интегрального подхода, обеспечивающего комплексное решение проблемы теории спортивной науки.

Предлагаемая специалистам монография является теоретико-методической основой для построения научной теории в области поиска перспективных занимающихся к спортивной деятельности, на базе проводимых авторами лонгитудинальных исследований, охватывающих определение морфобиомеханической индивидуализации, как нового научного направления, отвечающего сегодняшним реалиям, генетической диагностики подтверждающей способности к различным видам деятельности, без которых уже сложно представить отечественную спортивную науку.

*Академик РАО  
доктор педагогических наук, профессор  
С.Д. Неверкович*

.....

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ  
К ИССЛЕДОВАНИЮ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ  
ВОЗМОЖНОСТЕЙ СПОРТСМЕНОВ**

.....

**1.1. Соматические особенности спортсменов**

Тип сложения спортсменов высокой квалификации представляет собой продукт социальных и биологических факторов. Он проявляется в совокупности реакций организма к воздействиям условий окружающей среды – содержанию спортивной деятельности и направлен на сохранение относительного постоянства внутренней среды организма (гомеостаза) (Э.Г. Мартиросов, 1982). Если представить классификацию факторов, оказывающих влияние на формирование морфологических и функциональных особенностей у человека в процессе роста его и развития, то в самом общем виде она должна выглядеть так: на человека влияют два мощных фактора – эколого-биологический и социальный. В свою очередь, эколого-биологический имеет два вектора – экологический и биологический. Из экологических прежде всего необходимо выделить экзогенные факторы, такие как уровень моря, влажность, температура, давление, геохимия почв и воды, радиация, магнитное поле земли, гравитация и т.п. Второй вектор – биологический, к нему относят эндогенные факторы. Из эндогенных факторов целесообразно выделить в первую очередь генетические, конституцию, норму реакции организма, пол, биологический возраст. Из социальных факторов наряду с санитарно-гигиеническими, питанием и другими ведущим, оказывающим формообразующее влияние, является содержание спортивной деятельности.

Для групп видов спорта с циклической структурой движения среди факторов, оказывающих влияние на формирование морфофункциональных особенностей, ученые предлагают выделять относительную зону физиологической мощности или зону энергообеспечения, в которой выполняются основные тренировочные

и соревновательные упражнения; внутри одной и той же зоны энергообеспечения целесообразно выделять длину дистанции, на которой специализируется спортсмен, позу, в которой выполняются физические упражнения; акцентированные нагрузки на отдельные звенья опорно-двигательного аппарата; спортивную технику; спортивное амплуа.

Для групп видов спорта с ациклической структурой физических упражнений ведущими факторами спортивной деятельности, имеющими формообразующее влияние, являются спортивное амплуа, спортивная техника, снаряд, на котором или с которым выполняются физические упражнения.

С учетом предложенной классификации и выделяемых факторов, оказывающих влияние на формирование морфофункциональных показателей, были выделены варианты телосложения человека, предопределяющие возможности достижения высокой работоспособности в той или иной сфере спортивной (человеческой) деятельности, предъявляющей требования к преимущественному проявлению двигательных (физических) качеств: скорости, силы, выносливости, гибкости, ловкости, координации.

Беглый анализ особенностей телосложения современных как юных, так и квалифицированных спортсменов полярных спортивных специализаций, предъявляющих разные требования к организму спортсменов (Р.Н. Дорохов, В.П. Губа, В.Г. Петрухин, 1994; Р.Н. Дорохов, В.П. Губа, 2002), показал, что на уровне даже среднестатистических данных прослеживается четкая приуроченность строения тела к специфике двигательной деятельности. Эти зависимости можно было бы продолжить на примере анализа данных и для представителей других видов, однако, даже этих иллюстраций достаточно, чтобы ответить на один очень сложный вопрос: каким должно быть телосложение у современного здорового человека, чтобы он мог без срыва выдержать все более возрастающие социально-психологические нагрузки? Единой обобщенной модели телосложения нет, так как это, во-первых, привело бы к появлению представления о «полноценных» и «неполноценных» популяциях; во-вторых, и это самое главное, должна быть адекватность фено- и генетических особенностей фактору определенной среды, понимая его широко как климатогеографические особенности и профессиональная деятельность. На пути к решению этой проблемы предстоят серьезные исследования таких коллективов ученых, как антропологов, биомехаников, психологов, генетиков, физиологов труда, гигиенистов и социологов. Други-

ми словами, модель телосложения спортсменов может быть лишь некоторым условным ориентиром, а не самой моделью современного человека, так как последняя обязательно должна вбирать в себя специфический фактор среды – профессиональную деятельность.

В настоящее время подготовка спортивного резерва, состояние дошкольного и школьного физического воспитания, оздоровительной физической культуры, ранней ориентации в виды спорта крайне неудовлетворительны. Возможности их дальнейшего развития без улучшения государственного финансирования и внедрения новых идей и подходов к возрастным основам формирования у детей спортивных умений и навыков весьма ограничены.

Изучение и осмысливание характера закономерностей проблемы оздоровления нации указывают на ее решение только в государственном масштабе, базой могут явиться исследования специалистов различных профессий, работающих с детскими коллективами, результаты которых послужат основанием коренной перестройки дошкольного и школьного воспитания. Необходимость этого подтверждается снижением среднестатистической нормы состояния здоровья детей и уровня физической готовности, вызванным социальными, экономическими и экологическими проблемами.

Основой нового подхода к физическому совершенствованию и раскрытию резервных возможностей, а также обучению спортивным умениям и ранней ориентации могут послужить достижения оздоровительной физической культуры (Н.А. Фомин, В.П. Филин, 1972; В.К. Бальсевич, 1986; В.П. Губа, 1997–2015 и др.), а также результаты, полученные в спорте высших достижений (Б.А. Никитюк, 1978; Э.Г. Мартиросов, 1982; В.М. Волков, 1997 и др.). В настоящее время на смену индивидуального подхода, который полностью оправдал себя при работе со спортсменами высокого уровня, формируется типовой конституциональный подход для работы с детскими коллективами (Р.Н. Дорохов, В.П. Губа, 2002). Вырисовывается новая концепция однотипности ответных реакций на физические нагрузки у детей, объединенных габаритным и компонентным варьированием их соматических показателей, а также общностью ростовых процессов по скорости развертки их генетической программы (В.П. Губа, 2012).

Построению новой педагогической методологии сопутствуют выявленные биологические особенности раннего формиру-



вания спортивных умений наряду с дисгармоничным развитием физических качеств. Эти процессы при углубленном изучении, по материалам продольных наблюдений, могут сформировать не только систему физического воспитания подрастающего поколения, но и наметить основные положения ранней ориентации детей в видах спорта с последующим раскрытием их резервных возможностей.

Решение проблемы исследования, связанного с постоянным анализом выполнения двигательных действий в процессе обучения детей спортивным умениям, на практике показало необходимость работ, синтезирующих все научно-методические результаты в данной области физической культуры и спорта.

В то же время, несмотря на ряд выполненных исследовательских работ по этой проблематике, до сегодняшнего дня еще не создана стройная, научно обоснованная система решения исследовательской проблемы теоретического и практического обоснования индивидуальности в развитии и формировании двигательных действий у детей дошкольного и младшего школьного возраста с целью дальнейшей спортивной ориентации в видах спорта, позволяющих раскрывать их резервные возможности.

Два весьма нетрадиционных аспекта для педагогики – это пространственно-габаритное и компонентное варьирование детей первого и второго детства, то есть оценка с точки зрения того пространства, которое занимает объект (субъект) в мировом пространстве, и оценки составляющих этого объекта. Понять закономерности роста и энергетики живого можно, только оценив его место в космосе. Растущий организм представляет сложную биосистему, обладающую рядом специфических черт: способностью расти, размножаться, реагировать на внешние воздействия и изменяться. Жизнь в биосистеме подчиняется сложным наследственно обусловленным биохимическим процессам, которые могут отклоняться от «нормы», создавая сходные, но не копирующие друг друга новые индивиды. Каждый индивид уникален, имеет множество иерархических уровней, каждый из которых может выделять свои системы с определенной более или менее выраженной функцией. Можно выделять структурные элементы систем от атомных до органных, аппаратных и организменных. Каждая из них будет нести свою функцию, более или менее выраженную. Сочетание этих функций, облеченных в различающиеся по размерам (габаритам) формы, специфичные для конкретного живого существа, является основой отличающихся внешних

механических проявлений, которые принято называть способностями.

Одной из интересующих нас проблем является ориентация конкретного живого существа – человека в видах деятельности, изобретенных им самим, в частности, в видах спорта с последующим раскрытием его резервных возможностей.

Спортивная ориентация и спортивная специализация являются фазами единого процесса – нахождения таланта, соответствующего конкретным требованиям для выполнения заданного движения, скажем, метания, бега, плавания и т.д. В основе спортивной ориентации лежит система профессиональных действий, посредством которых подросток направляется. Иногда сложившиеся отклонения в иерархических системах создают такую уникальную биосистему, которая при соответствующей научно обоснованной тренировке показывает уникальные результаты.

В работах (В.П. Губа, 1982–2006) были прослежены ростовые изменения базовых показателей, которые не выводят подростка на уровень мировых достижений, но дают представления, как построить тренировочные занятия, чтобы выявить сильные стороны организма в процессе оздоровительной физической культуры. Доказано, что, опираясь на простые соматометрические измерения и их математическую обработку, возможно с достаточно высокой надежностью выделить необходимые особенности индивида для конкретного вида спорта, а также в динамике проследить его морфологический резерв. Производя измерения с различными интервалами, мы, как через лупу времени, можем следить за нужными для конкретного вида спорта морфологическими показателями (длинами, обхватами, композиционными ансамблями мышц, костей, жировых образований).

Параллельно были исследованы вопросы, связанные с развитием физических качеств у детей дошкольного и младшего школьного возраста (В.П. Губа, 2013). Однако в большинстве случаев всегда интересно знать ответ на такой вопрос: каковы различия в темпах прироста физических качеств при их развитии (дети, не занимающиеся систематически физкультурой и спортом) и воспитании (дети, посещающие спортивные секции)? Проведенные исследования свидетельствуют о недостаточной степени физического развития детей (независимо от пола и возраста), занимающихся общеразвивающими упражнениями только в условиях государственного дошкольного и школьного образования. Совершенно очевидно, что полученные данные указывают на неравно-

мерное развитие и воспитание физических качеств у детей, что подтверждает наличие «своих» сенситивных периодов развития не только в процессе жизни, но и в каждом конкретном возрасте, причем период до полового созревания характерен более точной оценкой физических возможностей.

Развитие и воспитание физических качеств у детей непременно направлено на решение самого главного вопроса – улучшения здоровья и выполнения нормативов школьной программы. Проведенные исследования показали, что разделять детей только по половому признаку далеко не достаточно, необходимо как минимум учитывать и габаритный уровень развития (Р.Н. Дорохов, В.П. Губа, 2002), а в идеале пропорции и конституцию.

Удалось установить, в частности, что двигательные качества у детей различного морфостроения и пола формируются и совершенствуются гетерохронно. Это указывает на существование зависимости между возрастом и эффективностью системы обучения, меняющейся по мере чередования в онтогенезе некоторых периодов, отличающихся более или менее высокой обучаемостью.

Существование целого ряда концепций «относительного роста», «теории индивидуализации», «от целого к частному», «локальной интеграции», «от частного к целому» и многих других наталкивает на мысль, что процесс исследований формирования, развития и совершенствования физических (двигательных) качеств не до конца изучен, следовательно, проблема до сих пор актуальна, вследствие чего проведенная работа доказывает актуальность выработанной гипотезы и поставленной цели исследования. Дальнейшая разработка ее в аспекте проблематики физического воспитания, биомеханики и морфологии конкретного человека высказывает догадку о немалых возможностях и путях оптимизации изучаемого процесса.

Таким образом, материальной основой индивидуальных различий как предпосылок развития двигательных способностей являются анатомоморфологические и биомеханические особенности. На межиндивидуальные различия значимых для спортивной одаренности показателей оказывают воздействие многие факторы. Большинство из них обусловлено природой индивида, его конституцией, а более точно – генотипом.

Поэтому при обучении специальным двигательным умениям тренеры не должны стремиться к тому, чтобы техника их воспитанников была похожа на технику взрослых спортсменов. Это теоретически невозможно, поскольку организм ребенка качественно

отличается от организма взрослого целым рядом антропоморфологических параметров и не является его уменьшенной моделью. Двигательные умения должны развиваться в соответствии со спецификой детской моторики. Например, тренерам по лыжным гонкам хорошо известно, что корпус у детей при ходьбе на лыжах откинут назад, а не наклонен вперед, как у взрослых спортсменов. Однако если от детей требовать «правильного» выполнения этого элемента техники, то они очень быстро утомляются.

В Германии выпущена программа по теннису, где допускаются индивидуальные отклонения в технике, особенно во вспомогательных элементах движений. В Швейцарии существует мнение о том, что удар начинающего теннисиста и удар мастера должны принципиально отличаться друг от друга. Польские специалисты предлагают целую классификацию техники в теннисе, включающую технику новичка, игрока среднего уровня, мастера и чемпиона. Во Франции разработана теория техники в горнолыжном спорте, основанная на эволютивном подходе к совершенствованию технических умений. Все это приводит к выводу о правильности поставленных в исследовании задач и выбранных методов для их решения.

Сегодня учение о конституции человека имеет своей методологической платформой представления В.С. Мерлина (1974) и его школы об интегральной индивидуальности человека, достижения системного анализа, взгляды об интегральной социальности человека при полном раскрытии его биологических особенностей. Учение о конституции может и должно сделаться основой комплексных междисциплинарных исследований проблемы человека:

- проблема конституции утратила свои чисто морфологические prerogatives, приобретая общенаучный характер;
- проблема конституции может по своей значимости оказаться в центре внимания современной интегративной конституциональной антропологии.

Применяя к проблеме конституции подходы системного анализа, необходимо изучить взаимосвязь проявлений конституции, внутреннюю структуру этой целостности.

Продолжая традиционные исследования внутри- и межгрупповой изменчивости соматотипов как анатомической основы конституции человека, следует дополнить это оценкой факторов конституциогенеза с использованием методов антропогенетики

(близнецового, посемейного) и экологии человека (сравнение населения разных природно-климатических зон).

Хотя конституция – сплав унаследованного и приобретенного, ее использование в целях прогноза состояний организма опирается на относительно устойчивые во времени проявления, а последние имеют четкую наследственную обусловленность. Поэтому основу конституции формируют признаки, высоко генетически детерминированные.

Для отнесения признака к числу конституционально значимых, необходимо учитывать требования следующих критериев:

- а) онтогенетической устойчивости;
- б) ассоциированности с состоянием реактивности организма;
- в) ассоциированности с динамикой роста и развития организма;
- г) включенности признака в состав системы «человек» надсистемы «человек-общество»;
- д) сопряженности с другими особенностями организма, конституциональная природа которых неоспорима.

В составе конституции можно выделить «ядро» (генотип конституции, или общую конституцию), «скорлупу» (фенотип конституции, или частные ее формы) и конституционально зависимые признаки. Последние могут не удовлетворять каким-либо из перечисленных в пункте 6 критериев.

Существует тенденция включения в число конституциональных признаков тех, которые, будучи наследственно обусловленными, ранее учитывались при расоводиагностическом анализе.

К фундаментальным аспектам учения о конституции относятся попытки выяснения внутренних связей между частными конституциями, а также любой из них и структурно-функциональными стояниями организма.

Одним из примеров выявления двигательных качеств высшего уровня служит современный спорт, предъявляющий особые требования к занимающимся им. Вопрос об использовании накопленного тренерами и спортивными исследователями опыта для раскрытия скрытых и неиспользуемых возможностей человека поднимался неоднократно.

Умение их вовремя мобилизовать ради достижения рекордно-го результата связано не столько с задатками каких-либо «новых» свойств в биологии и психологии человека, сколько с достигнутыми возможностями оптимального самоуправления, что отличает атлета высокого класса от рядовых людей.

Можно предположить, что в прошлом человек, стоящий ближе к природе, лучше владел своей моторикой и выполнял большие объемы физической деятельности, чем современный, подвергшийся действию цивилизации. Отсюда естественно считать потенциал двигательных качеств людей намного обширнее того объема двигательной деятельности, который они по необходимости совершают. Думать, что люди будущего научатся в массовом порядке лучшему использованию этого запаса физических сил, не приходится: ведь рекордное спортивное достижение потому уникально, что оно неповторимо никем больше в ближайший период времени. Как бы эффективно не развивалась спортивная наука, она не способна обеспечить «массовое производство» олимпийских чемпионов, которыми надо родиться. Имеется в виду необходимость обладания определенными конституциональными характеристиками, способствующими успеху в данном виде деятельности. Поэтому опыт спортивных достижений мало чем может нас информировать о людях будущего. Скорее, он свидетельствует о снижении двигательных возможностей основной массы людей, что сопряжено с акселерацией развития и вносимым ею рассогласованием созревания и функционирования систем организма, включая исполняющие движения тела.

## **1.2. Медико-биологические особенности спортсменов**

Глубокие кардинальные отличия *homo sapiens* как социально-биологического существа от всего животного мира определяют исключительные возможности целенаправленного совершенствования человека при помощи физической культуры и спорта. Наиболее важное, принципиальное значение в этой связи приобретает присущая только человеку способность всестороннего развития своего организма. Уяснение этой способности, ее предпосылок и условий реализации имеет в наши дни не только академическое значение. От глубины нашего понимания возможностей, унаследованных человеком от своих животных предков как «точек приложения» социальных влияний во многом зависит эффективность применяемых нами воздействий, в том числе, а, может быть, и прежде всего средств и методов физического воспитания.

Широкие и далеко не полностью использованные возможности совершенствования физического развития человека основываются на целом ряде особенностей филогенеза и онтогенеза человека.

Наибольшее значение имеют в этом отношении три кардинальных биологических отличия человека от животных: неспециализированность организма, наличие, кроме общебиологического, собственно человеческого метода стимуляции работоспособности и затяжной, открытый внешним влияниям период детства. Исключительно высокие потенциальные возможности для всестороннего развития в наиболее существенных чертах предопределены биологически. Они связаны с неспециализированностью организма человека, позволившей ему, не изменяясь самому в зависимости от конкретных условий внешней среды и характера выполняемой деятельности, сохранить способность к развитию в самых различных направлениях.

Неспециализированность биологической организации позволяет человеку проявлять поразительные способности в занятиях разными видами спорта, открывать новые сложнейшие элементы двигательных действий. В свете достижений эволюционного учения в настоящее время выделяются два принципиально важных положения, характеризующих развитие современного спорта: 1) неисчерпаемость ресурсов спортивной техники и практически безграничные возможности ее совершенствования; 2) возрастающее значение эстетического начала в спорте, проявляющегося наряду со своеобразной «технизацией» спорта, то есть все более широким использованием технических приспособлений, орудий и тренажеров в тренировке. Обе эти особенности современного спорта, тесно связанные между собой, основываются на присущем лишь человеку богатстве нежестко закрепленных двигательных координации.

Оценивая ресурсы спортивной техники и перспективы ее развития, следует иметь в виду, что спорту присуще постоянное совершенствование самой техники решения двигательных задач, причем возможности этого совершенствования восходят к древнейшей особенности, выделившей человека из животного мира, – к неспециализированному *homo sapiens*.

Поразительное богатство двигательных координации, свойственных современному человеку, измеряется в полном смысле этого слова астрономической цифрой. Допустим, что каждая из 639 скелетных мышц, которые насчитывают (по ориентировочным данным) в двигательном аппарате человека анатомы, может находиться лишь в двух состояниях – полного сокращения или абсолютной расслабленности. Для простоты расчетов оставим без внимания тот факт, что каждая мышца отвечает на возбуждение,

происходящее по двигательному нерву, строго градуированным по своей силе сокращением, и таких градаций насчитывается не менее тридцати. Даже при таком скромном подсчете количества возможных двигательных актов (сюда входит сумма сочетаний из 639 элементов, каждый из которых находится в двух состояниях) общее число их составит 7,17–10. Это означает, что двигательные возможности человека, по существу, безграничны, что практически беспредельно число различных физических упражнений. Иными словами, физическая культура и спорт содержат в своем арсенале неисчерпаемое количество различных стимулирующих воздействий. Целенаправленное использование их открывает возможность разностороннего физического развития организма, не ограниченного никакими рамками фиксированных двигательных навыков.

Диапазон двигательных возможностей человека, достигнутый на основе древнейшей прачеловеческой способности неспециализированности функций и структур и постоянно обогащаемый современным высокотехническим спортом, представляет собой величайшую ценность, которая вместе с генетической информацией характеризует высший уровень структурно-функциональной организации живой материи, реализованный природой в современном *homo sapiens*.

О том, насколько существенное влияние на организм человека оказывает особая организация двигательной функции, можно судить по одному из важнейших, наиболее общих показателей жизнедеятельности – по величинам энергетических ресурсов организма. Известно, что млекопитающие в течение всей жизни во взрослом состоянии потребляют на 1 кг живой массы в среднем 550–700 тыс. кДж, в то время как человек потребляет более 7 млн кДж.

Особая экономичность функционирования мышц человека, связанная с коренными биологическими отличиями двигательных реакций у *homo sapiens* и совершенством их центральной регуляции? объясняет и тот факт, что человек из потребляемого им огромного количества энергии тратит на возобновление массы своего тела лишь около 5%, в то время как другие млекопитающие (лошадь, собака) затрачивают 33–35% всей потребляемой энергии.

На основании анализа этих фактов, указывающих на поразительно высокий КПД двигательной функции человека, а также на выяснении всего хода возрастного развития млекопитающих



и человека, сформулировано положение об особом значении скелетной мускулатуры для формирования биологических преимуществ организма человека и, в частности, для достижения им наибольшей среди приматов продолжительности жизни. Выдвинутая им концепция «энергетического правила скелетных мышц» позволяет не только объяснить приведенные выше факты, но и кладет в основу принципов достижения высоких рабочих возможностей организма и физиологически полноценного долголетия требование физической тренировки едва ли не с момента рождения. Такая тренировка, как свидетельствуют результаты исследований последних лет, оказывается эффективной лишь при ее разносторонности. Даже значительное развитие двигательной функции в одном каком-либо направлении без параллельного улучшения других сторон физических способностей не отражается на общей реактивности организма. В то же время даже небольшое, но разностороннее увеличение физической подготовленности проявляется улучшением самых различных реакций организма. Так, резко выраженное увеличение (более чем в 7 раз) работоспособности мышц – сгибателей предплечья правой руки проявляется возрастанием экономичности реакций сердечно-сосудистой и дыхательной систем только при деятельности указанных мышц, причем лишь в том случае, если выполняемая работа во всех отношениях (по величине нагрузки, ритму работы и длительности) сходна с тренировочными нагрузками. Никакие другие воздействия, примененные в качестве диагностических тестов, не обнаруживают тренировочного эффекта в реакциях органов кровообращения и дыхания. Даже показатели восстановления вегетативных функций, наиболее полно и объективно отражающие приспособление организма к условиям мышечной деятельности, не отражают глубоких изменений мышечной работоспособности в условиях «локальных» тренировочных эффектов. Иначе говоря, рост физической подготовленности, характеризующийся узкой специализацией двигательной функции, не ведет к улучшению общих адаптационных реакций организма, всего уровня его приспособленности к условиям мышечной деятельности.

Полученные данные свидетельствуют о том, что не каждая физическая тренировка (даже если она обеспечивает высокий уровень мышечной работоспособности) ведет к развитию широкого диапазона адаптационных реакций. Между тем именно широта приспособительных изменений определяет здоровье человека,

его способность полноценно жить, работать и в конечном счете его активное долголетие.

Положение о необходимости комплексного подхода к развитию физических способностей является одним из главных принципов отечественной системы физического воспитания населения. Это положение основывается на фундаментальной биологической особенности человека, требующей всестороннего физического развития как условия формирования здоровья и широкого диапазона приспособительных возможностей организма. Важно подчеркнуть, что и в современном спорте, где имеет место узкая специализация двигательной функции, направленная на развитие совершенно определенного вида двигательных действий, все большее значение приобретает разносторонняя физическая подготовленность спортсмена.

Кажется, парадоксальным, что для достижения успеха в узкоспециализированных двигательных действиях необходимо помимо развития и совершенствования именно этих действий уделять внимание упражнениям, которые существенно отличаются от основных. Между тем значение этих упражнений в современном спорте отчетливо повышается.

Признавая, что «самым эффективным средством физической подготовки, развивающим и совершенствующим наиболее необходимые качества и навыки, является основное спортивное упражнение: плавание – для пловца, бег – для бегуна и т.д.». В настоящий момент, актуальным является применения комплекса дополнительных физических упражнений, как бы искусственно выделяемого из общей системы подготовки под названием «общая физическая подготовка». Характеризуя эти дополнительные физические упражнения, автор разъясняет, что под термином «общая физическая подготовка» спортсменов высших разрядов подразумевается «разностороннее, комплексное воздействие упражнений на организм спортсмена без учета или с некоторым учетом специфики основного вида спорта; совершенствование физических качеств и через их развитие создание необходимой для достижения высоких результатов «функциональной базы» общего характера; оздоровление организма...».

Что же касается влияния этих неспецифических по отношению к основным тренировочным воздействиям средств, то важно иметь в виду, что «при выполнении упражнений общей физической подготовки в отличие от упражнений специальной подготовки часто создаются условия, в которых необходимые качества

и навыки развиваются и совершенствуются более эффективно». Многие специалисты отмечают, что при разумном использовании далеких от тренируемого двигательного навыка физических упражнений (например, для пловца – атлетических упражнений, выполняемых на суше) раскрываются «поистине удивительные» потенциальные возможности спортсмена. Эти положения справедливы и для видов спорта, в которых победа достигается в процессе единоборства. «Одностороннее, хотя и при высоком уровне, развитие физических качеств неминуемо ведет к ограниченности технико-тактических навыков и в конечном итоге к нестабильным результатам».

Можно считать обоснованным один из важнейших принципов в системе физической подготовки спортсменов высокого класса – гармоничность в развитии основных физических качеств.

Установлено, что максимальное развитие какого-либо качества, определяющего в конечном итоге спортивный результат, возможно лишь на фоне оптимального совершенствования других качеств (Н.А. Фомин, В.П. Филин, 1972). Этого положения придерживаются как специалисты нашей страны, учитывающие, что в процессе решения той или иной двигательной задачи рабочие механизмы тела определенным образом взаимодействуют и в результате систематической тренировки объединяются в рационально функционирующую систему, обеспечивающую высокий рабочий эффект двигательного комплекса, так и многие зарубежные тренеры. Так, Д. Харре, известный специалист из Германии, анализируя причины замечательных достижений спортсменов этой страны на международной арене, подчеркивает большую роль общеразвивающих упражнений как фактора прочной базовой подготовки спортсменов, позволяющего обеспечить высокие результаты. По его мнению, «освоение и совершенствование многообразных двигательных навыков улучшает координационные способности. Благодаря этому спортсмен может быстрее усвоить сложные формы спортивной техники и достигнуть более высокой степени совершенства».

Необходимость разносторонней физической подготовки спортсменов, начиная с самого раннего периода их приобщения к спорту, отмечают все без исключения специалисты в области спортивной тренировки и тренеры. Как пишет В.Н. Платонов (1980), «анализ подготовки выдающихся спортсменов современности в подавляющем большинстве случаев свидетельствует о том, что у них на протяжении многих лет создавалась разносто-

ронняя функциональная база, и лишь при ее наличии реализовывались наиболее мощные резервы подготовки».

Как видно из приведенных сведений, разносторонняя физическая подготовка, ограничивающая специализацию двигательной функции, естественную при занятиях определенным видом спорта, является необходимостью. Более того, можно утверждать, что прогресс современного спорта повышает требования к разносторонности базовой подготовки спортсменов.

Узкая специализация, особенно если она начата в период, когда организм спортсмена еще не сформировался, ведет не только к утрате возможностей дальнейшего совершенствования в избранном виде спорта, но и нередко к нарушению здоровья. Именно поэтому тренеры видят в общей физической подготовке метод оздоровления организма. Кроме того, наблюдения показывают, что юные спортсмены, которые приносят общеразвивающие упражнения в жертву большому объему специальных нагрузок, более подвержены травмам, чем разносторонне тренирующиеся.

Опасность перегрузки однобоко нагружаемого опорно-двигательного аппарата юных особенно велика в связи с тем, что сердечно-сосудистая система у них обладает очень высокими приспособительными возможностями и допускает значительный объем нагрузки, причем «перенапряжения при высокой общей нагрузке можно избежать, если в течение всего года соблюдать правильное соотношение специальных и общеразвивающих средств тренировки».

Конечно, требуются углубленные исследования, чтобы конкретизировать роль и место общеразвивающих упражнений в конкретных видах спорта, определить в зависимости от возраста и уровня спортивного совершенствования их правильное соотношение со специальными средствами спортивной тренировки. Однако уже сегодня ясно, что в спорте, где, казалось бы, все должно быть подчинено требованиям узкой специализации, воздействия, ограничивающие ее влияние, оказываются настоятельной необходимостью.

Таким образом, на примере спортивной тренировки мы видим, как биологическая природа человека, которой свойственна неспециализированность как одна из самых существенных кардинальных особенностей *homo sapiens*, входит в противоречие с попытками специализации его двигательной функции. Правильно понятая потребность в неспециализированном, то есть всестороннем, гармоническом развитии человека, особенно в периоде его

роста и развития, представляет собой еще далеко не полностью реализованный резерв физического совершенствования.

Практика физического воспитания и спортивной тренировки показывает, что улучшение здоровья и развитие двигательных возможностей, занимающихся осуществляется за счет целенаправленной деятельности, ограничивающей действие влияний, специализирующих двигательную функцию. Однако существует и другая возможность – неосознанный, включающийся вне желания человека механизм, препятствующий неблагоприятным воздействиям, специализирующий двигательную функцию. Это механизм так называемого переноса тренированности, характеризующийся тем, что в процессе тренировки определенной группы мышц работоспособность нарастает не только в работающих мышцах, но и в других, не рабочих мышцах.

При систематическом упражнении мышц правой руки отмечалось повышение работоспособности не только данных мышц, но и мышц левой руки, которые не упражнялись. Явление переноса тренированности изучалось многими исследователями и в настоящее время учитывается в практической деятельности по подготовке спортсменов. Специалисты давно заметили, что «как бы специфично ни направлялись воздействия на какой-либо один орган или одну систему, они в определенной мере отражаются и на других органах и системах, на всем организме в целом» (Н.Г. Озолин, 2002).

Показательно, что с ростом физической подготовленности степень переноса тренированности, проявляющейся в улучшении отдельных физических качеств, уменьшается. Этот факт экспериментально подтвержден исследованиями «переноса тренированности» в элементарной методической форме этого явления. Результаты исследований свидетельствуют, что прирост работоспособности неупражняющихся мышц левой руки на разных этапах тренировки мышц-сгибателей правого предплечья различен. Если условно разделить этот процесс на три этапа, каждый из которых характеризуется примерно равной величиной стимуляции работоспособности мышц правой руки, то наибольший в своем количественном выражении эффект переноса отмечается на первом этапе тренировки.

Весь фактический материал о переносе тренированности, равно как и наблюдения о явлениях более широкого плана – взаимосвязях между двигательными способностями, позволяет сделать следующие выводы. Неспециализированность как важная осо-

бенность биологической природы человека не только предъявляет определенные требования к организации процесса физического воспитания с целью обеспечения всестороннего развития двигательных возможностей организма, но и, используя механизм саморегуляции, может выравнивать создающиеся при специализированных воздействиях дисгармонии функций. Весь опыт физического воспитания и спортивной тренировки убедительно доказывает: чем более целенаправленная деятельность педагога и тренера находится в соответствии с одной из кардинальных биологических особенностей *homo sapiens* – неспециализированностью структур и функций его организма, тем больший эффект обеспечивается при использовании любой из форм физического воспитания, включая и процесс совершенствования спортсменов высокого класса.

Все резервы, включаемые при значительной интенсификации деятельности человека, в том числе и при попадании в неблагоприятные условия существования, можно обозначить как функциональные резервы.

Функциональные резервы – это скрытые возможности организма, заключающиеся:

- в изменении интенсивности и скорости протекания энергетических и пластических процессов обмена на клеточном уровне;
- в изменении интенсивности и скорости протекания физиологических процессов на системном и организменном уровнях;
- об увеличении физических (сила, быстрота, выносливость) и улучшении психических (осознание цели, готовность бороться за ее достижение и т.д.) качеств;
- в способности к использованию имеющихся, выработке новых и совершенствованию старых двигательных и тактических навыков.

При такой характеристике функциональных резервов они могут быть подразделены на:

- резервы биохимические, связанные с экономичностью и интенсивностью энергетического и пластического обменов и их регуляцией;
- резервы физиологические, связанные с интенсивностью и длительностью работы органов и систем органов и их нейрогуморальной регуляцией, что находит свое выражение в работоспособности организма;
- резервы спортивно-технические, связанные со способностью по использованию и совершенствованию имеющихся и выработке новых двигательных и тактических навыков;

- резервы психические, связанные с мотивацией достижения цели, со способностью превозмочь утомление, помехи в деятельности и неприятные и даже болевые ощущения, с готовностью пойти на риск травмы ради достижения осознанной цели.

Иными словами, под функциональными (физиологически-ми) резервами человека понимаются возможности его органов и систем органов так изменять интенсивность своих функций, а также взаимодействие между ними, что достигается некоторый оптимальный для данных усилий уровень функционирования организма.

Поэтому можно говорить о физиологических резервах нервных, мышечных, железистых и других клеток, о физиологических резервах органов (сердце, легкие, почки и т.д.) и систем органов (дыхательной, сердечно-сосудистой, выделительной и т.д.), а также о резервах регуляции гомеостаза и резервах координации работы мышечных групп и их вегетативного обеспечения (дыхания, кровообращения, выделения и т.д.).

Все знания на сегодняшний день о резервных возможностях организма получены в результате наблюдений за состоянием человека в экстремальных условиях. Особую ценность представляет спорт, позволяющий человеку проявлять предельные возможности своего организма в разных условиях деятельности.

В последние годы в связи с резким возрастанием конкуренции, что приводит к жесточайшим режимам тренировок и предельным нагрузкам в состязаниях, спорт превращается в исключительно важный источник информации о резервных возможностях человека.

Плодотворность использования спорта как инструмента познания остающихся нераспознанными в обычных условиях возможностей человека заставляет обратить внимание на реакции организма в процессе мышечной деятельности. Этот интерес определяется несколькими соображениями:

- во-первых, именно мышечная деятельность сыграла особую роль в становлении важнейших механизмов жизнедеятельности организма, сформировавшихся в филогенезе;

- во-вторых, среди всех раздражителей, способных изменять состояние организма человека, мышечная деятельность является самым естественным и сильным;

- в-третьих, знание функциональных сдвигов, сопровождающих мышечную деятельность, приобретает большое практическое значение в связи с массовым развитием физической культуры

и спорта в нашей стране, привлечением к систематическим занятиям физическими упражнениями людей разного возраста, состояния здоровья и физической подготовленности.

Мышечная деятельность является воздействием, стимулирующим повышение функциональных резервов организма. Здесь можно выделить два механизма, благодаря которым увеличиваются резервные возможности организма: физическая тренировка и двигательное переключение.

Выраженность реакций развертывания и экономизации функций оказывается даже в пожилом возрасте различной для каждого вида физической тренировки (спорта) и связана со спецификой физических упражнений (табл. 1).

*Таблица 1*

**Влияние различных видов физической тренировки мышц-сгибателей предплечья у мужчин 60–69 лет на изменения легочной вентиляции и потребления кислорода в условиях выполнения стандартной физической нагрузки**

Вид тренировки	Прирост легочной вентиляции		Кислородный долг, мл	
	до тренировки	после тренировки	до тренировки	после тренировки
С динамическими нагрузками	15,7±1,6	11,2±1,0	53,7±20,6	395,5±33,9
Со статическими нагрузками	14,2±1,1	19,3±1,4	48,2±21,4	595,3±23,7

Как видно из приведенных данных, даже незначительные отличия в динамической структуре физического упражнения проявляются в существенных различиях уровня, которого достигают реакции организма при их развитии и последующей экономизации. Важно также и то, что формирующиеся под влиянием разных видов мышечной деятельности функциональные сдвиги в организме не носят общего генерализованного характера, а, напротив, весьма специализированы, причем каждое упражнение характеризуется специфичностью своего воздействия на функции организма.

Это открывает возможность выделения из громадного арсенала средств физической культуры и спорта воздействий, обеспечивающих заданные эффекты стимулирующих влияний на столь различные механизмы жизнедеятельности, как расширение возможного предела реакций и их экономизацию.



Как по своему физиологическому механизму, так и по внешним проявлениям влияния физическая тренировка отличается от двигательных переключений: наиболее существенным различием является то, что тренировка формирует новые, а переключение лишь позволяет воспользоваться наличными резервами организма.

Конечным итогом спортивной тренировки является расширение одного из важнейших функциональных резервов организма – диапазона возможного учащения ритма сердечной деятельности с 30 до 300 в минуту. Таков, повидимому, предел, до которого может периодами подниматься частота сердечных сокращений у спортсмена (табл. 2).

*Таблица 2*

**Сравнительная характеристика измерений ЧСС за минуту под влиянием двигательной активности в эволюции и в процессе спортивной тренировки**

Условия	Эволюционная тренировка		Спортивная тренировка	
	Кролик	Заяц	Человек	
			до	после
В покое	270	60	70	30
При максимальной нагрузке	320	310	140	300
Резерв реактивности	50	250	70	270

Наибольшее количество сконцентрированных физиологических данных содержится не в книгах по физиологии, а в мировых рекордах по бегу. Если же учесть, какие громадные функциональные сдвиги всех без исключения систем организма обеспечивают рекордные достижения сегодня, то ясно, как важен анализ этих достижений для понимания резервных возможностей человека.

Предшествующие попытки анализа спортивных рекордов, были направлены на выяснение закономерностей и механизмов одной, хотя, разумеется, важной стороны функциональных возможностей организма – энергообеспечения мышечной деятельности. Материалы об этом содержатся в работе В.М. Зациорского (1969). Если в предшествующих работах рассматривались высшие достижения в спорте как константа возможностей организма, то мы, напротив, стремились выявить динамику изменений этих возможностей. Такой подход позволяет оценить наиболее важ-

ное свойство организма, делающее по существу возможным сам тренировочный процесс – тренируемость организма, то есть способность его под влиянием систематически применяемых физических нагрузок повышать работоспособность. С этой целью была сопоставлена динамика нарастания предельных двигательных возможностей человека (рекорды в циклических видах спорта) и лошадей (конный спорт) с основными морфофункциональными показателями их организма.

Так, за 68 лет развития легкой атлетики рекорд России в беге на 400 метров улучшился на 7,81 с, или на 18%; наиболее близкий по длительности бега результат в конном спорте на дистанции 1000 м улучшился на 4,0 с (6,45%). Еще более значителен прирост рекордных результатов в легкоатлетическом беге на 800 и 1500 метров. По сравнению с близким по длительности бегом в конном спорте на 2000 и 3200 метров динамика роста предельных возможностей человека в беге, длящемся 2 и 3–4 минуты, превышает показатели лошадей соответственно в 8,2 и 8,7 раз. Аналогичная ситуация обнаруживается при анализе рекордов человека и в других видах двигательной деятельности, где возможна объективная регистрация достигаемых результатов – в плавании и конькобежном спорте.

Представленные в таблице 3 величины характеризуют динамику предельных возможностей человека в тех видах двигатель-

*Таблица 3*

**Динамика рекордов в плавании, конькобежном и конном спорте  
в сопоставимых условиях за период с 1927–1930 гг.  
по настоящее время**

Вид	Дистанция, м	Просле- женный период	Рекорды, с		Улучшение	
			Первый	В настоя- щее время	с	%
Конькобежный	500	с 1927 г.	44,9	35,76	9,14	25,56
Конный	1000		62,0	58,0	4,0	6,45
Конькобежный	1500	с 1927 г.	145,3	112,37	32,93	29,3
Конный	2400		154,0	147,2	6,8	4,42
Плавание	100	с 1930 г.	68,6	42,21	19,39	40,2
Конный	1200		73,0	71,4	1,6	2,19
Плавание	200	с 1927 г.	160,2	106,69	53,51	50,15
Конный	2400	с 1927 г.	154,0	147,2	6,8	4,42

ной деятельности, которые являются «непривычными» для его биологической природы (конькобежный спорт) или же по времени существенно – не менее чем на несколько миллионов лет – «отодвинутыми» образом жизни всей ветви гоминид, приведшей к формированию *homo sapiens*.

Как видно из приведенных данных, степень возрастания «потолка» двигательных возможностей человека в условиях тренировки в самых различных видах мышечной деятельности значительно превышает соответствующие показатели, зарегистрированные у лошадей.

Отмеченный факт заслуживает особого внимания, так как выходит за пределы спорта и всего комплекса обсуждающихся в спортивной науке вопросов. При его оценке следует исходить из современного представления о сущности спортивного рекорда, характеризующего предельный уровень развития определенной стороны двигательных возможностей человека.

Если отдельные двигательные качества, определяемые преимущественным развитием силы, скорости, выносливости и проявляющиеся в труде и быту, могут значительно варьировать у каждого человека в зависимости от разнообразия условий внешней среды, то будучи выраженными в спортивных состязаниях, проводимых по точно регламентированным правилам, они отражают реальный уровень предельных двигательных возможностей организма. Правда, спортсмен, занимающийся одним видом двигательной деятельности, не может всесторонне «обследовать» предел всех своих возможностей и обнаруживает его лишь в определенном выражении – при помощи избранного вида спорта. Тем не менее, для человека, занимающегося спортом и многократно участвующего в соревнованиях, даже личный спортивный рекорд является наиболее объективным, хотя и односторонним выражением его двигательных возможностей. Крайне высокая эффективность физической тренировки как средства расширения нормы двигательных возможностей организма человека обнаруживается и при сравнении с аналогичными воздействиями на других млекопитающих, стоящих на разных ступенях филогенетического развития (табл. 4). Приведенные факты рассматриваются как проявление существенного изменения морфофункциональной организации организма, которое имеет место и у животных, и у человека.

Однако, где факты, свидетельствующие о том, что современный спорт лишь мобилизует наличные биологические резервы организма *homo sapiens*, которые оставались «не востребован-

**Ориентировочные величины роста двигательных возможностей  
под влиянием физической тренировки после достижения периода  
зрелости у человека и некоторых животных**

Вид	Тренировка		
	«на скорость»	«на силу»	«на выносливость»
Белая мышь	до 150%	до 300%	в 3–7 раз
Собака	до 250%	до 3–4 раз	до 6–10 раз
Лошадь	до 3–4 раз	до 6–8 раз	до 10–15 раз
Человек	в 5–6 раз	в 10–12 раз	не менее 15–20 раз

ными» прежними методами отбора и тренировок? Поэтому, сокращая дальнейшие возможности развития, должен будет рано или поздно – если мы допускаем неизменность биологической организации человека – упереться в предел физических потенций его и остановиться в своем движении. Таких фактов нет, а все развитие современного спорта убеждает в противоположном. Современные методы спортивной тренировки характеризуют иные возможности организма спортсменов по сравнению с тем, что было не только 50–60, но и 25–30 лет назад. Показательно, что суммарный объем тренировочных нагрузок и их интенсивность в циклических видах спорта за последние 25–30 лет, по данным В.Н. Платонова (1980), возросли в 2–4 раза, причем раньше их использование было бы просто невозможным и в лучшем случае сопровождалось бы не ростом, а падением работоспособности в результате перетренировки.

Не являются ли спортсмены, изменяющие свою морфофункциональную организацию в результате воздействия на их организм условий существования, созданных не слепыми силами природы, а целенаправленной деятельностью общества, носителями резервов биологической эволюции, не приводя к выделению нового вида в силу значительной вариабельности морфофизиологической организации человека. Отсутствие изоляции между спортсменами и неспортсменами, добытые благодаря спортивной тренировке резервы биологической эволюции работают для всего человечества в целом, повышая его жизнеспособность на том особенно сложном этапе развития, когда созданные самим человеком условия существования входят в противоречие с биологической природой *homo sapiens*. Ведь многие ученые сегодня с тревогой пишут об абиотическом образе жизни человека, призывая к охране внутренней среды и самой природы его.

Близок к решению вопрос: не удастся ли за счет вызванных спортивной тренировкой модификаций, при которых, как известно, не только создаются новые нормы реакций организма, но и открывается дальнейшая адаптация, приспособление вида к новым условиям существования, обеспечить активное воздействие на биологическую природу человека? Есть все основания предполагать, что такое воздействие позволило бы обеспечить радикальное укрепление здоровья, создание прочного фундамента для всестороннего физического развития и достижения активного долголетия человека.

### **1.3. Психологические особенности спортсменов**

Вопрос о том, насколько полно используются функциональные возможности атлетов в ходе конкретных соревнований, является предметом непрекращающихся дискуссий. С одной стороны, казалось бы, во многих видах спорта достижения спортсменов находятся на грани предельных возможностей человека. С другой – постоянно растущие рекордные достижения разрушают доводы скептиков.

Чрезвычайно важным является и то обстоятельство, что как только устанавливается мировой рекорд или выполняется новый уникальный элемент, его повторяют другие спортсмены. Происходит как бы ломка психологического рубежа.

Таким образом, роль психики спортсмена, его установка на результат становится чрезвычайно актуальным фактором повышения эффективности использования функциональных возможностей спортсмена.

Физическая работоспособность в первую очередь означает потенциальные возможности человека проявить «максимум физических усилий в статической, динамической или смешанной работе» и зависит преимущественно от периферических эффекторных органов.

В противоположность этому психическая работоспособность характеризует способность человека на кортикальном уровне формировать и реализовывать специфические функциональные системы, лежащие в основе конкретной деятельности. На поведенческом уровне психическая работоспособность выражается в способности человека воспринимать и перерабатывать разномодельную информацию, принимать конкретные, целенаправленные решения и корректировать свои действия в ходе выполняемой деятельности.

Являясь необходимой движущей силой конкретной мотивации, психическая работоспособность находится с ней в диалектическом единстве, переводя психический феномен «хочу» в психофизиологический «могу» с формированием требуемого вида деятельности и продукта ее реализации. Психическая работоспособность является лишь составной частью работоспособности вообще, однако, представляя ее центральные механизмы, она наиболее изменчива и при нарастании утомления снижается в первую очередь.

Инвариантность результата обеспечивается путем гибкого изменения программ реализации. Очевидно, что этот универсальный закон применительно к каждому циклу стимул – реакция наиболее справедлив в отношении простых в биологическом отношении потребностей типа голод, секс, жажда, избегания болевого воздействия и т.п. Когда речь идет о реализации высших психических мотивов, инвариантность результата носит условный характер, так как после каждого недостижения индивидуум может изменять параметры и программы самого акцентора результатов действия.

Рассмотрение динамики работоспособности в процессе ее развития в зависимости от нарастающего влияния утомления или эмоционального стресса ставит на повестку дня необходимость анализа ряда факторов, которые до последнего времени в практике работы спортивных психологов практически не учитывались. Речь идет о специфике и закономерности проявления слабых звеньев функциональной организации атлетов.

Резюмируя сказанное, можно выделить несколько аспектов.

Во-первых, речь идет о том, какие психофизиологические качества, значимые для спортивной деятельности атлета, у него недостаточно хорошо выражены. Важным также является и то, какие из изучаемых функций – сенсомоторные, перцептивные или высшие психические – будут больше страдать по мере нарастания утомления и стресса.

Во-вторых, важным является выявление специфики состояния и возможных путей деформации узловых механизмов деятельности, включая афферентный синтез, реализацию принятой программы и санкционирование достижения запланированного результата.

В-третьих, нельзя не учитывать специфики влияния конкретной ситуации и особенностей эмоционально-поведенческой устойчивости спортсменов именно в данных специфических условиях.

Исходя из принципов системного подхода, в настоящий момент при оценке психологической подготовленности спортсмена значение придается таким качествам, как способность корректно оценивать свою работоспособность и нервно-эмоциональное напряжение, способность к произвольной мобилизации, к коррекции своих действий в процессе разномодельной деятельности, эмоциональную устойчивость при ожидании неудачи и, наконец, эмоциональную и поведенческую устойчивость непосредственно при неудаче. Наличие всех этих качеств позволяет надеяться на то, что спортсмен в состоянии наиболее успешно проявить свои резервные возможности.

Одним из важных средств оптимизации использования резервных возможностей человека является психорегуляция. В рамках общей целевой установки – оптимизации использования резервных возможностей здорового человека – психорегуляция может рассматриваться как самостоятельное научное направление. Именно в целевой установке заключается ее принципиальное отличие от психотерапии, которая, исходя из названия и по существу, означает лечение (терапию) больных людей. Именно в этой связи некритичный перенос приемов и методов психотерапии в сферу деятельности здоровых людей очень часто приводил к отрицательным результатам. Психорегуляция призвана решать следующие основные задачи:

- оптимизацию процессов управления расхода и восстановления работоспособности;
- настройку на выполнение конкретной деятельности;
- регуляцию уровня нервно-эмоционального напряжения;
- оптимизацию усвоения оперативной информации;
- обучение навыкам самоконтроля и саморегуляции.

Психорегуляция как научное направление располагает широким арсеналом средств и методов, с помощью которых можно решать поставленные задачи в полном объеме.

# МОРФОБИОМЕХАНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СПОРТСМЕНОВ

### 2.1. Основные тотальные параметры спортсменов

Учение о развитии организма ребенка – самый трудный раздел науки о человеке. Если зрелый организм взрослого человека представляет собой относительно однородную систему сложных функций, то в отношении организма ребенка такое рассуждение неправомерно. Еще в 1847 г. ученый-исследователь С.Ф. Хотовицкий говорил, что «организм ребенка (в отличие от взрослого) заключается не в меньшей величине органов, но в особенности строения органов и их функций».

И.П. Павлов (1951), рассматривая процессы нервной деятельности, отмечал: «...Человек есть, конечно, система..., как и всякая другая в природе, подчиняющаяся неизбежным и единым для всей природы законам, но система, в горизонте нашего научного видения, единственная по высочайшему саморегулированию, система в высочайшей степени саморегулирующаяся, сама себя поддерживающая, восстанавливающая...».

Специалисту, объектом деятельности которого является Человек, прежде всего необходимо понимание того, что человеческий организм является относительно открытой самоорганизующейся системой, подверженной разнообразным и многочисленным средовым воздействиям, и морфофункциональным изменениям в процессе жизни.

Изучение и знание законов изменения морфофункции ональных особенностей организма детей и подростков на протяжении его индивидуального жизненного цикла имеют большое значение для науки и практики, так или иначе связанных с исследованием и обеспечением их спортивной деятельности. Вместе с тем, эти знания необходимы в связи с возрастающей интенсификацией тренировочного процесса и снижением возрастного ценза на всех этапах подготовки юных спортсменов.



Сложнейшие перестройки организма в школьном возрасте совпадают со временем начала тренировок, выбора вида спорта по индивидуальному желанию и профессиональный отбор в виды спорта. Все это требует углубленного знания особенностей роста организма детей школьного возраста, динамики происходящих в нем физиологических процессов, развивающихся вслед за морфологическими перестройками всех систем организма.

Поэтому, прежде чем приступить к рассмотрению влияния физических нагрузок на организм человека, необходимо уяснить общие закономерности развития организма ребенка.

В возрастном развитии человека принято выделять несколько этапов (табл. 5).

На основании исследования разных сторон развития ребенка отечественные специалисты показали, что каждому возрастному периоду присущи свои особенности, которые необходимо учитывать при подготовке к трудовой и спортивной деятельности (А.А. Гужаловский, 1978; В.Г. Алабин, 1981; В.П. Филин, Н.А. Фомин, 1980; Н.Ж. Булгакова, 1986; В.П. Филин, 1987).

*Таблица 5*

**Возрастные этапы развития человека (по Н. Grimm, 1960)**

<b>Этапы развития</b>	<b>Период времени</b>	<b>Возраст</b>
Возраст новорожденного	До заживания пуповины	
Грудной возраст	До появления первого молочного зуба	6 мес.
Ползунковый возраст	До умения ходить	1–1,5 года
Возраст ребенка	До появления первого постоянного зуба	6 лет
Младший школьный возраст	До появления первого признака созревания	9 лет (?) 11 лет (с?)
Предпубертатный период	Начало ускоренного роста тела, быстрое развитие половых органов, начало развития грудных желез	11–12 лет (?) 13–14 лет (с?)
Пубертатный период	Время между появлением волосяного покрова на лобке и первой менструацией (?) или развитие зрелых сперматозоидов (с\$)	14 лет (?) 15 лет (б)
Возраст завершения биологического созревания	Период между половой зрелостью и завершением роста тела	17–18 лет (?) 22 года (б1)

Возрастные особенности строения детского организма и развития функций, которые свойственны отдельным этапам жизни, позволили определить возрастные периоды развития ребенка. Так, В.М. Волков, В.П. Филин (1983) школьный возраст разделяют на следующие периоды (табл. 6).

Таблица 6

**Периодизация школьного возраста  
(по В.М. Волкову, В.П. Филину, 1983)**

Младший школьный возраст (лет)		Средний школьный возраст (лет)		Юношеский возраст (лет)	
мальчики	девочки	мальчики	девочки	мальчики	девочки
8–12	8–11	13–16	12–15	17–21	16–20

В настоящее время в практике физического воспитания и врачебного контроля используют несколько иную периодизацию (С.Б. Тихвинский, С.В. Хрущев, 1991):

- 7–11 лет – младшая группа;
- 12–15 лет – средняя группа;
- 16–18 лет – старшая группа.

В спорте границы возрастных групп разнятся по приведенным выше. Например, в личных соревнованиях Российского теннисного тура (РТТ) соревнования проводятся в следующих возрастных группах («Матчбол-Теннис», 2000, № 7):

- 12 лет и моложе;
- 14 лет и моложе;
- 16 лет и моложе;
- 18 лет и моложе.

В большинстве случаев границы возрастных групп определяются на основе антропометрических показателей: длины и массы тела. В связи с этим принято выделять тотальные (длина и масса тела) и парциальные размеры, то есть частичные, и конституциональные особенности (рис. 1).

Соотношения размеров тела, расположенных в одной плоскости, принято называть пропорциональными характеристиками, а в разных плоскостях – индексами телосложения. Следует помнить, что пропорциональные характеристики и индексы телосложения не могут быть универсальными, они тесно корреляционно связаны с целым рядом характеристик: с национальностью, местом проживания и рождения, полом обследуемых



**Рис. 1.** Конституциональные особенности человека

и их возрастом, и т.д. При измерении даже такого, на первый взгляд, простого показателя, как длина тела, следует соблюдать ряд обязательных требований.

Длину тела следует измерять только при максимально вытянутом теле, чтобы устранить влияние особенностей осанки на его длину. При измерении длины тела у детей следует измерение проводить двоим. Один исследователь плотно прижимает пятки ребенка к полу или штанге прибора, другой берет ребенка обеими руками под сосцевидные отростки и слегка надавливает вверх, указывая ребенку, что он должен максимально вытянуться. Этот прием устраняет дневные колебания длины тела и слабость мышц-разгибателей спины.

Длина тела – одна из определяющих характеристик индивидуальной техники движения, является основным показателем не только активности ростового процесса, но и определенного уровня зрелости детей дошкольного и младшего школьного возраста. Длина тела – сложный показатель, состоящий из варьирующих простых показателей – длин отдельных сегментов тела. Если величина коэффициента вариации длины тела при достижении дефинитивных размеров варьирует в пределах от 3 до 4%, то длина сегментов имеет коэффициент вариации (КВ) значительно выше – от 6 до 8%. Причем, чем меньше длина звена, тем выше значение КВ (рис. 2).

Детальные измерения приростов звеньев тела на отрезке онтогенеза от 3 до 18 лет выявили ряд интересных и ранее не описанных закономерностей, позволили установить следующие факты:

1. Сложные размеры тела, расположенные в разных плоскостях, увеличиваются синхронно. Особенно четко это прослеживается при анализе интенсивности ростовых процессов или

по показателю прибавки длины его за год, отнесенной к тотальной прибавке за ростовой период с 3 до 18 лет. Однако сложный размер – это тот же «черный ящик»: мы знаем, что на входе и что на выходе, но как меняются его внутренние размеры, то есть длины отдельных звеньев тела, – вопрос открытый, и изменение тотального размера об этом ничего не говорит.

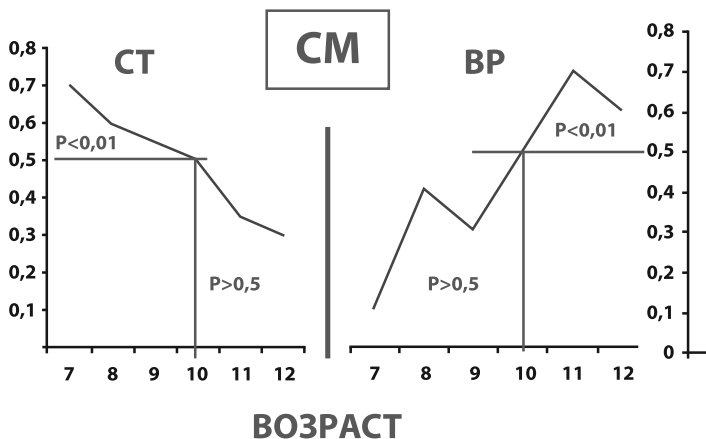
2. В пределах одной конечности наблюдается чередование в интенсивности прироста проксимальных и дистальных звеньев. Выделены периоды, когда активнее прирастает длина плеча и когда предплечья.

3. По мере приближения к матурантному (зрелому) возрасту разность в интенсивностях прироста проксимальных и дистальных звеньев неуклонно снижается. Эта же закономерность была выявлена в ростовых процессах кисти человека и ее составляющих.

Схема показывает, что, точно измеряя длину и массу тела, можно получить ряд интереснейших показателей, которые имеют несомненные связи с функциональными показателями, характеризующими физические качества лиц различных морфобиомеханических типов.

Компонентное варьирование является одним из основных показателей, который должен быть использован при прогнозировании «должных величин» в тестовых упражнениях.

Развитие физических качеств может быть только через совершенствование морфологических структур и совершенной био-



**Рис. 2.** Динамика коэффициентов корреляции возраста с соматическим типом (СТ) и вариантом развития (ВР) человека

механики двигательного действия. Нет изменений в функциональных показателях, которым бы не предшествовали изменения морфологических структур. Изменение структур может быть на самых различных уровнях организации.

4. Выявлены два ростовых скачка, свойственных проксимальным и дистальным звеньям. Эти ростовые скачки совпадают по величине прироста, но не совпадают по времени.

5. Сравнение роста проксимальных звеньев верхней и нижней конечности показало, что с 3 до 7 лет более интенсивно растет верхняя конечность, а с 11 до 15 лет – нижняя. Выявлена межконечностная ростовая гетерохронность, то есть подтверждается в постнатальном онтогенезе наличие краниокаудального эффекта роста, который четко выявлялся в эмбриональном периоде. Особый интерес представляет рост костной и мышечной массы в пределах одной конечности.

6. Первоначально отмечается прирост обхватных размеров конечностей (учитывался отдельно рост мышечной и жировой масс) – прирастает мышечная масса, а затем увеличивается жировая и костная масса. Этот феномен не был описан в доступной нам литературе. Имеются указания, что рост мышечной массы приводит к увеличению сосудистой сети. Не в этом ли причина увеличения интенсивности роста костной массы вслед за увеличением мышечной?

Описанные закономерности ростовых процессов чрезвычайно важны для тренеров и врачей подростковых кабинетов, так как дают возможность, руководствуясь биологическими закономерностями, планировать тренировочные нагрузки, увеличивая их на отдельные звенья в периоды их интенсивного роста. Следование за биологическими процессами, а не попытки ими управлять, приводит к более стойким и более эффективным результатам.

Использование полученных данных в тренировочных процессах юных футболистов, гимнасток дает обнадеживающие результаты. Молодым специалистам следует на это обратить внимание, строя тренировочные занятия и изучая их влияние на организм, – направление для исследований перспективно и мало изучено. На этом пути могут быть «откровения», которые внесут изменения в структуру тренировочного процесса на этапах спортивного онтогенеза.

Считается, что рост звеньев подчиняется той же закономерности, что и длина тела. Прирост длины нижних конечностей отличается от темпов прироста длины тела тем, что его снижение с возрастом происходит более равномерно.

Скорость роста сегментов нижней конечности значительно выше, чем сегментов верхней конечности (за исключением плеча). Сравнение пропорциональных размеров тела детей с тотальными показало наличие индивидуальных тенденций в соотношении сегментов тела как по возрастам, так и в зависимости от пола ребенка. Например, отношение длины верхней конечности к длине тела у мальчиков больше, чем у девочек, на 1,3%, отношение ширины таза к ширине плеч также больше и т.д.

К 7 годам корреляционные связи между длиной тела и конечности наиболее высоки. Гораздо меньше взаимозависимость между длиной тела и другими звеньями скелета, поэтому детям свойственна большая индивидуальная изменчивость пропорций тела. Так, наиболее энергичный рост стоп выражен у девочек после 7 лет, а у мальчиков после 9 лет, хотя у последних уже к 7 годам средние параметры стопы больше, чем у девочек.

Для характеристики физического развития школьника нельзя брать тот или иной антропометрический показатель изолированно от других признаков. Полноценную картину можно составить только при комплексном подходе, то есть рассматривая их в связи друг с другом.

Анализ абсолютных величин годового прироста тотальных размеров тела школьников (рост, масса, окружность грудной клетки) показывает, что в возрасте от 7 до 11–12 лет нет значительного различия в ходе физического развития мальчиков и девочек (табл. 7).

Таблица 7

**Интенсивность роста тотальных размеров тела учащихся младших классов**

Возраст, лет	Годичный прирост		
	Длины тела, см	Массы тела, кг	Окружности грудной клетки, см
<i>Мальчики</i>			
6–7	4,2–6,2	1,5–3,8	0,9–3,9
8–9	4,1–6,3	1,6–4,0	1,0–4,0
9–10	3,9–6,5	1,7–4,3	1,1–4,1
10–11	3,9–6,9	2,0–4,6	1,1–4,3
11–12	3,7–7,1	2,0–5,4	1,1–4,3

Возраст, лет	Годичный прирост		
	Длины тела, см	Массы тела, кг	Окружности грудной клетки, см
<i>Девочки</i>			
6–7	3,8–6,1	1,2–3,3	0,8–3,7
8–9	3,9–6,3	1,4–3,8	0,9–3,9
9–10	4,0–7,0	1,8–4,7	1,1–4,1
10–11	4,5–8,3	2,0–5,6	1,5–5,1
11–12	4,2–8,2	3,4–7,7	1,8–5,6

В то же время абсолютные цифры годового прироста не могут достаточно точно характеризовать темпы роста организма ребенка, так как они зависят от исходных размеров тела, имеющих значительные индивидуальные колебания. Поэтому целесообразнее пользоваться относительным показателем годового прироста, выраженным в процентах, по отдельным годам жизни ребенка.

У мальчиков от 7 до 11–12 лет средний относительный годовой прирост длины тела колеблется в пределах 10–11%, массы тела – от 8 до 11% и окружности грудной клетки – от 10 до 10,5%. У девочек этого же возраста прирост длины тела колеблется от 12 до 15%, массы тела – от 7,6 до 17,3%, а окружности грудной клетки – от 9 до 14%. Таким образом, анализ относительной скорости роста трех размеров тела у детей от 7 до 11–12 лет выявляет, что у девочек темп прироста несколько выше, чем у мальчиков.

Мышечная масса у взрослого субъекта составляет 32–54% веса тела, у новорожденных – 20–22%, а у стариков – 25–30%. На соматическую мышечную ткань приходится 93–95% – это поперечно-полосатая мышечная ткань; 2–3% приходится на висцеральную – гладкую мышечную ткань; 0,42% составляет сердечная мышца и 0,02% – миоэпителиальная ткань.

Распределение мышечной массы по частям тела у новорожденного и взрослого субъекта представлено на рисунке 3.

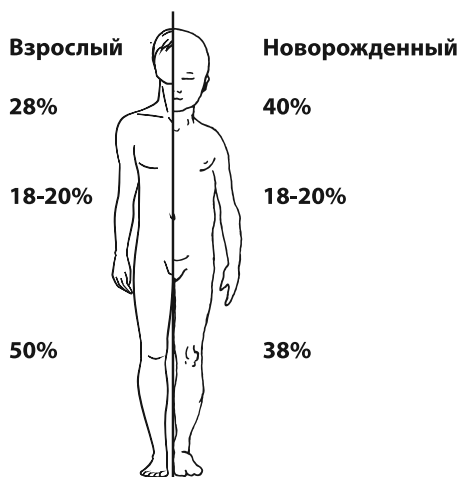
Процентное отношение мышечной массы к общей массе тела у спортсменов различных специализаций имеет существенные отличия – от 5 до 20%. Выраженность мышечной массы как у новорожденного, так и у взрослого субъекта на 60–70% генетически детерминирована (Б.А. Никитюк, 1982).

Установлены определенные закономерности увеличения абсолютной мышечной массы и интенсивности ее прироста

в связи с возрастом. Единственным реально существующим механизмом увеличения количества мышечной массы (а она к 25 годам увеличивается, по сравнению с новорожденным, у женщин в 34, а у мужчин в 52 раза) является гиперплазия (увеличение количества) внутриволоконных структур (сократительного, энергетического, распределительного и синтетического аппаратов) с последующим увеличением диаметра и длины мышечного волокна. Дополнительных мышечных волокон после рождения у человека не образуется. Имеющиеся в литературе данные о продольном расщеплении мышечных волокон относятся к казуистике, а не к норме. Погибшие мышечные волокна (например, при травме) не восстанавливаются, а замещаются рубцовой тканью. В каждом мышечном волокне, как и в других клетках, очень интенсивно идут процессы внутриклеточного возобновления и увеличения количества ультраструктур. Так, у новорожденного ребенка в мышечных волокнах количество протофибрилл (обеспечивающих сокращение и силу мышц) составляет всего 50–120, у полуторагодовалого ребенка – около 100–250, к трем годам их количество увеличивается до 300–500, а к 15 годам – до 1700 единиц.

Все мышечные волокна по своему структурному обеспечению делятся на три типа:

1) тип I – красные, медленные, окислительные, мало утомляемые;



**Рис. 3.** Распределение мышечной массы у взрослого и новорожденного (Р.Н. Дорохов, В.П. Губа, 2002)



2) тип II – промежуточные, быстрые, окислительно-гликолитические;

3) тип III – белые, очень быстрые, с большой силой сокращения, гликолитические, быстро утомляемые.

У человека все мышцы смешанные. Волокна двигательных единиц медленных, промежуточных, быстрых рассеяны по всей мышце равномерно. Структура таких волокон, функциональных свойств, а также их процентное соотношение формируется в эмбриональном периоде развития и не может меняться в онтогенезе. В старческом возрасте уменьшается (погибает) больше быстрых мышечных волокон. Поэтому движения в старческом возрасте замедленны. Описанная генетически обусловленная зависимость мышечной композиции не предполагает успешность тренировки, так как переход одного типа мышечных волокон в другой не отмечается. Может быть только незначительное «покраснение» белых и промежуточных волокон (например, при очень упорных тренировках на выносливость) и «побеление» промежуточных волокон – при тренировках на скоростную выносливость. Однако такие перестройки не могут полностью перестроить мышцу. От состава волокон зависят свойства организма, такие, как выносливость к физическим нагрузкам, сила, ловкость, скорость.

При построении многолетнего учебно-тренировочного процесса необходимо ориентироваться на оптимальные возрастные границы, в пределах которых спортсмены добиваются своих высших достижений.

Продолжительность этапов многолетней подготовки спортсмена обусловлена следующим: особенностями вида спорта, пассивным и биологическим возрастом спортсмена, уровнем физического развития и подготовленности, способностью к выполнению возрастающих тренировочных и соревновательных нагрузок. Поэтому четкой грани между этапами не существует.

Вопросы периодизации весьма спорны в силу отсутствия единого мнения о критериях границ между возрастными этапами.

Многолетний процесс спортивной подготовки от новичка до высот мастерства может быть представлен в виде отдельных этапов и стадий многолетней подготовки (табл. 8), связанных с возрастными и квалификационными показателями спортсменов.

Каждому возрастному периоду соответствуют определенные особенности строения и функций отдельных органов и систем,

реактивности организма и эмоционально-психического развития личности, что необходимо учитывать:

– в спортивном отборе и ориентации на виды спорта (А.К. Москатова, 1992; Л.В. Волков, 1997; Д.В. Рыбин, 2003; В. Староста, 2003; В.П. Губа, 2008);

– в прогнозе одаренности и спортивных результатов (Г.И. Ковальчук, В.Н. Лузгин, О.В. Захарова, 2000; Г.И. Ковальчук, И.А. Васнев, 2002; В.И. Лях, З. Витковски, В. Жмуда, 2003; В.П. Губа, 2003–2013);

– в планировании учебно-тренировочного процесса (Л.М. Куликов, 1995; Г. Рудерман, 2003).

Таблица 8

**Структура многолетнего процесса спортивной подготовки**

Этапы	I	II	III	IV	V	VI	VII
	Предварительной подготовки	Начальной специализации	Углубленной специализации	Спортивного совершенствования	Высших достижений	Сохранения достижений	Поддержания тренированности
Годы занятий	1–2–3	4–5	6–7	8–9–10	от 4 до 12	–	–
Стадии	Базовой подготовки		Максимальной реализации индивидуальных возможностей			Спортивного долголетия	

Конечно, следует учитывать и социальную среду, в которой находится ребенок. Влияние средовых факторов особенно заметно в так называемые узловые периоды индивидуального развития, и прежде всего в подростковом возрасте (В.Б. Шварц, С.В. Хрущев, 1984).

Многочисленные исследования свидетельствуют, что вид деятельности, в частности спорт, накладывает отпечаток не только на соматические особенности человека (В.В. Meleski, 1991; В.П. Губа, 1997; Н.Н. Куинджи, М.И. Степанова, 2000; Е.Б. Сологуб, В.А. Таймазов, 2000 и др.), но и на особенности проявления физических способностей (Н.А. Бернштейн, 1991; В.К. Бальсевич, 2002; В.П. Губа, 2003 и др.).

## 2.2. Методы морфобиомеханического обследования

При отборе и ориентации в видах спорта используются самые разнообразные методы антропометрических и физиологических обследований, которые в совокупности позволяют предсказать развитие тех или иных физических качеств, возможности конкретного человека при целенаправленных тренировках. Комплекс методов, применяемых при направленном отборе получил название «батарея тестов». Разработан целый ряд «батарей» для отбора в циклические и ациклические виды спорта, но, однако, всеми признанных «батарей» не существует, так как каждый набор тестов хорошо «работает» только в руках его автора.

Многолетние наблюдения и работа с детьми и подростками в ДЮСШ убедили в том, что необходимы дополнительные методы исследования, которые бы давали объективную информацию при направленном их применении.

Для каждого вида спорта необходимо разработать методы измерения, позволяющие с высокой точностью следить за развитием отдельно мышц-сгибателей и разгибателей, приводящих и отводящих. Необходима информация об изменении мышечной массы отдельного звена тела спортсмена.

Определение массы звеньев тела и их поверхности издавна интересовало исследователей. Для приближенной их оценки в 1860 году Харлесс предложил звенья тела приравнять к геометрическим фигурам – цилиндрам, конусам, усеченным конусам и шарам. В 1964 году Ханаван предложил человеческое тело рассматривать в виде пятнадцатизвеньевой модели. Эта модель в настоящее время считается наиболее приемлемой в практике.

Наши исследования показали; что приравнять, скажем, голень к усеченному конусу не совсем верно, так как с возрастом форма ее меняется от цилиндра до усеченного конуса. Существуют и типовые особенности голени, бедра, плеча, предплечья у взрослых людей обоего пола. Лучше приравнять плечо, бедро, предплечье, голень к цилиндру у детей первого и второго детства и у мальчиков в препубертатном периоде. У девочек смена форм звеньев тела происходит раньше на 2–2,5 года. Независимо от возраста и форм звеньев тела необходимо проводить три стандартных измерения.

При определении объема следует измерять три размера: проксимальный, дистальный обхваты звена и его длину. Обхваты измеряются так же, как и при определении мышечной массы,

а длина – сантиметровой лентой. Длина плеча измеряется от акромиальной точки до лучевой, располагающейся с латеральной стороны локтевого сустава, ниже латерального надмыщелка плеча. Длина предплечья определяется от лучевой точки до шиловидной, расположенной с латеральной стороны предплечья, дистальнее шиловидного отростка лучевой кости. Длина бедра измеряется от паховой точки до верхнеберцовой, находящейся с внутренней стороны бедра на внутреннем надмыщелке бедра. Длина голени измеряется от верхнеберцовой точки до нижнеберцовой – нижний край внутренней лодыжки. Расчет производят по формуле:

$$\text{объем звена} = (C_1^2 + C_2^2 + C_1C_2) : ДЗ/37,7,$$

где  $C_1$  – верхний,  $C_2$  – нижний обхваты звена, ДЗ – длина звена.

Однако расчет общей массы звена не всегда информативен, так как включает не только объем активной мышечной ткани, но и жировую ткань, поэтому целесообразно вычислять отдельно объем мышечной ткани. Для вычисления объема мышечной массы необходимо определить в первую очередь обхваты мышц без жира. С этой целью толщину кожно-жировой складки (в мм) умножают на 3,14, произведение вычитают отдельно из обхвата звена – верхнего и нижнего, дальнейшие расчеты проводят по той же формуле, что и расчет общего объема звена.

Для облегчения расчетов объемов звеньев тела построены номограммы, в которых на месте пересечения перпендикуляров к оси абсцисс и ординат, соответствующих обхватам звеньев тела (верхнего и нижнего), читается число, которое, умноженное на длину звена, дает его объем. Вычисление объема звена, таким образом, сводится к умножению двух цифр, исследователь избавляется от необходимости возводить в квадрат и оперировать большими цифрами.

Измерение обхватов звеньев тела и вычисление их объемов рекомендуется производить не меньше двух раз в год. Определение объемов звена дает в руки тренера высокоинформативный материал о правильности и достаточности тренировочных нагрузок.

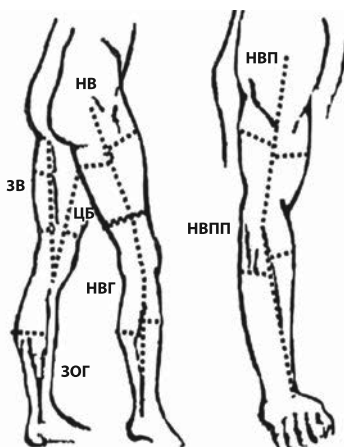
Парциальные – значит частичные (от латинского слова парс – часть). Парциальные размеры мы рекомендуем определять на бедре, голени, а также на плече, можно определить и на предплечье. Но так как предплечье состоит из объемно-перистых мышц, то его объем изменяется несколько по иным законам, чем объемы звеньев, где преобладают параллельно волокнистые мышцы. Направленность тренировочных занятий, специфичных для

конкретного вида спорта, накладывает свой неизгладимый отпечаток как на скелет, так и на развитие определенных групп мышц. В работах 1978, 1981, 1990 годов нами было показано, что у детей и подростков изменение силы мышц происходит не параллельно с изменением их объема и линейных размеров, а сила мышц отстает от прироста объема на 1,5–1,7 года. У лиц, систематически тренирующихся, это рассогласование меньше – 0,8 года. По выраженности мышечных масс отдельных групп мышц возможно определить вид спорта, которым занимается спортсмен.

Для определения парциальных размеров тела необходимо на его звеньях провести опорные реперные линии, разграничивающие функционально различные мышечные группы. Отделить, скажем, разгибатели бедра от сгибателей и приводящих мышц. Проводятся эти линии между костными точками, которые были определены нами как реперные при тщательных измерениях, проведенных при препаровке и диоптрографии трупного материала, а также проверены при наблюдениях выполнения типичных движений спортсменами.

Реперные линии на нижней конечности. На бедре целесообразно проводить три реперные (репер – ориентир) линии, отделяющие группы мышц, разгибающие и сгибающие коленный сустав, сгибающие и приводящие бедро в тазобедренном суставе (рис. 4).

Наружная вертикаль (НВ) соответствует проекции переднего края двуглавой мышцы бедра. Проводится вдоль заднего края



**Рис. 4.** Распределение реперных линий верхней и нижней конечностей (Р.Н. Дорохов, В.П. Губа, В.Г. Петрунин, 1995)

большого вертела по наружной поверхности бедра до середины наружного надмышелка бедренной кости.

Передняя вертикаль (ПВ) соответствует переднему краю длинной приводящей мышцы в верхней и средней трети бедра и портняжной мышцы нижней трети бедра. Проводится от лобкового бугорка к внутреннему надмышелку бедренной кости, по передневнутренней поверхности бедра.

Задняя вертикаль (ЗВ) соответствует проекции переднего края полусухой жильной мышцы. Проводится от середины седалищного бугра к внутреннему надмышелку бедренной кости, по задневнутренней поверхности бедра.

На голени целесообразно проводить три опорных линии.

Наружная вертикаль голени (НВГ) соответствует переднему краю длинной малоберцовой мышцы в нижней трети ее. Проводится от верхушки головки малоберцовой кости к переднему краю наружной лодыжки, по наружной поверхности голени.

Передняя вертикаль голени (ПВГ) соответствует гребню большеберцовой кости.

Задняя вертикаль голени (ЗВГ) соответствует внутреннему краю большеберцовой кости.

Реперные линии на верхней конечности. На плече и предплечье проводятся по две линии. Они отделяют сгибатели плеча (предплечья) от разгибателей.

Наружная вертикаль плеча (НВП) соответствует наружной борозде между двуглавой и трехглавой мышцами плеча. Проводится при опущенной руке от середины акромиального отростка к наружному надмышелку плечевой кости.

Внутренняя вертикаль плеча (ВВП) соответствует медиальной плечевой борозде.

Наружная вертикаль предплечья (НВПП) проводится от наружного надмышелка плечевой кости к шиловидному отростку лучевой кости по ее наружной поверхности.

Внутренняя вертикаль предплечья (ВВПП) проводится от внутреннего надмышелка плечевой кости к шиловидному отростку локтевой кости по ее внутренней поверхности.

Расстояния, измеренные между реперными линиями, позволяют судить о выраженности отдельных мышечных групп. Так, расстояния между ПВ и НВ, измеренные в верхней трети бедра, позволяют судить о выраженности сгибателей бедра. Расстояния между этими же линиями в нижней трети бедра позволяют судить о выраженности разгибателей коленного сустава. Расстояния между линиями на голени характеризуют выраженность сгибате-

лей и разгибателей стопы. Используя эти дуговые размеры и длину звена, возможно определить объемные характеристики мышечных масс. Следует помнить, что определять необходимо не только общую объемную характеристику той или иной функциональной группы мышц, но и соотношение мышечной и жировой масс. Эти соотношения весьма информативны при характеристике направленных тренировочных процессов. Очень важно использовать соотношение мышечной и жировой массы при оценке видов спорта, связанных с тренировками на выносливость. При сохранении постоянными обхватных характеристик возможна потеря мышечного компонента и увеличение жирового, а это свидетельство потери спортивной формы.

Можно ли длину и массу тела использовать в качестве исходных величин для получения информации об изменениях ребенка (спортсмена) под влиянием занятий спортом? Оказывается, да! и с высокой информативностью. Вот некоторые методы обработки этих показателей.

1. Ростовесовой индекс (РВИ = масса : длину тела). Этот индекс колеблется от 0,300 до 0,650 и связан с видом спорта. Градация индекса по подготовленности спортсмена приведена в таблице 9.

2. Весоростовой индекс (Рорера) = масса : длину тела<sup>3</sup>. Этот индекс колеблется в пределах от 2,000 до 3,200 и отражает подготовленность спортсмена и его принадлежность к тому или иному виду спорта (табл. 9).

Таблица 9

**Весоростовой индекс спортсменов**

Вид спорта	Индексы					
	ВТ	ДТ	(Кетле I)	ВТ	ДТЗ	(Рорера)
	Разряд					
	II	I	МС	II	I	МС
Футбол	397	416	431	2,630	2,580	2,439
Хоккей	478	468	485	2,407	2,590	2,630
Баскетбол	454	427	409	2,600	2,416	2,239

Имеется еще 12 индексов, они корреляционно связаны между собой и применять их можно, но они новой информации не несут. Наиболее просты индексы Кетле и Рорера, и мы их рекомендуем для работы тренера как индикаторы сдвигов под влиянием тре-

нировки. Измерять и вычислять индексы следует не чаще двух раз в год, рассматривая их динамику, как отсроченную адаптацию к меняющимся тренировочным нагрузкам.

Графический анализ массово-длиннотных величин. Этот метод был предложен нами и дал интересные результаты, которые раньше находились в тени. Суть метода состоит в том, что предварительно проводится оценка длины и массы тела по таблицам габаритного варьирования, полученные результаты наносятся на сетку, построенную с шагом расслоения 0,01 и разделенную на зоны от нано- до мегалосомии. Результаты обработки материала приведены на рисунке 11. Использование этого метода в динамических наблюдениях дает возможность следить за приростами массы и длины тела, соотносясь с интенсивностью и объемами тренировочных нагрузок.

### **2.3. Понятие о масс-инерционных характеристиках спортсменов**

Под геометрией масс в биомеханике понимают совокупность показателей, характеризующих распределение массы теле человека, а также моменты инерции отдельных сегментов тела и всего тела в целом, координаты центров масс, радиус инерции отдельных звеньев тела и т.д. В основном для бис механических расчетов нужны точные сведения о масс-инерционных характеристиках сегментов тела, которые включаются в расчеты и дают высокую прогностическую величину. Пожалуй, из всех расчетных методов методы расчета масс-инерционных характеристик (МИХ) наиболее всего связаны с антропометрическими исследованиями и служат как бы переходом между морфологией и биомеханикой. Методов расчета МИХ достаточно много, наиболее распространены: метод водного погружения, метод фотограмметрии, метод внезапного освобождения, метод взвешивания в изменяющихся позах, метод механических колебаний, изотопный метод. Каждый из них имеет свои недостатки и, пожалуй, менее всего их у изотопного метода, но он громоздок и требует специальной аппаратуры.

Положение общего центра масс тела меняется в зависимости от пола (у женщин ОЦМ на 0,5–2% ниже, чем у мужчин); в зависимости от возраста (у детей в первые годы жизни он значительно выше, чем у взрослых субъектов, до 10–15%); от спортивной специализации, то есть от развития мышц, особенно нижних конечностей; от конституциональных особенностей имеются лица так называемого «нижнего» и «верхнего типов». Приведем



несколько наиболее используемы уравнений регрессии, которые с наименьшей ошибкой дают представление о расположении ОЦМ в теле.

$$Y = 11,066 + 0,675 X_1 - 0,173 X_2 - 0,289 X_3,$$

где  $Y$  – высота ОЦМ от пола в см;  $X_1$  – длина тела;  $X_2$  – обхват голени;  $X_3$  – длина корпуса. Стандартная ошибка не превышает 1,25 см.

$$Y = 52,11 - 10,38 X_1 + 0,949 X_2,$$

где  $Y$  – относительное положение ОЦМ;  $X_1$  – отношение массы туловища к массе тела;  $X_2$  – отношение передне-заднего отношения грудной клетки ктазогребневному. Стандартная ошибка в пределах 1,25%.

Масса отдельных сегментов тела и их относительный вес в биомеханике имеют особый смысл, так как включаются в расчеты эффективности различных движений (табл. 10).

Таблица 10

Относительный вес масс сегментов тела

Сегменты	На трупах		На живых людях		Изотопный метод	
	муж.	жен.	муж.	жен.	муж.	жен.
Голова	7,8±0,46	7,4±0,59	7,8	–	6,9±0,72	–
Туловище	47,5±1,4	–	51,0±1,7	53,0±2,1	43,4±1,5	–
Плечо	2,9±0,3	3,1±0,4	3,1 ±0,2	3,4 ±0,4	2,7±0,2	2,9
Предплечье	1,8±0,2	1,6±0,3	1,9±0,3	1,8±0,3	1,6±0,2	2,8
Кисть	0,79±0,1	0,65±0,2	0,7±0,2	0,63±0,1	0,6±0,08	1,1
Бедро	10,7±1,0	12,4±1,6	11,9±1,6	14,3±2,1	14,2±0,9	15,2
Голень	4,3±0,9	4,6±1,2	4,9±1,4	5,2±1,1	4,3±0,3	4,8
Стопа	2,1±0,8	1,9±0,6	1,5±0,8	1,7±0,6	1,3±0,2	–

Момент инерции тела – показатель, который дает представление о мере инертности тела при вращении. Изменяется момент инерции от положения и взаиморасположения звеньев тела в пространстве, а, следовательно, для его определения необходимо иметь кинограммы, знания последовательности смены поз и положения тела. Предложено уравнение регрессии, позволяющее оценить момент инерции относительно оси вращения:

$$Y = 0,043 \cdot MT \cdot DT^2$$

Также, еще необходимо знать положение центров масс сегментов тела. Сводные данные, имеющиеся в литературе, приведены в таблице 11.

Таблица 11

**Относительное положение центров масс сегментов тела человека (%)**

Сегменты	Мужчины		Женщины	
	усреднен.	по В. Селуянову	усреднен.	по В. Селуянову
Голова	40	50,0±2,2	49	53,0±3,0
Туловище	42,6	44,0±1,6	54	45,4±4,0
Бедро	42,2	45,5±2,0	41	46,2±3,2
Голень	40,5	40,5±2,8	42	40,3±3,0
Стопа	45,1	44,1±3,6	50	44,6±4,0
Плечо	46,1	45,0±4,2	47	45,0±2,0
Предплечье	41,8	42,7±3,2	42	42,0±1,0
Кисть	46,4	37,0±4,8	48	36,4±2,0

При расчетах предполагается, что проекция центров масс при движениях и суставах не меняется. Это серьезное допущение, но внесенные поправки настолько усложняют расчеты, что полученная точность не окунается затратами времени.

Уравнения, регрессии для вычисления массы отдельных сегментов по массе тела приведены в таблице 12.

Таблица 12

**Регрессионные уравнения для вычисления массы (Y) отдельных сегментов по массе тела (x)**

Сегменты	Регрессионные уравнения	Ошибки
Стопа	$Y = 0,259 + 0,01x$ ; $Y = 0,0001x_2 + 0,0292x - 0,44$	0,107
Голень	$Y = 0,141 + 0,041x$	–
Бедро	$Y = -0,79 + 0,153x$ ; $Y = -0,002x^2 + 0,447x - 11,5$	0,693
Кисть	$Y = 0,109 + 0,0046x$	0,06
Предплечье	$Y = 0,165 + 0,0139x$	0,102
Плечо	$Y = -0,142 + 0,03x$ ; $Y = 0,0003x^2 + 0,078x - 1,9$	0,327
Голова	$Y = 3,24 + 0,024x$ ; $Y = 0,0002x^2 + 0,05x + 2,3$	1,75

Масс-инерционные характеристики сегментов тела детей (табл. 13) свидетельствуют о том, что с возрастом (независимо от пола) происходят следующие изменения: а) увеличивается относительная масса стопы, голени и бедра, в то же время уменьшается относительная масса головы, среднего и верхнего отдела туловища; б) масса кисти, предплечья, плеча и нижнего отдела туловища колеблется в пределах ошибки оценки масс-инерционных характеристик.

Таблица 13

**Относительная масса сегментов тела в различном возрасте  
(по В. Селуянову, 1992)**

Возраст						
Показатели	1 мес.	6 мес.	1 год	3 года	8 лет	10 лет
Вес тела (кг)	3,7	8,7	10,4	14,7	26,16	31,9
Длина тела (см)	51,9	68,8	75,3	95,2	126,3	136,3
Относительная масса (%):						
Стопы	0,92	0,89	0,99	2,10	1,56	1,51
Голени	2,05	2,76	2,72	3,14	3,75	4,00
Бедра	6,03	8,90	8,96	9,99	12,00	12,75
Кисти	0,51	0,48	0,48	0,44	0,51	0,55
Предплечья	1,32	1,43	1,39	1,34	1,34	1,34
Плеча	2,19	2,22	2,14	2,07	2,05	2,25
Отделов туловища:						
Верхнего	19,11	17,31	17,23	16,33	15,42	15,05
Среднего	22,14	21,38	21,64	19,63	16,75	16,50
Нижнего	10,73	11,53	11,28	10,98	11,25	11,40

#### 2.4. Понятие о паспортном, биологическом и двигательном возрастах

Считается, что развитие человека обусловлено тремя основными программами: видовой (генетической), социальной и онтогенетической. При этом онтогенетическая программа формируется в результате взаимодействия генетической и социальной программ. Ведущую роль в совершенствовании двигательной деятельности человека играет социальная программа, подтверждаю-

щаяся практикой физической культуры и спорта, непрерывным ростом арсенала и сложности физических упражнений.

В литературе можно встретить следующие термины: «календарный возраст» (он же паспортный, или хронологический) «биологический» и «двигательный возраст».

Паспортный возраст – это время от момента рождения, определяемое количеством прожитых лет, месяцев, дней.

Биологический возраст показывает степень зрелости (физической, интеллектуальной), достигнутой организмом.

Понятие «биологический возраст» возникло в связи с тем, что дети и подростки одного паспортного возраста нередко отличаются по уровню биологической зрелости на 4–5 лет, обладая в периоды гармоничной акселерации большими морфофункциональными возможностями, чем их сверстники.

Биологическая проблема давно уже стала социальной в связи с гетерохронностью развития современных детей и подростков одной популяции. Различия в возрасте, в половом отношении, телосложении, уровне биологического созревания и определяют гетерохронность в физическом развитии.

Нередко физическое и умственное созревание, функциональная дееспособность двигательного аппарата и внутренних органов, общее состояние организма, т.е. все то, что характеризует так называемый биологический возраст, не согласуется с календарным возрастом, опережая его или, наоборот, заметно отставая. Такое несовпадение может еще более усиливаться акселерацией, под которой понимают сложный комплекс явлений, характеризующихся следующими основными особенностями: ускоренным физическим развитием, более ранними сроками полового созревания, увеличением размеров тела.

Соотношение между паспортным и биологическим возрастом детей и подростков – один из актуальных вопросов, привлекающих внимание представителей многих научно-практических дисциплин (спортивной медицины, возрастной физиологии, педагогики, теории и методики физического воспитания и др.). Это связано с тем, что биологический возраст в большей степени, чем паспортный, отражает онтогенетическую зрелость индивидуума и характер адаптивных реакций при физических нагрузках.

Биологический возраст отражает морфофункциональную зрелость отдельных систем и организма ребенка в целом, т.е. он в большей степени, чем паспортный, дает представление о работоспособности, уровне проявления основных двигательных качеств

и характере приспособительных реакций на различные по характеру, объему и интенсивности тренировочные нагрузки.

Возможны существенные индивидуальные колебания темпов биологического созревания. В этот период наиболее четко прослеживается расслоение детей по темпам полового созревания, достигающее порой 3–5 лет, а в отдельных случаях и 5–6 лет.

Критериями биологического возраста могут быть морфологические и биохимические показатели, диагностическая ценность которых меняется в зависимости от периодов детства. Из морфологических показателей чаще используют скелетную зрелость (сроки оссификации скелета), зубную зрелость (прорезывание и смена зубов), зрелость форм тела (пропорций), развитие первичных и вторичных половых признаков.

Зубная формула учитывает порядок, сроки прорезывания и смены зубов и является показателем биологического возраста в 6–10 лет, в последующие годы информативность ее теряется. Для оценки зубного возраста необходимо визуально определить наличие или отсутствие молочных зубов, степень и число прорезавшихся постоянных зубов, результат сравнить со стандартом (табл. 14).

Таблица 14

**Определение возраста по «зубной формуле»**

Возраст (лет)	Девочки	Мальчики
6	8,1	8,0
7	9,0	8,7
8	11,2	10,8
9	14,2	13,0
10	19,3	16,7

Функциональными критериями биологического возраста являются показатели, отражающие зрелость нервной системы, опорно-двигательного аппарата и вегетативных систем (дыхания, кровообращение и т.д.).

К биохимическим показателям относится ряд объективных критериев гормонального и ферментативного профиля у детей и подростков.

Для оценки биологического возраста в период полового созревания обычно используется учет стадий развития первичных и вторичных половых признаков. Из большого числа разных схем,

предложенных для определения биологического возраста детей, наиболее распространены схема В.В. Бунака (1931).

Особенности дифференцирования костной ткани, в частности порядок и сроки появления точек окостенения в отдельных частях скелета, объективно отражающие процессы развития организма ребенка, определяются рентгенографически и являются одним из надежных критериев биологического возраста.

При анализе рентгенограмм с целью оценки биологического возраста пользуются сравнением со стандартными рентгенограммами, приведенными в специальных атласах.

В исследованиях И.И. Бахраха (2009) показано, что подростки мужского пола одного и того же паспортного возраста с различными темпами полового созревания значительно различаются по уровню морфофункциональных показателей. В связи с этим следует отметить, что характер физического развития и особенности адаптивных реакций внешнего дыхания и кровообращения у них в большей степени связаны с индивидуальными темпами полового созревания, чем с паспортным возрастом.

Аналогичные данные о влиянии индивидуальных темпов полового созревания на проявление двигательных качеств и приспособительные реакции юных спортсменов приводит Б.А. Никитюк (2000).

Однако в настоящее время нормативы контрольно-педагогических испытаний (тестов) физической подготовленности детей и подростков и организаторы спортивных соревнований ориентируются на календарный (паспортный), а не на биологический возраст.

Поэтому решение проблемы физического воспитания ребенка, развития у него физических качеств, обучения спортивным умениям и навыкам немислимо без конкретного выяснения паспортного, биологического и двигательного возрастов. Рассматриваемые показатели выступают в качестве необходимой для тренера-преподавателя системы «определителей дозировки» физической нагрузки, так сложно определяемой в различные возрастные периоды.

Двигательный возраст характеризуется показателями физического развития ребенка в спортивном упражнении с учетом соматического типа и паспортного возраста. В этом случае габаритное варьирование, биологическая зрелость ребенка опускаются, что значительно снижает информативность приводимых данных, а, следовательно, и их прогностическую способность.

Каждый человек проходит одни и те же стадии развития, однако в сроках и темпах биологического созревания наблюдаются большие индивидуальные различия. Установлено, что в каждом возрасте более зрелые юные спортсмены обычно имеют некоторое преимущество перед сверстниками с нормальными или замедленными темпами полового созревания по уровню развития силовых способностей, функциональной производительности и росто-весовым данным.

Примерно у 60–65% девочек 11–13 лет и мальчиков 13–15 лет наблюдается нормальный уровень физического развития (медианты), а 35–40% составляют подростки, относящиеся к акселерированному и ретардированному типам биологического развития.

При планировании многолетней тренировки зги знания позволяют наиболее полно реализовать программы развития юных спортсменов.

Таким образом, только комплексные знания морфологических показателей, характеризующих ребенка, в сочетании с функциональными показателями дают объемное представление о развитии организма ребенка и позволяют квалифицированно строить учебно-тренировочный процесс, производить отбор и ориентацию на виды спорта.

## **2.5. Сравнение методик морфобиомеханической диагностики**

В чем принципиальное различие методик оценки физического развития и соматотипирования – одного из этапов конституциональной диагностики?

Физическое развитие точнее было бы обозначить «физическое состояние». Слово «развитие» предусматривает динамику, движение, изменение наблюдаемых величин, но ни в коем случае их состояние на момент измерения, как это делается при оценке физического развития. Оценивается физическое развитие по показателям длины и веса тела, обхвату клетки, которые сравниваются с должными величинами, полученными в результате статистической обработки антропометрических измерений большого контингента лиц различного возраста, пола, национальности и различной двигательной ориентации. Результатами сравнения являются такие категории, как «слабое», «сильное», «хорошее», «плохое», «среднее», «нижесреднее», «вышесреднее» и т.д. физическое развитие. Подобная оценка не может дать необходимых знаний для отбора и ориентации в видах спорта. Гимнасты всегда

будут получать неудовлетворительную оценку физического развития, так как они низкорослы и имеют малый вес, а баскетболисты и волейболисты – хорошую. Но ведь это не соответствует истине. Малые размеры гимнастов – характерная особенность данного вида, сформировавшаяся «отбором спорта». В последнее десятилетие предлагалось дополнять исследования по физическому развитию оценкой мышечной, жировой массы и биологического возраста обследуемых, а оценку физического развития производить как «гармоничное», «дисгармоничное» и «резко дисгармоничное» без особых обоснований. Этот подход можно рассматривать как переходный этап к соматотипированию.

В последние годы на основании соматических измерений разработана объективная метрическая схема соматотипирования, позволяющая определить место обследуемого в ряду наномегалосомного варьирования, оценить выраженность костной, мышечной и жировой масс тела, а также дать оценки пропорционального варьирования, с помощью разработанной формулы математически оценить вариант развития (укороченный, банальный, растянутый). Иными словами, используя метрические показатели скорости развития, дать оценку соматического типа – частной конституции человека.

Соматотипирование (сома – тело) производится путем оценки телесных показателей, составляющих трех независимых уровней варьирования – габаритного, компонентного и пропорционального. Дополнительно при соматотипировании производится оценка варианта развития обследуемого, то есть оценка скорости его развития (созревания). Таким образом, при соматотипировании происходит группировка лиц, входящих в популяцию (в контингент обследуемых) по пространственным и временным характеристикам. Сам соматический тип является характеристикой морфологического раздела конституции. Это одна из частных конституций человека обусловленная и обуславливающая его общую конституцию.

Прежде чем перейти к изложению методики оценки соматического типа, необходимо остановиться на таких понятиях, как общая и частная конституция человека, а также соматических признаках, находящихся в большей мере под наследственным или средовым контролем. Эти аспекты вызывают обычно затруднения при ответах студентов, а, следовательно, слабо усвоены и напрочь забыты тренерами.

Термин «конституция» (устройство, состояние, организация) часто используется не совсем верно, как синоним слова «тело-



сложение», подменяя, таким образом, термин «габитус» (внешний вид). Понятия, объединяемые термином «конституция», многократно менялись в течение трехвекового его существования. Вначале под конституцией понимали «судьбу», от которой зависят и способности, и заболевания, и возможности; затем только наследственные особенности, отвергая влияние среды и забывая о роли трудовой деятельности в формировании человека. На современном уровне знаний конституцию можно определить, как единство морфологической и функциональной организации человека, отражающееся в индивидуальных особенностях его структуры и функций. Изменения эти – ответная реакция организма на постоянно меняющиеся факторы внешней среды, выражаются они в особенностях развития компенсаторно-приспособительных механизмов, сформировавшихся в итоге индивидуальной реализации генетической программы под воздействием конкретных средовых факторов (в том числе социальных). Наследственные и средовые факторы тесно связаны между собой, и отдать ведущее значение какому-то одному невозможно.

Исходя из современных представлений, развиваемых отечественными исследователями, конституцию человека следует разделить на общую и частные конституции. Общую конституцию следует рассматривать как генотип, реализованный в ходе индивидуального развития во взаимосвязи с внешней средой, с внешними (физическими и социальными) факторами. Общая конституция включает ряд частных конституций, которые целесообразно объединить в две большие группы – морфологическую и функциональную. Частные конституции на разных этапах онтогенеза находятся то под более, то под менее выраженным генетическим контролем, то есть имеются периоды, когда внешние воздействия не могут изменить генетически запрограммированного ростового процесса, и периоды, когда эти процессы можно усилить или затормозить с помощью направленных воздействий как физических, так и медикаментозных.

К морфологическим частным конституциям относятся: хромосомная, нейроэндокринная, спланхническая (спланхнос – внутренность), соматическая; к функциональным – физиологическая, биохимическая, нейродинамическая. Общую конституцию не следует рассматривать как простую сумму частных конституций. Объединяясь, частные конституции рожают новые качества, которые не присущи каждой из них в отдельности. Это многообразие связей, объединенное диалектическим единством, и создает

неповторимость и индивидуальность человека. Изучение частных и общей конституций является той платформой, которая позволяет подойти к управлению и целенаправленному воздействию на организм.

Каждый живой организм обладает свойственными только ему компонентами, создающими неповторимость морфологической и функциональной индивидуальности, которая не присуща образующим его компонентам. Близкие по морфологическим и функциональным признакам организмы (индивиды) объединяются в конституциональные типы. Конституциональный тип – это высшая характеристика структурных и функциональных особенностей. Изучение ее вовсе не исключает аналитического, редукционного (приведение к более примитивному) подхода к исследованию живого, как это может показаться на первый взгляд. Изучение отдельных частных конституций (анализ) приводит к их интеграции (объединению) и пониманию целого в диалектическом единстве общего и частного.

Никогда не следует забывать, что без анализа и не может быть синтеза. Синтез – это интегрирование результатов анализа, благодаря которому можно понять новые функции целого, то есть организма.

На протяжении длительного времени научным путем ученые пытались понять и классифицировать все многообразие внешних форм и функций, подметив, что внешние формы отражают функциональные способности и свойства темперамента. Создано множество схем на основе морфологических и функциональных показателей для выделения конституциональных типов. Опираясь на методы оценки конституциональных типов, все схемы возможно объединить в семь больших групп: физиологические, функциональные, фенотипические, психологические, генетические, антропологические, смешанные. Однако ни одна из схем не может достаточной эффективностью использоваться в спортивной практике, особенно при отборе и ориентации в видах спорта детей и подростков. Несомненно, каждая схема имеет свои сильные и слабые стороны, но все они в большей степени приспособлены к запросам клинической медицины. Спортивная морфология с ее специфическими задачами не может использовать и адаптировать существующие схемы для решения этих задач.

В связи с этим Р.Н. Дороховым, В.П. Губой, В.Г. Петрухиным (1994) была разработана объективная метрическая схема типирования детей и подростков. В основу разработки схемы были

положены современные представления о росте и развитии организма, о соотношении отдельных компонентов его составляющих, о временных изменениях соматических показателей и указателей (индикаторов) биологической зрелости, а также особенности пропорций тела, что чрезвычайно важно при спортивной ориентации, и концепции о скорости роста, развития, созревания организма.

Соматотипирование проводится путем оценки трех корреляционно не связанных уровней варьирования морфологических признаков. В первую очередь оцениваются габариты обследуемого\* – длина и масса тела. Включать для оценки этого уровня варьирования дополнительные размеры, такие, как широтные и глубинные, не имеет смысла, так как они не несут дополнительной информации, которая бы существенно изменила оценку габаритов тела, произведенную только по его длине и массе. Затем производится оценка компонентов тела, выраженность и соотношение жировой, мышечной, костной масс и воды, с обязательной ориентацией на первый уровень варьирования и вариант зрелости. На заключительном этапе оцениваются пропорционные особенности обследуемых, определяется относительная и абсолютная длина конечностей, а при необходимости и отдельных звеньев тела. После оценки морфологических показателей производится оценка варианта развития по интенсивности ростовых процессов, сокращенно «интенсивность роста» (ИР).

Для оценки названных уровней варьирования необходимо произвести 16 измерений доступным и простым инструментарием и, произведя простые расчеты, сравнить их с табличными величинами, разработанными для лиц центральной полосы России русской национальности, или занести в треугольник соматотипирования.

Оценку соматического типа предлагается производить в шесть этапов:

1. Антропометрическое обследование, с заполнением специально разработанной карты соматических показателей.
2. Оценка габаритного варьирования.
3. Определение варианта развития или биологической зрелости.
4. Определение компонентного варьирования: расчеты жировой (ЖМ), мышечной (ММ) и костной (КМ) масс.
5. Определение пропорционных характеристик.
6. Заключительная оценка соматического типа. Для измерений используется стандартный антропометр, медицинские весы,

сантиметровая лента (лучше использовать пластмассовую), калипер, штангенциркуль.

Длина тела (ДТ) измеряется с точностью до 0,5 см.

Масса тела (МТ) измеряется с точностью до 100 г.

Обхватные размеры (С) измеряются сантиметровой лентой с точностью до 0,5 см. Измеряется четыре обхвата:

а) обхват плеча верхний (максимальный) на уровне прикрепления дельтовидной мышцы при свободно опущенной руке (СПВ);

б) обхват плеча нижний (минимальный) измеряется на 4–5 см выше щели локтевого сустава, то есть на 1 см выше перехода двуглавой мышцы в сухожилие (СПН);

в) обхват бедра максимальный – верхний измеряется на уровне ягодичной складки. Необходимо следить, чтобы сантиметровая лента располагалась строго горизонтально (СБВ)

г) обхват бедра минимальный – нижний измеряется на уровне максимальной выраженности наружной и внутренней головок широкой мышцы бедра (СБН), т.е. на 10 см выше щели коленного сустава.

Толщина жировых складок измеряется калипером в 4-х местах:

а) на задней поверхности плеча над трехглавой мышцей (складка берется вертикально) (ПЗ);

б) на передней поверхности плеча – над серединой брюшка двуглавой мышцы плеча (складка берется вертикально) – плечо переднее (ПП);

в) на передней поверхности бедра над портняжной мышцей – бедро переднее (БП);

г) в нижней трети бедра над наружной головкой широкой мышцы бедра – бедро нижнее (БН).

Костные диаметры измеряются штангенциркулем в 4-х местах (точность измерения до 1 мм):

а) расстояние между мыщелками плечевой кости (ШПП) измеряется при согнутом локтевом суставе;

б) расстояние между медиальной и латеральной поверхностью предплечья измеряется выше шиловидных отростков (ШПП);

в) расстояние между надмыщелками бедра (ШБ) – при обследовании спортсмен сидит на стуле, коленный сустав согнут под углом 90°, стопа стоит на полу, мышцы расслаблены;

г) расстояние между медиальной и латеральной поверхностью голени в ее нижней трети – измерения проводятся проксимальнее лодыжек, в самой узкой части голени.

Длиннотные размеры. Наибольшую сложность представляет измерение длины нижней конечности, так как существует множество различных методов, предложенных английскими, немецкими и отечественными исследователями. Рекомендуем измерять длину нижней конечности от паховой точки (середина расстояния между передневерхней подвздошной остью и лобковым симфизом) до пола. Измеряемый должен находиться в антропометрической стойке. Длина верхней конечности измеряется антропометром от акромиальной точки до пальцевой (окончание третьего пальца) – это антропометрический метод определения длины верхней конечности. В спорте производят дополнительные измерения – ширину хвата двух рук и длину тела с поднятой рукой. Первое измерение наиболее целесообразно проводить при отборе для занятий метаниями, борьбой, тяжелой атлетикой; второе – при отборе для занятий ручным мячом; третье – при отборе для занятий баскетболом, волейболом.

Оценка габаритного уровня варьирования (ГУВ) производится по длине и массе тела, которые переводятся раздельно в условные единицы, используя для этих целей таблицы (Р.Н. Дорохов, В.П. Губа, В.Г. Петрухин, 1994). Полученные при табличной оценке условные единицы суммируются и делятся на два, результат заносится в треугольник соматотипирования и определяется соматический тип по габаритному варьированию.

Целесообразно выделять пять основных и два переходных соматических типа, рассматривая их не как дискретные (отдельные) соматические, типы, а как фрагменты непрерывного ряда варьирования. Выделяют следующие СТ: наносомный (НаС), микросомный (МиС), мезосомный (МеС), макросомный (МаС) и мегалосомный (МеГС), а также переходные СТ – микромеzosомный МиМеС и мезомакросомный (МеМаС).

Работа с номограммой складывается из нахождения нужной возрастной линии регрессии для длины и отдельно массы тела, на которой определяют точку, соответствующую конкретным длине и весу. Из этой точки опускают перпендикуляр на абсциссу, в месте пересечения считают количество баллов, соответствующее этим величинам.

При отсутствии номограмм можно воспользоваться расчетным методом, исходя из формулы:

$$A = (B - C) / D,$$

где А – искомая величина/В – величина, полученная при измерении длины или массы тела, С и D – константы, полученные эмпирическим путем.

При использовании расчетного метода определения соматического типа перевод частного от деления в баллы производится по следующей шкале:

1 балл	–	0,00–0,199	6 баллов	–	0,569–0,645
2 балла	–	0,200–0,277	7 баллов	–	0,646–0,722
3 балла	–	0,278–0,354	8 баллов	–	0,723–0,799
4 балла	–	0,355–0,431	9 баллов	–	0,800–0,877
4,5 балла	–	0,432–0,472	10 баллов	–	0,878–0,953
5 баллов	–	0,473–0,528	11 баллов	–	0,954–1,030
5,5 баллов	–	0,529–0,568	12 баллов	–	1,031–1,100

После суммирования баллов и деления на два результат размещают в треугольнике соматотипирования.

Следует еще раз оговориться, что варьирование длины и массы тела в популяции рассматривается как непрерывное от наносомии до мегалосомии, то есть от карликового роста до гигантов. В треугольнике соматотипирования левая сторона его соответствует на но- и микросомным субъектам, основание – мезосомным, правая сторона – макро- и мегалосомным субъектам.

Возникает вопрос: зачем нужна такая оценка соматического типа? Неужели недостаточно просто определения длины и массы тела? Исследования показали, что соматический тип, выделенный по первому уровню варьирования в четыре года, сохраняется на протяжении 25 лет. Произведя оценку соматического типа 8 раннем возрасте, мы сможем предвидеть, каков будет соматический тип по окончании полового созревания, то есть схема соматотипирования обладает прогностической ценностью.

Основа прогностической ценности схемы соматотипирования заложена в том, что длина тела – величина генетически детерминирована на 90–95%. Масса тела находится под менее жестким наследственным контролем, коэффициент детерминации около 75% (Б.А. Никитюк, 2000). Масса тела связана с силовыми возможностями спортсмена – коэффициент корреляции достигает 0,8–0,95; у лиц, не занимающихся спортом, он может быть равен нулю. Перспектива развития силы у детей с большим весом (исключая ожирение) гораздо выше, чем с малой массой тела.

Несколько слов о влиянии спорта (направленных тренировочных занятий) на длину тела. Этот вопрос периодически поднимается на страницах популярных журналов и газет, приводятся сенсационные результаты как об увеличении длины тела на 15–20 см и более под влиянием тренировок, так и о прекращении роста под влиянием занятий силовыми видами спорта. Исследо-

вания отечественных и зарубежных авторов показали, что такая высокая интенсивность роста может встречаться в период полового созревания совершенно независимо от занятий спортом. Улиц, опережающих сверстников в развитии, она наблюдается в 11–13 лет и не вызывает удивления, а у лиц замедленного варианта развития, то есть отстающих в темпах роста от сверстников, наблюдается в 17–19 лет, а иногда в 20–21 год. Эти случаи длительной задержки ростовых процессов (глубокой ретардации) вызывают удивление. Несомненно, человек с небольшим ростом пытается его увеличить, начинает активно заниматься физической культурой и часто происходит так, что такой прирост длины тела – биологически оправданный процесс. Исследования, проведенные на близнецах, особенно монозиготных (однойяцевых), – генетически идентичных, показали, что внешние воздействия могут повлиять на длину тела, но в пределах индивидуальной нормы реакции, особенно в период, когда генетический контроль ослабевает, то есть в сенситивный период – период полового созревания. Следует подчеркнуть, что внешние воздействия не выводят организм за границы индивидуальной нормы реакции, а приближают его параметры к индивидуально возможному максимуму или минимуму. Полагают, что такие различия могут достигать  $\pm 4$  см. Установлена закономерность, что запредельные физические нагрузки снижают интенсивность роста кости; нагрузки, соответствующие возрастным нормам, увеличивают его. Мнение о том, что занятия тяжелой атлетикой снижают рост костей, сложилось вследствие неверного толкования конечного результата: штангисты-мастера спорта имеют длину тела и длину верхней конечности меньше средневозрастной, но это эффект отбора спортом, а не следствие прекращения ростовых процессов в результате занятий спортом. Особенно наглядно эта закономерность проявилась после введения двоеборья, когда жим был исключен из программы выступлений. Соматический тип штангиста изменился. Они стали более высокорослы, более длинной руки.

Чисто с практической точки зрения необходимость и целесообразность выделения соматических типов по габаритному уровню варьирования легко доказывается при анализе материала, характеризующего спортсменов – мастеров спорта, занимающихся различными видами спорта. Проведенное нами распределение в треугольнике соматотипирования спортсменов – показало целесообразность использования первого – габаритного уровня варьирования. Приведенные данные могут служить основой при

ориентировании детей и подростков в видах спорта даже при первичном обследовании по ДТ и МТ.

Отмечено, что ростовые процессы в онтогенезе происходят неравномерно, имеют период ускоренного и замедленного развития. Это связано со скоростью развертки генетической программы. Косвенными показателями служат выраженность индикаторов биологической зрелости или интенсивность роста. Первые определяются при однократном обследовании, вторые – при продольных наблюдениях за одними и теми же детьми в течение нескольких лет.

Определение биологического возраста путем биометрического профиля, предлагаемое Вукадиновичем, требует от тренера профессиональной и весьма критической позиции в вопросах диссоциации (расхождения) между отдельными показателями. И в средней динамике роста, но особенно в случаях акселерации, весьма часто встречаются неравномерности и несогласованности между отдельными показателями зрелости. Так, мальчик может быть по зрелости своей костной системы значительно ниже своего календарного возраста, а по своим антропометрическим измерениям и половым признакам превзойти свой возраст. Тренер обязан увидеть и профессионально оценить такого ученика и приспособить тренировочные и соревновательные нагрузки к его физиологическим возможностям. В противном случае тренер рискует, что вследствие неподходящих (например, штанга) или неоправданно высоких нагрузок игрок придет к обратным и даже весьма вредным эффектам. Одно из возможных последствий может быть замедление или даже прекращение роста, и это не только вследствие неблагоприятного энергетического баланса, но и в связи с непосредственным воздействием статических нагрузок, что может привести к слишком раннему окостенению хрящей в качестве адаптационной реакции на нефизиологические нагрузки скелета. В свете этого следует рассматривать и высокую степень патологии позвоночного столба у некоторых игроков экстракласса, особенно у тех, которым на силовой тренировке приходилось при недостаточно квалифицированных руководителях заниматься штангой. Трудно сказать, какова роль в этом явлении рано примененных или неадекватно дозированных нагрузок, но правильно будет указать на возможность возникновения такого рода нежелательных процессов и результатов.

Несмотря на то, что разработка проблемы роста и развития и их значения для отбора дана в очень сжатой форме, мы



считаем, что она все же позволяет в заключение указать на следующие общие правила:

– период акселерации во время переходного возраста весьма неблагоприятен для прогнозирования и притом не только в отношении прогнозирования роста и развития, но и в отношении развития и совершенствования технических качеств;

– физические нагрузки в этой фазе роста и развития должны быть приспособлены к индивидуальным особенностям учеников. Это означает, что тренер должен с особым вниманием наблюдать за индивидуальными качествами учеников и дозировать свои требования согласно этому критерию и в меньшей мере в связи с какими-либо нормами и стандартами;

– качества самых юных игроков в отношении тренировочных и игровых нагрузок определяются их биологическим, а не календарным возрастом. Это означает, что от тренера в его работе ждут ориентирования на профессиональные, а не на административные критерии, определяющие возрастные границы;

– работа по развитию техники в период акселерации в переходном возрасте должна ограничиваться повторением и совершенствованием элементов техники, которыми ученик уже овладел. Обучение более трудным и сложным элементам техники не оправданно в связи с уже описанными морфологическими несоответствиями и временной дисфункцией моторного поведения;

– акселерация в переходном периоде является временем, особенно благоприятным для проведения работы по обучению коллективной тактике. Это положение имеет и свое психологическое объяснение. Центр тяжести переносится на сотрудничество, а не на индивидуальные качества, и с «очки зрения как психологии, так и педагогики благоприятнее, чтобы возможные ошибки лишь углубляли и обогащали сотрудничество. И, наоборот, работа в сфере индивидуальной тактики подчеркивала бы недостатки индивидуальной технической подготовленности, что может в связи с другими проблемами, возникающими в переходном возрасте, привести к дестимулированию юного игрока;

– вполне оправданно раннюю специализацию передвинуть в направлении более низкого календарного возраста (8 лет и для мальчиков, и для девочек), чтобы ребята еще до наступления фазы переходного возраста овладели элементами техники и индивидуальной тактики. Приспособление игры к этой возрастной границе может быть осуществлено путем оригинальной или модифицированной формы мини-баскетбола;

– в связи с пересмотром совершенно анахроничных административных категорий баскетбольного детского возраста мы считаем, что было бы оправдано, хотя бы в разряде младших пионеров, ввести классификацию игроков на основании игрового возраста. Создав такую однородность групп самых юных баскетболистов, можно было бы достичь выравнивания условий для низкорослых, игроков среднего роста и акселератов.

Для определения игрового возраста предлагается следующая формула (В.П. Губа, С.Г. Фомин, С.В. Чернов, 2006):

$$B_{и} = \text{возраст по росту} + \text{возраст по весу} + \text{двойной календарный возраст} / 4$$

Уже при одном только рассмотрении формулы видно, что в ней отражается определение биологического возраста. Все же эта формула помимо своей практической ценности может послужить и в качестве примера применения определенного теоретическо-методического принципа. Теоретическая позиция, на основании которой биологический возраст предпочитается календарному, последовательно сопровождается методическим приемом (формулой), распределяющим игроков по группам на основании критерия биологической зрелости.

На понятии варианта развития и его характеристике следует остановиться несколько подробнее. Многие авторы ставят знак равенства между вариантом развития и биологическим возрастом, а некоторые приравнивают к таким понятиям, как акселерация и ретардация. И то, и другое принципиально неверно. Дело в том, что для морфологии привычно рассматривать организм в трехмерном пространстве, оценивая размерные характеристики по высоте, длине, ширине, оставляя в стороне временную составляющую. На современном этапе, когда мир рассматривается как мир «процесса, а не окончательного мертвого равновесия», потребовалось рассмотрение живого организма в пространственно-временном аспекте. На новом этапе изучения организм начинает рассматриваться в плане постоянно взаимодействующих внутренних процессов и внешних факторов за период индивидуального существования особи. Для живых организмов характерно протекание жизненных процессов в разных масштабах времени. Целесообразно выделять пять классов этих процессов: молекулярный (доли секунды), физиологический (минуты, часы), онтогенетический (месяцы, годы), исторический (жизнь нескольких поколений), эволюционный (миллионы лет). В биологии, по всей

вероятности, целесообразно рассматривать три временных шкалы, отвечающих обмену веществ, развитию фенотипа (организма) и эволюции вида. Каждый организм имеет индивидуальное биологическое время жизненных процессов. У одних организмов одни и те же процессы (этапы развития) протекают быстрее, у других – медленнее; одни быстрее восстанавливаются после физических или эмоциональных нагрузок, другие – медленнее. Практика спорта показала, что для одних спортсменов приемлемы двухразовые (иногда трехразовые) тренировки, для других – это путь к перетренированности, недовосстановлению и т.д. Такое различие в переносимости нагрузок находит объяснение в особенностях индивидуальных биоритмов, отражающих индивидуальное течение времени в живой системе. Иными словами, у каждого организма своя скорость протекания одних и тех же процессов. Скорость разная, но последовательность их строго запрограммирована и не изменяется под влиянием ни внешних, ни внутренних факторов. Наблюдение в течение тринадцати лет за одними и теми же субъектами (от 4 до 18 лет) показало, что по скорости ростовых процессов можно выделить четыре последовательных ростовых периода: пуэрильный (детский), характеризующийся постепенным снижением интенсивности роста; пубертатный (период полового созревания) характеризуется повышением интенсивности роста и последующим снижением до исходной величины; ювенильный (юношеский), характеризующийся снижением интенсивности роста до полной ее остановки, и матурантный (зрелый), характеризующийся увеличением массы тела без увеличения длиннотных размеров. Эти периоды могут существенно отличаться по продолжительности от 2 до 4 лет. В зависимости от продолжительности ростовых периодов возможно выделить три их варианта: укороченный, обычный (банальный) и растянутый, которые мы обозначили как ВР «А», ВР «В» и ВР «С».

Наиболее информативными для выделения периодов оказались наблюдения за интенсивностью роста длины тела. Ориентация на другие размеры, такие как выраженность толщины жировых складок или объемы мышечной массы, оказались весьма вариативными и мало пригодными для выделения периодов роста. Однако периоды роста присущи всем системам организма, несмотря на то, что начало и окончание ростовых периодов различных тканей (органов) не совпадает по времени. У лиц ВР «А», независимо от габаритных характеристик, общий ростовой период охватывает 15–16 лет, у лиц ВР «В» – 18–19 лет, а у лиц

ВР «С» – 19–22 года. Наиболее продолжителен пуэрильный период, который охватывает 50–55% периода общего роста. У лиц ВР «С», по сравнению с лицами ВР «А», он в абсолютных цифрах на 2,5–3,5 года продолжительней.

Анализируя продолжительность ростовых периодов, мы встречаемся с фактом разнообразия их протяженности или явлениями хронополиморфизма (хронос – время, поли – много, морфе – вид, форма). Какова суть этого слова? Лица одного габаритного типа – микро-, мезо- и т.д. типов, но различных вариантов развития – «А», «В», «С» создают хронополиморфный ряд, продолжительность их ростовых периодов различна. Такие дети, подростки не могут объединяться в одну группу для занятий спортом, так как физические нагрузки для них необходимы различные. Такие дети создадут группу, различие в которой по биологическому возрасту будет 2–3 года. Группы же детей, сформированные по варианту развития, без учета их габаритного варьирования, создадут хроноизоморфную (изос – равный) группу. Для детей такой группы можно планировать одинаковые тренировочные режимы. Так что, это оптимальный вариант формирования групп для занятий физической культурой и спортом? На начальных фазах тренировки он предпочтителен, но в дальнейшем нуждается в коррекции. При спортивной ориентации группы целесообразно создавать, опираясь на два критерия – габаритный и временной. Иными словами, создавать группы однородные по длине, массе тела и варианту развития.

Теряет ли свой смысл вариант развития, но прекращении ростового периода? Конечно, нет. Индивидуальное течение времени продолжает проявляться на других уровнях организации организма – в индивидуальных особенностях старения.

Так что же такое вариант развития? Вариант развития – это индивидуальная временная характеристика особи, отражающая скорость протекания (или протяженность) ростовых процессов. Выражается вариант развития в процентах прибавки размера за интересующий нас интервал времени. Обычно это год или полгода. В отличие от «биологического возраста» или «биологической зрелости», которые свидетельствуют о зрелости организма на момент обследования, вариант развития дает возможность прогнозировать протяженность ростовых периодов и возраст окончания роста организма.

При наблюдении за одним и тем же субъектом на протяжении 2–3 лет возможно прогнозировать возраст сенситивных периодов

(сенс – чувство), то есть периодов повышенной чувствительности организма к внешним факторам, в том числе и тренировочным.

Оценка варианта развития производится при продольных динамических наблюдениях, когда в руках исследователя имеются результаты трех – четырех измерений, проведенных с интервалом в шесть месяцев. Оценивается он по интенсивности роста (ИР), которая вычисляется по формуле:

$$\text{ИР} = \frac{Д2 - Д1}{0,5(Д1 + Д2)} \cdot 100.$$

Интенсивность роста показывает, на какую величину в процентах от средней величины изменилась изучаемая величина за интересующий нас отрезок времени. Полученная величина сравнивается с должной. В том случае, если ИР ниже должной, вариант развития оценивается как растянутый, если величина ИР больше должной, ВР оценивается как укороченный, при совпадении результатов расчета и должных – ВР оценивается как обычный (банальный).

Анализ кривых интенсивности роста позволяет выделить ростовые периоды, для которых характерны свои закономерности ростовых процессов и формирования функциональных показателей.

Рекомендуем выделять на отрезке онтогенеза от 4 до 25 лет следующие ростовые периоды:

1) пуэрильный (детский), характеризующийся постепенным снижением интенсивности роста, протяженностью от 7 до 10 лет;

2) пубертатный (полового созревания), характеризующийся увеличением интенсивности роста и последующим снижением до величины пуэрильного, протяженностью от 5 до 8 лет;

3) ювенильный (юношеский) характеризующийся продолжающимся снижением ИР до полной остановки, протяженностью 3–4 года;

4) матурантный (зрелый), характеризующийся прекращением роста длиннотных размеров.

Для детей и подростков в возрасте от 10 до 18 лет разработан метрический метод оценки ВР. В основу его положен тот факт, что определенные соматометрические показатели в препубертатный, пубертатный и постпубертатный периоды изменяются по свойственным только им закономерностям, определяющим соматический пол индивида и его зрелость. Для использования этого метода дополнительно определяют:

1) обхват плеч ( $O_{\text{плеч}}$ ), измеряется сантиметровой лентой на уровне наиболее выступающей части дельтовидных мышц, ниже акромиально го отростка;

2) обхват таза ( $O_{\text{таза}}$ ), измеряется сантиметровой лентой на уровне наиболее выступающей части ягодиц;

3) длину туловища ( $D_{\text{тул.}}$ ), измеряется по стандартному методу от яремной вырезки до симфиза.

С помощью этих и описанных ранее измерений рассчитывается «индикатор варианта развития» (ИВР) по формуле:

$$\text{ИВР} = \text{MT} \cdot ((\text{ОПВ} \cdot 0,5\text{ДР}) + (\text{ОБВ} \cdot \text{ОБ ДНК})) / \text{ДТ} \cdot ((\text{O}_{\text{плеч}} + \text{O}_{\text{таза}}) \cdot 0,5\text{D}_{\text{тул.}})$$

По характеру изменений величины показателя судят о ВР. Высокие показатели свойственны лицам, опережающим в развитии, низкие – отстающим. Внедрение метода в повседневную практику избавит исследователя от сложной оценки выраженности индикаторов биологической зрелости, таких как волосы на лобке, в подмышечной впадине, выраженность грудных желез и т.д., то есть метода субъективного и требующего специальной подготовки.

После оценки габаритного уровня варьирования и варианта развития записывается первая половина аббревиатуры (бревис – короткий) соматического типа. Скажем, МаС ВР «А», то есть ребенок с большой длиной и массой тела, опережающий в развитии.

Следует помнить, что соматотипирование – это продукт синтеза традиционных методов исследования и нетрадиционной обработки материала по предлагаемым методам, основанным на современных представлениях о развитии человека. Оценка компонентного уровня варьирования, то есть соотношения основных тканей, определяющих состав тела – сомы, является существенной частью конституциональной диагностики, так как функциональные возможности организма имеют с ними высокую корреляционную связь.

## **2.6. Взаимосвязь особенностей телосложения с выбором спортивной деятельности**

К основным компонентам тела (сомы) относятся жировая, мышечная и костная масса, а также содержание воды в организме.

Любая трудовая деятельность для ее успешного осуществления требует определенного совокупного соответствия не только габаритного, как это было показано ранее, но компонентного

и пропорционного уровней варьирования. Только при наличии оптимального количества структур возможно сохранение оптимального состояния организма, быстрое освоение специфики трудовой и спортивной деятельности и достижение высокого результата.

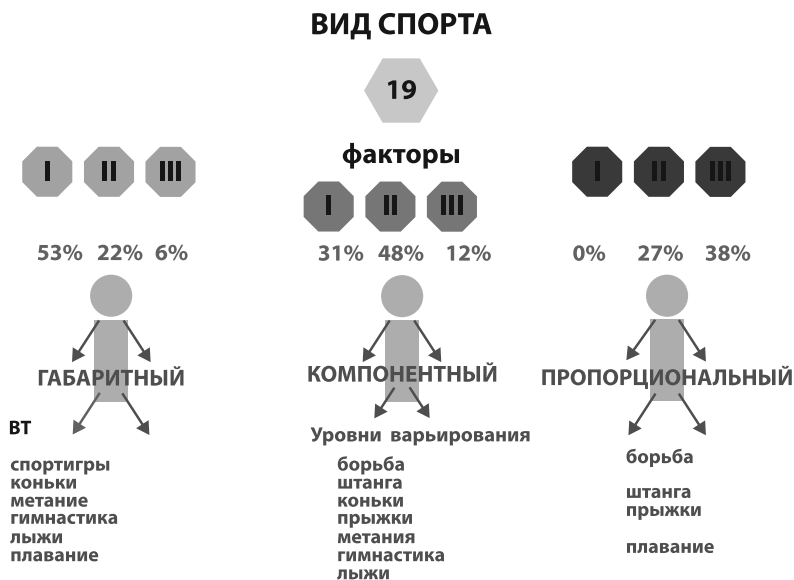
Достижение больших успехов практически во всех видах спорта немислимо без увеличения его структур (материальной базы организма) и, в первую очередь, соответствия компонентного состава тела специфике спортивной деятельности. Есть виды спорта, занятия которыми откладывают такой отпечаток на его внешний вид, что невозможно не определить специализацию, например, марафонец и метатель молота, гимнаст и волейболист. У целого ряда спортсменов различия по внешнему виду заметны меньше, но детальное обследование эти различия легко выявляет. Есть немало спортивных специализаций, в которых, по характеру спортивной деятельности, необходимы приблизительно сходные физические качества. По Э.Г. Мартиросову (1982) это называется «близкородственные спортивные специализации» (конькобежцы-многоборцы и бегуны на средние дистанции; марафонцы и бегуны на 5–10 км; спортивные ходоки и футболисты; прыгуны в высоту и баскетболисты). Такие спортсмены часто достигают в родственных видах спорта хороших результатов. Однако эта вероятность не очень велика, так как у представителей (элиты) различных видов спорта выявляются существенные морфологические различия при обследовании не антропометрических, а других уровней организации организма, таких как ультраструктурная, гистохимическая, иммуноморфологическая его организация. Поэтому необходимы комплексные исследования (морфологические, функциональные, биохимические, психологические), выявляющие физические особенности: выносливости, силовых и скоростных качеств, гибкости, ловкости, тренируемости, скорости восстановительных процессов и их перестройки. Об этом всегда следует помнить, так как физические качества зависят от их материальной базы, то есть наличия структур, их обеспечивающих.

Следует отметить, что варианты развития организма в полной мере обуславливают выбор специализации в том или ином виде спорта, при этом следует учитывать уровень варьирования спортсменов (рис. 5).

Существенные изменения под влиянием тренировки наблюдаются не только в мышечной, но и в костной системе. Костная

система чутко реагирует на изменение внешних воздействий перестройкой своей внутренней архитектуры, меняется направление и соотношение костных балок. Перекладины и балки, не испытывающие нагрузок, рассасываются, а по линии наибольших нагрузок строятся новые. Выраженность костной системы находится под жестким наследственным контролем, как и пропорции тела, имеющие семейный характер. Эти данные послужили основой выделения костной системы в самостоятельный параметр конституциональной оценки организма. Рост кости определяет пропорции телосложения, которые с возрастом существенно изменяются. Есть целый ряд видов спорта, требующих определенного соотношения между звеньями тела (борьба, метания, тяжелая атлетика и др.). Изменить длину звена тела или длину конечности с помощью направленного воздействия (мы не имеем в виду хирургическое вмешательство) невозможно. Следовательно, существует один рациональный путь – отбор в соответствии с требованиями вида спорта.

Предложенная ранее схема соматической диагностики основана на оценке метрических показателей, варьирующих независимо друг от друга, то есть изменение одного показателя необяза-



**Рис. 5.** Факторная структура спортивных специализаций  
(Р.Н. Дорохов, В.П. Губа, 1995)



тельно влечет за собой изменение другого. Такими показателями для первого – габаритного (размерного) уровня варьирования являются длина и масса тела; для второго – компонентного – выраженность жировой, мышечной и костной масс; для третьего – пропорционного – оценка соотношений длины конечностей с общей длиной тела. Оценка строения тела детей требует проведения всего 14 измерений и обработку полученного цифрового материала с помощью простых формул, основанных на четырех арифметических действиях. Измеряются длина и масса тела, обхваты плеча и бедер, верхний и нижний, жировые складки на плече и бедре, ширина мышечков плеча, предплечья, бедра, голени и длина нижней конечности.

Предложенная схема позволяет провести прогнозирование (предсказание) размеров тела зрелого возраста на основании измерений, проведенных в 5–7 лет. Произвести объективный отбор в различные виды спорта, требующие определенных соматических особенностей для достижения высоких спортивных результатов. Квалифицированно произвести ориентацию детей при первичном отборе в виды спорта, соответствующие их индивидуальным особенностям.

При работе со схемой соматотипирования необходимо помнить, что получить высокоинформативные данные возможно только при учете варианта развития или биологической зрелости субъекта. В каждой возрастной группе есть дети, опережающие в развитии, и дети отстающие. Разница в биологической зрелости возрастает с их возрастом и достигает максимума в разгар полового созревания, то есть в 14–15 лет, когда различие может достигать 3,5 лет.

Разработан метрический метод оценки биологической зрелости, не требующий оценки выраженности вторичных половых признаков, а основанный на анализе чисто метрических величин, которые изменяются в соответствии с созреванием организма, превращая его из детских пропорций в пропорции, свойственные взрослому субъекту – мужчине или женщине. Для этого к 14 измерениям необходимо добавить еще 4: обхват плеч и таза, длину верхней конечности и туловища. Измерение и расчет по соответствующей формуле дают такую же информацию, как и консультация с опытным врачом подросткового кабинета, оценивающим биологический возраст ребенка.

Для оценки первого габаритного уровня варьирования используются длина тела и его масса, которые в достаточной мере

характеризуют физическое состояние детей. По изменениям этих величин можно судить об интенсивности ростовых процессов, а также о влиянии тренировочных нагрузок. Второй и третий уровни варьирования используются при дальнейшем обследовании и ориентации в конкретные виды спорта. Поэтому вся информация о субъекте подчинена и ориентируется на его габаритную характеристику.

Как следует из сказанного, ценность этого метода заключается в том, что, основываясь на генетически детерминированных величинах, не поддающихся влияниям социальных и средовых факторов, прогнозируется рост и развитие индивида. Следовательно, на основании соматотипирования оценивается соответствие виду спорта, подбираются группы видов спорта, где морфологическое (биомеханическое) соответствие поможет ребенку с меньшими затратами сил добиться высоких спортивных результатов.

.....  
**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ  
СПОРТСМЕНОВ**  
.....

**3.1. Особенности развития физических качеств  
у спортсменов различных морфобиомеханических типов**

В понятие физических качеств спортсмена вкладываются особенности его двигательной деятельности, физиологических, психических и биохимических процессов.

Изучение возрастных особенностей становления двигательной функции, развития физических качеств: быстроты, мышечной силы, выносливости – имеет большое значение. Под двигательной функцией мы понимаем совокупность физических качеств, двигательных навыков и умений детей, подростков и взрослых. Двигательная функция относится к числу сложных физиологических явлений, обеспечивающих противодействие условиям внешней среды. Физическими (или двигательными) качествами принято называть отдельные качественные стороны двигательных возможностей человека.

Физиологическими предпосылками воспитания физического качества быстроты в младшем школьном возрасте служит постепенное повышение функциональной подвижности и возбудимости нервно-мышечного аппарата, а также интенсивное развитие способностей к выполнению быстрых движений отдельными частями тела (кистью, рукой).

Двигательные способности юного спортсмена тесно связаны и с его телосложением, которое в результате возрастного развития претерпевает значительные изменения. При этом результаты в одной спортивной деятельности, например, в беге, не зависят от тотальных размеров тела, тогда как иная спортивная деятельность (спортивная гимнастика) во многом обусловлена распределением массы (масс-инерционных характеристик).

Из-за различного биологического возраста начала и конца сенситивного периода возникает вопрос о наиболее благоприятном

времени развития конкретного физического качества. Ответить на него можно, опираясь на показатели морфобиологической зрелости спортсмена. Следовательно, морфологические показатели и временные характеристики являются теми величинами, которые «руководят» показателями в тестировании. В тестировании и оценке пригодности ребенка к виду спорта нет стандартной ответа, есть только разумный подход, основанный на глубоком знании вида спорта, его биомеханических (динамических и кинематических) особенностей.

Самые существенные изменения в развитии физических качеств детей происходят в дошкольном и младшем школьном возрасте. Как свидетельствуют исследования, проведенные Р.Н. Дороховым и В.П. Губой (1986–2000), эти изменения обусловлены дисгармоничностью развития компонентов МТ и диспропорциональностью ростовых процессов костей конечностей. Исследователи доказали, что развитие моторики у детей идет не по плавно восходящей линии. В этом возрасте, по мнению одних авторов, необходима «закладка фундамента» основ физического совершенства, освоение основных двигательных умений и навыков. По мнению других, упражнения, направленные на развитие силы и точности, следует начинать только после 7–8 лет.

Критические периоды характеризуются повышенной активностью отдельных генов и их комплексов, контролирующих развитие конкретных качеств организма. В эти периоды происходят: значительная перестройка регуляторных процессов; качественный и количественный скачок в развитии отдельных органов и функциональных систем, результатом чего является возможность адаптации к новому уровню существования организма и его взаимодействия со средой. Такая перестройка увеличивает число степеней свободы организма, открывает новые горизонты поведения человека, то есть по сути – это «опережающее отражение действительности».

Сенситивные периоды – это периоды снижения генетического контроля и повышенной чувствительности организма к средовым влияниям, в том числе педагогическим и тренировочным.

Критические и сенситивные периоды совпадают лишь частично. Если критические периоды создают морфофункциональную основу существования организма в новых условиях жизнедеятельности (например, переходный возраст у подростка), то сенситивные периоды реализуют эти возможности, обеспечивая адекватное функционирование систем организма соответственно новым требованиям окружающей среды.

Для тренеров и педагогов, работающих в области физического воспитания и спорта, знание сенситивных периодов чрезвычайно важно, так как один и тот же объем физической нагрузки, число тренировочных занятий, подходов к снарядам и т.п. лишь в сенситивный период обеспечивают наибольший тренировочный эффект. Такого эффекта в другие возрастные периоды достигнуть намного труднее. Учет сенситивных периодов также необходим при проведении спортивного отбора для правильной оценки состояния организма спортсмена и особенностей развития его двигательных способностей.

Сенситивные периоды для различных двигательных способностей гетерохронны, то есть проявляются в разное время. Хотя имеются индивидуальные варианты сроков их наступления, но все же можно в среднем выделить общие закономерности.

В онтогенезе человека есть такие периоды, когда обучение движениям или развитие определенных физических качеств происходят наиболее успешно, но способность к овладению другими двигательными действиями понижена.

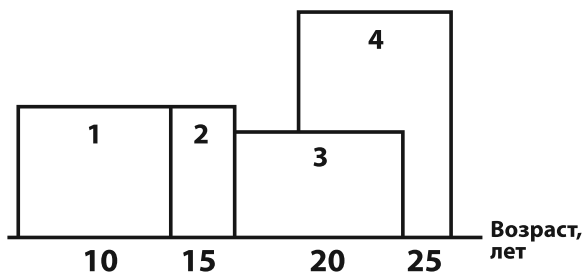
Такие периоды, как отмечалось выше, называются сенситивными и характеризуются повышенной восприимчивостью и реактивностью организма ребенка к физической нагрузке, предпочтительностью к обучению определенным видам движений (А.А. Гужаловский, 1984; В.П. Филин, 1987; Н.А. Фомин, 1991; В.П. Губа, 1997; В.И. Лях, 2006 и др.).

При характеристике возрастных границ сенситивных периодов важно ориентироваться не на паспортный, а на биологический возраст ВР занимающихся. Это необходимо в связи с тем, что с акселерацией детей и подростков расширился диапазон индивидуальных различий, так как наряду с акселератами определилась группа ретардантов – детей, на определенных этапах онтогенеза, отстающих в росте и формировании организма. В результате один и тот же паспортный возраст объединяет различный по степени биологической зрелости контингент детей. В спортивной практике недостаточно глубокий анализ взаимосвязи между биологическим возрастом и спортивными достижениями нередко вводит в заблуждение тренера в отношении истинных способностей юных спортсменов. Нередко высокий спортивный результат в детские годы является следствием не высокой спортивной одаренности, а генетически более ранних сроков биологического созревания организма ребенка (рис. 6).

Отличительная особенность двигательной функции человека – способность формировать из одних и тех же, элементов дви-

гательного аппарата необозримое число самых разнообразных двигательных актов. С механической точки зрения это свойство обусловлено множеством степеней свободы. Благодаря этому свойству, с одной стороны, обеспечивается возможность формировать самые разнообразные движения, но, с другой стороны, возникают трудности, связанные с их регуляцией и управлением. Наиболее существенные приобретения организма детей связаны с развитием их двигательной системы. Человеческий организм с точки зрения биомеханики двигательного аппарата представляет собой сложную двигательную систему, имеющую 244 степени свободы. Верхние и нижние конечности имеют по 30 степеней свободы. Понятно, что система с таким числом свобод может выполнять одну и ту же задачу, проводя движения по существенно меняющимся траекториям. Следовательно, при выполнении движения необходим постоянный контроль за работающими мышцами, так как никакие двигательные импульсы, распространяющиеся в мышцах, (как бы точны они ни были) не могут сами по себе обеспечить точность движения. Именно в детском возрасте формируются базовые двигательные умения и навыки, создается фундамент двигательной деятельности. На основе фундамента двигательной деятельности ребенка впоследствии и складывается двигательная деятельность взрослого человека (В.П. Губа, 2008).

Хорошо сбалансированная система многолетней спортивной подготовки, например, теннисиста должна предусматривать возможность организации обучающих и тренирующих воздействий адекватно сенситивным периодам возрастного развития параметров двигательной функции, обеспечивающих успешность стимулируемого развития спортивной техники и тактической подготовленности.



**Рис. 6.** Сенситивные периоды развития двигательных качеств человека:

1 – координационные способности; 2 – скорость; 3 – выносливость;  
4 – сила (по В.Л. Уткину, 1984)

В жизни ребенка двигательная деятельность является фактором активной биологической стимуляции и физического развития, и не воспитывать физические качества с раннего возраста, ждать до 12 лет – значит потерять время и не решить проблем, которые в дальнейшем будут определять результативности спортивной деятельности,

В настоящее время установлены сенситивные периоды развития основных физических качеств (табл. 15, 16).

Важный момент, на который необходимо обратить внимание, – это раннее наступление сенситивного периода в развитии координационной способности – качества, в первую очередь обуславливающего успешность овладения двигательными умениями и навыками. Именно ранняя способность к овладению двигательными действиями объясняет целесообразность ранней специализации в технически сложных видах спорта (гимнастика, фигурное катание на коньках).

Таблица 15

**Сенситивные периоды развития физических качеств у мальчиков  
(В.П. Губа, 2007)\***

Физические качества и их проявления		Возраст, лет									
		7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17
Сила	Собственно сила							×			×
	Скоростно-силовые способности				×				×	×	
Быстрота	Частота движения	×	×				×				
	Скорость одиночного движения				×				×	×	
	Время двигательной реакции					×				×	
Выносливость	Максимальная интенсивность								×	×	
	Субмаксимальная интенсивность				×					×	×
	Большая интенсивность		×	×	×					×	×
	Умеренная интенсивность		×		×				×	×	

Физические качества и их проявления		Возраст, лет									
		7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17
Координация	Простые координации	×	×						×		
	Сложные координации				×				×		
	Равновесие		×						×		
	Точность движений		×						×		
Гибкость		×				×					

\* *Примечание.* Сопоставляя данные таблиц, прежде всего, следует отметить, что периоды наиболее интенсивного развития у мальчиков и девочек часто не совпадают. Как правило, на момент начала интенсивного развития по большинству физических качеств девочки обгоняют своих сверстников мальчиков на 1–1,5 года, а в некоторых случаях и более. Это обстоятельство необходимо учитывать при отборе и построении тренировочного процесса девочек и мальчиков.

Таблица 16

**Сенситивные периоды развития физических качеств  
у девочек школьного возраста (В.П. Губа, 2007)**

Физические качества и их проявления		Возраст, лет									
		7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17
Сила	Собственно сила				×	×					×
	Скоростно-силовые способности			×			×	×			
Быстро	Частота движения	×	×		×						
	Скорость одиночного движений			×							
	Время двигательной реакции				×						



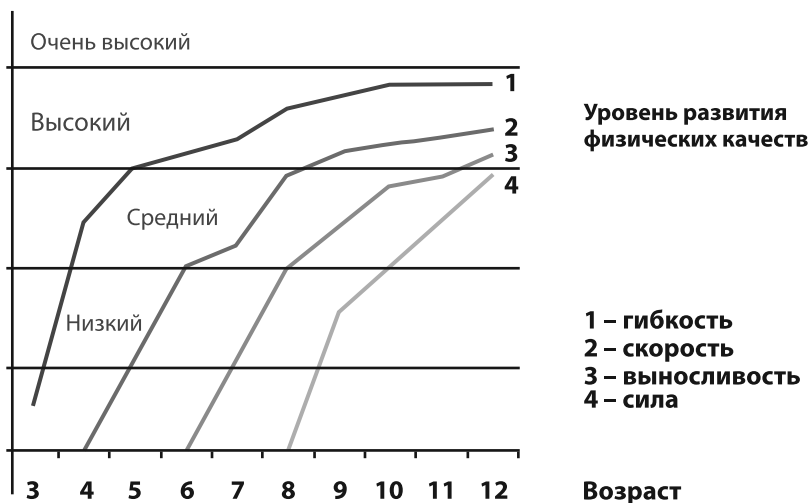
Физические качества и их проявления		Возраст, лет										
		7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	
Выносливость	Максимальная интенсивность				×							
	Субмаксимальная интенсивность			×								
	Большая интенсивность			×	×							
	Умеренная интенсивность		×									
Координация	Простые координации	×	×				×					
	Сложные координации			×			×					
	Равновесие	×	×	×		×						
	Точность движений		×				×					
Гибкость		×	×	×		×	×			×		×

Следует еще раз подчеркнуть, что систематическая тренировка оказывает влияние на развитие физических качеств и в не сенситивные периоды, но считается, что наиболее эффективно ее воздействие именно в периоды интенсивного развития (сенситивные периоды).

Принципиально важным является то положение, что при определении сенситивного периода развития того или иного физического качества (в различном его проявлении) у каждого конкретного ребенка определяющее значение имеет не только паспортный, но и биологический возраст.

Анализ многочисленных результатов исследований, проведенных авторами свидетельствует, что развитие физических качеств в биомеханике спорта, является, как один из базовых моментов в формировании рациональных двигательных действий.

С позиции биомеханических исследований под физическим качеством понимается способность человека успешно выполнять двигательные действия, решая первоначально поставленную задачу (сильнее, быстрее и т.д.). В связи с тем, что физические качества взаимосвязаны, лучше рассматривать их уровень в контексте возрастного развития (рис. 7), (В.П. Губа, 1997).



**Рис. 7.** Уровень развития физических качеств в различные возрастные периоды

Из-за различного возраста начала и конца сенситивного периода возникает вопрос о наиболее благоприятном времени развития конкретного физического качества. Ответить на него можно только опираясь на показатели морфобиологической зрелости юного спортсмена. Допустим, в 4–12 лет подвергаются тестированию на проявление скорости, силы, выносливости. Даже не проводя эксперимента, можно с уверенностью сказать: после статистической обработки материала получим высокие значения рассеивания результатов, но сгруппируем детей подлине и массе тела, то есть по габаритному уровню, и все становится на свои места. Иначе говоря, разделим группу обследуемых по соматическим типам по первому уровню и произведем новую оценку результатов тестирования. Коэффициент вариации резко сократится, а результаты тестирования разделятся по их величине на три группы. У лиц микросоматического типа будет лучше результат в упражнениях на скорость и ловкость, у детей макросоматического типа – на выносливость. Показатели гибкости во всех группах одинаковы. Ясно, что даже деление группы по габаритному уровню выявляет существенные различия. Если разделить группы еще и по вариантам развития, то мы получим новые результаты, сужающие коридоры варьирования (Р.Н. Дорохов, В.П. Губа, 1995). Следовательно, морфологические показатели и временные характе-

ристики являются теми величинами, которые «руководят» показателями в тестировании. Возникает вопрос: следует ли всегда делить группы по пространственным и временным величинам? Конечно, нет! Прежде всего, надо ответить, какое физическое качество нас интересует и какое является ведущим в конкретном виде спорта. Только после этого надо делить на группы и проводить тестирование. В тестировании и оценке пригодности ребенка к виду спорта нет стандартного ответа, есть только разумный подход, основанный на глубоком знании вида спорта, его биомеханических (динамических и кинематических) особенностей.

### ***3.1.1. Возрастная динамика силовых способностей***

Сила мышц человека зависит от целого ряда причин как морфологического, так и биомеханического, биохимического, функционального и нервно-психического характера.

К морфологическим особенностям относится строение мышц: количество мышечных волокон, входящих в ее составу микроструктурные особенности мышечного волокна; различный биохимический состав, включающий в себя особенности мышц с быстрым и медленным сокращением, с накоплением энергетических веществ.

К биомеханическим особенностям относится площадь начала и прикрепления мышц, их анатомический и физиологический поперечник.

П.Ф. Лесгафтом и его учениками большое внимание было уделено биомеханическим процессам при проявлении силы мышц: соотношению площади опоры и прикрепления мышц; уточнению положения о соотношении оси, вокруг которой происходят движения рычаг, на который они действуют. Показано, что сила мышц связана с калибром сосудов, количеством нервных волокон, находящихся в мышце. Проявлению силы способствуют фасции, которые сдерживают поперечное расширение мышцы при ее сокращении.

В настоящее время ведутся исследования, где на микроуровне идет осмысление специалистами механизма проявления силы мышц при различных нагрузках и движениях. Сформировалось представление о трех основных уровнях регуляции силы в целостном организме, которые находятся в иерархическом подчинении, то есть каждый последующий уровень задает параметры работы предыдущему (Н.А. Бернштейн, 1991).

Мышцы как аппарат движения находились и находятся в центре внимания специалистов различных направлений – математи-

ков, биомехаников, физиологов, спортивных морфологов, педагогов. По имеющимся данным, функция двигательного анализатора достигает высокого уровня зрелости к 13–14 годам. Замедление темпа роста силы от 16 до 17 лет, по всей вероятности, связано с половым созреванием и изменением энергетических возможностей организма. Повторный прирост силы отмечается после 17 лет, что связано с завершением периода полового созревания. Сила мышц является одним из основных физических качеств, которое существенно влияет на результат на ранних этапах обучения двигательным умениям. Особенно четко эта зависимость проявляется на первых этапах обучения сложным двигательным движениям, которых нет в «арсенале» ребенка.

Занятие конкретным видом спорта приводит к развитию определенных мышечных групп, их абсолютной и относительной силы, которая, в свою очередь, способствует совершенствованию техники движения и новому развитию силы мышц-синергистов. Такая преемственность развития силы и становления техники движения характерна для многих видов спорта. Однако пока не определено место силы мышц в системе оценки физического развития ребенка. Вопрос остается открытым: надо ли использовать силу мышц как критерий оценки физического развития? В нашей работе сила мышц будет использоваться не столько с целью оценки физического развития ребенка, сколько как критерий для разделения групп, занимающихся ранним отбором и ориентацией.

Сила мышц меняется в течение суток. Она наиболее выражена во второй половине дня и минимальна в ранние утренние часы, то есть сила мышц подчинена законам хронобиологии. Хронобиологический аспект следует учитывать при ранней ориентации.

Особенно большие внутригрупповые колебания силы мышц обнаруживаются в детских коллективах, когда группы для занятий строятся по паспортному возрасту. По мнению И.И. Бахраха (2009), группы следует составлять, ориентируясь на биологический возраст.

Иная точка зрения развивается в работах школы спортивных морфологов (Р.Н. Дорохов, В.П. Губа, 2002): образовывать группы для занятий спортом следует по соматическим типам, выделяя в них подгруппы по вариантам развития. ВР – более информативный показатель, чем биологический возраст, так как он дает представление о перспективах развития организма, продолжительности ростовых процессов. Сила мышц до 10-летнего возраста у детей более тесно коррелирует с габаритным уровнем варь-

рования, а после 10 лет – с ВР ребенка. Это заключение имеет прямой выход в практику спорта при формировании групп для занятий. Вторым, не менее важным вопросом, который нуждается в решении, является вопрос о возрастном периоде наиболее активного прироста силы мышц, то есть о сенситивных периодах мышечной системы. Равномерный прирост силы мышц идет до 10 лет. После 12 лет отмечается более активный прирост силы мышц, продолжающийся до 15–16 лет. Следует помнить, что прирост силы мышц различных групп происходит неравномерно, выявлена «мышечная гетерохронность».

Это еще один фактор, о котором следует помнить при ранней ориентации детей в виды спорта. Мощным фактором прироста силы мышц является «включение» эндокринной системы, которая влияет на изменения морфологической структуры мышц, а, следовательно, на увеличение их силы. Рассматривая увеличение силы мышц на отрезке онтогенеза от 4 до 20 лет, Р.Н. Дорохов, В.П. Губа, В.Г. Петрухин (1994) пришли к заключению, что она увеличивается не по топографическому, а по функциональному принципу. Так, у мышц-сгибателей сила растет раньше, чем у разгибателей. Особенно следует обращать внимание на прибавление относительной силы, так как она имеет наиболее неравномерный прирост и может служить ориентиром отбора при учете соматического типа.

Для педагога важно помнить, что прирост силы мышц совпадает с приростом обхватных размеров звеньев тела. Обычно прирост силы мышц отмечается через год или полтора после увеличения объема звена. Для ориентации в приростах силы мышц у девочек 7–12 лет разработаны уравнения регрессии, характеризующие «должную» силу мышц.

Сила мышц в онтогенезе не изменяется плавно, а также, как и морфологические параметры, имеет периоды ускоренного и замедленного прироста. Наиболее типичную картину прироста силы мышц антагонистических групп представляют мышцы, сгибающие и разгибающие стопу. Эта группа мышц менее всего подвержена влиянию гиподинамии, особенно у детей.

Коэффициент вариации силы мышц-сгибателей стопы у школьников – 18–26%, сгибателей плеча – 34–42%, мышц, отводящих бедро, – 40–74%, разгибателей спины при угле наклона 90° – 27–38%. Анализ кривых «сила-возраст» у лиц всех соматических типов показал, что кривые имеют тенденцию неуклонного возрастания.

Однако ИР существенно меняется как в зависимости от ВР индивида, так и от анализируемой группы мышц. Сравнение относительного прироста силы мышц показало, что наиболее он выражен у мышц-сгибателей и разгибателей тазобедренного сустава. За изученный отрезок онтогенеза (от 4 до 20 лет) сила мышц увеличивается на 2,8 раза у юношей и на 1,6 раза у девушек. Самый маленький прирост обнаружен у мышц, отводящих и приводящих лучезапястный сустав, – 42–47%. Прирост силы мышц голени у лиц различных ВР показал, что у лиц ВР «А» к 10 годам она составляет 117% от силы мышц в 7 лет; у лиц ВР «В» – 97% и у лиц ВР «С» – 72%; к 15 годам – 190% и 165% соответственно. К 20 различие выравнивается: лица ВР «А» – 217% ВР «В» – 197% и ВР «С» – 187%.

Несмотря на различное (независимо от СТ) процентное увеличение силы мышц с возрастом динамика абсолютной мышечной силы сохраняется почти неизменной. Для силы мышц нижних конечностей, спины, поднимателей плечевого пояса, сгибателей локтевого сустава характерна специфичность для определенного соматического типа. В ювенильном периоде минимальной абсолютной мышечной силой обладают лица МаС типа с преобладанием длины над массой тела (сравнение в баллах). Максимальная сила отмечается у лиц МеС типа. Относительная сила мышц максимальна у лиц МиС типа, минимальна – у лиц МаС типа. Поперечник и объем рассчитывали, используя метод парциальных измерений с помощью линий, которые мы предложили проводить на бедре и голени. Результаты изменились: сила мышц 1 см<sup>2</sup> у лиц МаС типа (для мышц-разгибателей бедра) была 8,62 кг; у лиц МеС типа – 8,99 кг и у лиц МиС типа – 8,24 кг.

Однако в спорте важна не столько относительная сила, сколько способность и умение проявлять максимальное усилие в финале движения. Морфологическими предпосылками к этому служит соотношение силы мышц верхних конечностей и внешней силы. Наиболее перспективны в силовых видах спорта лица с короткими звеньями тела, те спортсмены, которые по третьему уровню варьирования набирают меньшее число баллов.

Анализ параметров, характеризующих прирост силы мышц в единицу времени и продолжительность периодов роста, показал, что они тесно связаны с ВР субъекта.

Для прироста силы мышц выделяются периоды замедления прироста силы, увеличения и повторного снижения. Первичное замедление прироста силы мышц происходит от 7 до 12 лет, рав-

номерного прироста – от 12 до 14 лет и повторного увеличения с последующим снижением – после 16–18 лет. Это средние данные по популяции.

Изучение силы 13 групп мышц показало, что несмотря на существенный прирост силы с возрастом, тенденция прироста у всех групп мышц одинакова. Порядок мышц, выстроенный по их силе, в 4 и 20 лет сохраняется неизменным. Меняется только соотношение между силой мышц, сгибающих и разгибающих туловище, сгибающих и разгибающих тазобедренный сустав. В 4–7 лет преобладает сила сгибателей, после 18 лет – разгибателей.

По окончании периода полового созревания наиболее сильными мышцами у девушек являются разгибатели туловища, у юношей – разгибатели тазобедренного сустава. ИР силы мышц изменяется в широких пределах – от 2 до 20% в год. Поэтому в каждом возрастном периоде имеется своя топография силы мышц, свойственная только этому возрасту. Этот раздел динамической анатомии мало изучен и ждет своих исследователей. Имеющиеся работы посвящены изменению силы мышц у лиц, занимающихся спортом, но это самостоятельный раздел, так как здесь влияние экзогенных факторов настолько велико, что трудно рассмотреть истинные онтогенетические изменения. К этому заключению мы пришли в результате выполненных на кафедре обследований детей-спортсменов – конькобежцев, лыжников, легкоатлетов. Наши исследования доказали, что развитие силы мышц находится в тесной взаимосвязи как с СТ, так и с ВР. СТ коррелирует с абсолютной силой мышц, ВР – с временными параметрами: продолжительностью периодов прироста силы мышц и интенсивностью прироста. Разработаны коэффициенты для уравнения регрессии абсолютной и относительной силы мышц у лиц мужского и женского пола. Построение с помощью этих коэффициентов линии регрессии может служить ориентиром для оценки развития силы мышц у лиц, не занимающихся спортом (табл. 17).

Предложенная модифицированная схема соматотипирования (Р.Н. Дорохов, В.П. Губа «Спортивная морфология», 2002) вполне может использоваться при необходимости прогнозировать развитие силы мышц в онтогенезе и оценке силовых качеств в возрастном плане.

Для различных форм мышечной деятельности, в физической педагогике утвердилось несколько терминов: *максимальная* (наибольшая сила, которую мышца или группа мышц способны

проявить); *скоростная сила* (способность мышцы или мышечной группы сообщить определенной массе то или иное ускорение); *силовая выносливость* (способность мышцы или мышечной группы противостоять утомлению при многократном их сокращении). Рассматриваемые физические способности развиваются у детей 4–12 лет в основном методом тренировок с небольшими отягощениями.

Таблица 17

**Значение коэффициентов (кг) уравнений регрессии, описывающих абсолютную (АСМ) и относительную (ОСМ) силу мышц на отрезке онтогенеза от 4 до 20 лет**

Группа мышц	Лица мужского пола				Лица женского пола			
	Прирост силы				Прирост силы			
	АСМ		ОСМ		АСМ		ОСМ	
	а	в	а	в	а	в	а	в
Кистев. динам.	4,2	1,279	0,253	0,624	3,9	0,900	0,235	0,404
Разгиб, п/пл.	2,0	0,726	0,126	0,344	2,3	0,809	0,136	0,424
Сгибат. п/пл.	2,3	0,869	0,142	0,363	2,4	0,531	0,112	0,363
Разгиб, плеча	2,2	0,726	0,125	0,324	2,1	0,554	0,153	0,445
Сгибат. плеча	2,4	0,900	0,153	0,383	1,8	0,965	0,206	0,404
Разгиб, тулов.	22,3	4,331	1,315	0,753	16,6	1,150	0,439	0,445
Сгибат. тулов.	8,5	1,482	0,557	0,445	7,7	4,331	1,050	1,150
Разгиб, бедра	18,6	5,144	1,316	0,726	–*	–	–	–
Сгибат. бедра	14,4	3,732	0,852	0,509	–	–	–	–
Разгиб, голени	10,8	1,376	0,654	0,404	–	–	–	–
Сгибат. голени	7,8	0,869	0,450	0,305	–	–	–	–
Разгиб, стопы	4,0	0,965	0,237	0,404	–	–	–	–
Сгибат. стопы	10,6	1,234	0,649	0,286	7,3	1,110	0,452	0,305

\* измерения не проводились.

*Примечание.*  $y = a + vx$ , где  $x$  – число полных лет, закодированных 4–0, 5–1, 6–2,... В уравнение подставляется второе число. АСМ – абсолютная сила мышц, ОСМ – относительная сила мышц.



Имеющийся опыт позволяет рекомендовать:

– упражнения для рук (метание, жонглирование) выполнять с наполненными песком мешочками начиная с веса 100–150 г и с эспандерами в 2–3 резинки;

– силу ног хорошо развивают подскоки, приседания, медленный бег (особенно с наполненным песком поясом до 500 г.).

Однако надо знать, что развитие мышечной силы в возрасте от 4 до 12 лет – очень сложное дело. Постоянный рост ребенка при несформировавшемся опорно-двигательном аппарате требует сугубо осторожного обращения с нагрузками. Всякое излишнее отягощение, особенно неверно выбранная нагрузка, может привести к отрицательным последствиям, ухудшить, а не улучшить здоровье ребенка.

Очень сложно себе представить физические качества без взаимосвязи одного с другим, особенно это относится к силовым и скоростным проявлениям. Оценив показатели силы различных мышечных групп при помощи методики ступенчатой динамометрии, мы установили разницу в проявлении силы у детей различного возраста и различных соматических типов. Регистрация силы отдельных мышечных групп верхних конечностей показала, что уже в детском возрасте можно выделить конкретные закономерности проявления силы мышц-сгибателей и разгибателей плеча, предплечья, кисти, основываясь на которых можно совершенствовать тренировочный процесс.

Помимо тестирования силовых показателей при помощи метода ступенчатой динамометрии, одним из основных методов определения изучаемого физического качества у детей дошкольного и младшего школьного возраста все же остается регистрация результатов в спортивных упражнениях.

Рассматривая силовую работу мышц нижних конечностей, можно заключить, что имеется определенная закономерность в показанных результатах, связанная со многими параметрами. Ведущим является морфобиомеханический тип ребенка.

Метания и различные двигательные действия перемещающего характера, выполняемые детьми, позволили сделать вывод, что чем тяжелее вес снаряда, тем лучшие результаты показывают дети большого морфобиомеханического строения. Так, при метании набивного мяча весом 1,5 кг результаты детей среднего и большого габаритного уровня практически одинаковы. Это говорит о том, что чем меньше в силовых упражнениях присутствует элементов координации, тем больше проявляется данное двигательное

качество в «чистом виде», то есть полная биокинематическая цепь, участвующая в движении (допустим, прыжок – весь человек), сокращена до туловища и рук, например, метание сидя.

Эффективность выполнения упражнений, в которых сила мышц – ведущий показатель, зависит от интенсивности прироста силы мышц, индивидуальной для конкретного соматического типа; она, в свою очередь, зависит от характера упражнений и углов, при которых сила мышц развивалась и совершенствовалась.

Ориентация в виды спорта должна учитывать не только силу мышц вообще, но особенно анализировать относительную силу мышц. Лучше рассматривать отношение абсолютной силы мышц не к массе тела, а к ММ. Уменьшается ошибка при ранней спортивной ориентации в силовые виды спорта, если отбор ведется по силе мышц, оцененной относительно габаритов ребенка.

Рассматривая показатели силы мышц в различных двигательных заданиях, удалось установить, что результаты детей «среднего» MeC строения в тестах, где помимо силы необходимо было показать и быстроту, значительно опережают своих сверстников. Тесты же, не требующие ограничения во времени, а только направленные на проявление максимальной силы, лучше выполняют дети большого соматического типа, что вполне объяснимо.

Согласно исследованиям А.А.Гужаловского (1984) о неравномерности развития физических качеств в период 14–15 лет физические качества имеют следующие темпы прироста: умеренно возрастает сила, средне – скоростно-силовые качества и выносливость, максимальные темпы имеют статическая выносливость, равновесие. Использование в тренировочном процессе информации о различных темпах естественного развития физических качеств, сопровождаемого дозированными силовыми нагрузками, позволит значительно повысить эффективность тренировочного процесса начинающих бодибилдеров.

Для начинающих атлетов характерны различные величины пространственно-временные характеристики при выполнении базовых атлетических упражнений (жим штанги лёжа, приседания со штангой на плечах и тяга штанги). Максимальная и минимальная скорость выполнения упражнений зависит от режима мышечной деятельности. При уступающем режиме скорость штанги выше, чем при преодолевающим режиме. Эта особенность характерна при выполнении силовых упражнений мышцами рук, ног и спины.

Характерно, что при преимущественной работе мышц рук (жим штанги лёжа), при уступающем режиме мышечной деятельности (фаза упражнения, связанная с опусканием штанги на грудь) средняя максимальная скорость составляет  $1,08 \pm 0,11$  с, минимальная скорость равняется  $0,37 \pm 0,07$  с. При выжимании штанги от груди максимальная скорость достигает величины  $0,74 \pm 0,11$  с, минимальная –  $0,3 \pm 0,03$  с.

Примечательным моментом является тот факт, что при преимущественной работе мышц ног (приседания со штангой на плечах) максимальная скорость при выполнении приседа равняется  $1,14 \pm 0,08$  с, минимальная – находится на уровне  $0,28 \pm 0,03$ . При выполнении вставания из приседа со штангой на плечах максимальная скорость достигает значений в  $1,07 \pm 0,67$  с, минимальная –  $0,33 \pm 0,57$  с.

Силовые тренировки с различной направленностью оказывают различное влияние на уровень и темпы прироста силовых показателей отдельных мышечных групп. Тренировки в разносторонней силовой направленности способствовали увеличению силовых показателей силы мышц рук на 17,4%, силы мышц ног на 15,5%, силы мышц спины – на 10,5%. Тренировки с преимущественной силовой направленностью тренировочного процесса позволили увеличить исходные показатели силы мышц рук на 21,5%, мышц ног – на 19,5%, силы мышц спины – на 22,2%. Использование в тренировках дозированных статических силовых напряжений позволило увеличить первоначальные показатели силовых качеств мышц рук на 35,4%, мышц ног – на 33,4%, мышц спины – на 36,7%.

Необходимо отметить, что при построении тренировочного процесса с начинающими бодибилдерами целесообразно включать дозированные статические силовые напряжения при выполнении базовых упражнений атлетизма, таких, как: жим штанги лёжа, приседания со штангой и тяга.

Рекомендуемые величины тренировочной нагрузки: при весе отягощений от 30 до 39% от максимального выполняется 8 повторений (из них четыре последних повторения выполняются со статическим напряжением 5 с).

При тренировке с весами штанги от 40 до 49% от максимального показателя количество повторения упражнения составляет 6 раз (из них три последних повторения выполняются со статическими напряжениями в течение 4 с).

При использовании веса отягощений от 50 до 59% упражнение выполняется четыре раза (в последних двух повторениях статические напряжения выдерживаются в течение 3 с).

При включении в тренировочный процесс отягощений от 60 до 69% упражнения выполняются по два раза (второй повтор идет со статическим напряжением длительностью 2 с).

При силовой тренировке с весом от 70 до 79% рекомендуется выполнять один подход со статическим напряжением.

При планировании построения тренировочных нагрузок в первом цикле (первые три месяца занятий) для начинающих следует учитывать два методических положения: первое – необходимо обеспечивать плавный рост объемов тренировочной нагрузки; второе – целесообразно чередовать различные виды динамики нагрузок.

Апробированными величинами нагрузки следует считать плавный рост объемов нагрузки (от 144 подъемов за первый микроцикл до 704 подъемов за девятый микроцикл), что обеспечивает более комфортную адаптацию организма начинающих бодибилдеров к тренировочным воздействиям.

Вариативность динамики в последовательности чередования нагрузок с постепенно возрастающими объемами (микроциклы №№ 1, 2, 3, 4 и 5), со скачкообразной нагрузкой (микроциклы №№ 6, 7, 8 и 9) и постепенно снижающейся нагрузкой (микроциклы №№ 10, 11 и 12) позволяют чередовать взаимоотношение таких компонентов тренировки, как нагрузка и отдых, большие и малые нагрузки. Это в свою очередь, является качественной стороной построения тренировочного процесса.

В последнее время исследование показателей силы мышц сводится к регистрации не силы как показателя развития физического качества, а скорости достижения ее максимума, что не одно и то же.

Скорость достижения максимума силы является тем важнейшим критерием, который позволяет уже в детском возрасте судить о перспективности ребенка в дальнейшей его спортивной ориентации.

### ***3.1.2. Возрастная динамика быстроты и скоростно-силовых способностей***

Одно из основных двигательных физических качеств в рассматриваемый период онтогенеза – это быстрота, или скорость выполнения двигательного действия.

Быстрота как физическое качество определяется частотой чередования сокращений и расслаблений мышц.

Проявления ее весьма многообразны, а значение очень велико. Скорейшее, а порой и мгновенное выполнение двигательного

действия часто оказывается жизненно важным. Обычно различают спринтерскую быстроту, быстроту движений и быстроту двигательных реакций. *Спринтерская быстрота* (это понятие применимо лишь к циклическим движениям) – способность с максимальным вложением силы развивать предельно высокую скорость. (Кстати, максимальная скорость определяется частотой движений и расстоянием, преодолеваемым между циклами движений.) Быстротой движений называют скорость сокращения мышцы или группы мышц при однократном процессе движений (например, прыжок, метание, удар и т.д.). Наконец, *быстрота реакции* – это способность в кратчайший срок отреагировать на то или иное раздражение.

Быстрота является комплексным, многофакторным двигательным качеством и определяется тремя относительно не зависимыми одна от другой элементарными формами: *скрытым периодом двигательной реакции, скоростью одиночного сокращения и максимальной частотой движений.*

Уровень развития быстроты в первую очередь определяется функциональными характеристиками центральной нервной системы и периферического звена нервно-мышечного аппарата ребенка: подвижностью нервных процессов, скоростью, силой и частотой нервных импульсов, соотношением быстрых и медленных мышечных волокон (реактивностью мышц и их вязкостью, способностью мышц быстро переходить из напряженного состояния в расслабленное).

Развивать быстроту у детей помогают упражнения, выполняемые с максимальной скоростью. Теорией и практикой определены *три методических условия*, без соблюдения которых нельзя успешно развивать данное физическое качество (Н.Г. Озолин, 2002; В.М. Зацюрский, 2009).

Первое способ осуществления скоростных упражнений должен позволять выполнить их в максимальном темпе.

Второе, выполняемое упражнение должно быть предварительное хорошо освоено (при достаточном автоматизме контроль сознания направлен не на координацию движения, а на его качество, в данном случае скорость).

Третье: прекращение скоростных упражнений в момент появления первых признаков утомления.

В рассматриваемом нами возрасте у детей происходит интенсивное развитие способности к выполнению быстрых движений отдельными частями тела (кистью, рукой, ногой), необходимо

использовать его как одно из эффективных средств развития быстрых движений – бег на дистанциях до 30 м, кратковременный и равномерный бег, не вызывающий утомления.

Анализ результатов тестирования беговых упражнений детей, разделенных на три основных морфобиомеханических типа (соматотипа), свидетельствует о том, что дети среднего типа развития показывают стабильно более высокие результаты во всех скоростных двигательных действиях. Это говорит о том, что мальчики и девочки, относящиеся по габаритному ВР к средней группе, могут быть отобраны специалистами для спринтерских дистанций. Темп развития скорости движений особенно высок в 7–9 лет, то есть в младшем школьном возрасте, достигая максимума к 14–15 годам.

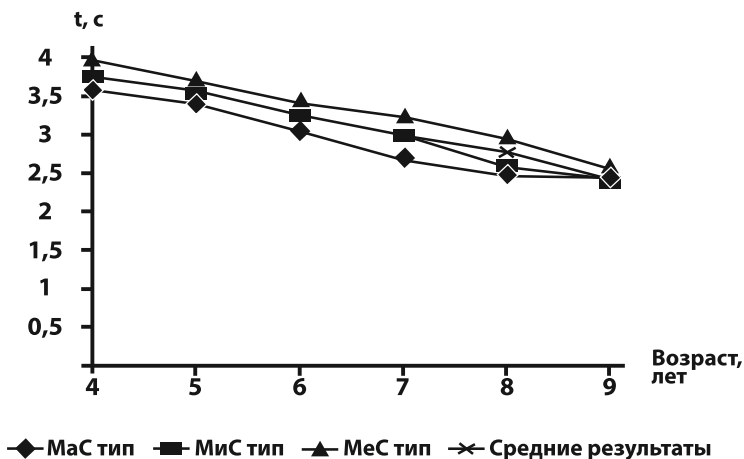
Анализируя скоростно-силовые способности обследуемых, как правило, предлагают выполнить упражнения прыжковой и метательной направленности. На рисунке 10 можно не только проследить за динамикой прироста результатов в трех наиболее часто встречаемых упражнениях прыжкового характера для детей 6–9 лет, но и наблюдать за отличиями в проявлении скоростно-силовых качеств у детей разного морфобиомеханического строения. Выполнение же более сложного теста для данного возраста – многоскока (необходимы не только проявления силы и скорости, но и координации и ловкости) требует уже от ребенка строгого морфобиомеханического соответствия выбранному двигательному действию.

Так, дети среднего габаритного уровня значительно опережают сверстников в выполняемом упражнении (в большей мере это зависит от согласованного движения рук (мах) и ног (толчок)) по сравнению с детьми двух других соматических групп (В.П. Губа, 1996).

Одновременно с возрастом увеличивается частота воспроизводимых движений и особенно частота движений, совершаемых в заданном ритме. Так темп воспроизводимых движений у детей в возрасте от 7 до 16 лет повышается в 1,5 раза. Однако это увеличение протекает неравномерно. Наиболее интенсивный рост частоты движений наблюдался в возрасте от 7 до 9 лет. Средний ежегодный прирост частоты движений в этот период составляет 0,3–0,6 движений в секунду. В 10–11 лет отмечается некоторое его снижение: до 0,1–0,2 движений в секунду с увеличением в 12–13 лет (до 0,3–0,4 движений в секунду). Частота движения в единицу времени достигает высокого уровня у девочек к 14 годам, а у маль-

чиков – к 15 годам. После этого у мальчиков средний ежегодный прирост снижается до 0,1–0,2 движений в секунду, а у девочек после 14–15 лет совсем прекращается.

Интересно отметить, что у девочек частота движения пальцев руки несколько больше, чем у мальчиков. Возможно, что связано это с большей тренировкой кисти при выполнении домашней работы. Максимальная частота движений, совершаемых в заданном ритме, с возрастом также постепенно увеличивается. За период от 4 до лет у мальчиков и девочек она возрастает примерно в 3,3 раза.



**Рис. 8.** Результаты детей различных морфобиомеханических типов в беге на короткие дистанции: – 10 м (лица мужского пола)

Существует мнение, что качество быстроты выражением, которого является максимальная частота движений, связано с подвижностью нервных процессов. Другими словами, предел частоты движений в первую очередь зависит от скорости перехода центров антагонистических мышц из состояния возбуждения в состояние торможения.

### 3.1.3. Возрастная динамика выносливости

Выносливость, то есть способность организма противостоять утомлению, – физическое качество, присущее далеко не всем. Между тем возможности его развития и совершенствования заложены фактически в каждом ребенке.

В физкультурно-спортивной практике утвердились понятия:

– *общей выносливости* (способности противостоять утомлению при нагрузках средней силы возбуждения; она имеет особенно большое значение, например, в спортивных играх или в беге на средние и длинные дистанции);

– *скоростной выносливости* (способности противостоять утомлению при нагрузках очень высокой силы возбуждения, в том числе и в условиях кислородного дефицита). Она также необходима в спортивных играх, беге на средние дистанции (продолжительностью до 4 мин), боксе, борьбе и т.п.;

– *спринтерской выносливости* (способности противостоять утомлению при нагрузках максимальной силы возбуждения и с высокой частотой движений; решающее значение она имеет в беге на спринтерские дистанции (продолжительностью от 10 до 30 с), но важна и на дистанциях продолжительностью 30–120 с).

Основное средство воспитания выносливости у детей – спокойный бег в сочетании с ходьбой при постепенном увеличении продолжительности занятий.

В проводимых исследованиях было замечено, что, как правило, дети дошкольного и младшего школьного возраста (чаще морфо-биомеханических типов МаС и МиС) выносливостью не отличаются, особенно в циклических упражнениях (бег, ходьба, передвижение на лыжах). Добавим, что данное физическое качество успешно развивается с помощью эмоциональных двигательных действий – подвижных игр, различных эстафет и других аналогичных состязаний.

Выносливость также определяется как способность выполнять работу без снижения эффективности. У дошкольников и детей младшей школьной группы выносливость слабо выражена. Целый ряд тестов, которые в более старшем возрасте принято относить к скоростным (бег на 200 м), у детей 4–7 лет относится к тестам на выносливость. Основные упражнения, направленные на развитие данного физического качества, – циклические (бег, ходьба, передвижение на лыжах, велосипеде, плавание), но в данном возрасте дети предпочитают более наполненные экспрессией (эмоциями) упражнения, к которым относятся игровые виды спорта (футбол, хоккей и т.д.), что тоже положительно влияет на развитие рассматриваемого двигательного качества.

Оценивая в целом уровень морфометрических показателей и степень развития выносливости у мальчиков и девочек, допустим, старшей (4–6 лет) и подготовительной (6–7 лет) групп,



можно выявить относительно низкие показатели выносливости, что свидетельствует о том, что в данном возрасте не только слабо развито двигательное физическое качество, каковым является выносливость, но и крайне мало предлагаются упражнений для его совершенствования (В.П. Губа, 1997).

Примечание: В таблице приведены средние результаты. В эксперименте участвовали 30 мальчиков и 30 девочек каждого возраста. ИГСТ – степ-тест.

Сравнивая показатели выносливости девочек и мальчиков, можно заключить, что работоспособность в данном возрасте, находится примерно на одном уровне. Несмотря на снижение высоты ступеньки с 50 до 35 см в тесте ИГСТ, даже лучшие показатели детей значительно уступают «плохой» работоспособности взрослых.

Одним из основных показателей, позволяющих оценить эффективность выполнения упражнений на выносливость, являются величины энергозатрат. Практически все здоровые люди организуют свою деятельность в соответствии с принципом минимума энергозатрат. Дети же, наоборот, обычно выбирают более интенсивные и энергоемкие режимы движений, что способствует их нормальному росту и физическому развитию. *Принцип максимума производительности*, как указывает В.Л. Уткин (1984), – это наиболее производительный двигательный режим, выбранный здоровым человеком в нормальных условиях, когда критерием оптимальной двигательной деятельности служит механическая производительность. При стремлении к экономичности движения важно уметь найти оптимальную скорость передвижения и оптимальное сочетание длины и частоты шагов, а также «пороговую скорость», соответствующую анаэробному порогу. Если критерием оптимальности служит механическая производительность, то необходимо выявить наилучшую динамику мощности или скорости передвижения, иначе говоря оптимальную раскладку передвижения спортсмена по дистанции. Диапазон от оптимального до порогового с наиболее высокой экономичностью называется зоной экономичных режимов двигательной деятельности. Зона экономичных режимов – составная часть физических «нагрузок умеренной относительной мощности.

Наиболее экономичные режимы кинематических характеристик циклических движений в нормальных условиях, а также расход энергии при их выполнении представлены в таблице 18.

**Относительные величины кинематических характеристик  
у мальчиков в беге и ходьбе**

Возраст, лет	Способ передвижения	Оптимальная		
		скорость, м/с	длина шага, см	частота шагов, 1/с
5–7	Ходьба, бег	1,00±0,007 2,15±0,11	50,0±2,1 67,9±3,3	2,00±0,08
10–12	Ходьба, бег	1,51±0,07 2,53±0,07	69,7±2,59 6,3±2,10	2,17±0,09

Надо учитывать также, что энергозатраты у детей различных возрастов значительно меняются. Так, у ребенка трех месяцев на 1 кг массы приходится расход энергии, равный 110–120 ккал/ч»; а в 10 лет – 60–70 ккал/ч (табл. 19).

**Расход энергии у ребенка 8 лет MeC типа при выполнении  
различных двигательных действий, включая основной обмен, ккал/ч**

Вид деятельности	Энергозатраты	
	на 1 кг массы тела	при массе 30 кг
Обычная ходьба со скоростью 4,2 км/ч	2,14	64,2
Бег скоростной 100 м	45,0	1350
Бег в скоростном и среднем темпе	6,0–15,0	180–450
Ходьба на лыжах со скоростью 8 км/ч	8,57	257,1
Катание на коньках	3,07–10,0	92,1–300
Езда на велосипеде со скоростью 10 км/ч	4,28	128,4
Плавание со скоростью: 10 м в 1 мин; 50 м в 1 мин	3,010,2	90 306

Рассматриваемый возрастной период (4–12 лет) отличается:

- а) лишними непроизводительными мышечными сокращениями и напряжениями;
- б) лишними непроизводительными движениями;
- в) использованием рекуперации (наиболее экономичный переход одного вида энергии в другой и обратно при выполнении циклических локомоций);

г) выбором оптимальной (по экономичности) интенсивности двигательной деятельности;

д) осуществлением оптимальных двигательных переключений.

Это связано с тем, что в детском возрасте на первое место выдвигаются требования выполнения как можно большего числа движений (без мысли об экономичности и оптимальности). Рассматривая вопросы, связанные с физической работоспособностью мальчиков и девочек младшего возраста, как правило, тренерами не учитываются их способности экономно расходовать запасы энергии, что составляет основу спорта высших достижений.

В подтверждение этому был создан детский оздоровительно-реабилитационный тренажер (И.П. Ратов, В.П. Губа, 1986), который позволял определить работоспособность детей, создать образ двигательного умения езды на велосипеде, а также привить за счет высокой эмоциональности занятия (автоматически в период нажима на педали ребенок слушал детские песенки и сказки) на нем способности к выполнению работы различной продолжительности. Подходя морфобиомеханически (дифференцированно) к выполнению упражнения на изобретенном тренажере, достигается решение многих не только педагогических и лечебных задач, а именно формирование умения выполнять определенную работу, повышение интереса у детей к занятиям физической культурой, улучшение жизненного тонуса, повышение адаптации к расширению двигательного режима, увеличение физической нагрузки, оказание тренирующего воздействия на сердечно-сосудистую систему, улучшение коронарного кровотока, но при этом появляется и возможность тестирования такого важного физического качества, как выносливость в раннем детском возрасте.

### ***3.1.4. Возрастная динамика координационных способностей***

Эффективность обучения дошкольников основным двигательным действиям, т.е. формирование необходимых двигательных умений и навыков, обеспечивают прежде всего координационные способности, которые одновременно оказывают существенное влияние на умственное развитие ребенка.

Двигательное развитие детей дошкольного возраста зависит от их способности быстро обучаться новым движениям, умения перестраивать свою двигательную деятельность в соответствии с меняющейся обстановкой, оптимально управлять и регулиро-

вать двигательные действия, т.е. от степени формирования его двигательных-координационных способностей.

Это понятие ученые начали широко использовать в последние 25–30 лет для конкретизации представлений о так называемом двигательном качестве «ловкость». В подавляющем большинстве учебников, учебных пособий, монографий и статей до настоящего времени можно прочесть, что ловкость составляют две основные способности: во-первых, быстро овладевать новыми двигательными действиями – способность к обучаемости движениям; во-вторых, быстро и координированно переключаться с одних двигательных действий на другие – способность к перестраиванию двигательной деятельности при внезапном изменении обстановки (Н.А. Бернштейн, 1991; Л.П. Матвеев, 2005). Такое представление, однако, не соответствовало огромному числу фактов, встречаемых в практической деятельности и полученных экспериментальным путем.

Способность быстро обучаться движениям, известная еще с 20-х годов прошлого столетия, на самом деле оказалась весьма специфической. Было выявлено, что человек, быстрее других обучающийся одним движениям (например, акробатическим или гимнастическим), в других случаях (например, при освоении технико-тактических действий в спортивных играх) может быть в числе отстающих.

В настоящее время выделяют от 2–3 общих до 5–7–11–20 (и более) специальных и специфически проявляемых координационных способностей: координация деятельности больших мышечных групп тела; общее равновесие, равновесие со зрительным контролем и без него, равновесие на предмете, уравнивание предметов; быстрота перестраивания двигательной деятельности. К координационным относят также способности: к пространственной ориентации; к дифференцированию, воспроизведению и оценке различных параметров движений к ритму; к вестибулярной устойчивости, к произвольному расслаблению мышц и др.

Это и явилось основанием для того, чтобы вместо термина «ловкость», оказавшегося «многозначным», «универсальным», «трудноопределимым», «нечетким» и, наконец, «житейским», в науку и практику был введен термин «координационные способности». Стали говорить о «системе» (совокупности) таких способностей и необходимости дифференцированного подхода к их оценке и развитию.

По определению В.И. Ляха (2006), координационные способности – это возможности индивидуума, определяющие его готов-

ность к оптимальному управлению двигательными действиями и его регуляции. Автор выделяет следующие виды координационных способностей: специальные (определяющие готовность индивидуума к оптимальному управлению и регуляции сходными по происхождению и смыслу двигательными действиями), специфические (определяющие готовность к оптимальному управлению определенными двигательными заданиями: «на равновесие», «на ориентирование в пространстве», «на скорость реагирования», «на перестраивание двигательной деятельности», «на согласование движений» и др.) и общие (потенциальные и реализованные возможности человека, определяющие его готовность к оптимальному управлению и регуляции различными по происхождению и смыслу двигательными действиями).

В настоящее время известно, что каждая координационная способность имеет сложную структуру. В.И. Лях (2006) дает следующую их трактовку:

– *способность к ориентированию в пространстве* – это возможность индивида точно определять и своевременно изменять положение тела (или его частей) и осуществлять движения в нужном направлении;

– *способность к дифференцированию параметров движения* обуславливает высокую точность и экономичность *пространственных* (воспроизведения углов в суставах), *силовых* (напряжения в рабочих мышцах) и *временных* (воспроизведения микроинтервалов времени) параметров движений;

– *способность к реагированию* – позволяет быстро и точно выполнять целостное, кратковременное движение на известный или не известный заранее сигнал всем телом или определенной его частью (рукой, ногой, туловищем);

– *способность к перестраиванию двигательной деятельности* – быстрота переключения с одних двигательных действий на другие соответственно изменяющимся условиям;

– *способность к согласованию двигательных действий* – это соподчинение отдельных движений и действий, соединение их в целостные двигательные комбинации;

– *способность к равновесию* – сохранение устойчивости позы в статических положениях тела (в стойках) или по ходу выполнения движений (в ходьбе, при выполнении акробатических упражнений);

– *способность к ритму* – точное воспроизведение заданного ритма двигательного действия или адекватное его варьирование в изменяющихся условиях;

– *вестибулярная (статокинетическая) устойчивость* – способность точно и стабильно выполнять двигательные действия в условиях вестибулярных раздражений (например, после кувырков, бросков, поворотов и др.);

– *способность к обучаемости движениям* – определяется возможностями двигательной памяти и характеризует умение или неумение индивида быстро осваивать новые (в том числе сложно-координационные) двигательные действия;

– *способность к произвольному расслаблению мышц* – оптимальное согласование расслабления и сокращения определенных мышц в нужный момент выполнения движений.

Формирование и развитие координационных способностей у детей дошкольного возраста является важным условием обеспечения оптимального объема их двигательной активности. Двигательная деятельность дошкольника настолько многообразна, что не может ограничиваться проявлением только перечисленных координационных способностей. Ее содержание дополняется целым комплексом координационных качеств: ловкостью, подвижностью, точностью, прыгучестью, ритмичностью, меткостью, пластичностью.

Отражая различные стороны двигательной деятельности благодаря структурной упорядоченности, все эти двигательные координации представляют собой целостную систему и обладают общими свойствами, но в то же время каждая из них имеет определенную специфику. Так, *подвижность* обеспечивает максимальную амплитуду вращательных движений, поворотов, круговых движений. Без *точности* невозможно соответствие движения его форме и содержанию. *Ритмичность* позволяет рационально распределять усилия во времени и пространстве. Специфика *прыгучести* – максимальное проявление взрывной силы в нужный момент, а *меткости* – точность попадания в заданную цель. *Пластичность* формирует слитность, гармонию и красоту движений.

В совокупности все эти качества обеспечивают совершенное выполнение двигательного действия. Недостаточный уровень проявления хотя бы одного из них не позволяет решить двигательную задачу в полном объеме.

Характер двигательной деятельности детей дошкольного возраста во многом определяется *способностью к равновесию* – статическому и динамическому.

Неумение сохранять равновесие в статической позе (сидение за столом во время занятий в детском саду) приводит к искрив-

лению позвоночника и, следовательно, к ухудшению состояния здоровья.

Исходя из вышесказанного, Л.Д. Назаренко (2001) определяет равновесие, как одну из основных координационных способностей, развитие и совершенствование которой необходимо в течение всей жизни.

Любые двигательные действия ребенка (ходьба, бег, прыжки, передвижение на лыжах, катание на коньках, плавание и многое другое) связаны с сохранением устойчивого положения тела, которое обеспечивает нормальное функционирование всех физиологических систем, оптимальную амплитуду движений, рациональное распределение мышечных усилий, и вследствие этого – экономичность энерготрат и повышение эффективности двигательного действия.

*Первый компонент – рациональное положение тела* – способствует лучшему сохранению равновесия. Так балансировка тела на узкой опоре осуществляется гораздо легче, если руки свободно разведены в стороны.

*Второй компонент – сохранение устойчивого положения тела* – связан с минимизацией количества степеней свободы. Разнообразные движения тела могут иметь сотни степеней свободы. В этом случае практически невозможно управлять двигательной деятельностью ребенка. Рациональная двигательная координация характеризуется прежде всего уменьшением количества степеней свободы.

*Третий компонент – дозировка и перераспределение мышечных усилий.* Сложность сохранения устойчивого положения тела после выполнения какого-либо движения (поворота, прыжка, кувырка) заключается в том, что усилия мышечных групп имеют кратковременный характер, возникая лишь в определенных фазах двигательного действия; при этом в начале и конце движения величина этих усилий различна. Объем прилагаемых мышечных усилий в значительной степени определяется конкретным проявлением равновесия.

*Четвертый компонент – уровень пространственной ориентации.* Для выполнения любого двигательного действия – от элементарных естественных движений (удержание какой-либо позы, ходьба, бег) до технически сложных упражнений – необходим определенный уровень пространственной ориентации. Чем она лучше, тем легче сохранять устойчивое положение тела.

Механизмы регуляции равновесия сложные, так как обусловлены деятельностью различных анализаторов и функциональных систем.

Очевидно, что большая роль в сохранении равновесия принадлежит не только двигательному, но и зрительному, вестибулярному, тактильному анализаторам. Вместе с тем их участие в этом процессе не может быть одинаковым. Так, в удержании определенной позы (сидя, стоя, положение наклона и др.) ведущим является двигательный анализатор. При сохранении равновесия после вращательных движений большее значение приобретает вестибулярный анализатор. При удержании равновесия после выполнения прыжков и прыжковых упражнений, а также при балансировке с предметами значительно повышается роль зрительного и тактильного анализаторов. Следовательно, участие того или другого анализатора определяется конкретной двигательной задачей, связанной с проявлением того или иного вида равновесия.

Определенное влияние на сохранение равновесия оказывает деятельность дыхательной системы. Известно, что при форсированном дыхании колебательные движения тела увеличиваются, что приводит к большим затратам усилий для сохранения равновесия. При этом задержка дыхания не менее 30 с вызывает снижение колебаний тела.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что координационные способности являются основным компонентом двигательного развития детей дошкольного возраста.

### ***3.1.5. Возрастная динамика подвижности и гибкости***

Предельная амплитуда движений в суставах у человека меняется на протяжении онтогенеза. Это настолько естественно и общепризнанно, что специальных исследований мы не встретили. Однако в плане ориентации в виды спорта такие данные необходимы, так как имеются такие виды, где подвижность суставов играет первостепенную роль. В качестве примера можно привести подвижность в грудиноключичном суставе у пловцов-спинистов или у акробатов и спортивных гимнастов, где большая активная подвижность должна сочетаться с силой мышц. Точная характеристика подвижности в суставах может иметь несомненную ценность в биологических, спортивных науках и антропологии. В строгом смысле (как физиологический или спортивный термин) подвижность и гибкость не могут считаться физическими качествами, так как они следствие таких физических качеств, как: сила мышц, конгруэнтность костных образований, выраженность соединительнотканых структур, окружающих сустав (фасций, сухожилий мышц, связочных комплексов, укрепляющих сустав). Под *подвижностью* понимают амплитуду движения в одном



суставе. Различают *активную, пассивную и скелетную подвижность*. Самой большой подвижностью является пассивная, так как под влиянием внешних сил суставные концы костей, образующих сустав, могут расходиться. Активная подвижность, как показали наши исследования, меняется с возрастом. Зависит она от тренировочных нагрузок в том случае, если сочетаются физические нагрузки силового и стретчингового порядка. Активная подвижность достигает самых высоких показателей для сустава независимо от СТ и ВР подростка. Силовые тренировки без стретчинговых упражнений снижают активную подвижность, особенно у лиц, компонентное варьирование ММ у которых превышает 0,650 усл. ед. (независимо от соматического типа).

Корреляционный анализ выявил интересную закономерность на первом месте по силе влияния на пассивную подвижность стоит величина и выраженность костной массы. На активную подвижность влияет выраженность ММ (при равной тренированности). Наибольшая подвижность была выявлена почти во всех сочленениях в период первого детства. Но с 4 до 7 лет отмечалось снижение этого значения для активного разгибания голеностопного сустава на 2,4°; для пассивного разгибания этого же сустава – на 3,3°. Снижалась активная подвижность в тазобедренном суставе: сгибание на 4,7°, разгибание до 6°. По мнению морфологов, это связано, с одной стороны, с не востребуемостью такого широкого движения, с другой – с огрубением связочного аппарата. После 10 лет темп снижения подвижности резко уменьшается и не превышает 10° за два года. От приведенных общих цифр (вся популяция) имеются отклонения, связанные с СТ и ВР.

Наиболее высокая подвижность отмечалась у детей МиС типа «С». Для верхней конечности и активная, и пассивная подвижность не менялась до 10 лет. Для нижней конечности снижение подвижности было более выраженным и в градусах, и в снижении за период первого детства. У детей ВР «А» снижение подвижности происходит более интенсивно и пик ее снижения совпадает с 8–9 годами. У детей МаС типа в 4 года подвижность в суставах несколько меньше, чем у варианта «А» или «С».

Было отмечено, что лица с выраженностью жировой массы выше 0,600 усл. ед. изначально во всех возрастных группах имеют более низкую подвижность во всех плоскостях движения. Причем наиболее низкие показатели отмечались для нижней конечности. Приводить цифры, характеризующие подвижность в суставах, мы считаем нецелесообразным, так как в зависимости от измеряемой

позы показатели существенно меняются. Очевидно, это и является причиной того, что в руководствах говорится о тенденциях изменений, а не о конкретных цифрах. Причиной большего снижения движения в суставах нижней конечности служит возрастание.

С возрастом преобладает и процент статических поз и положений в течение дня, что приводит к блокировке сустава и ограничению широких движений, организм переводит удержание МТ с мышечного на пассивное связочное, менее энергоемкое. Нам не удалось получить надежной корреляционной связи между подвижностью сустава и шириной мышечков, его ограничивающих, но те рентгенограммы, которыми мы обладаем, позволяют говорить о разнообразии наклонов суставных поверхностей, глубины суставных впадин. Морфологические особенности строения сустава следует отнести к консервативным характеристикам, которые не подвержены внешним воздействиям. Это генетическая особенность, передающаяся из поколения в поколение.

В качестве примера приведем возможные движения в голеностопном суставе, который наиболее нагружен почти во всех спортивных движениях (табл. 20).

Приведенные цифры говорят о том, что меньше всего изменилось пассивное разгибание, а разгибание ограничивается особенностями строения таранной кости и глубиной впадины большеберцовой. Эти величины определяются наследственными особенностями.

Таблица 20

**Движения в голеностопном суставе у детей 4 и 12 лет  
(В.П. Губа, 2002)**

Движение в суставе	4 года			12 лет			Разность между 4 и 12 годами
	М	С	КВ	М	С	КВ	
Активное сгибание	43,1	4,75	11,0	32,4	6,2	19,1	10,7
Пассивное сгибание	55,6	4,3	7,73	38,9	5,4	13,8	16,7
Активное разгибание	35,3	4,7	13,3	32,7	4,9	14,9	29,7
Пассивное разгибание	42,7	4,9	12,3	41,5	5,0	12,1	1,2
Сумма активного сгибания и разгибания	78,4	4,8	6,15	65,1	13,0	8,52	133

*Примечание.* М – средняя величина, С – отклонение от средней величины, КВ – коэффициент вариации.

Аналогичен суставу верхней конечности лучезапястный сустав, который также нагружен в процессе повседневных рабочих движений. У детей 4 лет активное разгибание колеблется в довольно широких пределах, и результаты измерения зависят от применяемой методики и положения предплечья: в положении пронации или супинации. Мы проводили измерения на специально сконструированном приборе (прошедший метрологический контроль) в положении предплечья-супинации.

Разгибание составляет  $82,4 \pm 7,3^\circ$ , КВ=8,85%. В 12 лет разгибание составляло  $71,2 \pm 4,8^\circ$ , КВ=6,74%. Разгибание ухудшилось за 8 лет на  $11,2^\circ$ . Сгибание в этом же суставе у 4-летних составляло  $94,6 \pm 9,3$ , КВ – 9,83,4; у 12-летних значение сгибания снизилось на  $12,8^\circ$  и составляло  $81,8 \pm 4,6^\circ$ , КВ = 5,62%. Особенно явно уменьшилось отведение (на  $7,8^\circ$ , или 14,4% от подвижности в 4 года).

Желание сохранить высокую подвижность в суставах при развитии силы мышц обязательно должно сочетаться с упражнениями на растяжение как мышц, так и сухожилий, окружающих сустав. Прекращение упражнений на растяжение приводит к быстрой потере подвижности в суставах.

Особый интерес представляет подвижность в отделах позвоночного столба. Работ, посвященных осанке и подвижности двигательных сегментов, очень много, и все авторы сходятся в одном: подвижность во всех отделах позвоночника зависит от высоты межпозвоночных дисков, а активная подвижность – от силы мышц-разгибателей. Дети до 7 лет без специальной тренировки и систематических упражнений, даже при высоких межпозвоночных дисках, не могут проявить подвижности, особенно в сгибании поясничного отдела.

Сравнительный анализ темпов роста физических качеств свидетельствует о недостаточной степени физического развития детей (независимо от пола и возраста), дошкольного и школьного специального образования.

В результате проводимых тестов «вклинивается» конечный результат, не позволяющий без предварительного анализа каждого из них уверенно ответить на вопрос: за счет каких показателей достигнут конкретный результат.

Развитие и воспитание физических качеств у детей непременно направлено на решение самого главного вопроса – улучшение здоровья, затем выполнение нормативов школьной программы. Проведенные исследования показали, что разделять детей толь-

ко по половому признаку далеко не достаточно; необходимо, как минимум, учитывать их габаритный уровень развития, а в идеале и массу других параметров, рассматриваемых в данной монографии (В.П. Губа, 1997).

Возникающие закономерности в выполнении детьми различных морфотипов нормативов школьной программы, несомненно, надо учитывать при ее составлении, чтобы избежать многочисленных «потерь» одаренных ребят, не способных (в силу своих тотальных размеров) выполнить один или несколько нормативов, отражающих какое-либо двигательное качество или способность, зато с лихвой компенсирующих показатели в других физических действиях.

Хотелось бы обратить также внимание на такую существенную закономерность. В процессе многолетних исследований было установлено, что для ребенка того или иного типа телосложения характерно свое проявление физических качеств.

При этом, несколько обобщая, можно их свести к трем основным уровням:

- *1 уровень* – лучшие результаты среди одноклассников;
- *2 уровень* – результаты несколько хуже;
- *3 уровень* – наиболее слабые результаты (табл. 21).

Таблица 21

**Уровни развития физических качеств у детей  
трех основных типов телосложения (В.П. Губа, 1986)**

Уровни физических качеств	Типы детей		
	Большие (МаС)	Средние (МеС)	Маленькие (МиС)
I	Быстрая сила, медленная сила	Быстрота, выносливость	–
II	Быстрота	Быстрая сила, медленная сила	Быстрота
III	Выносливость	–	Выносливость, быстрая сила, медленная сила

Поясним эту таблицу. Например, для ребенка 5 лет МаС типа характерно высокое проявление быстрой силы (прыжки, метания и т.д.), а также медленной силы (отжимания от скамейки или пола, подтягивание и т.д.). Хуже обстоит дело у детей этого типа с проявлением быстроты (бег на короткие дистанции, быстрые

движения рук и ног), и зачастую на совсем низком уровне находится выносливость («двигательная работа», связанная с относительно большим временем выполнения: длительные прогулки, бег и т.д.). Приведенная в таблице 31 уровневая схема была апробирована и подтверждена длительными наблюдениями за детьми от 4 до 12 лет.

Двигательные качества у детей различного морфобиомеханического строения и пола формируются и совершенствуются не только не синхронно, но и гетерохронно. Это указывает на существование зависимости между конкретным возрастом и эффективностью системы обучения в этом возрасте, меняющейся по мере чередования в онтогенезе ряда временных периодов, отличающихся различной степенью освоения двигательных действий в них.

Существование целого ряда концепций «относительного роста», «теории индивидуализации», «от целого к частному», «локальной интеграции», «от частного к целому» и многих других наталкивает на мысль, что процесс исследований по формированию, развитию и совершенствованию физических (двигательных) качеств не до конца изучен. Следовательно, проблема до сих пор актуальна, вследствие чего проведенная работа доказывает актуальность выработанной гипотезы и поставленной цели исследования. Дальнейшая разработка ее в аспекте проблематики физического воспитания, биомеханики и морфологии конкретного человека дает подсказку о немалых возможностях и путях оптимизации изучаемого процесса.

### **3.2. Методология определения и методика расчета должных норм и интегральной оценки разносторонней физической подготовленности**

Термин «норма» широко используется в самых различных науках. Подробный его анализ – задача необычайно сложная, так как понятие «норма» по-разному определяется в энциклопедиях и словарях современного русского языка. Учитывая это, в области спорта принято определение, предложенное В.М. Зацюрским (2009): «Нормой в спортивной метрологии называется граничная величина результата, служащая основой для отнесения спортсмена в одну из классификационных групп».

Положения о соматотипировании не решают полностью вопросов, связанных с ориентацией в спорте, с решением вопросов

о перспективности того или иного субъекта в конкретном виде спорта (деятельности). Приведенные методы исследования отвечают только на вопрос: какая форма (в широком смысле) наиболее соответствует тому или иному виду движения? Но есть и второй вопрос, на который необходимо ответить: какие двигательные возможности субъекта в сочетании с определенной формой могут привести к желаемому спортивному результату, к рекорду? Ответы на эти два коренных вопроса лежат в основе тех знаний, которые отвечают на коренные вопросы спортивного совершенствования, – как улучшить спортивную технику в соответствии с соматическим типом и как улучшить физические качества в соответствии с индивидуальными возможностями. Монография полностью не отвечает на эти вопросы, но в ней приведен тот материал, без которого научный ответ на поставленные вопросы невозможен.

Прежде чем перейти к изложению методик определения функциональных возможностей детей, рассмотрим микроструктуру организма. Приведем схематично взаимоотношение структурных изменений в клетках, органах и организме в целом под влиянием тренировочных воздействий. Прежде всего следует запомнить, что нет функции без морфологической основы ее, как нет функциональных расстройств, функциональных заболеваний, функциональных «срывов», о которых так охотно говорят тренеры и спортивные врачи (В.П. Губа, 2000). Это отголосок прежнего учения, прочно укрепившегося в сознании этих специалистов. Такое понятие, как «первичное функциональное изменение, приведшее ко вторичному морфологическому изменению», было поколеблено в 50-е годы нашего столетия, когда в практику исследований вошли гистохимические, биохимические, электронно-микроскопические исследования. Было установлено, что любая функция организма «монтируется» на так называемом внутриклеточном конвейере, то есть на ультраструктурах соответствующего типа клеток, и поэтому даже самые незначительные изменения их функции сопряжены с изменениями в ядерно-плазматическом конвейере. В настоящее время определены цепочки биохимических реакций и ультраструктур, которые «вырабатывают» ту или иную функцию. Иными словами, был экспериментально доказан принцип единства структуры и функций, который до этого существовал в работах философов чисто теоретически.

Что же происходит в организме человека, когда меняются условия внешней среды или физические нагрузки? Прежде всего

происходит адаптация (приспособление) организма к изменившимся условиям, то есть изменение функциональной активности органов и тканей, выражающееся в изменении скоростей биологических реакций. В феномене адаптации выделяют качественные и количественные компоненты. Количественный компонент выражается в непрерывном варьировании числа активно функционирующих структур. В обычных условиях функционирования организма «работает» только незначительная часть структур, обеспечивающих его нормальную жизнедеятельность. Повышение нагрузки включает резервные структуры, снижение нагрузки приводит к уменьшению числа структур с активным биосинтезом. Этот принцип работы получил название попеременной (асинхронной) работы одноименных структур. Он справедлив для работы на всех уровнях – от молекулярного до системного. При более длительных нагрузках и тем более постоянно увеличивающихся включаются в работу все новые и новые структуры: когда оказывается недостаточным включение даже всех структур, происходит увеличение их количества, то есть происходит построение новых структур или их гиперплазия. Если же нагрузки становятся запредельными, и структуры, обеспечивающие работу, гибнут, то немедленно (в течение нескольких часов) разворачиваются процессы репаративной регенерации, которые протекают на внутриклеточном уровне, клеточном и тканевом или органном уровнях. Внутриклеточная регенерация может проходить на молекулярном, внутриорганомидном и органомидном уровнях. Все эти виды регенерации протекают не только при повышении физических нагрузок, но и при нормальном росте и развитии организма. Регенерация способствует совершенствованию структурной организации и приспособлению структуры к определенным внешним воздействиям.

В теории и практике спортивной тренировки в различных видах спорта, по сей день, существует целый ряд противоречий связанных, с выбором и эффективным соотношением объема, интенсивности, и продолжительности нагрузки в различные периоды подготовки (подготовительный, соревновательный, тренировочный) обеспечивающих эффективный рост спортивного мастерства атлета на протяжении всей спортивной карьеры.

В связи с увеличением объема, а в некоторых случаях и интенсивности соревновательной практики, как в циклических, так и ациклических видах спорта, в настоящее время, специалистам не удастся дать прямого ответа на вопросы связанные с необходи-

мостью применения различных объемов соревновательной и тренировочной нагрузки, а также контролировать ее интенсивность для достижения высокого спортивного результата в избранном виде спорта. Этот известный вопрос, который задает тренер самому себе на протяжении всего тренировочного и соревновательного процессов при подготовке спортсменов различного пола, возраста и специализации.

Анализ специальной научно-методической литературы свидетельствует, что основная часть специалистов, при определении величин тренировочной и соревновательной нагрузки для спортсменов различного возраста, пола и видов спорта, в настоящее время, продолжают руководствоваться данными разработанными в 80-е годы прошлого века. Такой подход, на наш взгляд, является весьма спорным, так как произошли существенные изменения в распределении нагрузок по сравнению с традиционным представлением, обозначенным в классической отечественной спортивной литературе. Во многих видах спорта изменились правила проведения соревнований, о чем свидетельствует увеличение количества стартов в соревновательном дне, микроцикле, мезоцикле и макроцикле, большая группа спортсменов готовясь, например, в легкой атлетике, к зимнему Чемпионату Мира, пропуская летний и наоборот. Для удобства анализа нагрузки была предложена схема по видам спорта (рис. 9).

Понятие соревновательно-тренировочный микроцикл применяется как обобщающее, отражающее сущность рассматриваемого процесса.

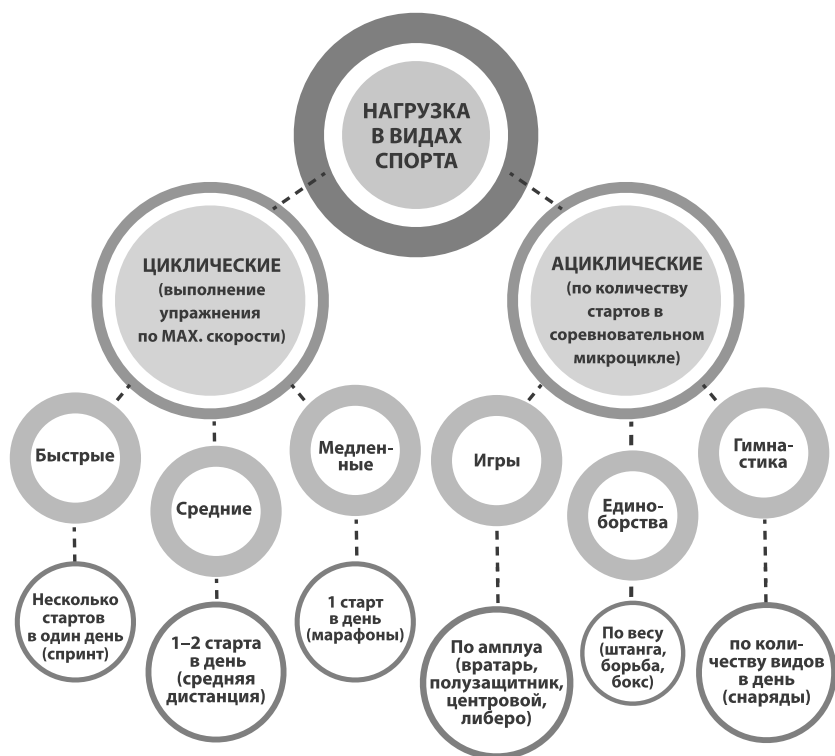
Современные исследования, проведенные рядом специалистов в различных областях спортивной науки предлагают все чаще уходить от традиционного подхода к тренировочной и соревновательной нагрузке и придерживаться следующих вариантов в зависимости от избранного вида спорта:

- статическая нагрузка, представленная в основном в силовых видах спорта (тяжелая атлетика, силовое троеборье и т.д.);

- динамическая нагрузка (основная масса циклических видов спорта, которые предъявляют высокий уровень развития скоростных, силовых, координационных способностей, а также выносливости и гибкости);

- кинематическая, выполнение технических элементов на основе запредельных нагрузок (изменяется в сторону ухудшения техника двигательного действия в игровых видах спорта, единоборствах). При построении учебно-тренировочного занятия





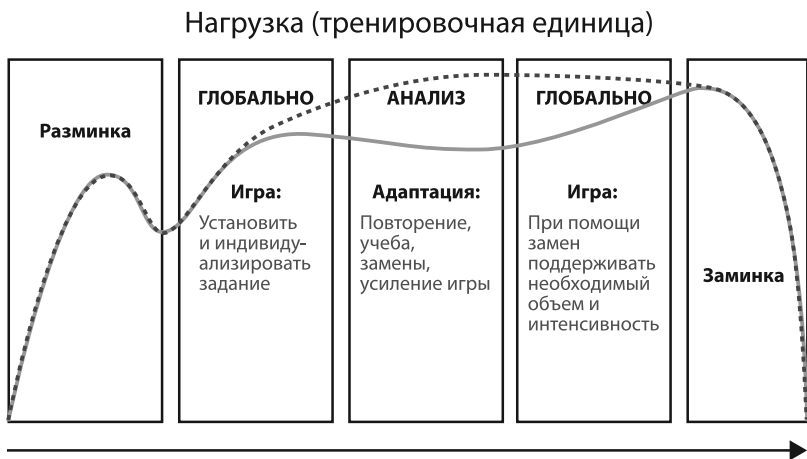
**Рис. 9.** Схема распределения соревновательной нагрузки и ее интенсивности в различных видах спорта в соревновательно-тренировочном микроцикле (В.П. Губа, 2015)

в настоящий момент важно определить также конкретно индивидуальную составляющую нагрузки, которая обеспечит повышение спортивного мастерства занимающегося в связи с полом и возрастом, как в циклических, так и ациклических видах спорта, ориентируясь на его морфологическую, функциональную, психолого-педагогическую, биомеханическую, генетическую, а также восстановительную способности, акцентируя особое внимание на воспитательном процессе всего занятия, который бесспорно в настоящий момент специалистами «обделен своим вниманием», что безусловно сказывается на эффективности всего процесса в целом.

Проведенные на протяжении последних нескольких лет исследований в данной области показывают, что в тренировочном про-

цессе необходим точный структурный перенос соревновательных условий со всеми его нюансами, так выходя на несколько «пиков» повышения нагрузки в период одного занятия, тренер тем самым моделирует не только условия соревнований (игр, технический перерыв, заминка, опять игра и т.д.), но и в то короткое время пауз успевает сделать необходимые дополнения или изменения по ходу соревнований, столь существенно в последствие отражающегося на конечном результате.

Таким образом, выходя на пик интенсивности по несколько раз за период одного занятия мы тем самым приближаем его к основным условиям соревнований давая почувствовать занимающемуся те объемы выполняемых двигательных действий по несколько раз, а не один раз, как это было принято ранее (рис. 10).



**Рис. 10.** Варьирование тренировочной нагрузки в процессе учебно-тренировочного занятия (примерная схема проведения занятия в спортивных играх: а) раньше, б) сейчас) (В.П. Губа, 2015)

Впервые проведенное сравнительное исследование по целому ряду различных специализаций позволили установить современные тенденции совершенствования тренировочного процесса в сравнении с общепринятыми, а также определить пути эффективного совершенствования тренировочного процесса, как у юных, так и высококвалифицированных спортсменов.

Цель многочисленных исследований авторов состоит в том, чтобы еще раз показать, что ничего не стоит на месте в том числе

и в спорте высших достижений. 60–80 годы были ознаменованы, как один из лучших периодов развития отечественной теории спорта, так и исследований содержащих доказательную базу. Сегодня мировой спорт диктует свои условия и правила в большей степени от которых мы уже отстаем не только в теории, но и в практике. Быть может, данная работа, послужит эффективным подспорьем специалистам и подтолкнет их к поиску тех современных тенденций в выборе стандартов нагрузки, которые послужат прогрессу в конкретном виде спорта, основываясь на их интегральных и индивидуальных составляющих.

Следует помнить, что состояние повышенной тренированности – состояние не стабильное. Прекращение тренировок приводит к обратному развитию образовавшихся структур. Структуры, которые не работают в организме, не сохраняются – это и есть причина снижения спортивных результатов после прекращения или снижения тренировочных нагрузок. Для восстановления требуется значительное время.

Есть еще одна сторона у процессов клеточной гипертрофии и внутриклеточной гиперплазии – это постоянная волнообразность процессов образования и разрушения внутриклеточных структур, независимо от внешних (тренировочных) воздействий. Такое явление получило название «эндогенного снижения напряженности репаративной регенерации». Смена прироста и снижения внутриклеточных структур является следствием фазного характера существования биологических процессов. Знание этих процессов и даже их существование дают возможность специалисту объективно оценивать результаты тренировочных занятий, понять волнообразность спортивных результатов. Мы не станем углубляться в хронобиологические процессы (хронос – время). Скажем только, что биоритм отражает течение времени в живой системе, а, следовательно, существуют индивидуальные колебания соответственно варианту развития организма.

Все сказанное следует понимать не как самостоятельный процесс, а как процессы, происходящие в едином целом в организме. В организме все эти процессы контролируются и организуются двумя «объединяющими» интегрирующими системами – гуморальной и биоэлектрической. В первую входит эндокринная система, во вторую – нервная система со всем ее многообразием.

На чем же основан эффект спортивного совершенствования? Факторы спортивной деятельности стоят ближе к экстремальным нагрузкам, чем обычные повседневные трудовые процессы.

Под их влиянием усиливается активность организма, расходуется больше «жизненной энергии», возрастает количество работающих структур, ускоряется их изнашивание и повреждение – это приводит к нарушению гомеостаза. Для его сохранения необходимы организму какие-то реакции, которые бы позволяли сохранить или увеличить зоны варьирования показателей гомеостаза, позволяли бы выполнять работу, соответствующую новым запросам. Для этих целей в живом организме существуют компенсаторные, приспособительные и восстановительные реакции.

Рассматривая структурные «особенности» функциональной подготовленности детей 4–12 лет, последовательность изменений под влиянием целенаправленных физических нагрузок, необходимо отметить, что живой организм – это не только сложная система, противодействующая внешней среде и меняющаяся под ее влиянием, но и уравнивается с окружающей средой. Такое понимание организма существовало в работах представителей «классического» механицизма в физиологии. По современным представлениям, организм – это сложная саморегулирующаяся, самопрограммирующаяся система, возникающая и совершенствующаяся в процессе постоянного преодоления этой среды. Путей преодоления существует множество, как соматических типов и вариантов развития организма. Организм к одной и той же конечной двигательной цели может прийти разными путями, используя набор одних и тех же ответных реакций. Специалистов интересуют двигательные возможности ребенка, а значит, в основном строение его двигательного аппарата и системы регуляции движений. Оценка состояния этих систем проводится с помощью тестовых упражнений – упражнений, не требующих специального двигательного умения. В противном случае будут оцениваться не физические качества ребенка, а физические качества плюс приобретенный навык в выполнении этого двигательного действия и индивидуальные умения, что в большинстве случаев недопустимо!

Человеческий организм, сточки зрения биомеханики двигательного аппарата, представляет собой сложную двигательную систему, имеющую 244 степени свободы. Верхние и нижние конечности имеют по ВО степеней свободы. Понятно, что система с таким числом свобод может выполнить одну и ту же задачу, проводя движение по существенно различающимся траекториям. Следовательно, при выполнении движения необходим постоянный контроль за работающими мышцами, так как никакие

двигательные импульсы к мышцам, как бы точны они ни были, не могут сами по себе обеспечить точность движения. Для выполнения заданного движения с большой точностью необходима постоянная коррекция его на всей амплитуде движения (В.П. Губа, 1996). Осуществляется эта коррекция мышцами, включающимися в работу по мере поступления в мозг информации с периферии о ходе выполнения заданного движения. Осуществляют слежение за движением нервные аппараты (рецепторы), «вынесенные» на периферию в суставы, мышцы, сухожилия. От этих рецепторов идут так называемые «проприоцептивные импульсы» к мозгу, и он корректирует движение включением вспомогательных мышц, или усиливая работу антагонистов. Необходимо знать, что всякое двигательное действие выполняется всегда при взаимодействии двигательных центров (нервных клеток, их отростков и концевых аппаратов), чувствительных аппаратов на периферии, нервных волокон и чувствительных (анализаторных) центров, мышечного волокна и мышц в целом.

Таким образом, двигательные умения в простых и сложных движениях не могут быть простым двигательным штампом, как условный рефлекс не может быть простым впечатком в двигательных центрах мозга. Это сложный, постоянно меняющийся процесс. Следующая за умением ступень более сложная – это двигательный навык. Двигательный навык, – указывает Н.А. Бернштейн (1991), – не формула движения, и тем более не формула запечатленных в двигательном центре мышечных напряжений. Двигательный навык – это освоенное умение решать тот или иной вид двигательной задачи. Теперь понятно, чтобы выполнить какое-то движение правильно, необходимо сотни раз пройти путь двигательного акта, чтобы чувствительные центры могли «прочувствовать» все возможные отклонения при выполнении этого движения.

В разные возрастные периоды – детский, пубертатный, юношеский, зрелый – двигательный навык строится по-разному. Это связано с созреванием двигательных и сенсорных отделов мозга.

Все изложенное позволяет разобраться в научно обоснованных положениях о правильной организации и проведении как учебных, так и тренировочных занятий у детей разного возраста, пола и конституционального строения. Становится понятной необходимость более точной оценки влияния применяемых средств физического воспитания на достижения в тестовых упражнениях – основного критерия оценки двигательных воз-

возможностей. Постоянный анализ динамики результатов тестовых упражнений позволяет выявить степень овладения двигательным умением выполняемого упражнения, подобранных с учетом морфофункциональных и биомеханических особенностей растущего организма. Все это позволяет более осознанно менять структуру и объемы физических упражнений с целью успешного выполнения программных требований, соответствующих состоянию здоровья детей конкретного возраста и морфобиомеханического типа.

Построение тренировочных занятий должно основываться не только на закономерностях биологического развития детского организма, но и учитывать морфобиомеханические особенности и особенности совершенствования двигательных умений у детей разных вариантов развития. Существующая в настоящий момент организация учебного процесса в дошкольных учреждениях и в общеобразовательной школе, а также установленный режим дня не обеспечивают биологической потребности организма в энерготратах, создавая дефицит двигательной активности, «двигательный голод».

В действовавших до последнего времени программах по видам спорта для ДЮСШ, СДЮШОР, ШИСП приводились контрольно-переводные нормативы по годам обучения, разработанные, как правило, на основе средних и стандартных отклонений. Этот вид относится к сопоставительным нормам, так как позволяет сравнить данные учеников, относящихся к одной и той же совокупности.

В то же время для объективности суждения о достоинствах или недостатках используемых различных вариантов построения тренировки (отдельных ее частей, компонентов и др.) необходимо располагать критериями, отвечающими требованию должных величин. Для такого вида норм характерными являются следующие функции:

1. Дидактическая – определяет уровень общей и специальной подготовленности юных спортсменов.
2. Контрольная – позволяет выяснить правильность избранной методики тренировки.
3. Прогноза – дает возможность узнать, достиг ли юный спортсмен уровня, необходимого для перехода к решению последующих задач подготовки.
4. Изучения спортсменов – выявляет различия, учащихся в зависимости от показанных результатов.

5. Сравнения – характеризует степень достижения поставленных задач в соответствии с нормативными показателями.

6. Обратной связи – дает информацию тренерам и спортсменам.

Именно поэтому в понимании должных норм, в частности, физической подготовленности юных спортсменов, следует исходить из их характеристики как функционального оптимума, служащего основой для достижения запланированных результатов. В этой связи важно, чтобы должные нормы самым тесным образом соответствовали целевому заданию на том или ином этапе годичного цикла или многолетней подготовки. Этому требованию не отвечает в полной мере критерий среднестатистического понимания должной нормы по следующим причинам.

Во-первых, научно обоснованные средние получаются, когда совокупность юных спортсменов определенной квалификации качественно однородна. Однако на этапах начальной спортивной специализации и углубленной тренировки при обследовании юных спортсменов трудно достигнуть качественно однородной совокупности, что объясняется диапазоном классификационных требований на уровне III, II, I разрядов. В связи с этим при обследовании, к примеру, группы юных спортсменов III разряда в ее состав входят и те, кто только выполнил этот норматив, и те, кто приближается по своим результатам к верхнему его пределу. Поэтому совокупность нельзя признать качественно однородной, а средние показатели не могут служить критерием для установления должных норм.

Во-вторых, норма включает в себя не только среднестатистическую величину, но и серию отклонений от этой величины в известном диапазоне. В измерениях по спорту чаще всего используется среднее квадратическое (стандартное) отклонение. При оценке варьирования индивидуальных показателей 99,7% результатов должно находиться в пределах  $s+3$ . Однако такой критерий для введения должных норм физической подготовленности юных спортсменов является чрезмерно общим.

Исследованиями установлено, что нормативные показатели должны отвечать:

1. Принципу всесторонней физической подготовки, который является ведущим на этапах начальной спортивной специализации и углубленной тренировки.

2. Требованию должных величин.

3. Условию доступности для широкого использования в практике.

Одним из основных положений при разработке должных норм является концепция нормативных соотношений, согласно которой установление количественных характеристик, в частности, надлежащей пропорциональности развития основных физических качеств, проводится на основе относительных величин. Применительно к нормам разносторонней подготовленности это означает, что каждый из показателей должен находиться в конкретном соотношении с другими. В качестве «базы», то есть показателя, с которым соотносятся все остальные, в игровых видах спорта избирается спортивный результат в основном тесте-упражнении. Для простоты база принимается за 100 и относительные величины обозначаются как проценты.

Исследование по методологии оценивания разносторонней физической подготовленности юных спортсменов осуществлялось в несколько этапов. На первом из них на моделях отбираемых в спорт детей отработывалась технология определения должных величин пропорциональности показателей общей и специальной подготовленности. Вторым этапом работы предусматривал проверку пригодности метода пропорций для постановки нормативов. Третьим этапом исследования заключался в разработке должных норм разносторонней подготовленности юных спортсменов в игровых видах спорта.

В целом было проведено обследование 820 юных спортсменов различной квалификации, начиная от юношеского разряда до мастера спорта. Программа педагогических контрольных испытаний в отдельных видах спорта включала от 12 до 18 упражнений, а сумма всех измерений составила 20136.

На втором этапе регистрировали показатели двигательного развития по специально разработанной программе, включающей тесты, характеризующие развитие отдельных двигательных качеств.

На третьем этапе выделяли детей с преобладанием какого-либо двигательного качества. После чего составлялись должные нормы по методике, предложенной М.Я. Набатниковой (1983).

Сравнивая результаты тестов испытуемого, мы получаем мозаичную картину, в которой наш испытуемый по одним тестам относится к 6-летнему ребенку определенного соматического типа, а по другому – к 7,5-летнему ребенку. Как тут быть? В этом слу-



чае используем приведенную нами ранее запись  $H = (P1+P2...P)$ , которая и позволит по суммарноусредненным данным характеризовать двигательный возраст ребенка. Таким образом, двигательный возраст ребенка есть совокупность двигательных возрастов, проявленных при выполнении тестов, характеризующих основные физические качества, и выражается в годах, месяцах опережения или замедления по сравнению с должными величинами для конкретного соматического типа.

Пример. Ребенок восьми лет МиС типа не может выполнить норматив в прыжковых многоскоках (восьмерной с ноги на ногу) в силу соматических особенностей, но в то же время он без затруднений выполняет тест на выносливость. Поэтому, на наш взгляд, при определении ДВ должен учитываться соматический тип.

Для определения индивидуального показателя разносторонней физической подготовленности юных спортсменов М.Я. Набатниковой (1982) предложено ориентироваться на целевой результат в «базовом» упражнении. Нами был выбран как базовый показатель бег 30 м.

Например, для 6-летнего ребенка планируется результат пробегания 30 м – 7,03 с, то есть  $V_{пл} = 4,26$  м/с. Это и будет базовая величина, принимаемая за 100%. Определение норматива для каждого контрольного упражнения рассчитывается по формуле:

$$\text{Норматив} = K_{си} \cdot V_{пл}/100$$

$K_{си}$  – вычисленные нами значения коэффициентов соотносительности для соответствующего теста с учетом соматического типа;  $V_{пл}$  – планируемая скорость бега.

Пример:

А) Норматив в беге на 10 м должен быть:  $10 м = 75 \cdot 4,26/100 = 3,2$  с.

Б) Нормативный результат «многоскок 8 раз с ноги на ногу» должен быть: Длина прыжка =  $20331 \cdot 4,26/100 = 866,1$  см.

В) Нормативный результат в прыжках в длину с разбега должен быть: Длина прыжка =  $4331 \cdot 4,26/100 = 184,5$  см.

Особенно следует отметить, что расчет коэффициентов соотносительности у младших школьников выявил высокую зависимость его от СТ ребенка.

Тестирование детей, проведенное без предварительного определения СТ, не имеет смысла, так как не позволяет объективно оценить их двигательные возможности, а, следовательно, ориентировать их на тот вид спортивной деятельности, в котором они способны добиться высоких результатов.

Пригодность рассчитанных нами коэффициентов соотносительности для детей различных СТ была проверена в процессе систематических обследований учащихся начальных классов общеобразовательных школ.

Смоленска и показала высокую их эффективность. Изменение результатов в тестовых упражнениях в онтогенезе наглядно свидетельствует о тех компенсаторно-приспособительных реакциях в детском организме, о которых шла речь во вступлении к третьему разделу.

С возрастом меняется двигательная активность ребенка, и, следовательно, идет активная перестройка в его организме. И не надо ставить вопрос: что первично – функция или морфология? Это две стороны единого процесса онтогенетического развития ребенка. Тренировочный процесс вносит существенные «поправки» в результат двигательной активности, активизируя процессы репаративной регенерации, но в пределах строго индивидуальной ответной «нормы реакции», у каждого ребенка свой потолок, своя норма.

Предлагаемые расчетные величины могут помочь выявить детей с широким размахом нормы двигательной возможности, то есть более перспективных при обоснованных тренировочных нагрузках в показании высоких спортивных результатов.

Подобным образом были определены показатели должной пропорциональности в контрольных упражнениях. Так как в этом случае речь идет о должном соотношении развития основных физических качеств, то полученные относительные величины названы нами коэффициентами соотносительности ( $K_{\text{сн}}$ ). Принимая во внимание данные ретроспективного анализа показателей сильнейших спортсменов и массового тестирования юных спортсменов, они разбиты на две категории, в одном случае, для кандидатов в мастера спорта и I разряда, в другом – для II и III разрядов.

Проверка пригодности разработанных коэффициентов соотносительности для определения нормативов осуществлялась на втором этапе исследования. Была сформирована группа юных спортсменов, имеющих I разряд. Их результаты были стандартизированы, то есть, согласно установке на подразрядную дробность находились в диапазоне от промежуточного результата I разряда до нижней его границы. Тем самым, по уровню физической подготовленности юные спортсмены этой группы могли быть отнесены к одной категории. С помощью коэффициентов соотносительно-

сти были рассчитаны должные нормативы контрольных упражнений для группы в целом.

Как указывалось, выше, при разработке должных норм в период отбора и ранней ориентации, в частности, разносторонней физической подготовленности детей, необходимо основываться на ретроспективном анализе уже в возрастном аспекте данных сильнейших спортсменов России и мира, а также материалах обследования юных спортсменов различного возраста и квалификации, при этом необходимы свои должные нормы.

.....  
**ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ  
СПОРТСМЕНОВ**  
.....

**4.1. Анализ функционирования респираторной системы  
в тренировочном процессе спортсменов**

В современных условиях интенсификации нагрузок при спортивной деятельности необходима разработка диагностических критериев оценки функционального состояния респираторной системы юных спортсменов.

Для организма тренирующегося спортсмена характерны специфические состояния, крайне редко переживаемые человеком, не тренирующем скоростно-силовые качества или выносливость. У подростков, достигшего определенного уровня спортивной подготовленности характерно перенесение острого и хронического утомления, перетренированности, обусловленных избыточными физическими нагрузками.

Экстремальные физические нагрузки в спорте лимитируют физическую активность за счет развития бронхиальной обструкции, клеточной инфильтрации слизистой оболочки бронхов, ремоделирования респираторного тракта. Отмечается увеличение емкости сосудистого капиллярного русла, повышение вязкости крови, удлиняется время мукоцилиарного клиренса; при этом увеличение кровенаполнения легких при максимальных нагрузках у квалифицированных спортсменов приводит к компрессии сосудов малого круга кровообращения и развитию острого респираторного дистресс-синдрома. Это служит основой для ремоделирования респираторного тракта: происходит гипертрофия дыхательной мускулатуры, развивается субэндотелиальный фиброз, отмечается снижение эластичности стенки бронха, разрывы альвеол и окклюзия легочных капилляров в условиях механического и оксидативного стресса, повышение тонуса симпатического отдела ВНС, что приводит к вазоконстрикции, редукции сосудистого русла.

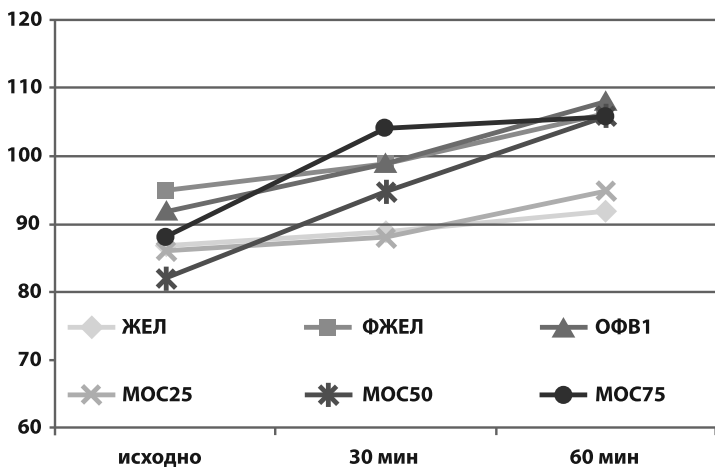
В обучении юных спортсменов стратегической задачей этапа начальной подготовки является, как увеличение общего объема времени физических и психических нагрузок, так и интенсивности учебно-тренировочных занятий.

Целью исследования явился анализ изменений показателей кривой «поток-объем» в динамике тренировки футболистов 13–14 лет. Для оценки изменений состояния функции внешнего дыхания проводился запись спирограммы с использованием спирографа «Спиро-Спектр» компании Нейрософт. По спирограмме оценивались следующие показатели: жизненная емкость легких (ЖЕЛ), форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), объем форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ1), отношение объема форсированного выдоха за 1 секунду к форсированной жизненной емкости (ОФВ1/ФЖЕЛ), средняя объемная скорость воздуха в середине форсированного выдоха между 25 и 75% ФЖЕЛ (СОС 25–75), пиковая объемная скорость (ПОС), мгновенная объемная скорость в момент выдоха 25% ФЖЕЛ (МОС25), мгновенная объемная скорость в момент выдоха 50% ФЖЕЛ (МОС50), мгновенная объемная скорость в момент выдоха 75% ФЖЕЛ (МОС75).

На основании проведенного спирографического мониторинга спортсменов сделан вывод о том, что у большинства из обследованных при анализе кривой «поток-объем» отмечался прирост скоростных и объемных показателей дыхания, что можно охарактеризовать как адекватные приспособительные реакции респираторной системы, в частности, легочной вентиляции, на тренировочную нагрузку (рис. 11).

При нарастании интенсивности физической нагрузки в процессе тренировки отмечалось повышение показателей, характеризующих резервные возможности дыхания (ОФВ1, ФЖЕЛ, МОС50-75) и отражающих мобилизационную готовность дыхательной системы к выполнению дополнительной нагрузки. Данные изменения происходили за счет включения в работу мелких бронхов и бронхиол дистального отдела дыхательной системы. Выявленные возможности свидетельствуют о наличии резервного ресурса работы дыхательной системы в группе обследованных спортсменов.

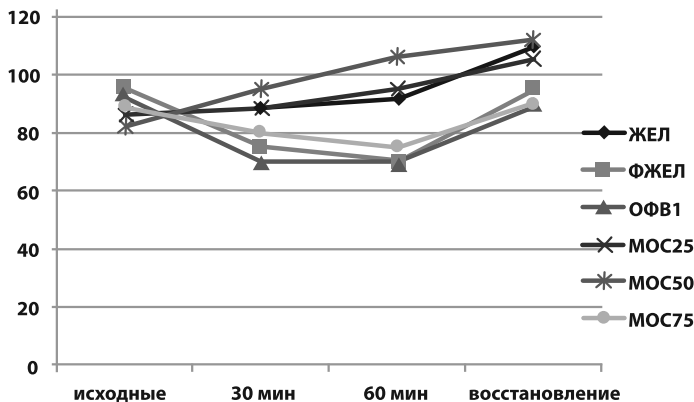
Для приведенной группы спортсменов предполагается высокая переносимость нагрузок на выносливость, возможность роста тренированности и спортивного мастерства.



*Рис. 11.* Показатели функции внешнего дыхания в динамике физической нагрузки

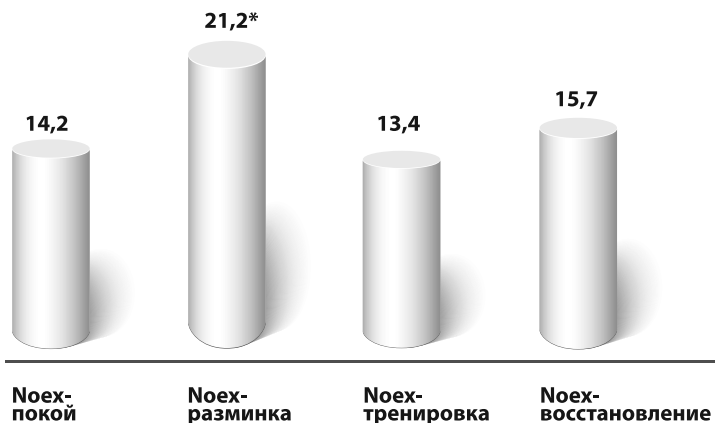
Однако, часть спортсменов (12%) отмечали появление дезадаптивных изменений при нарастании тренировочной нагрузки до уровня субмаксимальной.

Как видно из полученных данных (рис. 12) отмечается снижение показателей по кривой «поток-объем», характеризующих скоростные показатели респираторной системы.



*Рис. 12.* Показатели функции внешнего дыхания при нарастании интенсивности физической нагрузки

Средний уровень NOex в покое составил  $14,2 \pm 0,7$  ppb, после разминки –  $21,2 \pm 0,4$ , при нарастании интенсивности физической нагрузки –  $13,4 \pm 0,6$ , в периоде восстановления –  $15,7 \pm 0,5$  (рис. 13).



\* – достоверность различий при  $p < 0,05$

**Рис. 13.** Уровень окиси азота в выдыхаемом воздухе у мини-футболистов в различных режимах физической нагрузки

Как видно из представленных данных, при нарастании физической нагрузки отмечается достоверное увеличение продукции NO, при восстановлении – сохранение гиперпродукции оксида азота с выдыхаемым воздухом.

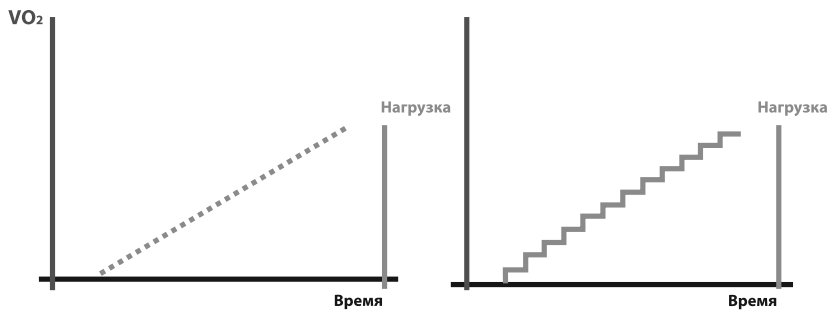
Данная динамика отражает колебание NOex в области патологических значений, вероятно ассоциированных с возможным аллергическим воспалением. При оценке ФВД у данных спортсменов не было отмечено диагностически значимого снижения показателей ОФВ1, МОС25-75 в динамике физической нагрузки.

*Эргоспирометрия* – это метод функциональной диагностики, при котором производится анализ дыхательных газов в инспираторной и экспираторной фазе, позволяющий сделать заключения о взаимодействии систем дыхания, сердца, кровообращения и обмена веществ. Этот метод применяется в спортивной медицине, а также в кардиологии, пульмонологии и профмедицине.

В спортивной медицине эргоспирометрия обеспечивает объективное неинвазивное измерение функциональной способности сердечно-сосудистой системы, а также точное определение индивидуального аэробного/анаэробного порога.

На основе эргоспирометрических обследований могут быть получены точные рекомендации по организации тренировок. Эргоспирометрический тест должен проводиться на бегущей дорожке. Использование велоэргометров не может быть рекомендовано с учетом специфических футбольных нагрузок.

В процессе эргоспирометрического тестирования футболист движется по бегущей дорожке с постоянным увеличением нагрузки. В течение первых 2-х минут тестирования угол подъема бегущей дорожки = 0%, а скорость составляет 4 км/ч. С 6-й минуты подъем полотна бегущей дорожки и скорость увеличиваются в соответствии с выбранным протоколом до момента остановки тестирования. Измерения также проводятся за 5 минут до и через 5 минут после нагрузки (рис. 14).



**Рис. 14.** Особенности нарастания нагрузки при ступенчатом тесте

В результате эргоспирометрического тестирования могут быть получены следующие параметры:

1. Поглощение кислорода ( $VO_2$ ) и выброс углекислого газа на соответствующей стадии нагрузки
2. Минутный объем дыхания (AMV)
3. Вентиляция мертвого пространства
4. Максимальное поглощение кислорода ( $VO_{2\text{макс}}$ )
5. «Кислородный пульс» (доставка кислорода при определенной частоте пульса)
6. Дыхательный эквивалент (для  $O_2$  и  $CO_2$ )
7. Респираторный коэффициент (RQ)
8. Аэробный/анаэробный порог
9. Резерв дыхания
10. Соотношение мертвого пространства и дыхательного объема



*Максимальное поглощение кислорода ( $VO_2$  макс)* в процессе максимальной нагрузки является стандартным показателем аэробной производительности. При этом речь идет о максимальном объеме  $O_2$ , которое поглощается из вдыхаемого газа за единицу времени. В профессиональном спорте определение  $VO_2$  макс используется для оценки результатов тренировок на выносливость.

Значение  $VO_2$  макс рассчитывается в литрах в минуту. У нетренированных оно обычно составляет около 3–3,5 л/мин, а у выносливых тренированных спортсменов около 5–6 л/мин. Для индивидуального сравнения выносливости ввиду различных антропометрических данных (рост, вес) этот показатель может использоваться весьма ограниченно. Для лучшей сопоставимости используется унификация по весу тела. Используется относительное максимальное поглощение кислорода (мл/мин/кг). У людей в возрасте от 20 до 30 лет этот показатель составляет 35–40 мл/мин/кг. Женщины достигают меньших значений. Когда  $VO_2$  макс соотносится с безжировой массой тела, разница между полами практически стирается. Топ-спортсмены определенных видов спорта (например, велогонщики, лыжники, бегуны на длинные дистанции) могут достигать значений 80–90 мл/мин/кг. У пациентов с заболеваниями сердца измеряются значения около 15–20 мл/мин/кг. Максимальное поглощение кислорода ( $VO_2$  макс) определяет верхний предел сердечно-сосудистой системы. Среднее значение  $VO_2$  макс, измеренное у профессиональных футболистов-мужчин различных национальностей, находится в диапазоне от 55 до 68 мл/мин/кг, при этом у некоторых спортсменов максимальные значения превышают 70 мл/мин/кг. Эти значения сопоставимы со значениями, полученными у представителей других командных видов спорта, однако они существенно ниже, чем показатели ведущих спортсменов в видах спорта на выносливость, у которых эти значения могут достигать 90 мл/мин/кг.

Прямое измерение газообмена в процессе эргоспирометрии представляет собой оптимальный метод определения максимального поглощения кислорода ( $VO_2$  макс). Оно может производиться, например, методом анализа отдельных дыхательных циклов (метод Breath-by-Breath). Точное определение  $VO_2$  макс в процессе эргоспирометрии предполагает применение высоких уровней нагрузки, которая может оцениваться на основании различных критериев.

1. Первым критерием является так называемый эффект «выравнивания» – несмотря на повышение нагрузки, не происходит

дальнейшего увеличения поглощения кислорода. В этом случае мы говорим о пиковом  $VO_2$  (или  $VO_{2\text{пик}}$ ). При этом речь идет о самом высоком  $VO_2$  за весь период нагрузки. Другими объективными критериями максимальной нагрузки являются:

2. Максимально достигнутая ЧСС.
3. Максимальная концентрация лактата (8–10 ммоль/л).
4. Максимальный респираторный коэффициент ( $RQ > 1,1$ ).
5. Макс.  $O_2$  – дыхательный эквивалент ( $>30$ ).
6. Превышение максимальной ЧСС (220–возраст).

Под *поглощением кислорода* ( $VO_2$ ) понимается объем кислорода, который потребляется организмом из вдыхаемого воздуха за единицу времени. Его можно рассчитать как произведение разницы концентрации  $O_2$  во вдыхаемом (0,209) и выдыхаемом воздухе (0,163) и из минутного объема дыхания (в покое около 7 л/мин). Пример в состоянии покоя:

$$VO_2 = 7 \text{ л/мин} (0,209 - 0,163) O_2 \quad VO_2 \sim 0,3 \text{ л/мин}$$

При этом  $VO_2$  это объем кислорода, который в чистом виде потребляется организмом из вдыхаемого воздуха. С повышением физической нагрузки происходит увеличение  $VO_2$ . Также происходит увеличение минутного дыхательного объема и минутного объема сердца. Увеличение  $VO_2$  зависит от функциональной способности как респираторной, так и сердечно-сосудистой системы. Работающая мускулатура демонстрирует повышенную потребность в кислороде. Она покрывается за счет более интенсивного кровоснабжения мускулатуры и повышенного использования кислорода. Повышенное периферическое использование кислорода достигается за счет увеличения расхода кислорода, увеличения количества кровопроводящих капилляров, а также повышения значения рН и температуры в работающей мускулатуре.

*Респираторный коэффициент (RQ)* является одним из параметров, определяемых в процессе эргоспирометрии. Респираторным коэффициентом называется отношение объема углекислого газа, выделяемого за единицу времени ( $VCO_2$  л/мин), к объему поглощаемого кислорода ( $VO_2$  л/мин).

$$RQ = VCO_2 / VO_2$$

В условиях равновесия (steady state) респираторный коэффициент зависит от метаболического субстрата выработки энергии и может использоваться для оценки доли метаболизации жиров или углеводов. RQ составляет 1 при чистой метаболизации углеводов, при чистом сжигании жира 0,7. Среднесбалансированное питание приводит к RQ примерно 0,8–0,85. При повышении

нагрузки выработка  $\text{CO}_2$  превышает потребление  $\text{O}_2$ , так что RQ поднимается до значений свыше 1. Повышение RQ до значений свыше 1,1 в процессе эргоспирометрии рассматривается как один из критериев достижения максимальной нагрузки.

*Дыхательный эквивалент* рассчитывается путем деления минутной вентиляции легких ( $\text{VE}$  л/мин) на потребление кислорода ( $\text{VO}_2$  л/мин).  $\text{EQO}_2 = \text{VE} / \text{VO}_2$ . Значение  $\text{EQO}_2$  отражает количество вдыхаемого воздуха, которое необходимо для поглощения 1 литра  $\text{O}_2$  и таким образом представляет собой показатель вентиляторной эффективности. Дыхательный эквивалент составляет около 25 единиц в состоянии покоя, т.е. для поглощения 1 л  $\text{O}_2$  требуется около 25 л воздуха. С началом нагрузки  $\text{EQO}_2$  падает и достигает у тренированных атлетов минимальных значений около 20. «Точка оптимальной эффективности дыхания» (согласно Hollmann) определяется, когда максимум потребления кислорода ( $\text{VO}_2$ ) достигается при относительном минимуме минутного дыхательного объема ( $\text{VE}$ ). При дальнейшем увеличении нагрузки дыхание становится «неэкономным» (увеличение вентиляции мертвого пространства, слишком короткое контактное время для поглощения  $\text{O}_2$  в легочных капиллярах), за счет чего происходит повышение дыхательного эквивалента. В пограничной области физической работоспособности  $\text{EQO}_2$  достигает значений 30–35. Степень тренированности, а также тип нагрузки влияют на определение значения  $\text{VO}_{2\text{макс}}$ . Значение  $\text{VO}_{2\text{макс}}$ , достигаемое на бегущей дорожке за счет большей задействованности мышечной массы, как правило, выше, чем  $\text{VO}_{2\text{макс}}$  при тесте на велоэргометре. Однако гребцы или велосипедисты способны достичь своего действительного  $\text{VO}_{2\text{макс}}$  на эргометрах, специфических для своих видов спорта, поскольку за счет характерных заученных движений тренированная мускулатура может быть максимально задействована и напряжена. Выбор нагрузочного протокола также влияет на полученные результаты. Сегодня в основном выбирают протоколы линейного или ступенчатого увеличения нагрузки. Общая длительность нагрузки должна быть 7–12 минут. Меньшая или большая длительность нагрузки может привести к искажению результатов тестирования. Максимальная аэробная производительность может быть выражена в метаболических единицах (MET), 1 MET соответствует энергетическому обмену в состоянии покоя со средним потреблением кислорода 3,5 мл/мин/кг. Соответственно, могут быть рассчитаны следующие приблизительные значения максимального энергетичес-

кого обмена у людей с различным уровнем физической подготовленности:

1. Нетренированные – 10.
2. Тренированные спортсмены – 15.
3. Высокотренированные спортсмены – 20 METs.

Значения, рассчитанные по формулам непрямого определения  $\dot{V}O_{2\max}$  из мощности в Вт (для велоэргометрических исследований) или достигнутой скорости (при тестировании на бегущей дорожке), имеют достаточно большой разброс ввиду большого числа факторов воздействия.

Порог  $\dot{V}CO_2/\dot{V}O_2$  и ЧСС, достигнутая при пересечении кривых, а также значение  $\dot{V}O_{2\max}$  являются определяющими параметрами для расчета ЧСС при аэробной и анаэробной, специфической футбольной тренировке на выносливость. По нашему опыту, этот метод более эффективен для расчета тренировочного пульса, чем метод лактатных порогов. При использовании метода эргоспирометрии параллельно проводится также анализ кинетики лактата методом забора капиллярной крови. Результаты обоих тестирований сравниваются друг с другом и способствуют выработке эффективных рекомендаций по организации тренировочного процесса.

#### **4.2. Анализ функционирования респираторной системы в соревновательном процессе спортсменов**

При классификации тренировочных нагрузок в целях индивидуализации их тренирующего эффекта учитывается существование «критических точек» мощности нагрузок, которые отличаются разным соотношением аэробных и анаэробных процессов в метаболическом обеспечении мышечной деятельности. При этом система регуляции дыхания, как правило, поддерживает уровень легочной вентиляции согласно интенсивности метаболических процессов, происходящих в организме, а уровень потребления  $O_2$  и выделения  $CO_2$  можно считать конечным результатом. Однако дыхательный центр обеспечивает непосредственно не конечный интегральный уровень легочной вентиляции, а ее компоненты: глубину и скорость вдоха и выдоха, продолжительность фаз дыхательного цикла.

Исследования проводили в условиях предсоревновательной подготовки с участием 320 спортсменов, которые специализировались в избранном виде спорта (легкая атлетика, гребля

на байдарках и каноэ, хоккей, биатлон, лыжные гонки). Изучали показатели газообмена, внешнего дыхания в условиях эргометрических нагрузок различной продолжительности и интенсивности, позволяющих оценить возможности разных сторон энергообеспечения физической работы.

В качестве физических нагрузок, преимущественно аэробного характера энергообеспечения, использовали нагрузки малой интенсивности с дистанционным уровнем потребления  $O_2$  17–20% максимального уровня потребления  $O_2$  ( $VO_{2max}$ ) и нагрузки средней интенсивности с уровнем  $VO_2$  51–55%  $VO_{2max}$ . Мощность аэробных механизмов энергообеспечения физической работы характеризовалась достигнутым уровнем  $VO_{2max}$  и мощностью «критической» работы ( $Ш_{кр}$ ) при выполнении работы со ступенчато-возрастающей мощностью «до отказа», а также работы на уровне анаэробного порога ( $W_{АнП}$ ). Использовали 60-секундную нагрузку максимальной интенсивности для оценки анаэробных гликолитических возможностей организма ( $W_{max}$  60 с).

В реальном масштабе времени определяли основные характеристики реакции дыхательной системы с использованием диагностического эргоспирометрического комплекса «OxusonMobile» («Jager», Германия): легочную вентиляцию ( $V_E$ ), частоту дыхания ( $f_T$ ), дыхательный объем ( $V_T$ ), концентрацию  $CO_2$  и  $O_2$  в выдыхаемом ( $F_E O_2$ ,  $F_E CO_2$ ) и в альвеолярном воздухе ( $F_A O_2$ ,  $F_A CO_2$ ), потребление  $O_2$  ( $VO_2$ ), выделение  $CO_2$  ( $VCO_2$ ), газообменное отношение ( $VCO_2 - VO_2^{-1}$ ), вентиляционные эквиваленты для  $O_2$  ( $E_{QO_2} = V_E A / O_2^{-1}$ ) и  $CO_2$  ( $E_{QCO_2} = V_E - VCO_2^{-1}$ ), кислородный пульс (« $O_2$ -пульс» =  $VO_2 \cdot ЧСС^{-1}$ ) и др. Учитывая, что измерения проводились в открытой системе, показатели внешнего дыхания приведены к условиям ВТРС, а газообмена – к условиям STPD. Регистрацию частоты сердечных сокращений (ЧСС,  $уд \cdot мин^{-1}$ ) проводили с помощью «Sport Tester Polar» (Финляндия).

В условиях физических нагрузок с различным соотношением аэробных и анаэробных процессов в энергообеспечении были проанализированы изменения реакции кардиореспираторной системы (КРС) по ее уровню и эффективности. Как видно из данных, в условиях использованных тестов спортсмены выполняют физическую работу различной мощности, что и обуславливает различный уровень срочной реакции КРС, которая адекватна уровню метаболизма при определенных условиях выполнения физиче-

ской работы. При аэробных физических нагрузках малой и средней интенсивности, нагрузках на уровне порога анаэробного обмена отмечается некоторое преобладание прироста потребления  $O_2$  над увеличением выделения  $CO_2$ . Так, величина  $VCO_2 - VO_2^{-1}$  изменялась в пределах от 0,78 до 0,93. Это свидетельствовало о том, что тестирующие нагрузки выполнялись преимущественно за счет аэробных механизмов энергообеспечения. В этот период активность анаэробных гликолитических процессов в энергообеспечении работы незначительна, и они играют мобилизирующую роль для развития аэробных процессов в энергообеспечении.

С увеличением интенсивности физических нагрузок на фоне повышения активности аэробных процессов в энергообеспечении отмечается прогрессирующее увеличение активности анаэробных гликолитических процессов. В этот период нарушается баланс образования лактата в мышцах и его утилизации в организме, появляются признаки угнетения аэробных процессов в энергообеспечении нарастающей степенью ацидоза. При выполнении работы на уровне порога анаэробного обмена и после его превышения отмечается больший прирост выделения  $CO_2$  (на  $1585,74 \pm 29,75\%$ ), чем потребления  $O_2$  (на  $1234,55 \pm 20,23\%$ ), что связано с компенсацией нарастающей степени ацидоза во время выполнения максимальных физических нагрузок (табл. 22).

Увеличение вклада анаэробных гликолитических процессов и нарастающая степень ацидоза приводят к изменениям в эффективности деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем. С повышением интенсивности физических нагрузок в аэробной зоне отмечается повышение эффективности легочной вентиляции и эффективности дыхательного цикла (изменения  $VO_2 \cdot f_T^{-1}$  в диапазоне 88,48–308,19%), а после превышения порога анаэробного обмена отмечается снижение их эффективности.

При нагрузках были обнаружены достоверные различия величины основных параметров функционирования дыхательной системы (табл. 23), характеризующие структуру дыхательной реакции. С увеличением мощности нагрузки отмечается прогрессирующее увеличение  $V_E$ ,  $V_T$ ,  $f_T$ ,  $V_A$ ,  $V_D$  в сочетании со снижением продолжительности дыхательного цикла ( $T_{fT}$ ), создаются сложные и неоднозначные изменения паттерна дыхательной реакции (легочной вентиляции). Наибольшая степень изменений относительно состояния покоя отмечается для альвеолярной вентиляции при аэробных нагрузках малой (на  $203,13 \pm 3,24\%$ ) и максимальной (на  $1377,33 \pm 4,58\%$ ) интенсивности, а также

Уровень физической работоспособности и уровень функционирования кардиореспираторной системы у спортсменов в условиях физической работы разного характера энергообеспечения,  $X \pm S$

Показатель	Относительный покой	Нагрузка				
		Аэробная		Аэробно-анаэробная		Анаэробная нагрузка максимальной интенсивности
		малой интенсивности	средней интенсивности	на уровне порога анаэробного обмена	удержание «критической» мощности	
Мощность работы (W), Вт	–	55,0±0,6	143,5±1,6	397,1±3,5	368,7±4,1	595,1±6,7
Уровень потребления $O_2$ ( $VO_2$ ), мл • мин <sup>-1</sup>	419,3±6,0	1056,7±12,2	2725,3±29,8	4784,7±35,8	4790,4±59,4	4615,1±62,8
Уровень выделения $CO_2$ ( $VCO_2$ ), мл • мин <sup>-1</sup>	330,6±5,1	804,0±10,5	2417,4±29,5	5157,5±43,2	4920,6±59,4	5193,7±77,7
Частота сердечных сокращений (ЧСС), уд • мин <sup>-1</sup>	62,8±0,7	88,9±0,7	135,4±1,0	190,2±0,5	188,2±0,9	183,3±1,0
Кислородный эффект сердечного цикла (« $O_2$ – пульс»), мл • уд <sup>-1</sup>	5,9±0,1	12,0±0,1	20,2±0,1	25,4±0,2	26,1±0,6	25,0±0,4
Вентиляционный эквивалент для $O_2$ , $EQ_{O_2} = V_E \cdot VO_2^{-1}$	30,9±0,3	25,3±0,2	24,1±0,1	31,0±0,2	31,0±0,3	29,6±0,4
Вентиляционный эквивалент для $CO_2$ , $EQ_{CO_2} = V_E \cdot VCO_2^{-1}$	33,2±0,3	27,6±0,3	25,3±0,2	31,4±0,2	31,8±0,3	33,4±0,4
Коэффициент использования $O_2$ ( $VO_2 \cdot V_E^{-1}$ )	31,6±0,2	40,6±0,2	41,4±0,2	30,2±0,2	30,3±0,3	29,2±0,4
Газообменное отношение ( $VCO_2 / VO_2$ )	0,7±0,01	0,7±0,01	0,9±0,008	1,0±0,01	1,03±0,01	1,1±0,0

Изменения основных характеристик функционирования дыхательной системы у спортсменов в условиях выполнения физических нагрузок различного характера,  $\bar{X} \pm S$

Показатель	Относительный покой	Нагрузка				
		Аэробная		Аэробно-анаэробная		Анаэробная нагрузка максимальной интенсивности
		нагрузка малой интенсивности	средней интенсивности	на уровне порога анаэробного обмена	удержание «критической» мощности	
Уровень легкой вентиляции $V_E, \text{л} \cdot \text{мин}^{-1}$	13,3±0,1	26,1±0,2	66,3±0,7	159,8±1,3	159,4±2,1	160,0±2,5
Дыхательный объем, $V_T, \text{л}$	866,5±13,9	1256,8±16,8	2163,1±27,6	3105,2±27,6	3114,6±39,6	2930,8±40,3
Частота дыхания, $f_T, \text{мин}^{-1}$	16,3±0,2	21,6±0,2	31,4±0,3	52,4±0,5	51,5±0,7	55,2±0,9
Уровень альвеолярной вентиляции, $V_A, \text{л} \cdot \text{мин}^{-1}$	10,5±0,1	21,4±0,3	57,0±0,7	135,9±1,5	145,2±2,0	143,7±2,6
Коэффициент экономичности дыхательного цикла, $VO_2, f_T^{-1}$	26,6±0,5	50,1±0,8	89,6±1,4	93,9±1,2	94,9±1,7	85,7±1,7



для легочной вентиляции (от  $196,26 \pm 9,38$  до  $1200,78 \pm 23,73\%$  соответственно). Меньшая степень изменений отмечается для уровня вентиляции мертвого пространства (от  $199,99 \pm 8,14$  до  $862,86 \pm 1,03\%$  соответственно).

С возрастаянием интенсивности нагрузки в формировании уровня легочной вентиляции увеличивается уровень альвеолярной вентиляции и уменьшается вентиляция мертвого пространства. При максимально достигнутой мощности в условиях длительной работы объем функционального мертвого пространства может вырасти на  $169,10 \pm 3,47\%$ , который, однако составляет меньшую долю от величины дыхательного объема (около  $10,20 \pm 1,04\%$ ), поэтому эффективность вентиляции в целом при нагрузке возрастает. В условиях удержания работы на уровне «критической» мощности и достижения максимального уровня потребления  $O_2$  отмечается снижение  $V_D \cdot V_T^{-1}$  от  $19,11 \pm 0,38$  до  $8,94 \pm 0,54$ , что составляет  $46,78 \pm 2,06\%$  состояния относительного покоя и свидетельствует об улучшении вентиляционно-перфузионного отношения в легких с ростом мощности физической работы.

Уровень легочной и альвеолярной вентиляции в условиях нагрузок различной интенсивности формируется за счет степени увеличения дыхательного объема ( $145,05 - 359,45\%$  состояния относительного покоя) и частоты дыхания ( $132,59 - 338,09\%$ ), а также их соотношения в структуре дыхательной реакции. Уменьшается также продолжительность дыхательного цикла. При условии выполнения физической работы в аэробном режиме до уровня порога анаэробного обмена (включительно) отмечается увеличение уровня легочной вентиляции за счет большего увеличения величины дыхательного объема, чем за счет увеличения частоты дыхания. Дыхательный объем от состояния относительного покоя ( $866,50 \pm 13,93$  мл) до уровня порога анаэробного обмена ( $2918,80 \pm 29,52$  мл) увеличивается на  $225,42 \pm 10,09\%$  и в этих условиях достигает максимального уровня –  $90,53 \pm 3,74\%$ . При повышении интенсивности нагрузки в аэробной зоне отмечаются наибольшие изменения для  $V_T$  ( $104,59 \pm 3,85\%$ ), а меньшие – для  $f_T$  ( $31,26 \pm 1,98\%$ ).

С увеличением интенсивности нагрузки происходит прогрессирующее увеличение вклада анаэробных гликолитических процессов. В этих условиях достижение максимального уровня легочной вентиляции ( $159,81 \pm 1,33$  л  $\cdot$  мин $^{-1}$ ) происходит преимущественно за счет увеличения частоты дыхания, которая достигает максимальной величины ( $52,44 \pm 0,50$   $\cdot$  мин $^{-1}$ ). Как видно

из рисунка 1, в условиях выполнения и до момента достижения максимального уровня потребления кислорода отмечается наименьший прирост дыхательного объема (на  $32,95 \pm 1,38\%$ ) за этот период, который сочетается с наибольшей степенью учащения дыхания (на  $86,05 \pm 2,98\%$ ). В условиях преобладания в энергообеспечении физической работы анаэробных гликолитических процессов (60 – секундная анаэробная нагрузка максимальной интенсивности) максимальный уровень легочной вентиляции ( $160,08 \pm 2,52 \text{ л} \cdot \text{мин}^{-1}$ ) формируется при дальнейшем увеличении частоты дыхания ( $55,29 \pm 0,95 \text{ мин}^{-1}$ ) в сочетании со снижением дыхательного объема ( $2930,81 \pm 40,36 \text{ мл}$ ). Выполнение нагрузки в аэробном режиме сопровождается углублением дыхания, а в дальнейшем – с увеличением вклада анаэробных гликолитических процессов в энергообеспечении: его учащением, в основном за счет сокращения дыхательного цикла.

Эти закономерности подтверждают результаты корреляционного анализа связи уровня легочной вентиляции с величиной дыхательного объема и частотой дыхания при различных условиях выполнения физической работы. Так, при ее выполнении в аэробной зоне отмечается большая зависимость величины  $V_E$  от дыхательного объема (коэффициенты корреляции изменяются в пределах 0,468 и 0,530,  $p < 0,05$ ), чем от частоты дыхания ( $r = 0,372 - 0,450$ ,  $p < 0,05$ ). С повышением интенсивности физической нагрузки (от уровня порога аэробного обмена) отмечается постепенное уменьшение влияния на уровень легочной вентиляции дыхательного объема и повышения влияния частоты дыхания.

Закономерности в изменении структуры дыхательной реакции в условиях физических нагрузок с различным соотношением аэробных и анаэробных процессов в энергообеспечении не зависят от вида спорта. Различия среди представителей разных видов спорта и спортивных специализаций отмечаются только по продолжительности физической работы, выполненной в аэробном режиме или после уровня анаэробного порога при прогрессирующем увеличении активности анаэробных процессов в энергообеспечении. У спортсменов-спринтеров порог анаэробного обмена наступает раньше, чем у стайеров при стандартных условиях выполнения физической нагрузки и, как результат, в формировании легочной вентиляции ранее отмечается увеличение вклада частоты дыхания при уменьшении дыхательного объема.

Таким образом, выбирается такое соотношение между глубиной дыхания и продолжительностью инспираторной и экспира-

торной фаз, при котором необходимый уровень альвеолярной вентиляции достигается наиболее экономным путем (с точки зрения работы, выполняемой дыхательной мускулатурой). При выполнении физической работы в аэробном режиме до уровня порога анаэробного обмена отмечается увеличение уровня легочной вентиляции за счет увеличения величины дыхательного объема, чем за счет увеличения частоты дыхания. Физическая работа в аэробном режиме при отсутствии значимых гуморальных сдвигов в организме вызывает увеличение легочной вентиляции преимущественно за счет сигналов от проприорецепторов работающих мышц и диафрагмы, что приводит к повышению в основном дыхательного объема.

С увеличением интенсивности нагрузки на уровне порога анаэробного обмена после превышения порога формирование необходимого уровня легочной вентиляции происходит преимущественно за счет увеличения частоты дыхания. Так, при выполнении физической работы на уровне порога анаэробного обмена и до момента достижения максимального уровня потребления кислорода отмечается наименьший прирост дыхательного объема (на  $32,95 \pm 1,38\%$ ), сочетающийся с наибольшим увеличением частоты дыхания (на  $86,05 \pm 2,98\%$ ). В этот период, при увеличении в энергообеспечении физической работы анаэробных гликолитических процессов, увеличивается значение гуморального стимула, который больше влияет на частоту дыхания при формировании легочной вентиляции. При этом появляется при увеличении интенсивности физической нагрузки нелинейность вентиляторной реакции по отношению к приросту продукции  $\text{CO}_2$ , что связано с развитием лактат-ацидоза с артериальной гипоксемией и лимитирующими факторами биомеханики дыхания.

Формирование необходимого уровня легочной вентиляции за счет частоты дыхания не является экономным путем с точки зрения биомеханики дыхания. С увеличением интенсивности тренировочных нагрузок увеличивается и уровень потребления  $\text{O}_2$ , необходимый для обеспечения мышечного метаболизма. Для повышения эффективности тренировочного процесса следует знать индивидуальный «критический» уровень интенсивности тренировочной нагрузки, так как увеличенный при этом уровень потребления  $\text{O}_2$  не связан с интенсификацией мышечного метаболизма, а обеспечивает повышенную работу дыхательных мышц для увеличения частоты дыхания. Этот фактор может ограничить величину максимальной физической работоспособности, поскольку

при высоком уровне легочной вентиляции дыхательные мышцы начинают использовать весь дополнительно потребленный  $O_2$ , а в энергообеспечении тренировочной нагрузки увеличивается активность анаэробных гликолитических процессов при снижении аэробных.

Таким образом, у спортсменов с выявленными изменениями необходимо снижение интенсивности нагрузок циклического характера и скоростно-силовых субмаксимальной мощности. Возможно корректное использование  $V_2$ -агонистов короткого действия при мониторинге ФВД и клинической оценки переносимости физической нагрузке, роста показателей тренированности и соревновательной успешности.

Проведенный однократный скрининг динамики изменений концентрации оксида азота в выдыхаемом воздухе при нарастании интенсивности физической нагрузки у подростков-спортсменов выявил волнообразную динамику продукции NO, достоверно связанную с интенсивностью анаэробной работы. Повышение значений NO у них свыше 20 ppb у отдельных спортсменов свидетельствуют о возможном риске гиперпродукции данного биологического маркера на фоне субклинически протекающего аллергического воспаления в респираторном тракте. Отсутствие значимого падения ОФВ1 у обследованных спортсменов свидетельствует о достаточной степени компенсаторных изменений и высоком респираторном потенциале атлетов, тренирующих качества скорости-силы и выносливости. Выявленные спортсмены со средним и высоким уровнем продукции оксида азота должны быть отнесены в группу высокого риска бронхиальной гиперреактивности.

В качестве профилактических мероприятий желательно усиление белкового и витаминно-минерального компонента; применение антигипоксантов (янтарная кислота, ко-фермент  $Q_{10}$ , милдронат, цитохром С) в периоде специальной подготовки и в соревновательном периоде, регуляторов липидного обмена в подготовительном периоде (L-карнитин, липоевая кислота), антиоксидантов в соревновательном периоде (витамины А, С, Е,  $V_5$ , В-каротин). Рекомендован углубленный этапный медицинский контроль (1 раз в 3 месяца).

Проведенный мониторинг показателей функции внешнего дыхания демонстрирует разнонаправленность реакций мелких бронхов респираторного тракта, вегетативной нервной системы, местных клеточных и гуморальных факторов.

Направленность процессов на адаптацию и повышение кислород транспортной функции в условиях субмаксимальной нагрузки претерпевает обратное развитие у 15% обследованных, что может привести к реализации лимитирующего влияния бронхоспазма, отека и гиперсекреции слизи на поступление кислорода в альвеолы и, в свою, очередь опосредовать снижение физической работоспособности.

Динамический мониторинг тренировочного процесса при оценке показателей кривой «поток-объем» позволяет на ранней стадии выявить и скорректировать бронхоспазм, вызванный физической нагрузкой, уточнить его этиологию и провести раннее диагностическое и фармакологическое вмешательство.

Полученные данные позволяют сделать вывод об ухудшении показателей ФВД, преимущественно за счет нарушений бронхиальной проходимости вследствие дисрегуляции вегетативного тонуса с активацией парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, рефлекторного снижения проходимости бронхов в ответ на снижение уровня сурфактанта в альвеолах, что наблюдается как следствие гипоксической активации процессов перекисного окисления липидов в ответ на нагрузку субмаксимальной мощности.

.....  
**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ  
СПОРТСМЕНОВ**  
.....

**5.1. Динамика мониторинга системы кровообращения  
у спортсменов**

В настоящее время грамотная и адекватная подготовка высококвалифицированных спортсменов требует четко организованной системы врачебного контроля. Все возрастающие объемы и интенсивность тренировочных нагрузок, которые необходимы для максимального повышения общей и специальной работоспособности, требуют тщательного учета функционального состояния организма спортсмена в каждый момент тренировочного процесса.

Рост достижений в спорте сегодня связывают в основном с совершенствованием учебно-тренировочного процесса, приведением в соответствие биологических закономерностей протекания адаптационных процессов с главными параметрами тренировочных и соревновательных нагрузок, корректным управлением физическим состоянием атлетов на основе ожидаемой структуры соревновательной деятельности и планируемого спортивного результата. При таком подходе организация и проведение тренировочного процесса реализуются только при условии объективной оценки функционального состояния спортсмена

Важнейшим разделом спортивной медицины является функциональная диагностика, и в частности, тестирование физической работоспособности, функциональной готовности, адаптационных резервов и других характеристик функционального состояния спортсменов. Это в равной степени относится как к спорту, так и к массовой оздоровительной физической культуре. Именно поэтому современный врач, занимающийся медицинским обеспечением спорта и физической культуры, должен иметь обширные познания в этой области спортивной медицины с целью подбора

функциональных проб и тестов, адекватных задачам физической тренировки, их качественного проведения и объективной оценки результатов тестирования. Для этого нужно использовать современную диагностическую аппаратуру, в том числе аппаратно-программные комплексы для исследований не только в условиях лаборатории, но и непосредственно во время выполнения тренировочных нагрузок.

Динамическое наблюдение за функциональным состоянием спортсмена позволяет обеспечивать высокую физическую работоспособность, повысить эффективность тренировочного процесса, что способствует достижению высоких спортивных результатов.

Исследование и оценка в оценке функционального состояния организма спортсменов входит:

- субмаксимальный тест  $PWC_{170}$ ;
- определение аэробной и анаэробной работоспособности организма, максимального потребления кислорода (МПК) при проведении спироэргометрии;
- мониторинг сердечного ритма (POLAR, SUUNTO, FIRTBEAT) в динамике различных нагрузок;
- оценка адаптационных резервов организма по сумме показателей при оценке ВРС.

Основным функциональным исследованием организма спортсменов является определение и оценка физической работоспособности, ее кислородное обеспечение, а также соотношение аэробных и анаэробных механизмов энергообеспечения мышечной деятельности.

В функциональной диагностике важное значение имеют функциональные пробы – это нагрузки, задаваемые обследуемому для определения функционального состояния и резервных возможностей какого-либо органа, системы или организма в целом.

Выделяют функциональные пробы для оценки состояния ССС, ДС, ЦНС, ВНС, ОДС.

По применяемым факторам различают:

- дыхательные пробы (с задержкой на вдохе, выдохе, с гипервентиляцией);
- с переменной положения тела – ортостатическая, клиноортостатическая;
- физические нагрузки (динамические, статические);
- физические факторы (электростимуляция предсердий, холодная проба);
- психоэмоциональные;
- фармакологические.

Пробы с физической нагрузкой или нагрузочные функциональные пробы классифицируют по:

- характеру выполнения физической нагрузки: динамические, статические;
- типу нагрузки: бег, приседания, подскоки, нагрузка на велоэргометре, тредмиле;
- интенсивности выполнения нагрузки: максимальной интенсивности, субмаксимальной интенсивности, умеренной интенсивности;
- времени регистрации показателей: рабочие, послерабочие;
- степени сложности выполнения: простые, сложные;
- комбинации видов нагрузки в пробе: простые, комбинированные;
- по количеству «подходов» в пробе: одномоментные (Мартини), двухмоментные (PWC), многомоментные (проба Летунова);

Длительность ступени в модели нагрузки без интервалов отдыха, как правило, 3 минуты. Это время, достаточное для достижения устойчивого состояния и стабилизации регистрируемых показателей. Мощность первой ступени и увеличение нагрузки на последующих ступенях определяется в зависимости от обследуемого контингента. Обычно для здоровых мужчин – это 50 Вт, для здоровых женщин – 25 Вт (также, как и для кардиологических больных), для спортсменов – из расчета 1 Вт на кг массы тела.

Всем этим требованиям в полной мере отвечает велоэргометрия, являющаяся по этой причине наиболее часто используемой и информативной нагрузочной пробой.

Велоэргометрия позволяет строго дозировать физическую нагрузку, оценивать выполненную работу количественно в ваттах (Вт) или (кГм), регистрировать помимо ЧСС и АД электрокардиограмму.

Кабинет функциональной диагностики, где проводится исследование, должен быть оснащен дефибриллятором и набором средств для оказания неотложной помощи.

Велоэргометрическое тестирование проводят обычно в первой половине дня натощак или через 2–3 ч после еды.

Критерии прекращения велоэргометрической пробы:

- отказ от работы вследствие общей усталости;
- жалобы на боли в области сердца, одышку, чувство нехватки воздуха;
- появление резкой общей слабости (бледность, холодный пот);
- возникновение выраженного головокружения, головной боли, тошноты, нарушений координации движений;



- достижение максимальной или субмаксимальной возрастной ЧСС;
- горизонтальное или косонисходящее снижение (депрессия) сегмента RS-T на 1,0 мм;
- подъем сегмента RS-T на 1,0 мм и более;
- появление угрожающих нарушений ритма;
- возникновение АВ-блокады или блокады ножек пучка Гиса;
- изменение комплекса QRS: углубление и увеличение продолжительности ранее существовавших зубцов Q, переход патологического зубца Q в комплекс QS;
- снижение АДД на 20 мм рт. ст.;
- подъем АДС до 220 мм рт. ст. и/или АДД до 110 мм рт. ст. и выше.

Важным функциональным исследованием организма спортсменов является определение и оценка физической работоспособности (physical working capacity – PWC).

В понятие «физическая работоспособность» (ФР) разными авторами вкладывается разное по объему, но близкое по смыслу содержание. По мнению большинства исследователей, физическая работоспособность является интегральным показателем функционального состояния организма и зависит от морфологического и функционального состояния основных систем жизнеобеспечения и, в первую очередь, от состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Термином физическая работоспособность принято обозначать потенциальную способность человека проявить максимум физических усилий в статической, динамической и смешанной работе. Физическую работоспособность связывают с определенным объемом мышечной работы, который может быть выполнен без снижения заданного (или установившегося на максимальном уровне для данного индивидуума) уровня функционирования организма, в первую очередь, его сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

«Физическая работоспособность» считается комплексным понятием, характеризующимся рядом факторов, к которым относятся: антропометрические показатели, в частности, сила и выносливость мышц; мощность, емкость и эффективность механизмов энергопродукции аэробным и анаэробным путем; нейромышечная координация (ловкость); состояние опорно-двигательной системы. При этом подчеркивается, что уровень развития отдельных компонентов физической работоспособности у разных людей различен.

Определяют и лимитируют физическую работоспособность функциональные возможности ССС и ДС, поэтому ФР чаще всего ассоциируют с функциональными возможностями кислород-транспортной системы организма.

ФР человека определяется двумя различными по своей биохимической сущности возможностями организма – его аэробной и анаэробной производительностью.

Мышечная деятельность требует определенных энергозатрат, величина которых определяется мощностью выполняемой нагрузки. Работающие мышцы используют химический энергетический запас АТФ, превращая его в механическую энергию. Энергию для мышечного сокращения дает расщепление аденозинтрифосфата (АТФ) до аденозиндифосфата (АДФ) и неорганического фосфата (Фн). Количество АТФ в мышцах очень невелико и его достаточно для обеспечения высокоинтенсивной работы лишь в течение 1–2 с. Для продолжения работы необходим ресинтез АТФ, который производится за счет энергодающих реакций различных типов. Восполнение запасов АТФ в мышцах позволяет поддерживать постоянный уровень его концентрации, необходимый для полноценного мышечного сокращения. Существенное снижение уровня АТФ может наблюдаться только в начале высокоинтенсивной работы в силу определенной инертности процессов, в результате которых производится энергия, или при явном утомлении в момент отказа от работы, когда системы энергообеспечения уже не в состоянии поддерживать необходимый уровень АТФ.

Ресинтез АТФ обеспечивается как в анаэробных, так и в аэробных реакциях с привлечением в качестве энергетических источников запасов креатинфосфата (КФ) и АДФ, содержащихся в мышечных тканях, а также богатых энергией субстратов (гликоген мышц и печени, жиры (фосфолипиды, триглицериды, холестерин), отдельные белки, различные метаболиты). Химические реакции, приводящие к обеспечению мышц энергией, протекают в трех энергетических системах: 1) анаэробной алактатной, 2) анаэробной лактатной (гликолитической), 3) аэробной. Образование энергии в первых двух системах осуществляется в процессе химических реакций, не требующих наличия кислорода. Третья система предусматривает энергообеспечение мышечной деятельности в результате реакций окисления, протекающих с участием кислорода. Возможности каждой из указанных энергетических систем определяются скоростью освобождения энергии в метабо-

лических процессах и емкостью, которая определяется величиной и эффективностью использования субстратных фондов.

Запасы АТФ истощаются через 2–3 с работы максимальной мощности. КФ полностью расходуется через 3–5 с максимальной работы, запасы гликогена и глюкозы истощаются через 20–40 мин субмаксимальной работы.

Потенциал аэробной системы энергообеспечения обуславливается различными факторами. В числе важнейших – мощность и эффективность внешнего дыхания и сердечно-сосудистой системы; величина фондов энергосубстратов; соотношение мышечных волокон разного типа; плотность и количество капилляров в мышечной ткани; количество, величина и плотность митохондрий в мышечных клетках; количество и активность многочисленных окислительных ферментов и коферментов, гормонов и других регуляторов окислительных процессов. При использовании нагрузок умеренной интенсивности, соответствующих функциональным возможностям организма занимающегося, обеспечение работающих мышц кислородом будет определяться в основном возможностями системы транспорта кислорода. При максимальных нагрузках – соотношением мышечных волокон различного типа, особенностями иннервации и возможностями системы транспорта кислорода.

Таким образом, под аэробной производительностью понимается способность организма к поглощению, транспорту и утилизации кислорода в условиях мышечной деятельности. Наиболее полная характеристика метаболического обеспечения мышечной деятельности достигается при оценке критериев, отражающих мощность, емкость и эффективность аэробной производительности. Интегральным показателем аэробной производительности является максимальное потребление кислорода – МПК, величина которого зависит от функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Понятие анаэробной производительности отражает функциональные резервы организма, обеспечивающие возможность совершать работу при недостаточном снабжении кислородом. Анаэробная работоспособность определяется мощностью внутриклеточных анаэробных ферментативных систем, общими запасами в мышцах веществ, идущих на ресинтез АТФ, и измеряется уровнем лактата, величиной кислородного долга и показателями ПАНО. В зависимости от интенсивности и продолжительности выполняемой физической нагрузки вклад в энергообеспечение

аэробных и анаэробных механизмов энергопродукции существенно отличается.

Концентрация лактата в крови является очень важным показателем интенсивности нагрузки. Уровень лактата в крови измеряется в ммоль/л. В покое у человека концентрация лактата составляет 1–2 ммоль/л. После энергичных физических нагрузок этот показатель повышается. Относительно небольшое увеличение концентрации лактата (до 6–8 ммоль/л) может ухудшить функциональное состояние и координацию спортсмена. Регулярно высокие показатели лактата ухудшают аэробные возможности спортсмена.

У хорошо подготовленных спортсменов, тренирующихся на выносливость при медленной скорости бега (передвижения на лыжах, велосипеде и т.д.), показатели лактата очень низкие и не превышают аэробного порога (около 2 ммоль/л). При данной интенсивности нагрузки энергообеспечение происходит полностью аэробным путем.

При повышении скорости бега к энергообеспечению нагрузки подключается анаэробная система, и в мышцах начинает вырабатываться молочная кислота. Однако если скорость не слишком высокая, молочной кислоты вырабатывается настолько мало, что основная ее часть нейтрализуется организмом. В организме сохраняется равновесие между выработкой и элиминацией (удалением) молочной кислоты. Концентрация лактата в этом случае находится в пределах 2–4 ммоль/л. Данный диапазон интенсивности называется аэробно-анаэробной транзитной зоной.

При беге на 100, 200, и 400 м, а также во время любой другой интенсивной работы, длящейся 2–3 мин, энергообеспечение нагрузки осуществляется в основном анаэробным путем. В беге на 800 м вклад аэробного и анаэробного энергообеспечения примерно одинаков – 50/50.

В самом начале любого упражнения, независимо от интенсивности нагрузки, энергообеспечение происходит только анаэробным путем. Каждый раз организму требуется несколько минут для того, чтобы аэробная система полностью включилась в работу – пока легкие, сердце и другие системы транспорта кислорода не приспособятся к потребностям организма при выполняемой нагрузке. До этого момента необходимая энергия поставляется за счет анаэробного лактатного механизма энергообеспечения.

Лактатная система также поставляет энергию при кратковременном увеличении интенсивности во время обычной аэробной

нагрузки – при рывках, преодолении подъемов, попытке отрыва от преследователей. Лактатная система участвует в энергообеспечении финишного броска после продолжительной нагрузки (например, на финише марафона или велогонки).

Высокие показатели лактата, которые могут появиться во время выполнения интенсивной нагрузки, являются свидетельством несостоятельности аэробной системы и означают, что в энергообеспечение нагрузки подключилась лактатная система, побочным продуктом которой является молочная кислота. Максимальная концентрация лактата может достигать значений, в 20 раз превышающих таковые во время покоя.

*Максимальное потребление кислорода (МПК).* А. Гилл в 1929 году впервые указал на то, что способность мышц к выполнению механических усилий может быть оценена с помощью измерения количества кислорода, поглощенного ими в процессе работы; величина же поглощения (потребления) кислорода ( $\text{PO}_2$ ), в свою очередь, определяется состоянием сердечно-сосудистой системы и, кроме того, зависит от мощности выполняемой мышцами нагрузки. Эта зависимость носит линейный характер: с увеличением нагрузки уровень поглощения организмом кислорода возрастает пропорционально ей, пока, наконец, по достижении определенной мощности нагрузки, не станет постоянной.

Прямой метод определения МПК основан на выполнении спортсменом нагрузки, интенсивность которой равна или больше его критической мощности. Он небезопасен для обследуемого, так как связан с предельным напряжением функций организма. Эту изнуряющую нагрузку в состоянии выполнить только здоровые, хорошо тренированные спортсмены.

Между величиной потребления кислорода и частотой сердечных сокращений существует линейная зависимость, что дает возможность оценки физической работоспособности в условиях безопасных, не изнуряющих субмаксимальных нагрузок, с последующим вычислением максимального потребления кислорода по номограммам и формулам, предложенным для экстраполяции результатов субмаксимальных нагрузочных тестов. При этом под субмаксимальной понимают ту нагрузку, мощность которой составляет 75% от максимальной. В практике тестирования спортсменов чаще пользуются непрямими методами определения, основанными на косвенных расчетах при использовании небольшой мощности нагрузки.

*Субмаксимальный тест PWC<sub>170</sub>*. Для определения физической работоспособности в клинике и спорте наиболее часто используют субмаксимальный тест PWC<sub>170</sub>.

Физическая работоспособность в этом случае выражается в величинах той мощности нагрузки, при которой ЧСС достигла или могла бы достигнуть показателя 170 уд./мин. Эта частота ЧСС выбрана не случайно: в диапазоне от 110 уд./мин до 170 уд./мин она имеет линейную зависимость от мощности нагрузки, что говорит о возможности линейной экстраполяции при расчете PWC<sub>170</sub> по двум относительно небольшим нагрузкам. Важен и тот факт, что на этом уровне ЧСС происходит оптимальная интенсификация работы кислородтранспортной системы, резервные возможности которой исследуются в этом тесте.

Испытуемый последовательно выполняет две разные по величине нагрузки в течение 5 минут с 3-минутным интервалом отдыха между ними. В последние 30 с пятой минуты каждой нагрузки подсчитывается пульс (пальпаторно или с помощью кардиодатчика).

Мощность первой нагрузки (N1) подбирается по таблице 24 в зависимости от массы тела обследуемого с таким расчетом, чтобы в конце 5-й минуты пульс (f1) достигал 110–115 уд./мин.

Мощность второй (N2) нагрузки определяется по таблице 2 в зависимости от величины N1. Если величина N2 правильно подобрана, то в конце пятой минуты пульс (f2) должен составить 135 ...150 уд./мин.

**ВВ!** Во всех расчетах используется соотношение:

$$1 \text{ ватт} = 6,12 \text{ кгм/мин} (\sim 6 \text{ кгм})$$

Для точности определения N2 можно воспользоваться формулой:

$$N2 = N1 \cdot [1 + (170 - f1) / (f1 - 60)],$$

где N1 – мощность первой нагрузки, N2 – мощность второй нагрузки, f1 – ЧСС в конце первой нагрузки, f2 – ЧСС в конце второй нагрузки.

*Таблица 24*

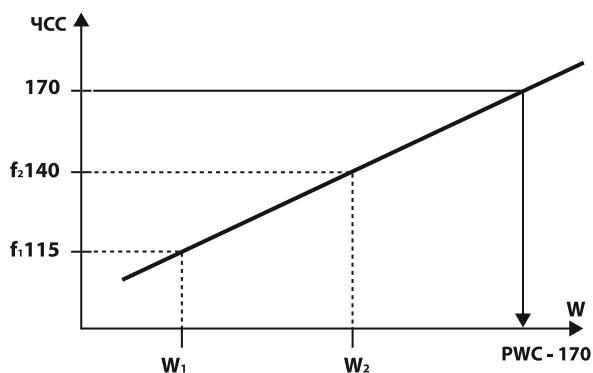
**Мощность первой нагрузки, рекомендуемая для определения PWC<sub>170</sub> у спортсменов различного веса (по Белоцерковскому)**

Вес тела в кг	59 и менее	60–64	65–69	70–74	75–79	80 и более
Мощность первой нагрузки, кгм/мин (N1)	300	400	500	600	700	800

**Ориентировочные значения мощности второй нагрузки (в кгм/мин),  
рекомендуемые при определении PWC<sub>170</sub>**

Мощность работы при первой нагрузке, кгм/мин	Мощность N2, кгм/мин				
	ЧСС N1, уд./мин				
	80–89	90–99	100–109	110–119	120–129
400	1100	1000	900	800	700
500	1200	1100	1000	900	800
600	1300	1200	1100	1000	900
700	1400	1300	1200	1100	1000
800	1500	1400	1300	1200	1100

Пробу проводят с использованием велоэргометра или ступенек разной высоты, после чего определяют PWC<sub>170</sub> разными способами. Графический способ, основанный на линейной зависимости ЧСС от мощности нагрузки, представлен на рисунке 15.



**Рис. 15.** Графический способ определения линейной зависимости ЧСС от мощности нагрузки по показателям PWC<sub>170</sub>

Величину PWC<sub>170</sub> можно определить и по формуле Л.В. Карпмана:

$$PWC_{170} = W_1 * (W_2 - W_1) \times \frac{17 - f_1}{f_2 - f_1},$$

где  $f_1$  – ЧСС при 1-й нагрузке;  $f_2$  – ЧСС при 2-й нагрузке;  $W_1$  – мощность 1-й нагрузки, кгм/мин;  $W_2$  – мощность 2-й нагрузки, кгм/мин. Средняя величина PWC<sub>170</sub> у нетренированных: мужчин – 700–1100 кгм, женщин – 450–750 кгм.

Средние величины  $PWC_{170}$  у спортсменов различной специализации представлены в таблице 26.

Таблица 26

**Средние величины  $PWC_{170}$  у спортсменов различной специализации (по Карпману, 1988)**

Спортивная специализация	$PWC_{170}$		
	кгм/мин $\pm m$	Пределы колебаний	На 1 кг веса тела $\pm m$
Лыжники	1760 $\pm$ 305	1140...2328	25,7 $\pm$ 4,6
Конькобежцы	1710 $\pm$ 284	1160...2328	24,0 $\pm$ 3,5
Легкоатлеты (бег на сред. дист.)	1694 $\pm$ 35	1200...2400	24,2 $\pm$ 1,9
Велосипедисты	1670 $\pm$ 287	1220...2130	22,6 $\pm$ 3,9
Баскетболисты	1625 $\pm$ 306	950...2241	18,7 $\pm$ 2,8
Ватерполисты	1637 $\pm$ 219	1328...2190	19,1 $\pm$ 2,5
Гребцы	1919 $\pm$ 249	1125...2100	21,2 $\pm$ 2,2
Футболисты	1529 $\pm$ 195	1200...1910	21,7 $\pm$ 2,5
Хоккеисты	1428 $\pm$ 47	489...1810	20,1 $\pm$ 2,72
Борцы	1370 $\pm$ 310	976...2150	18,6 $\pm$ 2,5
Теннисисты	1280 $\pm$ 284	990...1800	18,4 $\pm$ 3,2
Тяжелоатлеты	1148 $\pm$ 224	750...1332	15,16 $\pm$ 1,6
Гимнасты	1044 $\pm$ 150	793...1400	16,5 $\pm$ 2,0
Боксеры	1360 $\pm$ 335	948...2456	20,2 $\pm$ 2,35
Прыгуны в воду	1195 $\pm$ 190	868...1518	17,7 $\pm$ 2,1

Относительный показатель  $PWC_{170}$ , как правило, пересчитывают на килограмм массы тела испытуемого – кгм/кг (табл. 27).

Таблица 27

**Оценка относительных значений показателя  $PWC_{170}$  (по Н.Д. Граевской, 2004)**

Общая физическая работоспособность	$PWC_{170}$ (кгм/кг)
Низкая	14 и меньше
Ниже средней	15–16
Средняя	17–18
Выше средней	19–20
Высокая	21–22
Очень высокая	22 и больше



Основываясь на высокой корреляции PWC и МПК, предложены не прямые способы определения МПК по формуле и таблице соотношения показателя PWC<sub>170</sub> и величины МПК (табл. 28).

Таблица 28

**Соотношение показателя PWC<sub>170</sub> и величины МПК  
по В.Л. Карпману (для здоровых лиц, не спортсменов),  
МПК (л/мин)**

PWC <sub>170</sub> , кгм	МПК, л/мин	PWC <sub>170</sub> , кгм	МПК, л/мин
500	1,62	1500	4,37
600	2,66	1600	4,67
700	2,72	1700	4,83
800	2,82	1800	5,06
900	2,97	1900	5,32
1000	3,15	2000	5,57
1100	3,38	2100	5,57
1200	3,60	2200	5,66
1300	3,88	2300	5,66
1400	4,13	2400	5,72

Формула В.Л. Карпмана:

$$\text{МПК(мл)} = 1,7 \times \text{PWC} \cdot m_2 + 1240$$

Другим непрямым методом определения МПК является метод Астранда. В его основе лежит линейная зависимость между ЧСС и величиной потребления кислорода. Для проведения теста необходим велоэргометр. Тест начинается с 3-минутной разминки, в течение которой мощность нагрузки постепенно повышается до 200–250 Вт в зависимости от подготовленности спортсмена. Затем выполняется разовая непрерывная субмаксимальная работа продолжительностью 6 мин, в конце которой измеряется ЧСС. К концу теста ЧСС должна установиться на одном постоянном уровне. Рекомендуется подбирать такую мощность нагрузки, при которой ЧСС будет находиться в пределах 140–160 уд./мин. Частота педалирования – 60 об./мин.

Расчет МПК проводят по специальной номограмме Астранда. Найденная с помощью номограммы величина МПК корректируется путем умножения на «возрастной фактор» (табл. 29).

**Возрастные поправочные коэффициенты к величинам МПК,  
определенным по номограмме Астранда**

Возраст, лет	15	25	35	40	45	50	55	60	85
Фактор	1,10	1,0	0,87	0,83	0,78	0,75	0,71	0,68	0,65

Например: ЧСС составляет 166 уд./мин. Согласно номограмме Астранда (пересечение линии, соединяющей ЧСС и мощность нагрузки в кгм) его МПК составляет 3,6 л/мин при возрастном поправочном коэффициенте равном 1.

Помимо номограммы Астрандом предложен еще один непрямой метод определения МПК – по таблице 29. Сам тест выполняется аналогично вышеописанному.

*Определение  $PWC_{170}$  с помощью степ-теста.* Как и в вышеописанном варианте с использованием велоэргометра, испытуемый последовательно выполняет две различные по величине нагрузки в течение 5 минут с 3-минутным интервалом отдыха между ними. В последние 30 с пятой минуты каждой нагрузки подсчитывается пульс (пальпаторно или с помощью кардиодатчика).

Мощность выполненной нагрузки определяется высотой ступенек и скоростью на шагивания на них. Для того чтобы 1-я нагрузка была достаточной, но не чрезмерной, учитывается пол и степень тренированности обследуемого. Для нетренированных женщин предлагается нагрузка с темпом на шагиваний 5 раз/мин при высоте ступеньки 28 см, что соответствует мощности 0,3 ватта на килограмм массы тела. Для нетренированных мужчин темп составляет 10 раз/мин, что соответствует мощности 0,6 ватта на килограмм массы тела. Для тренированных мужчин и спортсменов предлагается первая нагрузка с темпом на шагиваний 15 раз/мин при высоте ступеньки 40 см, что соответствует мощности 1,27 ватта на килограмм веса, а для тренированных женщин – 10 раз/мин при высоте ступеньки 28 см, что соответствует мощности 1,2 ватт на кг массы тела.

Мощность выполненных нагрузок определяется по формуле:

$$N = 1,3 h \cdot n \cdot P,$$

где  $h$  – высота ступеньки в м;  $n$  – количество подъемов в мин;  $P$  – масса тела обследуемого в кг; 1,3 – коэффициент.

Затем по формуле вычисляют величину  $PWC_{170}$ .

*Прямой метод определения МПК.* В 1955 году V. Bohlaу сообщил об изобретенном им способе непрерывной регистрации

потребления кислорода в покое и при выполнении физической нагрузки, который был назван впоследствии спироэргометрией.

Целью спироэргометрии является получение информации о работе кардиореспираторной системы. Это осуществляется посредством непрерывной регистрации и анализа выдыхаемого воздуха по легочным объемам, а также поглощенным и выделяемым газам ( $O_2$  и  $CO_2$ ) в процессе выполнения испытываемым физической нагрузки. Анализ изменений этих показателей позволяет определить общую физическую работоспособность, аэробную и анаэробную производительность организма, анаэробный порог и другие параметры, позволяющие прогнозировать долгосрочную функциональную активность и разрабатывать рекомендации по коррекции тренировочных нагрузок.

Спироэргометрию чаще всего проводят с целью определения МПК, ПАНО и других показателей газообмена при выполнении максимальных нагрузочных тестов. Для этой цели используют велоэргометрическую нагрузку под контролем ЭКГ ступенчато-повышающейся мощности «до отказа», с длительностью каждой ступени 3 мин (для достижения стабилизации регистрируемых показателей), мощность нагрузки рассчитывают исходя из массы тела спортсмена – 1 Вт на кг.

Исследование газообмена проводится ежеминутно в состоянии покоя – 3 мин (Baseline), во время работы (Exercise) и в течение 10 минут восстановительного периода (Recovery) с регистрацией показателей газообмена с текущей и последующей компьютерной обработкой в виде таблиц и графиков.

В процессе тестирования регистрируются основные показатели газообмена: число дыханий в минуту (RR), дыхательный объем (TV), кислородный пульс ( $O_2$ puls), потребление кислорода ( $VO_2$ ), потребление кислорода на 1 кг массы тела ( $VO_2/kg$ ), вентиляция легких (VE), выделение углекислого газа ( $VCO_2$ ), дыхательный коэффициент (RQ), вентиляционный эквивалент ( $VEO_2$ ). В протокол тестирования включены показатели, регистрируемые электрокардиографом и велоэргометром: ЧСС (HR), АД сист. (SBP), АД диаст. (DBP), мощность нагрузки в Вт (work).

Общепризнанным критерием оценки физической работоспособности является потребление кислорода в условиях максимальной мышечной нагрузки. При этом максимальной принято считать нагрузку такой мощности, повышение которой уже не сопровождается ростом потребления кислорода, то есть нагрузку,

исчерпывающую резервы организма по снабжению работающих мышц источниками энергии.

В среднем МПК у лиц с разным физическим состоянием составляет от 2,5 ...4,5 л/мин, а у спортсменов в циклических видах спорта – 4,5 ...6,5 л/мин.

Кислородное обеспечение нагрузки и физическая работоспособность при спироэргометрии анализируются по следующим параметрам:

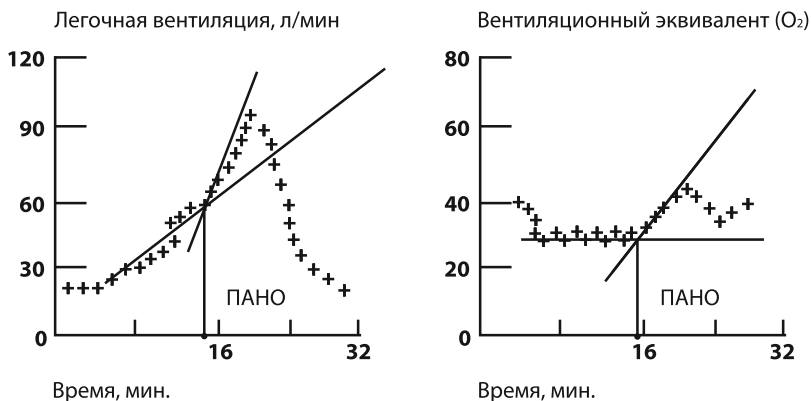
- время работы ( $T$ ) мин;
- объем выполненной работы ( $A_{ob}$ ) – кгм;
- объем выполненной работы на 1 кг веса ( $A_{ob}/kg$ ) – кгм/кг;
- максимальная мощность выполненной нагрузки ( $W_{max}$ ) – Вт;
- критическая мощность ( $W_{cr}$ ) – Вт;
- $PWC_{170}$  – кгм
- максимальное потребление кислорода ( $VO_2_{max}$ ) – мл/мин;
- максимальное потребление кислорода на 1 кг ( $VO_2/kg$ ) – мл/кг;
- кислородная стоимость работы определяется как суммарное потребление кислорода во время всей нагрузки, потраченное на выполнение 1 кгм работы ( $O_2i/A$ ) – мл/кгм;
- максимальная легочная вентиляция ( $VE_{max}$ ) – л/мин;
- дыхательный коэффициент ( $RQ$ );
- общий кислородный долг – дополнительное потребление кислорода в послерабочем периоде по сравнению с уровнем покоя ( $O_2D$ ) – л/мин;
- общий кислородный долг на 1 кг ( $O_2D/kg$ ) – мл/кг;
- кислородный долг на единицу выполненной работы ( $O_2D/A$ ) – мл/кгм;
- ЧСС в покое, макс., на 5 и 10 мин восстановления ( $Ps_{bas, max, 5', 10'}$ );
- АД в покое, макс., на 5 и 10 мин восстановления ( $SBP/DBP_{bas, max, 5', 10'}$ ).

*Определение порога анаэробного обмена.* Важной характеристикой кислородного обеспечения нагрузки является ПАНО – порог анаэробного обмена – мощность нагрузки при работе возрастающей интенсивности, при которой начинаются улавливаемые лабораторными методами анаэробные процессы энергообеспечения. ПАНО – порог анаэробного обмена определяет соотношение аэробных и анаэробных механизмов энергообеспечения.

Обычно ПАНО определяют по началу резкого, крутого изменения (излома) целого ряда физиологических кривых на графиче-

ке зависимости этих показателей от мощности выполненной нагрузки. К числу таких показателей относят содержание лактата, рН, содержание буферных оснований в крови, легочную вентиляцию, дыхательный коэффициент, «неметаболический избыток  $\text{CO}_2$ » и др., которые коррелируют с содержанием лактата и буферных оснований в крови.

Из неинвазивных методик самым популярным методом определения ПАНО является резкое увеличение вентиляции или вентиляционного эквивалента по кислороду (рис. 16) на графике зависимости этих показателей от времени выполнения теста.



**Рис. 16.** Графическое определение ПАНО по легочной вентиляции и вентиляционному эквиваленту

*Определение ПАНО по уровню лактата.* В покое у здорового человека концентрация лактата составляет 1–2 ммоль/л. Концентрация лактата на уровне 2–4 ммоль/л соответствует аэробно-анаэробной транзитной зоне. При выполнении ступенчато-возрастающего теста превышение уровня 4 ммоль/л, как правило, свидетельствует о достижении ПАНО. Резкое увеличение концентрации лактата обычно коррелирует с неинвазивными методиками определения ПАНО по резкому увеличению вентиляции и вентиляционного эквивалента по кислороду.

На основании анализа графиков газоанализа и концентрации молочной кислоты определяют следующие характеристики ПАНО для изучения соотношения аэробных и анаэробных механизмов энергообеспечения и составления рекомендаций по дальнейшему плану тренировочных нагрузок: время ПАНО – мин;

мощность ПАНО – Вт; пульс ПАНО – уд./мин; интенсивность ПАНО – отношение  $\text{PO}_2$  на уровне ПАНО к МПК – %.

*Определение направленности тренировочного процесса по показателю ПАНО.* Определение ПАНО позволяет целенаправленно определять зоны интенсивности тренировочных нагрузок. Наилучшим ориентиром для определения зон интенсивности нагрузки является индивидуальный анаэробный порог спортсмена – ЧСС на уровне ПАНО, когда концентрация лактата приближается к 4 ммоль/л и отмечаются другие признаки его достижения.

Поскольку анаэробный порог – это та интенсивность нагрузки, выше которой начинают превалировать анаэробные механизмы энергообеспечения, а в мышцах повышается концентрация молочной кислоты, то, целенаправленно занимаясь ниже или выше этого уровня, можно повышать аэробную или анаэробную работоспособность организма. Если необоснованно часто тренироваться с интенсивностью выше анаэробного порога, аэробные способности организма могут ухудшиться. Кроме того, анаэробный порог – это максимальная скорость бега, езды на велосипеде, передвижения на лыжах или в воде, которую спортсмен может поддерживать в течение длительного времени, не испытывая при этом преждевременной усталости. Эта скорость называется пороговой. Именно от пороговой скорости зависит результат спортсмена на длинных дистанциях. Установлено, что тренировки на уровне анаэробного порога в наибольшей степени способствуют увеличению пороговой скорости.

Величина анаэробного порога для всех спортсменов примерно равна 90% ЧСС макс. Однако в действительности уровень анаэробного порога может существенно различаться у разных спортсменов, в зависимости от их специализации и уровня тренированности. У спортсмена-любителя уровень анаэробного порога может составлять 75% ЧСС макс, а у высококвалифицированного спортсмена – 95% ЧСС макс.

Основная часть тренировочной программы спортсмена, тренирующегося на выносливость, должна выполняться на уровне пульса ПАНО, который определяется при спироэргометрии (концентрация лактата 2–4 ммоль/л), то есть не выше анаэробного порога. Во время восстановительных тренировок рекомендуемая ЧСС должна составлять 60–80% от пульса ПАНО, при этом уровень лактата не должен превышать 2 ммоль/л.

По результатам тестирования формулируется заключение, даются рекомендации по коррекции тренировочной нагрузки

(аэробной или анаэробной направленности), а при необходимости назначаются восстановительные процедуры и необходимая фармакологическая поддержка.

*Контроль направленности тренировочного процесса с учетом рекомендации по результатам тестирования.* Определение параметров ПАНО позволяет вносить целенаправленные коррективы в тренировочную нагрузку, придавая ей по необходимости аэробную или анаэробную (скоростно-силовую) направленность. Определяя ЧСС ПАНО, врач рекомендует придерживаться этого значения пульса для увеличения аэробной производительности организма. Выполнение нагрузок с ЧСС, превышающей это значение, позволяет увеличивать анаэробную работоспособность.

На практике в процессе тренировки довольно сложно контролировать пребывание спортсмена в целевой зоне пульса без использования телеметрического контроля ЧСС с помощью мониторов сердечного ритма (POLAR и др). В настоящее время это самый современный, удобный и эффективный способ непрерывного врачебно-педагогического наблюдения, позволяющий регистрировать ЧСС в течение всей тренировки с возможностью последующего анализа пульсограммы выполненной нагрузки и восстановительного периода.

Использование мониторов сердечного ритма обеспечивает безопасность тренировок за счет включения предупреждающего звукового сигнала при достижении максимально допустимого пульса, который устанавливается предварительно врачом по результатам нагрузочного тестирования. Помимо обеспечения безопасности занятий использование кардиомониторов позволяет повысить эффективность тренировки за счет контроля интенсивности выполняемой нагрузки в соответствии с индивидуальной целевой зоной пульса. Целевая зона пульса определяется предварительно по показателям ПАНО и рассчитывается в зависимости от рекомендуемой тренировочной направленности (аэробной или анаэробной). Проконтролировать эффективность конкретной тренировки можно не только по итоговому отчетному протоколу, где в абсолютных цифрах или в процентном отношении указывается время работы в определенной целевой зоне пульса, но и непосредственно в процессе выполнения нагрузки. Звуковые сигналы информируют спортсмена при выходе за нижнюю или верхнюю границу ЧСС.

После тренировки полную информацию о выполненной нагрузке и реакции на нее можно передать через инфракрасный порт в компьютер спортивного врача.

Современное программное обеспечение позволяет хранить и обрабатывать полученную информацию, составлять наглядные отчеты, осуществлять планирование нагрузок различной направленности, вести индивидуальные дневники тренировок для каждого спортсмена, передавать данные по электронной почте.

## **5.2. Особенности адаптации спортсменов к возрастающим нагрузкам**

Традиционные диагностические технологии клинической медицины чаще определяют состояние здоровья с точки зрения наличия или отсутствия патологических изменений, а технологии спортивной и восстановительной медицины – с точки зрения оценки резервов адаптации.

В настоящее время с позиции теории адаптации здоровье человека оценивается как степень адаптированности организма к условиям окружающей среды, ее физическим, психическим и социальным воздействиям. Переход из состояния здоровья к болезни идет через последовательные стадии дезадаптационного процесса. Это особенно актуально для спортсменов, постоянно подвергающихся воздействию предельных физических, психологических и других нагрузок.

До недавнего времени медицина практически не уделяла внимания функциональным состояниям, где на первом плане стоят не конкретные симптомы болезни, а нарушение способности организма адаптироваться к условиям окружающей среды, обусловленное снижением его функциональных резервов. Адаптация или приспособление к новым условиям происходит благодаря мобилизации функциональных резервов и требует определенного напряжения регуляторных систем. Проблема состоит в том, чтобы «цена адаптации» не выходила за пределы индивидуального «лимита», не приводила к перенапряжению и истощению механизмов регуляции.

Суммарная величина мощностей функциональных систем, характеризующих количество здоровья человека, определяет его жизне- и трудоспособность, а для спортсменов – еще и профессиональную состоятельность, и возможность достижения высоких спортивных результатов, так как роль резервов организма возрастает при изменении условий окружающей среды, в субэкстремальных и экстремальных ситуациях жизни, особенно при напряженной спортивной деятельности.



Эффективность использования положительной динамики адаптации для повышения работоспособности, профилактики физического перенапряжения во многом зависит от объективной оценки функционального состояния организма спортсмена. Отсутствие четкого представления о границах резервных возможностей человека является, с одной стороны, препятствием к достижению высоких спортивных результатов, а с другой – может привести к различным нарушениям в организме из-за несоответствия величины тренировочных физических нагрузок его адапционным возможностям.

Р.М. Баевский и А.П. Берсенева (1997) в своей работе «Оценка адаптационных возможностей организма и риска развития заболеваний» предлагают косвенно оценивать функциональные резервы организма на основе сопоставления двух измеряемых показателей – уровня функционирования доминирующей системы и степени напряжения регуляторных систем:

$$\text{ФР} = \text{УФ} / \text{СН},$$

где ФР – функциональный резерв организма; УФ – уровень функционирования системы; СН – степень напряжения.

Функциональный резерв может быть определен непосредственно на основании результатов функционально-нагрузочных тестов. Чем он выше, тем меньше усилий требуется организму для адаптации к обычным условиям существования в условиях покоя. Резервные «мощности» функциональной системы (кровообращения либо другой) создают запас прочности на случай неадекватных воздействий. Любые неблагоприятные факторы, в том числе чрезмерные физические нагрузки, приводят к напряжению регуляторных механизмов, что при достаточно высоком уровне функционирования системы («числитель» формулы) и небольшом напряжении регуляторных систем («знаменатель» формулы) не приводит к срыву адаптации.

Большинство известных и широко практикуемых в клинической медицине функционально-нагрузочных тестов направлено на изучение уровня функционирования доминирующих систем, чаще всего сердечно-сосудистой и дыхательной (например, показатель МПК для оценки резервных мощностей кардиореспираторной системы). Это «числитель» приведенной выше формулы. С позиций теории адаптации не менее важно определение величины «знаменателя». К сожалению, традиционная функциональная диагностика не акцентирует на нем внимание, хотя очевидно,

что даже при очень высоком уровне функционирования системы (например, высоком МПК) при значительном напряжении регуляторных механизмов (выраженном функциональном напряжении) резервы здоровья невелики и могут граничить с уровнем срыва адаптации. Это особенно важно при обследовании спортсменов для прогнозирования пика спортивной формы и профилактики физического перенапряжения.

Для исследования и оценки процессов регуляции в организме, для определения степени напряжения регуляторных систем («знаменатель» в формуле Р.М. Баевского) в настоящее время широкое распространение получил метод анализа variability сердечного ритма (ВРС), объективно отражающий состояние нейрогуморальной регуляции и позволяющий на этой основе оценить общее функциональное состояние и адаптационные резервы организма.

Принимая во внимание универсальность участия нейрогуморальной регуляции в различных физиологических и патологических процессах, быстроту ее реагирования на внешние и внутренние изменения, опережающие клинико-лабораторную картину, исследование и оценка нейрогуморальной регуляции является основой всей системы донозологической диагностики и оценки состояния здоровья человека, функционального состояния и резервов адаптации.

Оценка «здоровья здорового человека», физиологическая цена деятельности, динамический контроль за лицами, ведущими активный образ жизни, и спортсменами, раннее выявление признаков физического перенапряжения и состояния перетренированности, контроль процесса физической тренировки с целью его оптимизации – самые приоритетные направления использования ВРС в спортивной и восстановительной медицине.

Анализ variability сердечного ритма отвечает всем медицинским, социальным и экономическим требованиям, предъявляемым к методам донозологической диагностики, которые должны быть экспрессивными, неинвазивными, фундаментально обоснованными и апробированными на достаточно широком контингенте.

*Тест вариационной пульсометрии (по Р.М. Баевскому).* Регуляция сердечного ритма в физиологических условиях является результатом ритмической активности синусового узла и модулирующего влияния вегетативной, центральной нервной систем и ряда гуморальных воздействий. Иерархическая структура

управления ритмом сердца – это последовательность включения этих уровней регуляции.

Изменение сердечного ритма – универсальная оперативная реакция целостного организма на любое воздействие внешней среды. Информация о том, какова «цена» этой адаптации, содержится в волновой структуре сердечного ритма и может быть выявлена с помощью математического анализа ряда кардиоинтервалов.

В основе авторского алгоритма вычисления показателя активности регуляторных систем (ПАРС), использованного в АПК «Истоки здоровья», лежит гипотеза о двухконтурной модели управления сердечным ритмом, исходящая из наличия дыхательной и недыхательной компонент синусовой аритмии. При этом низший контур управления рассматривается как автономный. Элементы этого контура (синусовый узел, ядра блуждающего нерва, дыхательный центр) представляют собой достаточно обособленную систему со специфической, независимой периодической, определяемой частотой дыхания. Высший контур является центральным и связан с недыхательной компонентой синусовой аритмии. Он представляет собой сложную суперпозицию колебаний с различным периодом и трендом, обусловленных непрерывной функциональной перестройкой системы управления ритмом сердца со стороны вегетативной нервной системы, подкорковых вазомоторных центров, гуморально-метаболических и других факторов.

При оптимальном регулировании управления участие высших уровней минимально. Деятельность «низших» уровней при этом «освобождает» высшие от необходимости постоянного участия в локальных регуляторных процессах. В случае, когда низшие уровни не справляются со своими функциями, когда необходима координация деятельности нескольких подсистем, уравнивание организма со средой идет за счет напряжения механизмов регуляции. Чем выше централизация управления ритмом сердца, тем выше «физиологическая цена» адаптации.

Отклонения, возникающие в регулирующих системах, предшествуют гемодинамическим, метаболическим, энергетическим нарушениям, а, следовательно, являются наиболее ранним прогностическим признаком неблагополучия обследуемого. Сердечный ритм служит индикатором этих отклонений, поэтому исследование ВРС имеет важное прогностическое и диагностическое значение как при обследовании практически здоровых людей, спортсменов, так и для больных с разной патологией.

Р.М. Баевский (1997) предлагает классифицировать состояния системы регуляции ритма сердца по пяти характеристикам:

- суммарному эффекту всех регуляторных воздействий;
- функции автоматизма сердечной мышцы;
- вегетативному гомеостазу;
- устойчивости регуляции;
- состоянию подкорковых нервных центров.

Суммарный эффект регуляции. Для его оценки используются общепринятые понятия нормо-, бради- и тахикардии. Брадикардия и тахикардия разделены на умеренную и выраженную. Границы классов выбраны по данным литературы.

В используемой методике оценка функции автоматизма преследует ограниченные цели: выделение состояний синусовой аритмии, изоритмии и гетеротопных нарушений автоматизма. Для этого используются три статистических показателя (ДХ, а, V), характеризующие степень variability RR-интервалов.

Математический анализ сердечного ритма является специфическим методом оценки вегетативного гомеостаза. Выделяются умеренные и выраженные степени преобладания тонуса симпатической (СНС) или парасимпатической (ПСНС) нервной системы на основании оценки значений ДХ, АМо, Ин.

Устойчивость регуляции. Система регуляции ритма сердца чрезвычайно сложна и состоит из множества функциональных элементов. В используемой методике выделяются 4 варианта дисрегуляции ритма сердца:

- Преходящие явления опережающего включения отдельных систем регуляции (преобладание нервного или гуморального, симпатического или парасимпатического элементов).

- Дисрегуляция с преобладанием парасимпатической нервной системы.

- Дисрегуляция с преобладанием симпатической нервной системы.

- Дисрегуляция центрального типа. Обусловлена возбуждением центрального контура управления, влияющим как на симпатический, так и на парасимпатический отделы ВНС.

- Анализ variability ритма сердца можно использовать в качестве современного метода врачебно-педагогических наблюдений для: оперативной экспресс-диагностики текущего функционального состояния; определения адаптационной «стоимости» конкретной тренировки конкретного спортсмена; определения функциональной готовности организма к очередной тренировке;

оценки эффективности оздоровительных процедур и процессов восстановления.

Оценка тяжести тренировки, ее индивидуальной переносимости, оптимальности выполненной нагрузки проводится по показателю активности регуляторных систем (ПАРС), определяемому сразу после занятия, и по его динамике в сравнении с исходным значением. Это позволяет количественно определить адаптационную «стоимость» конкретной тренировки для конкретного спортсмена.

*Комплексная оценка резервов здоровья спортсменов.* Функциональное состояние организма спортсмена можно понимать как систему слаженного устойчивого функционирования интегративных физиологических механизмов, обеспечивающих не только известное постоянство различных физиологических констант, но и адаптацию всех систем организма к интенсивным физическим и психоэмоциональным специфическим воздействиям. В этом смысле функциональное состояние можно трактовать как динамическое понятие. Оно постоянно изменяется под действием внутренних и внешних факторов, в том числе под воздействием интенсивных физических и психоэмоциональных нагрузок. В этой связи практически невозможно с удовлетворительной для практики точностью описать динамику функционального состояния спортсмена с помощью набора отдельных параметров, каждый из которых определяется количественно и изменяется в нормативных диапазонах, тем более что нормативные диапазоны для спортсменов отличаются от среднепопуляционных.

Многочисленные исследования показывают, что для определения функционального состояния организма достаточно оценить резервные возможности ограниченного количества его основных систем: кардиореспираторной, центральной нервной и нейрогуморальной регуляции. Эти системы охватывают практически все органы и подсистемы организма, их параметры отражают и показатели гомеостаза, и показатели функциональных резервов процессов адаптации через соотношение уровня регуляции и напряжения механизмов регуляции. Помимо этого, необходимым элементом комплексной оценки ФС является исследование психоэмоциональной сферы.

Эта концепция согласуется с основными положениями современной теории адаптации, в соответствии с которой здоровье рассматривается «как процесс развертывания генетической программы организма во взаимодействии с окружающей средой,

физической и социальной, в результате которого достигается оптимальная устойчивость к действиям патогенных агентов, физическая, психологическая и социальная адаптивность к изменяющимся условиям жизни». Эта теория основывается на целостном «холистическом» восприятии здоровья человека, и, следовательно, при проведении функциональных исследований предусматривает многоуровневый подход, включающий исследование не только кислородтранспортной системы, но психологических и психофизиологических показателей, системы нейрогуморальной регуляции как основного звена, связывающего высшую нервную деятельность и висцеральные структуры.

В настоящее время для оценки функционального состояния организма спортсмена и прогнозирования пика спортивной формы предлагаются комплексные методики обследования с помощью современных аппаратно-программных комплексов.

Диагностические тесты являются известными и общепризнанными для функциональных исследований в спортивной медицине: проба РWC170, позволяющая оценить физическую работоспособность, определить фактическое и должное максимальное потребление кислорода (МПК), характеризующее функциональные резервы кислородтранспортной системы организма; тест вариационной пульсометрии (по Р.М. Баевскому), являющийся высокоэффективным методом исследования системы нейрогуморальной регуляции и оценки на этой основе текущего функционального состояния и адаптационных резервов организма.

.....  
**ОЦЕНКА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ  
СПОРТСМЕНОВ**  
.....

Для определения функциональных резервов ЦНС по ее основным функциональным характеристикам (возбудимость, реактивность, подвижность, устойчивость реагирования) проводят тест зрительно-моторной реакции по Т.Д. Лоскутовой, основанный на анализе временных показателей простой сенсомоторной реакции.

Измерение времени ответных двигательных реакций является одной из наиболее удобных, получивших широкое распространение методик изучения динамики нервных процессов вообще, и широко используется в физиологии высшей нервной деятельности человека. Под временем двигательной реакции понимается время от начала действия какого-либо «пускового» сигнала при требовании реагировать «как можно быстрее» до моторного ответа на этот сигнал.

Время двигательной реакции зависит от характеристики раздражителя, функционального состояния, индивидуально-типологических особенностей нервной системы испытуемых.

Относительная простота этой методики, удобство ее применения при скрининг-обследованиях, практическое отсутствие тренируемости дают возможность использовать ее как экспресс-метод для оценки функционального состояния ЦНС.

Форма распределения последовательных значений времени простой зрительно-моторной реакции варьирует в соответствии с изменением функционального состояния ЦНС. Это соответствие позволяет определить три количественных критерия, характеризующих теоретически возможные варианты форм кривой, отражающих функциональное состояние центральной нервной системы.

Первый критерий – функциональный уровень системы (ФУС). Его величина определяется, главным образом, абсолютным значением времени реакции и отражает текущее функциональное

состояние ЦНС, степень развития утомления под влиянием факторов окружающей среды.

Второй критерий – устойчивость реакции (УР). Величина этого показателя тем больше, чем меньше вариабельность значений времени простой двигательной реакции. Поскольку разнообразие значений времени реакций является проявлениями непрерывных флуктуаций состояния ЦНС, показатель УР рассматривается как критерий устойчивости состояния ЦНС. Следовательно, чем выше показатель УР, тем устойчивее, стабильнее текущее функциональное состояние ЦНС.

Третий критерий – уровень функциональных возможностей (УФВ). Он наиболее полно характеризует состояние ЦНС и позволяет судить о ее способности сформировать и достаточно долго удерживать соответствующее функциональное состояние.

Это исследование очень важно для интегральной оценки здоровья спортсменов, подвергающихся воздействию чрезмерных и физических, и психоэмоциональных нагрузок.

В основе теории общих неспецифических адаптационных реакций лежит открытие дискретной системы регуляции гомеостаза, сделанное отечественными учеными Л.Х. Гаркави, Л.Б. Квакиной, М.А. Уколовой в 1975 году. Система включает 4 типа реакций, которые возникают в организме под влиянием внешних или внутренних раздражителей соответствующей силы.

Одна из этих реакций была уже известна – это открытая Г. Селье в 1936 г. общая неспецифическая реакция на сильные раздражители, названная им стрессом. Эта реакция протекает стадийно, характеризуется определенным комплексом изменений в нейроэндокринной системе и оказывает влияние на уровень неспецифической резистентности (устойчивости) организма, его воспалительный потенциал и метаболизм.

Неспецифические адаптационные реакции организма и на более слабые раздражители открыты и детально исследованы Л.Х. Гаркави с соавторами: это реакция на слабое воздействие – реакция тренировки (РТ); реакция на среднее воздействие – реакция спокойной активации, которая впоследствии была подразделена на реакцию спокойной активации (РСА) и реакцию повышенной активации (РПА). Замыкает эту систему адаптационных реакций реакция на сильное воздействие – реакция-стресс (РС). Они же выяснили величину шага между реакциями в зависимости от силы воздействия: для перехода к соседней реак-



ции нужно увеличить (уменьшить) силу воздействия в 1,2 раза (на 20%). Кроме того, они обнаружили, что организм имеет некоторое дискретное множество диапазонов реактивности, в каждом из которых в зависимости от относительной силы воздействия организм отвечает одним из 4-х типов реакций. Например, если организм находится в состоянии стресса в самом нижнем диапазоне реактивности, то при увеличении воздействия на 20% организм отвечает не углублением стресса, а развитием реакции тренировки, но уже более высокого диапазона реактивности. Именно наличием диапазонов реактивности организма объясняется широкий интервал воздействий, к которым организм способен приспособиться. Важное свойство организма, объясняющее причину самопроизвольного возврата из болезненного состояния к здоровому, заключается в том, что из множества воздействий организм способен выбрать не самое сильное, а самое информативное. Именно это открыло возможность на практике добиваться желательных изменений в сторону антистрессорных реакций и позволило создать соответствующие методики, совокупность которых известна сейчас под названием «активационная терапия».

Резистентность является подходящей высокоинформативной оценкой гомеостатического потенциала организма, так как количественно характер.

*Методика «Простая зрительно-моторная реакция».* Простая зрительно-моторная реакция (ПЗМР) – это элементарный вид произвольной реакции человека на зрительный стимул. Простая зрительно-моторная реакция состоит из двух последовательных компонентов: сенсорного (латентного) периода и моторного периода. Латентный период – это период восприятия и идентификации стимульного сигнала. При выполнении сенсомоторной реакции ведущей рукой моторный период сокращается.

В процессе упражнений и тренировок время сенсомоторной реакции стабилизируется и сокращается на 0.03–0.05 секунды.

На красный цвет раздражителя время зрительно-моторной реакции короче, чем на зеленый.

При ритмичной подаче сигналов-раздражителей регистрируется меньшее время сенсомоторной реакции, чем при аритмичном их предъявлении. Это обусловлено тем, что при ритмичной подаче сигналов человек усваивает размер временного промежутка между сигналами, благодаря чему появляется возможность прогнозирования времени предъявления следующего сигнала.

Время реакции зависит от свойства концентрации внимания. При высокой концентрации внимания время между воздействием раздражителя и выполнением ответного движения уменьшается, при низкой – увеличивается.

Время сенсомоторной реакции зависит от типологических особенностей нервной системы, главным образом от подвижности нервных процессов и их уравновешенности.

На скорость сенсомоторной реакции оказывает влияние функциональное состояние организма. При низком функциональном состоянии показатель скорости уменьшается (при этом время ПЗМР увеличивается).

Результаты по методике «Простая зрительно-моторная реакция» позволяют сделать вывод о свойствах и текущем функциональном состоянии центральной нервной системы, что в свою очередь указывает на работоспособность обследуемого, наличие либо отсутствие патологических изменений неврологического характера, тип темперамента и т.п.

Для выявления свойств нервных процессов необходимо проводить обследование многократно с целью устранения возможных посторонних факторов, оказывающих влияние на единичное обследование. Время простой зрительно-моторной реакции позволяет диагностировать подвижность нервных процессов: чем меньше время реакции, тем выше скорость реакции и тем более подвижной является нервная система. О степени уравновешенности нервных процессов свидетельствует показатель стандартного отклонения: чем меньше стандартное отклонение, тем более уравновешенной является нервная система. При помощи данной методики возможна также диагностика силы нервных процессов путем анализа динамики показателей времени реакции по результатам отдельного обследования и нескольких обследований, проведенных в течение дня. При сильной нервной системе время реакции в течение дня и в рамках одного обследования существенно не меняется, при слабой – увеличивается.

Высокий уровень функционального состояния обследуемых характеризуется высоким средним значением и малыми колебаниями показателей времени реакции в разные часы и дни. Изменения функционального состояния вследствие утомления, снижения уровня бодрствования и т.п. сопровождаются увеличением среднего значения времени реакции и разброса значений критериев от обследования к обследованию. Увеличение

разброса физиологических показателей и низкий уровень их устойчивости во времени является наиболее ранним и наиболее универсальным показателем сдвигов функционального состояния ЦНС. Функциональное состояние также характеризуется критериями Т.Д. Лоскутовой.

*Методика «Реакция на движущийся объект».* Реакция на движущийся объект (РДО) представляет собой разновидность сложной сенсомоторной реакции, т.е. такой реакции, которая помимо сенсорного и моторного периодов включает период относительно сложной обработки сенсорного сигнала центральной нервной системой.

Методика РДО предназначена для измерения уравновешенности нервных процессов, т.е. степени сбалансированности процессов возбуждения и торможения по силе.

*Методика «Реакция различения».* Реакция различения является разновидностью сложной сенсомоторной реакции. В отличие от простой реакции, реакция различения осуществляется на один определенный стимул из нескольких разнообразных стимулов. Поэтому процесс обработки сенсорной информации центральной нервной системой происходит не только по принципу наличия либо отсутствия сигнала, но и по принципу различения сигналов, отбора сигналов определенного цвета из общего их числа и формирования реакции на заданный вид сигнала.

В связи с более сложным процессом обработки сенсорной информации центральной нервной системой скорость реакции различения меньше, чем скорость простой реакции, т.е. время, затраченное на осуществление реакции различения, больше, чем на осуществление простой реакции.

Методика «Реакция различения» предназначена для измерения подвижности нервных процессов в ЦНС.

Величина показателя среднего значения свидетельствует о подвижности нервных процессов, показатель стандартного отклонения – об уравновешенности, динамика значений времени реакции – о силе нервных процессов аналогично методике «Простая зрительно-моторная реакция». Число ошибок и величина коэффициента точности также дают информацию о силе нервных процессов, т.к. отражают особенности концентрации внимания.

Если результат по данной методике отражает общую подвижность нервных процессов, на которую оказывают влияние физиологические особенности зрительного анализатора и периферической нервной системы, то для диагностики подвижности нервных

процессов в ЦНС рекомендуется проводить обследования по данной методике в сочетании с обследованиями по методике «Простая зрительно-моторная реакция». Разность между средним временем реакции различения и средним временем ПЗМР отражает скорость протекания нервных и психических процессов в центральной нервной системе.

*Методика «Реакция выбора».* Реакция выбора – это разновидность сложной сенсомоторной реакции, заключающаяся в осуществлении нескольких различных реакций на надлежащие стимулы. При этом каждому определенному стимулу соответствует конкретный тип реакции.

Методика «Реакция выбора» предназначена для оценки подвижности нервных процессов.

Для диагностики показателя индивидуальной подвижности нервных процессов в центральной нервной системе необходимо сравнивать средние значения по данной методике со средними значениями по методике « Простая зрительно-моторная реакция».

*Методика «Теппинг-тест».* Используется для диагностики силы нервных процессов путем измерения динамики темпа движений кисти. Сила нервных процессов отражает общую работоспособность человека: человек с сильной нервной системой способен выдерживать более интенсивную и длительную нагрузку, чем человек со слабой нервной системой. При слабой нервной системе утомление вследствие психического или физического напряжения возникает быстрее, чем при сильной.

При выборе времени проведения обследования необходимо учитывать, что на динамику темпа движений кисти влияют особенности не только нервной, но и мышечной системы, поэтому при наличии слабого развития мышц либо при особо длительных обследованиях на результаты может оказывать влияние мышечное утомление.

Различают пять основных типов кривых, полученных по результатам обследований по методике «Теппинг-тест»:

1. Выпуклый тип. Характеризуется возрастанием темпа движений в первые 15 секунд обследования более чем на 10%; затем темп, как правило, снижается до исходного ( $\pm 10\%$ ). Такой тип кривой свидетельствует о наличии у обследуемого сильной нервной системы.

2. Ровный тип. Темп движений обследуемого удерживается около исходного уровня с колебаниями  $\pm 10\%$  на протяжении

всего отрезка времени. Такой вариант кривой свидетельствует о наличии у обследуемого средней силы нервной системы.

3. Нисходящий тип. Максимальное количество движений фиксируется в течение первого пятисекундного интервала, затем темп движений снижается более чем на 10%. Этот тип кривой свидетельствует о слабости нервной системы.

4. Промежуточный тип (между ровным и нисходящим). Максимальное число движений фиксируется в течение первых двух-трех пятисекундных интервалов, затем темп движений падает более чем на 10%. Такой тип кривой свидетельствует о наличии у обследуемого нервной системы на границе между слабой и средней (средне-слабая нервная система).

5. Вогнутый тип. Темп движений обследуемого вначале снижается, затем фиксируется кратковременное возрастание темпа до исходного уровня ( $\pm 10\%$ ). Обследуемые с таким типом кривой также относятся к группе лиц со средне-слабой нервной системой.

*Методика «Помехоустойчивость».* Помехоустойчивость – это характеристика внимания, отражающая способность человека сопротивляться воздействию фоновых признаков (помех) при восприятии какого-либо объекта. Помехи в данном контексте понимаются как различные звуковые и зрительные стимулы, которые мешают выполнению заданной работы. Помехи различаются по частоте, длительности и интенсивности.

Наличие помех при восприятии объекта снижает степень чувствительности к основному сигналу, концентрацию внимания и общую работоспособность человека. Однако в зависимости от индивидуальных свойств нервной системы воздействие одних и тех же помех на различных людей неодинаково, а в зависимости от текущего функционального состояния один и тот же человек в различное время по-разному подвержен воздействию помех. При наличии высокой помехоустойчивости человек способен в течение длительного времени концентрировать внимание на необходимом объекте и выполнять заданную деятельность независимо от окружающих условий; при низкой помехоустойчивости длительная концентрация внимания человека возможна лишь в условиях отсутствия шума и других отвлекающих факторов.

Условия проведения обследований по методике «Помехоустойчивость» состоят в наличии зрительных помех на экране в процессе проведения обследований.

*Методика «Оценка мышечной выносливости» и ее модификации.* Методика «Динамометрия», в классическом варианте используется для измерения силы и выносливости мышц.

*Измерение мышечной силы.* Сила мышцы измеряется тем наибольшим напряжением, которое она может развить, или тем грузом, который она может приподнять. Индивидуальная сила мышц связана не только с конституциональными особенностями опорно-двигательного аппарата и тренированности мышц; на развитие мышечного напряжения оказывает влияние также функциональное состояние нервной системы. Поэтому для получения наиболее достоверного показателя мышечной силы рекомендуется проводить многократные обследования одного и того же респондента в разные дни и часы.

Динамометрия может быть использована в сочетании со зрительно-моторными пробами как одна из методик диагностики функциональной асимметрии для выявления ведущей руки. Для этого производится определение силы мышц правой и левой кисти, а затем высчитывается коэффициент асимметрии.

*Определение мышечной выносливости.* Выносливость – это способность человека длительно выполнять работу без снижения ее интенсивности и качества. Длительность работы в соответствии с динамикой ее эффективности можно разделить на две фазы. Первая фаза – фаза оптимальной работоспособности, длящаяся с начала выполнения работы до появления чувства усталости, которое свидетельствует о наступлении утомления. Вторая фаза – фаза компенсированного утомления, в течение которой индивид способен противостоять утомлению, т.е. выполнение работы на фоне усталости до тех пор, пока человек может за счет дополнительного волевого напряжения поддерживать ее необходимую интенсивность и качество. Соотношение длительности этих фаз у различных людей зависит от силы нервных процессов: при сильной нервной системе более продолжительной является вторая фаза, при слабой – первая. Проявление выносливости также в значительной степени зависит от мотивации человека.

Диагностическим критерием для определения мышечной выносливости индивида с точки зрения концепции, послужившей теоретической основой для разработки данной методики, является максимальное время, в течение которого человек способен удерживать нагрузку, составляющую определенный процент от индивидуальной силы мышц. Поэтому для диагностики мышечной выносливости необходимо вначале определить мышечную

силу, а затем обследуемый должен в течение максимально длительного времени удерживать усилие, составляющее не менее 50 или 75 процентов от показателя мышечной силы.

*Методика «Память на числа»* предназначена для оценки кратковременной памяти: ее объема и точности. Вначале обследуемому демонстрируется в течение 20 секунд таблица с 12 двухзначными числами, которые нужно запомнить. После этого на экране возникает таблица с 30 двухзначными числами. Задание состоит в том, чтобы найти во второй таблице числа, содержащиеся в первой таблице. Оценка эффективности мнемических процессов производится по количеству правильно найденных чисел. Нормами для взрослых являются показатели от 7 правильно отмеченных чисел и выше, для детей школьного возраста – от 5 чисел.

*Методика «Память на образы»* предназначена для изучения кратковременной зрительной памяти. Вначале в течение 20 секунд обследуемому предъявляется таблица с 16 образами, которые необходимо запомнить. Затем на экране появляется таблица с 64 образами, 16 из которых совпадает с образами, содержащимися в первой таблице. Задание состоит в том, чтобы отыскать во второй таблице первично предъявленные 16 образов. Оценка успешности мнемических процессов производится по количеству правильно воспроизведенных образов. Нормой для всех возрастов являются показатели от 6 образов и выше. Такие показатели указывают на наличие у обследуемого оптимальной эффективности мнемических процессов.

*Методика «Красно-черные таблицы Шульте-Платонова»* (модифицированный вариант) предназначена для изучения объема, переключаемости и распределения внимания. Обследуемому предъявляется таблица, на которой изображены несколько рядов беспорядочно разбросанных красных и черных цифр от 1 до 25. Тест состоит из трех проб: двух простых и одной сложной. Задание каждой из проб необходимо выполнять в максимально возможном темпе. Первая простая проба – нахождение цифр от 1 до 25 в порядке возрастания. Вторая простая проба – нахождение цифр от 25 до 1 в порядке убывания. Третья сложная проба состоит из чередования серий цифр по возрастанию и убыванию: 1–25; 2–24; 3–23; 4–22 и т.д. Оценивается время выполнения каждой из проб ( $t_1$ ,  $t_2$  и  $t_3$  соответственно) и количество ошибок.

*Методика «Исключение понятий»*. Данная методика предназначена для исследования эффективности умственных операций классификации и анализа. Обследуемому предлагается 17 рядов

слов. В каждом из рядов четыре слова объединены каким-либо понятием, которое является общим для этих четырех слов, но не имеет отношения к пятому слову. За 3 минуты обследуемый должен найти в каждом из семнадцати рядов пятое, лишнее слово и выделить его.

*Методика «Логическое мышление»* предназначена для выявления эффективности умственных операций обобщения, конкретизации и сравнения. В каждом из заданий обследуемому предлагается три слова. Между первым и вторым словом существует определенная связь. Задание состоит в том, чтобы подобрать из предлагаемых вариантов ответов такое четвертое слово, которое было бы связано с третьим словом таким же образом, как второе слово с первым. Оценка результата производится по количеству правильных ответов.

*Опросник EPI* разработан Г.В. Айзенком и предназначен для диагностики типа темперамента на основе определения экстра-либо интроверсии и уровня нейротизма. Существует два варианта опросника (А и В), что позволяет проводить повторное исследование, исключив возможность запоминания ранее данных ответов. Оба варианта опросника содержат по 57 вопросов, из которых 24 связаны со шкалой экстраверсии-интроверсии, еще 24 – со шкалой нейротизма, а остальные 9 входят в контрольную шкалу лжи, предназначенную для оценки степени искренности при ответах на вопросы. Обследуемому необходимо ответить на вопросы теста, варианты ответов – «да» или «нет». Оценка результатов проводится по числу набранных баллов по каждой шкале. Определение типа темперамента производится в соответствии с «кругом Айзенка».

*Опросник MPI* разработан Г.В. Айзенком и по своему диагностическому предназначению аналогичен опроснику EPI. Отличие опросника MPI от опросника EPI заключается в повышении дифференциальных возможностей (здесь предусмотрен случай, когда обследуемый затрудняется ответить) и увеличении количества вопросов, составляющих шкалу лжи, что позволяет получить оптимальную информацию о достоверности ответов испытуемого по шкалам экстраверсии и нейротизма.

*Опросник EPQ* Отличительной особенностью данного опросника является наличие в нем шкалы психотизма. Поэтому опросник EPQ применяется в тех случаях, когда необходимо дифференцировать крайние варианты темперамента от общих патохарактерологических особенностей, диагностируемых шкалой психотизма.



*Патохарактерологический диагностический опросник (ПДО).* Опросник предназначается для диагностики пограничных состояний (психопатий и акцентуаций характера). Опросник состоит из различных утверждений, разбитых на 25 тем. В каждой из тем респонденту необходимо выбрать от одного до трех утверждений, наиболее соответствующих его отношению к данной теме, затем от одного до трех утверждений, наименее соответствующих его отношению к теме. Предусмотрен также отказ от выбора. Каждая из тем содержит суждения, выражающие типичное отношение различных типов акцентуации характера к данной проблеме, и несколько индифферентных фраз, не имеющих диагностического значения. Оценка результата производится по количеству совпадений ответов респондента с типичными ответами различных типов акцентуации характера.

Кроме шкал определения типа акцентуации характера опросник содержит дополнительные шкалы, определяющие следующие показатели:

- наличие либо отсутствие негативного отношения к исследованию (по количеству отказов от выбора – показатель «О»);
- наличие либо отсутствие возможной склонности к диссимуляции (показатель «Д»);
- степень откровенности (показатель «Т»);
- наличие либо отсутствие органической природы психопатии или акцентуации характера (показатель «В»);
- уровень риска депрессии (показатель «Дп»);
- степень выраженности реакции эмансипации (показатель «Е»);
- степень психологической склонности к делинквентности (показатель «d»);
- степень психологической склонности к алкоголизации (по количеству набранных баллов в соответствии с выборами по теме 6 – показатель «V»);
- степень маскулинности и фемининности обследуемого (показатели «М» и «Ф»).

По результатам проведения опросника подсчитывается количество баллов, полученных в пользу каждого из типов акцентуации и по каждой дополнительной шкале, и строится диаграмма.

*Характерологический опросник Х. Смишека* разработан на основе концепции К. Леонгарда и предназначен для определения

типа акцентуации характера. Опросник включает 88 вопросов и 10 шкал, соответствующих определенным акцентуациям характера. По результатам проведения обследования определяется степень выраженности качеств каждого из десяти диагностируемых типов. На основе полученных данных строится профиль личностных акцентуаций, представляющий собой графическое изображение результатов обследования в виде диаграммы. Приблизительная оценка типа акцентуации может быть дана на основе анализа диаграммы: если профиль сдвинут вниз, то акцентуация характера отсутствует либо незначительна; если профиль сдвинут вверх, то акцентуация существует по нескольким типам. Критическими значениями для диагностики определенного типа являются показатели от 14–16 баллов по какой-либо из шкал. Окончательный вывод делается по максимально набранному количеству баллов по одной шкале либо по нескольким шкалам, если показатели отличаются на 1–3 балла.

На основании выводов по результатам проведения обследования может быть составлено заключение, в котором указываются направления психокоррекционной работы с данным обследуемым. Психологическая коррекция акцентуаций главным образом имеет своей целью осознание акцентуантом отрицательных особенностей своего характера и типичных ситуаций, в которых эти особенности обычно проявляются.

*Методика «Таблицы Равена» (шкала прогрессивных матриц)* была разработана в 1936 году и предназначена для диагностики уровня интеллекта. Тест состоит из невербальных заданий, что имеет немаловажное значение, так как на результат в меньшей степени, чем в других методиках, оказывают влияние приобретенные в связи с обучением и жизненным опытом обследуемого знания. Полученный результат позволяет судить главным образом о способности к систематизированной планомерной интеллектуальной деятельности.

Тест состоит из 5 серий, в каждой из которых содержится по 12 заданий. Каждое из заданий включает основной структурированный рисунок с недостающим фрагментом и несколько вариантов фрагментов той же формы. Обследуемому необходимо за 20 минут отметить, какие из вариантов ответов соответствуют недостающему фрагменту в каждом из заданий. Трудность заданий возрастает внутри каждой серии и от серии к серии.

Таблица качественного описания серий методики Равенна

Серия	Принцип построения заданий
А	Установление взаимосвязей в структуре матриц
В	Аналогия между парами фигур
С	Прогрессивные изменения в фигурах матриц
Д	Перегруппировка фигур в матрице в горизонтальном и вертикальном направлениях
Е	Разложение фигур на элементы

Каждое правильное решение оценивается в один балл. Полученный общий балл с учетом возраста переводится в проценты, и на основании процентного показателя определяется интеллектуальный уровень респондента. Различают 5 степеней интеллектуального уровня:

- 1 степень – более 95% – высокий показатель;
- 2 степень – 75–94% – интеллект выше среднего;
- 3 степень – 25–74% – интеллект средний;
- 4 степень – 5–24% – интеллект ниже среднего;
- 5 степень – ниже 5% – дефект.

*Методика «САН» (самочувствие, активность, настроение) в адаптации А. Гончарова* предназначена для самооценки текущего психического состояния. Диагностический материал составляют 30 пар противоположных по смыслу определений; респондент должен в каждой паре выбрать наиболее подходящее для его состояния определение и оценить степень выраженности данного аспекта состояния по шкале от 0 до 3 баллов. Методика включает 3 шкалы: самочувствие, активность, настроение. Обработка результатов производится путем вычисления среднего значения показателей по каждой шкале. Степень достоверности результата определяется при помощи вычисления стандартного отклонения показателей по каждой шкале: если стандартное отклонение по данной шкале превышает уровень 1.75, то результат считается недостоверным и среднее значение показателя по данной шкале в дальнейшей обработке не участвует. По достоверным результатам вычисляется показатель интегрального психического состояния путем нахождения среднего арифметического.

**Интерпретация показателей самочувствия, активности,  
настроения и интегрального показателя по методике «САН»**

Балл	Менее 4	4–5	Более 5
Интерпретация состояния	Неблагоприятное	Умеренное	Благоприятное

В случае диагностики динамики психического состояния вычисляются исходный (первоначальный) показатель интегрального психического состояния и спустя положенное время конечный показатель. Затем рассчитывается разность между конечным и исходным результатами, на основании которой делается вывод о динамике психического состояния в соответствии с таблицей 32.

**Интерпретация динамики интегральных показателей по методике  
«САН» в соответствии с разностью между конечным и исходным  
результатами**

	Положительная динамика	Отрицательная динамика
Сдвиг в пределах сектора	1–2	–1 – –2
Сдвиг на 1 сектор	2–3	–2 – –3
Сдвиг на 2 сектора	3–4	–3 – –4

Данная методика, как правило, применяется в целях изучения динамики психического состояния и может быть использована в рамках психологического консультирования для выявления степени эффективности коррекционных мероприятий и в практике медицинской реабилитации для диагностики результативности лечения. Кроме того, данная методика применяется для изучения качества жизни и субъективного отношения человека к своему физическому и эмоциональному состоянию.

*Восьмицветовой тест М. Люшера (в адаптации Л. Собчик)* является проективным методом и предназначен для диагностики ситуативного или долговременного психического состояния человека. Теоретическим обоснованием данной методики является концепция ее автора, заключающаяся в том, что различные

цвета символизируют те или иные потребности человека, и симпатия или антипатия к определенному цвету отражает степень актуальности и удовлетворенности данной потребности. Уровень удовлетворенности актуальных потребностей в свою очередь определяет психическое состояние человека.

Диагностический материал состоит из восьми цветowych карточек: четыре карточки с основными цветами (темно-синий, сине-зеленый, красно-оранжевый, светло-желтый), одна карточка с нейтральным цветом (фиолетовым) и три – с дополнительными цветами (серый, коричневый, черный). Обследуемому предлагается выбрать карточку с наиболее понравившимся ему цветом, затем сделать аналогичный выбор из оставшихся карточек и т.д., т.е. разложить карточки в порядке предпочтения от наиболее до наименее понравившегося цвета. При этом очень важно, чтобы респондент не связывал выбираемые цвета с какими-либо объектами окружающей среды, например, с цветом машины, одежды и прочего, а производил свой выбор в соответствии с привлекательностью цветовой гаммы на текущий момент для него лично. Затем производится повторное тестирование; при этом необходимо сообщить респонденту, чтобы он не пытался вспомнить, в каком порядке были разложены цвета в первом случае, а делал свой выбор заново.

Обработка результатов проводится, как правило, по повторному тестированию, т.к. оно считается более спонтанным и показательным. В процессе обработки результатов учитывается следующее:

- Выделение цветowych сочетаний. В простых случаях первые два цвета в образовавшемся цветовой ряду являются предпочитаемыми и им присваивается знак «+»; вторая пара включает относительно предпочитаемые цвета (знак «×»); третьей паре присваивается знак «=», означающий безразличие к цвету; в четвертой паре находятся отвергаемые цвета (знак «-»). В процессе выделения цветowych групп участвует информация, полученная по результатам первого тестирования.

- Анализ положения основных цветов, символизирующих, согласно автору теста, основные психологические потребности человека. Если один или несколько основных цветов занимают шестую, седьмую и восьмую позиции, это означает, что потребность, символизируемая данным цветом, не удовлетворена, и человек находится в состоянии психологического дискомфорта.

Даже если основной цвет занимает шестую позицию, он считается отвергаемым и ему присваивается знак Основной цвет, занимающий одну из последних трех позиций теста, и следующие за ним цвета помечаются знаком тревоги («А») и интерпретируются как источники неблагоприятного психического состояния. В случае наличия тревоги подразумевается существование компенсации негативного психического состояния; на характер компенсации указывает цвет, находящийся на первой позиции. Данный цвет интерпретируется как основной способ компенсации и помечается знаком «С».

- Если один или несколько дополнительных цветов (серый, коричневый или черный) находятся в начале цветового ряда и занимают первое, второе или третье место, это рассматривается как компенсация неадекватного типа. Данный цвет и цвета, расположенные в цветовом ряду перед ним, помечаются знаком «С» (компенсация), а цвет, находящийся на восьмом месте – знаком «А» (тревога), даже если он не является основным.

- Выявление степени психоэмоциональной дезадаптации (интенсивность тревоги и компенсации в случае их наличия) оценивается исходя из положения основных цветов в конце цветового ряда и дополнительных – в начале ряда согласно следующей схеме.

*Таблица 33*

**Таблица определения интенсивности тревоги и компенсации**

<b>Интенсивность</b>	<b>1 балл (знак «!») </b>	<b>2 балла (знак «!!») </b>	<b>3 балла (знак «!!!») </b>
Тревога (положение основного цвета)	Шестое место	Седьмое место	Восьмое место
Компенсация (положение дополнительного цвета)	Третье место	Второе место	Первое место

Количество баллов интенсивности тревоги и компенсации по результатам теста суммируется. Таким образом, максимальная интенсивность тревоги и компенсации соответствует 12 баллам.

Предварительная содержательная интерпретация результатов теста основывается на сопоставлении положения каждого цвета в ряду и значения данной позиции (табл. 33, 34).

Значение позиций цвета в ряду из восьми цветов

Место	Интерпретация
1 (+)	Наиболее предпочитаемый цвет символизирует средства, которые респондент стремится использовать для достижения основной цели
2 (+)	Цель субъекта как таковая
3 (×)	Актуальное состояние респондента; образ действия, применяемый субъектом в существующей ситуации
4 (×)	
5 (=)	Безразличные для респондента цвета означают низкую степень актуальности состояний и образа действий, символизируемых данными цветами
6 (=)	
7 (-)	Отвергаемые цвета символизируют фрустрируемые потребности респондента и поведение, которое в данной ситуации он считает неуместным
8 (-)	

Подробные результаты теста с учетом цветовых сочетаний выдаются программой автоматически.

*Опросник Ч.Д.Спилбергер* (адаптирован Ю.Л. Ханиным) предназначен для оценки уровня тревожности человека как личностной характеристики и как психического состояния. Опросник включает 40 суждений, 20 из которых ориентированы на диагностику ситуативной тревожности (СТ) и 20 – на диагностику личностной тревожности (ЛТ) обследуемого. Под ситуативной тревожностью понимается текущее психическое состояние, под личностной – предрасположенность человека к данному состоянию. Ситуативная тревожность возникает как реакция человека на различные, чаще всего социально-психологические, стрессоры в качестве ожидания негативной оценки, восприятия неблагоприятного к себе отношения; личностная тревожность дает представление об индивидуальных различиях в подверженности действию разнообразных стрессоров. Респонденту необходимо оценить степень согласия с утверждениями опросника по четырехбалльной шкале. Обработка результатов производится в соответствии с ключом.

**Интерпретация результатов по методике Ч.Д. Спилбергера**

Балл по шкале СТ и ЛТ	20–30	31–45	46–80
Уровень данной формы тревожности	Низкий	Средний	Высокий

Преимуществом данной методики является наличие возможности сравнения текущего психического состояния респондента с его обычным состоянием и дифференциация на этой основе текущего психического состояния от соответствующего личностного свойства.



.....

**СПОРТИВНАЯ ГЕНЕТИКА:  
ОСОБЕННОСТИ ОТБОРА  
И ОРИЕНТАЦИИ ПРИ ОЦЕНКЕ ГЕНОВ**

.....

**7.1. Критические варианты полиморфизмов ДНК,  
лимитирующих спортивную работоспособность**

Своевременное выявление факторов, лимитирующих физическую деятельность, умение устранять эти факторы и адекватное применение средств коррекции помогают достичь высоких результатов в спорте и сохранить здоровье спортсмена. Исследование распределения полиморфизмов генов 5НТТ и 5НТ2А у представителей игровых видов спорта позволяет на стадии ранней специализации осуществлять отбор лиц, предрасположенных к большей психологической устойчивости и успешности. Оценка зрительно-моторных реакций спортсменов позволяет сопоставлять генетические и фенотипические маркеры прогноза успешной спортивной деятельности.

В процессе спортивной деятельности – это возможность человека развить адаптационные способности организма в условиях экстремальной деятельности при значительных физических и психоэмоциональных нагрузках. Ограничение работоспособности фактором, поддающимся коррекции, но оставшимся незамеченным, завершает карьеру спортсмена.

Своевременное выявление факторов, лимитирующих физическую деятельность, умение устранять их и адекватное применение средств коррекции помогают достичь высоких результатов в спорте. Применение физического воздействия, прогноз эффективности фармакологических средств позволяет повышать работоспособность, возможность быстрого восстановления после экстремальной нагрузки.

Назначая спортсмену различные виды стимуляции, всегда следует учитывать индивидуальные особенности организма, степень

тренированности и выносливости, ограничивающие его «верхнюю планку» – предел физиологически возможного адаптивного потенциала при мобилизации эндогенных механизмов обеспечения конечного спортивного результата.

Среди основных факторов, лимитирующих спортивную работоспособность, выделяют: биоэнергетические (анаэробные и аэробные) возможности спортсмена; нейромышечные (мышечная сила и техника выполнения упражнений); психологические (мотивация и тактика ведения спортивного состязания). Непременным условием установления фактора, лимитирующего работоспособность, являются методические возможности исследователя (биохимические и физиологические). К факторам, приобретающим особую значимость на современном этапе развития спортивной медицины, относятся также генетические.

Интенсивные занятия спортом, несоответствующие генетической предрасположенности, приведут к ограничению спортивной работоспособности и снижению соревновательного результата. В настоящее время считается всё более целесообразным построение спортивного отбора, выбора спортивной специализации с учетом генетической предрасположенности человека не только к выполнению различных нагрузок, но и возможности организма поддерживать гомеостаз, избежать дезадаптации и развития патологических состояний. Концепция отбора детей в спорт должна предусматривать использование здоровьесберегающих технологий в спортивной деятельности с учетом раннего определения генетических полиморфизмов предрасположенности ребенка к высокой физической активности, с учетом типа энергообеспечения физической активности, и своевременного прогнозирования риска развития патологических нарушений организма, препятствующих выполнению интенсивных физических нагрузок. В связи с этим, адекватный выбор типа нагрузок на основе генетической предрасположенности к различным видам деятельности на раннем этапе спортивной карьеры, а также коррекция тренировочного процесса на более поздних стадиях с учётом индивидуальных особенностей организма является одной из актуальных проблем современной спортивной медицины.

Генетический анализ предусматривал определение полиморфизмов L/S гена 5HTT, C/T гена 5HT2A. В качестве проб биологического материала использовался буккальный эпителий, забор

которого осуществляется с помощью специальных одноразовых стерильных зондов путём соскоба клеток с внутренней стороны щеки.

Рецептор серотонина 2A широко распространен в организме в периферических тканях, где опосредует сократительные реакции в гладкомышечной ткани сердечно-сосудистой, желудочно-кишечной и мочеполовой систем. В головном мозге 5HT<sub>2A</sub> экспрессируется в районах, которые считаются ответственными за когнитивные функции (префронтальный кортекс, особенно в пирамидальных нейронах и интернейронах). В синапсах 5HT<sub>2A</sub> расположен только на постсинаптической мембране. Это самый чувствительный тип серотониновых рецепторов, и эта чувствительность повышается при различных психических расстройствах.

В верхней части продолговатого мозга и в мосте находится наиболее обширное скопление серотонинэргических нейронов, проецирующихся краниально (кора, гиппокамп, лимбическая система, гипоталамус) и каудально (продолговатый и спинной мозг). Выделено 15 типов серотониновых рецепторов с дополнительными подразделениями для отдельных подтипов (5-HT<sub>1A-D</sub>, 5-HT<sub>2AC</sub>). Отмечается роль серотониновых рецепторов в регуляции аффективного поведения (тревоги, панических состояний), аппетита и пищевого поведения, двигательной активности, сегментарных механизмов контроля сексуального поведения. Серотонинэргическая система мозга принимает участие в регуляции агрессивных состояний: угнетение биосинтеза серотонина сопровождается усилением агрессивности, а повышение уровня серотонина в мозге – ослаблением агрессивности.

Ген 5HTT – наиболее исследуемый ген серотониновой системы (кодирует переносчик серотонина), при генотипе LL – нормальный вариант полиморфизма в гомозиготной форме, при экспрессии повышает концентрацию переносчика серотонина. Для носителей данного генотипа характерна низкая предрасположенность к депрессии, высокая устойчивость к психическим нагрузкам, развитию центрального утомления в условиях высоких физических и психических нагрузок, что возможно использовать при отборе в циклические виды спорта.

Носители генотипа LS – промежуточного гетерозиготного варианта имеют большую предрасположенность к игровым видам спорта.

Генотип SS – мутантный вариант полиморфизма в гомозиготной форме. У носителей данного генотипа снижена концентрация переносчика серотонина. В поведении отмечается выраженная косвенная агрессия.

Наибольшее внимание в пределах гена переносчика серотонина 5НТТ привлекают полиморфный участок вариации делеции/инсерции в положении 44 п.о. в регионе промотора переносчика серотонина с формированием «короткой» S- и «длинной» L-аллелей. Наличие короткой аллели связано со снижением обратного захвата серотонина, что увеличивает длительность серотонинергической активности. Подобный полиморфизм может быть важен для людей с тревожными личностными характеристиками, депрессией и суицидальными тенденциями.

Для определения инсерционно-делеционного полиморфизма гена 5НТТ проводится ПЦР по описанной в п. 6.5 методике (с ПЦР-буфером № 4) со следующей парой праймеров (температура отжига – 58°C):

♦ прямой праймер: 5'-СААТСТСТGGTGCTTCCCGTACАТ АТ-3'

♦ обратный праймер: 5'-GАСАААТСТGTCTTCTGGCTTCTG АА-3'

Для определения размеров продуктов амплификации проводится электрофорез. Генотипу LL соответствуют фрагменты длиной 311 п.о., генотипу L/S – два фрагмента длиной 267 и 311 п.о., а генотипу S/S – фрагмент длиной 267 п.о. (рис. 17).

Дорожки: 1 – ДНК-маркер (50 bp DNA-ladder, CarlRoth).

2 – Продукт амплификации ДНК индивидуума с генотипом S/S.

3 – Продукт амплификации ДНК индивидуума с генотипом L/L.

4 – Продукт амплификации ДНК индивидуума с генотипом S/L.

Ген 5НТ2А находится в 13-й хромосоме. Один из наиболее значимых полиморфизмов – это замена T<sub>102</sub>→C. Аллель Т сопряжена с повышенной экспрессией гена по сравнению с аллелью С. У носителей генотипа ТТ агрессивность выше, чем у носителей С-аллели. Помимо агрессивности (важной черты личности для некоторых видов спорта) от плотности рецепторов серотонина зависит скорость развития усталости при тренировках.



**Рис. 17.** Электрофореграмма результатов ПЦР-анализа полиморфизма L/S гена 5HTT

- С/С – нормальный вариант полиморфизма в гомозиготной форме;
- С/Т – гетерозиготная форма полиморфизма;
- Т/Т – мутантный вариант полиморфизма в гомозиготной форме.

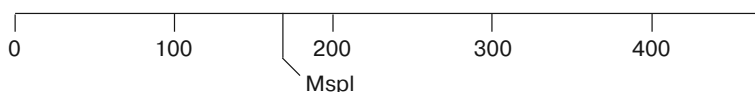
Для определения полиморфизма Т102С гена 5HT2A проводится ПЦР (с ПЦР-буфером № 1) со следующей парой праймеров (температура отжига – 58°C):

- прямой праймер: 5'-CATGGAGAАТААТGAGCCСAAA -3'
- обратный праймер: 5'-ТААСААТТGACAGCAGGAAАТАСС -3'

Продуктами амплификации в данной ПЦР являются фрагменты ДНК длиной 428 п.о.

Наличие замены С→Т нуклеотида в 102-м положении гена 5HT2A создает сайт распознавания (C↓CGG) для эндонуклеазы *MspI*.

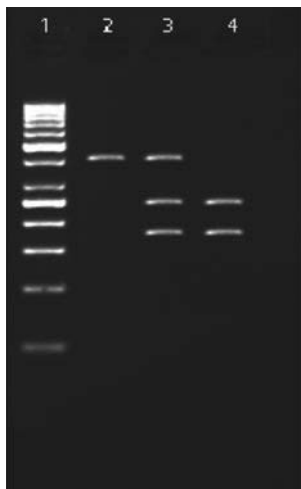
ААСТ <u>C↓CGG</u> АГА	мутантная аллель
ААСТ <u>CTGG</u> АГА	нормальная аллель



**Схема.** Полиморфизм Т102С гена 5HT2А

Для детекции этого полиморфизма проводят обработку продукта ПЦР рестриктазой *MspI* при 37°C в течение одного часа.

Генотипу ТТ соответствуют нерестрицированные фрагменты длиной 427 п.о., генотипу СТ – три фрагмента длиной 427, 252 и 175 п.о., а генотипу СС – 2 фрагмента длиной 252 и 175 п.о. (рис. 18).



**Рис. 18.** Электрофореграмма результатов ПЦР-ПДРФ анализа полиморфизма Т102С гена 5НТ2А

Дорожки: 1 – ДНК-маркер (50 bp DNA-ladder, CarlRoth)

2 – Продукт амплификации и рестрикции ДНК индивидуума с генотипом ТТ

3 – Продукт амплификации и рестрикции ДНК индивидуума с генотипом ТС

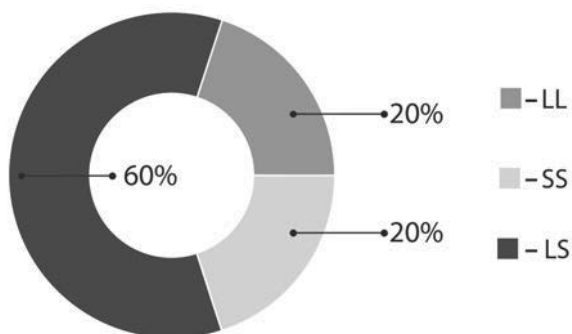
4 – Продукт амплификации и рестрикции

## **7.2. Применение ДНК-диагностики в системе спортивного отбора и внутривидовой ориентации**

Для проведения эффективной системы спортивного отбора и внутривидовой ориентации применяют ДНК-диагностику, которая включает распределение полиморфизмов генов 5НТТ и 5НТ2А. Исследования проводились нами на базе Научно-исследовательской лаборатории лонгитудинальных исследований

Полесского государственного университета (Республика Беларусь). Всего обследовано 125 юных спортсменов детской спортивной школы по футболу.

Как видно из полученных данных 60% обследованных являлись носителями смешанного генотипа гена 5HTT, что определило отбор в игровые виды спорта по фенотипическим показателям. Однако около 20% юных футболистов относились к неблагоприятному генетическому варианту, склонному к проявлению косвенной агрессии (рис. 19).



**Рис. 19.** Распределение генотипов гена 5HTT у юных футболистов

Носители генотипа SS отличались наиболее высокой скоростью простой зрительно-моторной реакции, устойчивостью реакции выбора и реакции различения. Носителей генотипа LL в большинстве своем отмечали средние значения зрительно-моторных реакций (рис. 20).

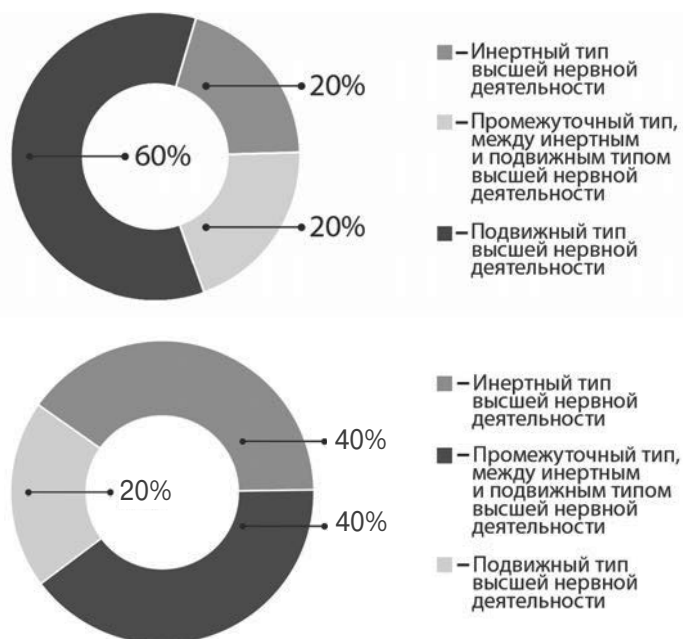
У обследованных юных футболистов оценивали преобладающий тип высшей нервной деятельности (рис. 21).

При этом носители мутантного генотипа гена 5HTT характеризовались преобладанием подвижного типа нервной деятельности, в то время как у обладателей генотипа LL доминировал вариант, промежуточный между инертным и подвижным.

Ген 5T2A кодирует рецептор серотонина 2A, который распространен в периферических тканях, опосредует сократительные реакции гладких мышц. СС – нормальный вариант полиморфизма. Для его носителей характерно повышение скорости реакции под воздействием физической нагрузки, генотип СТ предпочти-



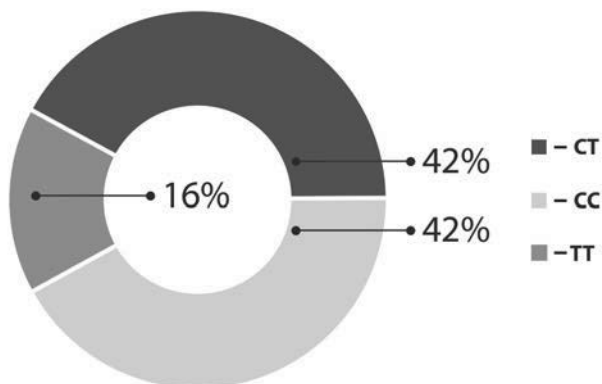
**Рис. 20.** Распределение скорости зрительно-моторной реакции у носителей генотипа SS гена 5HTT (слева) и у носителей генотипа LL гена 5HTT (справа)



**Рис. 21.** Распределение типа высшей нервной деятельности у носителей генотипа SS гена 5HTT (сверху) и у носителей генотипа LL гена 5HTT (снизу)



телен при отборе в игровые виды спорта; ТТ – мутантный вариант полиморфизма, для него характерна высокая агрессивность, быстрое развитие усталости, снижение адаптации к нагрузкам. Распределение генотипов данного гена у обследованных юных футболистов представлено на рисунке 22.

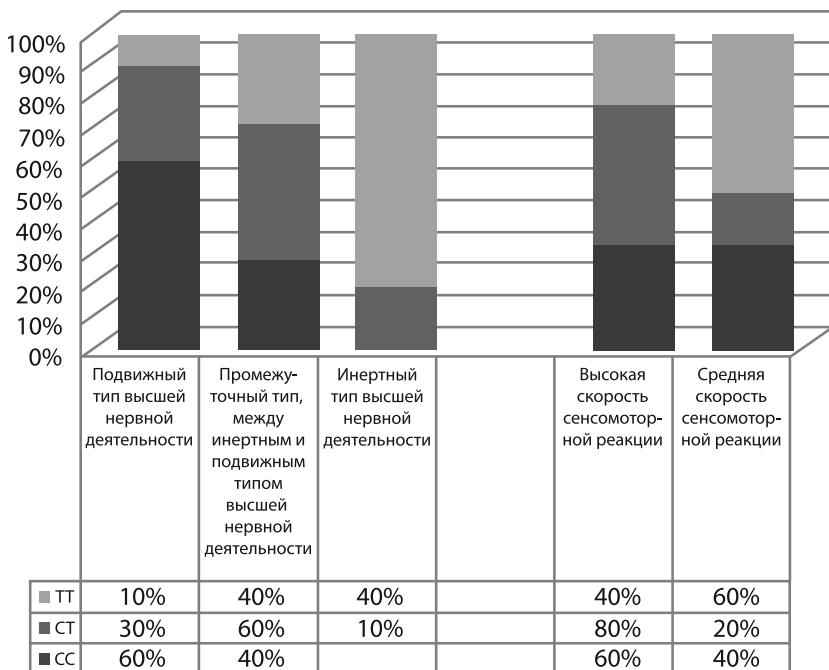


**Рис. 22.** Распределение полиморфизмов гена 5Т2А у юных футболистов

Как показали проведенные исследования, среди обследованных отмечалось преобладание генотипов СС и СТ. При этом было характерно равное их распределение у респондентов (рис. 23).

Как показали проведенные исследования, подвижный тип нервной деятельности, как наиболее предпочтительный у представителей игровых видов спорта отмечался у носителей генотипа СС гена 5НТ2А, при этом у 60% данного контингента, отмечалась высокая скорость зрительно-моторных реакций и устойчивость внимания при реакции выбора и различения.

Таким образом, установлена зависимость скорости простой и сложной сенсомоторной реакции у обследованных в зависимости от распределения полиморфизмов генов 5НТТ и 5НТ2А. Полученные данные необходимо учитывать при отборе в игровые виды спорта: при выявлении «нежелательных» генотипов – проведение психологической и медикаментозной коррекции, динамический мониторинг психофизиологических показателей для индивидуализации тренировочного процесса.



**Рис. 23.** Тип высшей нервной деятельности и характеристика сенсомоторной реакции в зависимости от генотипа гена 5HT2A

За последние 10 лет выявлено относительно немного генетических маркеров, ассоциированных со спортивной деятельностью (И.И. Ахметов, 2009), что, по-видимому, обусловлено тремя основными причинами. Во-первых, один ДНК-полиморфизм вносит лишь незначительный вклад в общее развитие какого-либо признака. Определение этого вклада представляется крайне сложной задачей (нужны большие выборки, метаанализ данных независимых исследований, проведение корреляционного анализа маркера с фенотипами ядерного, клеточного и тканевого уровней).

*Очевидно, что приоритетным направлением является не спорт, а здоровье человека;* эти предпочтения отражены в генетической карте физической активности человека в виде соотношения «спортивных» генов и генов, ассоциированных со значимыми для здоровья фенотипами, изменяющимися в ответ на физические нагрузки.

Необходимо подчеркнуть значимость фенотипических маркеров, поскольку только они могут отражать влияние среды на генетически детерминированные признаки. Отличительная особенность генетических маркеров, не меняющихся на протяжении всей жизни, – это возможность их определения сразу после рождения, а значит, прогноз развития показателей, значимых в условиях спортивной деятельности, можно составить очень рано.

При решении проблем спортивного отбора и спортивной ориентации, особенно на этапе начального отбора, несмотря на солидный опыт педагогов и тренеров, очень часто составляются неправильные прогнозы успешности отдельных спортсменов.

Современные методы спортивной медицины и генетики позволяют избежать многих «неуспешных» решений в этом плане с помощью своевременного определения фенотипических и генетических маркеров, в разной степени отражающих наследственные задатки отдельных индивидуумов. Кроме того, на основании изучения этих маркеров появляются предпосылки к индивидуализации и оптимизации тренировочного процесса для достижения максимального тренировочного эффекта.

ВОЗМОЖНОСТИ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ  
В СОВРЕМЕННОЙ СПОРТИВНОЙ МЕДИЦИНЕ

**8.1. Общие основы фармакологической коррекции**

*Выносливость.* В циклических видах спорта выносливость (как физическое качество) – одна из составляющих, обеспечивающих высокие спортивные достижения. Обычно под выносливостью понимают способность работать не уставая и противостоять утомлению, возникающему в процессе выполнения работы.

Выносливость проявляется в двух основных формах:

- в продолжительности работы на заданном уровне мощности до появления первых признаков выраженного утомления;
- в скорости снижения работоспособности при наступлении утомления.

Являясь многофункциональным свойством человеческого организма, выносливость интегрирует большое число разнообразных процессов, происходящих на различных уровнях: от клеточного до целого организма. Ведущая роль в проявлениях выносливости принадлежит факторам энергетического обмена.

В соответствии с наличием у человека трех различных метаболических источников энергии выделяют и три компонента выносливости: аэробный, гликолитический и алактатный, каждый из которых может быть в свою очередь охарактеризован показателями мощности, емкости и эффективности.

По показателю мощности оценивают максимальное количество энергии в единицу времени, которое может быть обеспечено каждым из метаболических процессов.

Показателем емкости оценивают общие запасы энергетических веществ в организме или общее количество выполненной работы за счет данного источника.

Критерии эффективности показывают, какое количество внешней механической работы может быть выполнено на каждую единицу выделяемой энергии.

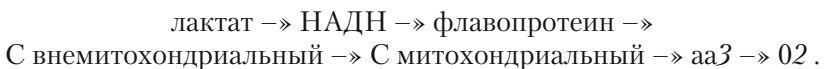
Во время выполнения любого физического упражнения, продолжающегося больше нескольких минут, основным путем ресинтеза АТФ служит окислительное фосфорилирование в митохондриях, использующих в качестве энергетического субстрата углеводы и липиды.

Этот процесс требует адекватного обеспечения организма кислородом, доставляемого кровью, и соответствующего количества энергетических источников. Последние могут извлекаться из запасов, находящихся в самих мышечных волокнах (гликоген, три-глицериды, фосфагены), а также из циркулирующей крови (глюкоза и свободные жирные кислоты).

Проблемы преобразования химической энергии в механическую породили феномен не только спринтеров, но и стайеров. Последним приходится длительное время совершать изнурительную работу. Конечно, в этих условиях полностью работает система аэробного окисления субстрата. Однако количество потребляемого мышцами кислорода ограничено. Наличие кислородного лимита определяет необходимость использовать дополнительно анаэробные процессы, приводящие к неизбежному накоплению в мышцах La. Ученые долго не могли разгадать феномена стайеров, пока не обнаружили две замечательные особенности в работе скелетных мышц.

Одна из них была подмечена академиком В.П. Скулачевым, который обнаружил новый, ранее неизвестный путь окисления La. При тяжелой физической работе, когда энергетический запрос превосходит энергопреобразующие возможности клетки, нарушается энергетический гомеостаз и снижается содержание АТФ. Последнее негативно сказывается на работе всех АТФ-зависимых ферментов, в первую очередь на работе  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , АТФазы. В результате в цитоплазме растет концентрация  $\text{Na}^+$ , что приводит к набуханию клеточных мембран. В этих условиях часть цитохрома С диссоциирует с поверхности митохондриальных мембран и появляется в межмембранном пространстве.

Цитохром С обеспечивает внемитохондриальное окисление лактата с использованием цитозольного НАДН по схеме:



В этом случае часть редокс-цепи реализуется во внемитохондриальном пространстве, минуя комплексы I и III, а заклю-

чительный этап окисления проходит с участием комплекса IV. Такая схема реакции позволяет избежать накопления избытка La в мышцах.

Нарушение ресинтеза АТФ может произойти в случае, когда истощаются запасы внутримышечных энергетических источников или, когда падение эффективности кровоснабжения мышц приводит к снижению доставки к ним энергетических субстратов и кислорода.

Организм реагирует изменением метаболического ответа на напряженную физическую нагрузку после реализации тренировочной программы, направленной на развитие выносливости, следующим образом:

- снижается коэффициент дыхательного обмена и мышечный дыхательный коэффициент;
- увеличивается в плазме концентрация свободных жирных кислот;
- повышается утилизация внутримышечных триглицеридов;
- снижается скорость утилизации мышечного гликогена;
- снижается потребление глюкозы крови мышцами;
- становится более высоким окисление липидов по сравнению с углеводами;
- накопление в мышцах La незначительное.

Систематическое выполнение физических упражнений, направленных на развитие выносливости, вызывает мышечную и сердечно-сосудистую адаптацию, которая и определяет пути обеспечения энергией и кислородом. Такая адаптация, включающая как ультраструктурные, так и метаболические изменения, приводит к улучшению доставки кислорода и его экстракции сокращающимися мышцами, а также модифицирует и улучшает регуляцию обмена в отдельных мышечных волокнах.

Мышечная адаптация к тренировке, направленной на преимущественное развитие выносливости, предопределяет развитие следующих качеств:

- избирательную гипертрофию волокон I типа;
- увеличение количества капилляров, приходящихся на одно волокно;
- увеличение содержания миоглобина;
- повышение способности митохондрий к окислительному ресинтезу АТФ;
- увеличение размеров и количества митохондрий;
- повышение способности к окислению липидов и углеводов;

– увеличение использования липидов с энергетической целью;

– увеличение содержания гликогена и триглицеридов. Тренированные мышцы проявляют более высокую способность к окислению углеводов. Следовательно, большее количество пирувата может быть восстановлено и пропущено через цикл Кребса. При этом возрастает также способность тренированных мышц утилизировать липиды. Происходит это благодаря увеличению активности липолитических ферментов и увеличению капиллярной плотности в мышцах, позволяющей захватывать больше свободных жирных кислот из крови. Активность энзимов в эндотелии капилляров тренированных мышц увеличивается так же, как и способность митохондрий к окислению свободных жирных кислот. Однако самый главный эффект энзиматических изменений, происходящих в мышцах под влиянием тренировки, направленной на преимущественное развитие выносливости, состоит в увеличении вклада липидов и соответственно снижение вклада углеводов в окислительный энергетический метаболизм (ресинтез АТФ) при выполнении физических упражнений субмаксимальной аэробной мощности.

Под влиянием тренировки во время выполнения физических упражнений происходит снижение как коэффициента дыхательного обмена, так и локального дыхательного коэффициента непосредственно в работающих мышцах. Возрастание окисления липидов является, очевидно, следствием увеличения возможности окисления субстратов по сравнению с гликолитической возможностью, которая проявляет менее выраженный ответ при тренировке, направленной на развитие выносливости.

Выносливые спортсмены используют больше жира и меньше углеводов не только при выполнении одинаковой по абсолютной мощности мышечной работы, но и при одинаковой ее относительной мощности, выражаемой в процентах максимально потребляемого кислорода.

Под влиянием тренировки происходит снижение утилизации внутримышечного гликогена и глюкозы крови. В сердечной мышце этот гликогензащитный эффект опосредован функционированием глюкозожирнокислотного цикла, благодаря которому увеличение окисления липидов приводит к накоплению внутриклеточного цитрата и последующему угнетению гликолиза на уровне фосфофруктокиназы.

Снижение захвата и утилизации глюкозы крови мышцами понижает также степень гликогенолиза в печени и обеспечивает лучшее поддержание гомеостаза глюкозы в крови во время выполнения пролонгированных физических упражнений. Снижение скорости окисления углеводов у тренированных лиц во время выполнения физического упражнения взаимосвязано со снижением скорости продукции La. При выполнении физических упражнений субмаксимальной аэробной мощности концентрация La у высокотренированных спортсменов ниже, чем у спортсменов низкой квалификации. Это справедливо независимо от того, выражается интенсивность выполнения физического упражнения в абсолютных или относительных величинах. Отмеченный эффект обусловлен ресинтезом (глюконеогенез) лактата до глюкозы печенью. У тренированного человека скорость глюконеогенеза в печени во время выполнения физического упражнения под влиянием тренировки становится выше.

Снижение скорости окисления углеводов и снижение скорости продукции La способствуют сохранению ограниченного углеводного резерва в организме, поскольку скорость использования мышечного гликогена под влиянием тренировки становится ниже.

В связи с установлением тесной взаимосвязи между наличием мышечного гликогена как энергетического топлива и способностью к проявлению выносливости, снижение скорости расходования гликогена следует рассматривать в качестве главного фактора, способствующего повышению физических кондиций в видах спорта, требующих проявления качества выносливости.

Изменения в использовании субстратов, происходящие под влиянием тренировки, могут быть также связаны с меньшим нарушением гомеостаза АТФ во время выполнения физических упражнений: с повышением функциональных возможностей митохондрий, происходящих под влиянием тренировки, с меньшим снижением АТФ и креатинфосфата и с меньшим увеличением АДФ и неорганического фосфата во время физической нагрузки для поддержания баланса между скоростью ресинтеза АТФ и скоростью его утилизации.

Другими словами, с увеличением количества митохондрий потребность в кислороде, так же как в АДФ и фосфате неорганическом, приходящаяся на одну митохондрию после выполнения тренировочной программы становится меньше, чем до тренировки.



Известно, что происходящее под влиянием тренировки снижение окисления углеводов во время выполнения мышечной работы компенсируется увеличением скорости окисления липидов.

Таковы вкратце особенности протекания биохимических процессов в условиях тренировки качества выносливости.

Изменяя интенсивность упражнения, время его выполнения, количество повторений упражнения, интервалы и характер отдыха, можно избирательно подбирать нагрузку по ее преимущественному воздействию на различные компоненты выносливости. Совершенствование же двигательных навыков, повышение технического мастерства приводит к снижению энергозатрат и повышению эффективности использования биоэнергетического потенциала, т. е. к увеличению выносливости.

На усиление положительных моментов (липолиз, глюконеогенез и т.д.) и должно быть направлено фармакологическое обеспечение видов спорта с циклической структурой выполнения физической работы.

Базовый I – вывод физиологических функций и скорости протекания биохимических реакций на максимальный уровень.

Базовый II – работа над специальной выносливостью.

Предсоревновательный – доводка качества выносливости до соревновательного уровня.

*Сила.* Сила человека определяется как способность преодолевать внешнее сопротивление (или активно противодействовать ему) посредством мышечных напряжений. Именно так сила (как физическое качество) представлена в общей теории и методике физического воспитания и спортивной тренировки.

Сила, развиваемая мышцей, зависит:

- 1) от ее физиологического поперечника;
- 2) активирующего влияния со стороны ЦНС;
- 3) соотношения в ней двух основных типов волокон (сильных и быстрых – белых, выносливых и медленных – красных);
- 4) от внешних биомеханических условий (например, от показателей телосложения, индивидуальных особенностей техники выполнения упражнений).

Один из существенных моментов, определяющих мышечную силу, – режим работы мышц. При преодолении внешнего сопротивления мышцы сокращаются и укорачиваются – это преодолевающий режим их работы. Но мышцы могут при напряжении и удлиняться – это уступающий режим. Преодолевающий и уступающий режимы объединяются понятием динамиче-

ского режима. Вместе с тем очень часто возникает ситуация, когда человеку приходится проявлять силу без изменения длины мышц. Такой режим их работы называется изометрическим, или статическим.

Наибольшую силу мышцы проявляют в статическом режиме, хотя в целом для организма этот режим оказывается самым неблагоприятным.

При характеристике силовых возможностей человека принято выделять следующие их разновидности:

1) максимальная статическая сила – показатель силы, проявляемой при сопротивлении внешнему воздействию или при удержании в течение определенного времени предельных отягощений с максимальным напряжением мышц;

2) медленная динамическая (жимовая) сила – проявляется, например, при перемещении предметов большой массы, когда скорость перемещения практически не имеет значения, а прилагаемые усилия достигают максимальных значений;

3) быстрая динамическая сила – определяется способностью человека к перемещению в ограниченное время больших (субмаксимальных) отягощений с ускорением ниже максимального;

4) «взрывная» сила – способность преодолевать сопротивление с максимальным мышечным напряжением в кратчайшее время и с максимально возможным ускорением при движениях;

5) амортизационная сила – характеризуется способностью к развитию усилия в уступающем режиме работы мышц в короткое время;

6) силовая выносливость – определяется способностью длительное время поддерживать оптимальные силовые характеристики движений.

Тренировочные занятия, направленные на развитие силы, мощности, скорости, оказывают незначительное влияние (или не оказывают вообще) на аэробные возможности и вызывают относительно небольшие адаптационные изменения в сердечно-сосудистой системе. Это находится в соответствии с принципом специфичности спортивной тренировки.

Повышение мышечной силы в течение первых недель тренировочных занятий, направленных на развитие силовых возможностей, способствует полной активации двигательных единиц и мышечных групп. Первоначальный быстрый прирост силы, который получают на первых этапах тренировочного процесса,

оказывается не связанным с увеличением размеров мышц и площади их физиологического поперечника.

Более продолжительная и напряженная тренировочная программа, направленная на развитие силовых возможностей, приводит к гипертрофии мышц, дальнейшему приросту силы и к снижению доли проявления их максимальной сократительной активности. Увеличение мышечной массы означает, что большее количество мышечной ткани задействовано в выполнении работы, в результате чего повышаются предельная мощность последней и общая энергопродукция анаэробных систем.

В результате адаптации мышц к силовой тренировке с ними происходят следующие изменения:

- гипертрофия мышечных волокон;
- увеличение площади анатомического поперечника;
- повышение содержания креатинфосфата и гликогена;
- повышение скорости гликолиза;
- увеличение силы и способности к выполнению физических упражнений высокой интенсивности;
- снижение плотности митохондрий;
- улучшение буферных свойств мышц.

Относительно кратковременные физические нагрузки с отягощениями либо спринт, которые требуют проявления высокого уровня анаэробного метаболизма, вызывают специфические изменения в немедленной (АТФ и КФ) и короткоотставленной (гликолиз) системах энергообеспечения, улучшают силовые и спринтерские способности. К последнему относится увеличение максимальной мощности мышечных сокращений, количества производимой за короткий промежуток времени интенсивной работы, а также увеличение продолжительности выполнения (выносливости) высокоинтенсивных физических упражнений.

В отношении изменений, касающихся аэробных (митохондриальных) ферментов, как правило, отмечается значительная гипертрофия волокон, в которых происходит снижение активности окислительных ферментов и цитохромов, связанное, вероятно, с увеличением площади поперечного сечения мышечных клеток (преимущественно волокон типа II) без адаптивного повышения количества митохондрий. В видах спорта, требующих проявления силовых возможностей, количество капилляров может оставаться неизменным, однако большая их поверхность между крупными мышечными волокнами обуславливает снижение капиллярной плотности, приходящейся на единицу площади сечения.

Под влиянием тренировочных занятий анаэробной направленности при выполнении физических упражнений максимальной интенсивности концентрация  $La$  в крови может достигать высоких значений, что связано, очевидно, с более высоким содержанием внутримышечного гликогена и ферментов гликолиза. Напряженная тренировка на силу требует значительной мотивации и устойчивости к болевым ощущениям, возникающим в результате метаболического ацидоза (закисления) из-за повышения уровня  $La$  в крови.

Повышение способности мышц к буферированию протонов, накапливающихся в связи с накоплением  $La$ , также может иметь немаловажное значение. Волокна II типа характеризуются высокими буферными возможностями и их увеличение указывает на повышение этой способности.

Под влиянием спринтерской тренировки происходит значительное увеличение в мышцах физико-химического буферирования при расчете буферной способности на основании показателей рН и содержания  $La$ , определяемых после физической нагрузки.

Следует учитывать, что эти эффекты специфичны для мышц, задействованных в реализации тренировочной программы, особенно для отдельных типов мышечных волокон, вовлеченных в выполнение физических упражнений.

В последнее время все настойчивее говорится о роли силы, силовых возможностей при проявлении выносливости спортсменов высшей квалификации, об их силовой выносливости, специфической локальной мышечной выносливости.

Атлет, занимающийся развитием мышечной массы, силы, силовой выносливости, должен четко представлять какие препараты принимать, чтобы способствовать развитию, поддержанию и восстановлению этих качеств.

*Скорость.* Скоростные способности спортсменов высшей квалификации следует представить, как способность в короткие промежутки времени (иначе: быстро, мгновенно, «взрывно») преодолевать внешнее сопротивление посредством мышечных напряжений, силы.

Тренировочные занятия, направленные на развитие скорости, невозможны без развития качества силы (мощности) – одной из наиболее важных ее составляющих. Это находится в соответствии с принципом специфичности спортивной тренировки.

Относительно кратковременные физические нагрузки с отягощениями либо спринт, которые требуют проявления высокого уровня анаэробного метаболизма, вызывают специфические изменения в системах энергообеспечения, улучшают спринтерские способности.

К спринтерским качествам относятся увеличение максимальной мощности мышечных сокращений за короткий промежуток времени, а также увеличение продолжительности высокоинтенсивной работы.

В случае, когда спринтерские возможности улучшаются, то это сопровождается увеличением обращаемости АТФ благодаря увеличению вклада анаэробного гликолиза в энергообеспечение.

Количество и активность ферментов, задействованных в гликолитическом пути, постоянно проявляют тенденцию к возрастанию под влиянием как спринтерской, так и силовой тренировки с наиболее выраженными изменениями в волокнах II типа.

*Координация.* Основное внимание при фармакологической поддержке координационных качеств следует обратить на защиту от стресса и развитие способности к концентрации внимания, улучшении памяти.

## **8.2. Восстановительные процедуры и их роль в подготовке юных спортсменов**

Массаж имеет четкие самостоятельные направления: спортивное, гигиеническое, косметическое, лечебное.

В спорте массаж применяется при подготовке спортсмена к соревнованиям для повышения работоспособности, снятия утомления (при восстановлении), устранения явлений гипоксии; в качестве помощи в выведении метаболитов; для улучшения микроциркуляции, работы внутренних органов; профилактики травматизма и заболеваний опорно-двигательного аппарата.

«Под спортивным массажем понимается совокупность массажных приемов, способствующих физическому совершенствованию спортсмена, направленных на борьбу с утомлением, повышение спортивной работоспособности, наконец, применяемых в качестве лечебного средства при различных спортивных повреждениях».

Массажист участвует в процессе подготовки спортсмена к не всегда комфортным условиям тренировок и соревнований, гото-

вит и «настраивает» ткани (кожу, мышцы, связки) на сопротивление сверхнагрузкам и получение максимального спортивного результата.

Задачи спортивного массажа:

- нормализация микроциркуляции и кровотока в мышцах;
- устранение повышенного мышечного тонуса;
- нормализация метаболизма;
- активизация функционального состояния спинальных мотонейронов;
- стимуляция всех звеньев нервно-мышечного аппарата;
- нормализация кожной температуры на симметричных биологически активных точках.

Особенно тщательным должен быть массаж при проведении тренировок (соревнований) при неблагоприятных климатических условиях.

Выбор средства, с которым массажист проводит свои манипуляции, зависит от цели и задачи, поставленных тренировочным процессом или условиями соревнований. Необходимо помнить, что проведение массажа перед стартом приводит к повышению кожной температуры на 1,4–2,1°C, а с применением разогревающих мазей температура кожи и мышц повышается в значительной степени.

Массаж используется и как лечение травматических повреждений. При мышечных нарушениях, вызываемых нарушением статики и/или механики позвоночного столба или одного из его отделов, массажные лечебные приемы ничем практически заменить невозможно.

Продолжительность массажа зависит от вида спорта, индивидуальных особенностей спортсмена, показателей возбудимости мышц и т.д.

Феномен привыкания к массажу, т.е. снижение или даже прекращение эффекта от его применения, хорошо известен.

Дозировка массажа должна быть индивидуальной.

Разновидности спортивного массажа:

- профилактический;
- активирующий, мобилизационный;
- восстановительный.

*Профилактический массаж.* Применяется для первичной профилактики травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата. Анализ особенностей возникновения травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата у спортсменов показывает, что

наиболее часто изменениям подвергаются позвоночник, суставы конечностей, кости.

Большие физические нагрузки, выполняемые спортсменом многократно, в течение многих лет, приводят к возникновению патологических изменений в тканях опорно-двигательного аппарата.

Предпосылками к их возникновению являются нарушения микроциркуляции крови, обмена веществ, гипоксемия и гипоксия тканей, повышение мышечного тонуса и др.

Кроме того, тренировки, проводимые на твердом грунте, раннее возобновление тренировок после перенесенных инфекционных заболеваний, форсированные тренировки у юных спортсменов и т.п. – все это приводит к возникновению травм, заболеваний опорно-двигательного аппарата, т.е. становится фактором, лимитирующим спортивный результат.

Процедура превентивного массажа состоит из подготовительной, основной и заключительной частей.

Последовательность проведения профилактического массажа: спина (особенно паравертебральные зоны), суставы, место прикрепления сухожилий к костям. Затем тщательно (глубоко) массируют мышцы, на которые приходится наибольшая (основная) физическая нагрузка. Массаж может проводиться с лечебными фармакологическими средствами (мазями, маслами) с последующим дополнительным втиранием их в максимально разогретые мышцы и суставы.

Профилактический массаж включает приемы общего классического массажа (подготовительная и заключительная стадии) и сегментарно-рефлекторного массажа, а также массаж с разогревающими мазями, упражнения на растягивание и релаксационный массаж. Если мышечный тонус повышен, то его сначала с помощью массажа и разогревающих мазей устраняют, и только потом проводят упражнения на растягивание мышц.

Применение профилактического массажа приводит к резкому снижению случаев возникновения травм и обострений заболеваний опорно-двигательного аппарата. Наибольший эффект наблюдается при применении массажа с разогревающими мазями (нужно часто менять из-за развития привыкания).

Особое внимание профилактическому массажу надо уделять при проведении тренировок по ОФП, в подготовительном периоде, а также после перенесенных травм или заболеваний

опорно-двигательного аппарата, когда спортсмен возобновляет тренировки.

*Активирующий, мобилизационный массаж.* Эту разновидность массажа выполняют перед тренировкой, соревнованием.

Задачи массажа: мобилизация (нормализация) психоэмоционального состояния спортсмена; подготовка («прогревание») нервно-мышечного аппарата к предстоящей работе; ускорение вработываемости спортсмена; предупреждение возникновения травм и заболеваний двигательных структур. При проведении массажа надо учитывать самочувствие спортсмена, температуру окружающей среды, а также интенсивность и длительность предстоящей тренировки или соревнований.

Под воздействием массажа улучшается местное и общее кровообращение, стимулируется обмен веществ, активизируются физиологические процессы в мышцах, повышается эластичность мышечных волокон. Массаж предупреждает появление патологических изменений в мышцах, изменяет возбудимость периферических нервов.

Активирующий массаж ускоряет процесс вработываемости, снимает волнение или апатию, повышает температуру кожи, мышц и тем самым увеличивает их сократительную способность, улучшает тонус и подвижность в суставах, предупреждая травматизм при чрезмерной нагрузке во время соревнований. Массаж способствует повышению способности мышц, связок и других структур локомоторного аппарата к растяжению, что важно для проведения активных и пассивных упражнений.

В методике массажа преобладание тех или иных приемов также зависит от функционального состояния спортсмена, его возраста, пола и индивидуальных особенностей, реакции на массажную процедуру. Массируются те части тела, которые будут нести наибольшую нагрузку. После этого воздействуют на биологически активные и моторные точки.

Продолжительность массажа 5–15 мин. Массаж проводится (заканчивается) за 30–45 мин до тренировки (соревнования). В зимнее время массаж должен заканчиваться за 15–20 мин до разминки спортсмена.

Преобладание того или иного массажного приема зависит от решаемой задачи: при предстартовой апатии преобладает разминание, встряхивание, вибрация, а при предстартовой лихорадке – поглаживание и растирание.



При выполнении массажа необходимо учитывать метеорологические условия. В холодную, ветреную погоду следует в большей степени использовать приемы растирания и разминания в сочетании с разогревающими мазями, а в жарком, влажном климате в основном использовать поглаживание, похлопывание, поколачивание, потряхивание и неглубокое разминание в сочетании с охлаждающими мазями.

В водных видах спорта массаж лучше проводить с маслами или линиментами, так как они снижают теплоотдачу и уменьшают охлаждение спортсмена.

*Восстановительный массаж.* Задачи массажа: нормализация крово- и лимфотока, мышечного тонуса, снятие утомления с «рабочих», вспомогательных мышц, мышц-антагонистов, ускорение выведения продуктов метаболизма после значительной тренировочной или соревновательной нагрузки.

Восстановительный, репаративный массаж проводится через 0,5–4 ч после соревнования или тренировки. Чем выше степень утомления, тем более отсроченным должен быть массаж. Массаж проводится, как правило, общий и реже локальный в течение 15–35 мин. Продолжительность также зависит от степени утомления и функционального состояния. Если спортсмен сильно утомлен, проводится кратковременный щадящий массаж (спина, голова, шея). Более глубокий массаж проводится на следующий день.

Частота применения этого вида спортивного массажа в недельном цикле тренировки зависит от этапа подготовки, функционального состояния и степени утомления спортсмена, времени года, климатических условий.

Привыкание наступает после проведения 10–15 процедур восстановительного массажа. В связи с этим необходима смена приемов, их интенсивности и продолжительности. Ежедневное применение продолжительного массажа приводит к более быстрому привыканию.

Во время массажа в качестве вспомогательного средства могут использоваться препараты для наружного применения.

При спортивном массаже применение местных фармакологических средств направлено на разогрев кожи, мышц; улучшение микроциркуляции, уменьшение отека, уменьшение раздражения тканей, стимуляцию регенерации тканей, обезболивание, лечение.

Пользоваться сильнодействующими мазями следует с особой осторожностью.

Прежде чем применять мази типа никофлекс, финалгон, апи-зартрон, следует проверить ответную реакцию кожи. Для этого незначительное количество мази наносят на ограниченный участок кожи. Если мазь не раздражает кожу (терпимо переносится), ее можно использовать при массаже. Чтобы избежать сильного жжения после применения финалгона, никофлекса и аналогичных средств, не рекомендуется применять горячий душ или какие-либо другие тепловые процедуры. Финалгон и дольпика образуют на коже пленку, которая препятствует лечебному воздействию последующих сеансов. Поэтому перед очередным наложением мази необходимо эту область обмыть сначала холодной водой с мылом, затем горячей.

Основные цели применения дополнительных средств при массаже – быстрое восстановление функций опорно-двигательного аппарата, восстановление микроциркуляции, функций внутренних органов.

Значительная физическая нагрузка всегда провоцирует повреждение капилляров. Возникающие при нагрузке отек, боль свидетельствуют об увеличении проницаемости стенок капилляров, гипоксии тканей. При этом нарушается местное (региональное) кровообращение, метаболизм в тканях, и восстановление их резко замедляется.

Динамика биохимических процессов такова, что если спортсмен продолжает активно тренироваться, до конца не ликвидировав нарушения обмена в пораженной ткани, то в течение непродолжительного времени на месте перегрузки возникает «микротравматическая болезнь», а далее возможны травмы опорно-двигательного аппарата.

В этом случае применяются только анальгезирующие и противовоспалительные мази, т.е. те препараты, в состав которых входят анальгетики, гепарин, нестероидные противовоспалительные средства, растительные экстракты, обладающие этими же свойствами. Раздражающие и разогревающие мази противопоказаны при острой травме.

Возможно совместное применение нескольких лекарственных форм с различными активными веществами с целью расширения спектра их действия и усиления лечебного эффекта, но при этом активные ингредиенты не должны конкурировать между собой.

При первом применении лучше всего наносить мази вечером, перед сном. На другой день (если первый сеанс перенесен хорошо) такое же количество мази втирается уже трижды – утром, днем и вечером. На третий день – утром и вечером, увеличив количество мази. Если болезненное место слишком чувствительное, мазь можно нанести и массировать выше или ниже. В этом случае лекарственные компоненты, содержащиеся в мазях, будут доставлены к больному месту с лимфой или кровью.

Применять при массаже наружные средства также можно: вначале проводят массаж на месте повреждения или боли, а за 3–5 минут до конца сеанса наносят нужную мазь (в количестве, которое определяется массируемым участком тела, силой действия мази и задачей массажа), далее продолжают массаж уже с мазью.

Используя мази и линименты, нужно следить, чтобы мазь не попала на чувствительные места на коже, слизистые носа, глаз. В случае попадания мази на чувствительное место или при сильном раздражении кожи необходимо на это место нанести вазелин или какое-либо инертное масло, а затем снять его ватным тампоном.

# АНТИДОПИНГОВЫЙ КОНТРОЛЬ В СПОРТЕ

Запрещенный список всемирного антидопингового кодекса вступает в силу 1 января 2015 года.

В соответствии со статьей 4.2.2 Всемирного антидопингового кодекса все Запрещенные субстанции должны рассматриваться в качестве «Особых субстанций» за исключением субстанций, относящихся к классам S1, S2, S4.4, S4.5, S6.a, а также Запрещенных методов M1, M2 и M3.

*Субстанции и методы, запрещенные все время (как в соревновательный, так и во внесоревновательный период).*

S0. не допущенные к применению субстанции. Любые фармакологические субстанции, не вошедшие ни в один из разделов *Списка* и в настоящее время не допущенные ни одним органом государственного регулирования в области здравоохранения к использованию в качестве терапевтического средства (например, лекарственные препараты, находящиеся в стадии доклинических или клинических испытаний или клинические испытания которых остановлены, «дизайнерские» препараты, медицинские препараты, разрешенные только к ветеринарному использованию), запрещены к использованию все время.

S1. анаболические агенты. Применение анаболических агентов запрещено.

### 1. Анаболические андрогенные стероиды (ААС)

*а. Экзогенные\* ААС, включая:* **1-андростендиол** ( $5\alpha$ -androst-1-ene-3 $\beta$ ,17 $\beta$ -diol); **1-андростендион** ( $5\alpha$ -androst-1-ene-3,17-dione); **боландиол** (estr-4-ene-3 $\beta$ ,17 $\beta$ -diol); **боластерон**; **болденон**; **болдион** (androsta-1,4-diene-3,17-dione); **гестринон**; **4-гидроксистеростерон** (4,17 $\beta$ -dihydroxyandrost-4-en-3-one); **даназол** ([1,2]oxazolo[4',5':2,3]pregna-4-en-20-yn-17 $\alpha$ -ol); **дегидрохлорметилтестостерон** (4-chloro-17 $\beta$ -hydroxy-17 $\alpha$ -methylandrosta-1,4-dien-3-one); **дезоксиметилтестостерон** (17 $\alpha$ -methyl-5 $\alpha$ -and-

rost-2-en-17 $\beta$ -ol); **дростанолон**; **калустерон**; **квинболон**; **клостебол**; **местанолон**; **местеролон**; **метандиенон** (17 $\beta$ -hydroxy-17 $\alpha$ -methylandrosta-1,4-dien-3-one); **метандриол**; **метастерон** (17 $\beta$ -hydroxy-2 $\alpha$ ,17 $\alpha$ -dimethyl-5 $\alpha$ -androstan-3-one); **метенолон**; **метилдиенолон** (17 $\beta$ -hydroxy-17 $\alpha$ -methylestra-4,9-dien-3-one); **метилнортестостерон** (17 $\beta$ -hydroxy-17 $\alpha$ -methylestr-4-en-3-one); **метилтестостерон**; **метил-1-тестостерон** (17 $\beta$ -hydroxy-17 $\alpha$ -methyl-5 $\alpha$ -androst-1-en-3-one); **метриболон** (methyltrienolone, 17 $\beta$ -hydroxy-17 $\alpha$ -methylestra-4,9,11-trien-3-one); **миболерон**; **нандролон**; **19-норандростендион** (estr-4-ene-3,17-dione); **норболетон**; **норклостебол**; **норэтандролон**; **оксаболон**; **оксандролон**; **оксиместерон**; **оксиметолон**; **простанозол** (17 $\beta$ -[(tetrahydropyran-2-yl)oxy]-1'H-pyrazolo[3,4:2,3]-5 $\alpha$ -androstan-3-one); **станозолол**; **стенболон**; **1-тестостерон** (17 $\beta$ -hydroxy-5 $\alpha$ -androst-1-en-3-one); **тетрагидрогестрион** (17-hydroxy-18 $\alpha$ -homo-19-nor-17 $\alpha$ -pregna-4,9,11-trien-3-one); **тренболон** (17 $\beta$ -hydroxyestr-4,9,11-trien-3-one); **флуоксиместерон**; **формеболон**; **фуразабол** (17 $\alpha$ -methyl [1,2,5]oxadiazolo[3',4':2,3]-5 $\alpha$ -androstan-17 $\beta$ -ol); **этилэстренол** (19-norpregna-4-en-17 $\alpha$ -ol); и другие субстанции с подобной химической структурой или подобным биологическим эффектом.

*б. Эндогенные\*\* ААС при экзогенном введении:* **андростендиол** (androst-5-ene-3 $\beta$ ,17 $\beta$ -diol); **андростендион** (androst-4-ene-3,17-dione); **дигидротестостерон** (17 $\beta$ -hydroxy-5 $\alpha$ -androstan-3-one); **прастерон** (dehydroepiandrosterone, DHEA, 3 $\beta$ -hydroxyandrost-5-en-17-one); **тестостерон**; а также их метаболиты и изомеры, включая, но не ограничиваясь ими: **4-андростендиол** (androst-4-ene-3 $\beta$ ,17 $\beta$ -diol); **5-андростендион** (androst-5-ene-3,17-dione); **эпи-дигидротестостерон**; **эпитестостерон**; **этиохоланолон**, **5 $\alpha$ -androstan-3 $\alpha$ ,17 $\alpha$ -diol**; **5 $\alpha$ -androstan-3 $\alpha$ ,17 $\beta$ -diol**; **5 $\alpha$ -androstan-3 $\beta$ ,17 $\alpha$ -diol**; **5 $\alpha$ -androstan-3 $\beta$ ,17 $\beta$ -diol**; **5 $\beta$ -androstan-3 $\alpha$ ,17 $\beta$ -diol**; **androst-4-ene-3 $\alpha$ ,17 $\alpha$ -diol**; **androst-4-ene-3 $\alpha$ ,17 $\beta$ -diol**; **androst-4-ene-3 $\beta$ ,17 $\alpha$ -diol**; **androst-5-ene-3 $\alpha$ ,17 $\alpha$ -diol**; **androst-5-ene-3 $\alpha$ ,17 $\beta$ -diol**; **androst-5-ene-3 $\beta$ ,17 $\alpha$ -diol**; **3 $\alpha$ -hydroxy-5 $\alpha$ -androstan-17-one**; **3 $\beta$ -hydroxy-5 $\alpha$ -androstan-17-one**; **7 $\alpha$ -hydroxyDHEA**; **7 $\beta$ -hydroxy-DHEA**; **7-keto-DHEA**; **19-norandrosterone**; **19-noretiocholanolone**.

**2. Другие анаболические агенты, включая, но не ограничиваясь ими:** зеранол; зилпатерол; кленбутерол; селективные модуляторы андрогенных рецепторов (SARMs, например, андарин и остарин); тиболон.

Для целей данного раздела:

\* Термин «экзогенный» относится к субстанциям, которые, как правило, не вырабатываются организмом естественным путем.

\*\* Термин «эндогенный» относится к субстанциям, которые, как правило, вырабатываются организмом естественным путем.

S2. пептидные гормоны, факторы роста, подобные субстанции и миметики. Запрещены следующие субстанции и другие субстанции с подобной химической структурой или подобным биологическим эффектом:

### **1. Агонисты рецепторов эритропоэтина:**

1.1 **Агенты, стимулирующие выработку эритропоэтина (ESAs),** включая, например, **дарбепоэтин (dEPO); эритропоэтины (EPO); EPO-Fc; пептидные ЭПО-миметики (EMP),** например, **CNTO 530** и **пигенесатид;** и **метоксиполиэтилен гликоль-эпоэтин бета (CERA);**

1.2 **Агонисты рецепторов эритропоэтина, не влияющие на эритропоэз,** например, **ARA-290, asialo EPO** и **карбомилированный ЭПО;**

**2. Стабилизаторы гипоксия индуцируемого фактора (HIF),** например, **кобальт и FG-4592;** и **активаторы HIF,** например, **аргон, ксенон;**

**3. Хорионический гонадотропин (CG) и лютеинизирующий гормон (LH) и их рилизинг-факторы,** например, **бусерелин, гонадорелин и трипторелин** – запрещены только для мужчин.

**4. Кортикотропины и их рилизинг-факторы,** например, **кортикорелин;**

**5. Гормон роста (GH) и его рилизинг-факторы,** включая **гормон роста-рилизинг гормон (GHRH) и его аналоги,** например, **CJC-1295, серморелин и тесаморелин; секретогоги гормона роста (GHS),** например, **грелин и грелин миметики,** например, **анаморелин и ипаморелин;** и **рилизинг-пептиды гормона роста (GHRPs),** например, **алексаморелин, GHRP-6, гексарелин и пралморелин (GHRP-2).**

Дополнительные запрещенные факторы роста: **факторы роста фибропластов (FGFs), гепатоцитарный фактор роста (HGF), инсулиноподобный фактор роста-1 (IGF-1) и его аналоги; механические факторы роста (MGFs); тромбоцитарный фактор роста (PDGF), сосудисто-эндотелиальный фактор роста (VEGF) и любые другие факторы роста, влияющие на синтез или распад мышечного, сухожильного либо связочного протеина,**

на васкуляризацию, потребление энергии, способность к регенерации или изменение типа тканей.

**§3. бета-2 агонисты.** Запрещены все бета-2 агонисты, включая в соответствующих случаях оба оптических изомера (например, -d и -l).

За исключением:

- **Сальбутамол** (в суточной дозе, не превышающей 1600 мкг) при ингаляционном применении;
- **Формотерол** (в суточной дозе, не превышающей 54 мкг) при ингаляционном применении;
- **Сальметерол** в соответствии с рекомендациями изготовителя при ингаляционном применении.

Наличие в моче сальбутамола в концентрации, превышающей 1000 нг/мл, или формотерола в концентрации, превышающей 40 нг/мл, не будет считаться использованием в терапевтических целях и будет означать неблагоприятный результат анализа, если только спортсмен с помощью контролируемого фармакокинетического исследования не докажет, что не соответствующий норме результат явился следствием ингаляции терапевтических доз в объеме, не превышающем вышеуказанный.

**§4. гормоны и модуляторы метаболизма.** Запрещены следующие **гормоны и модуляторы метаболизма:**

1. **Ингибиторы ароматазы**, включая, но не ограничиваясь ими: **аминоглутетимид, анастрозол, androsta-1,4,6-triene-3,17-dione** (андростатриендион), **4-androstene-3,6,17 trione** (6-охо), **летрозол, тестолактон, форместан и экземестан.**

2. **Селективные модуляторы рецепторов эстрогенов (SERMs)**, включая, но, не ограничиваясь ими: **ралоксифен, тамоксифен и торемифен.**

3. Другие **антиэстрогенные субстанции**, включая, но, не ограничиваясь ими: **кломифен, фулвестрант и циклофенил.**

4. **Агенты, изменяющие функции (-ю) миостатина**, включая, но не ограничиваясь ими, **ингибиторы миостатина.**

5. **Модуляторы метаболизма:**

5.1. **Активаторы аденозинмонофосфат-активируемой протеинкиназы (АМПК)**, например, **AICAR** и **агонисты дельта-рецептора, активирующего пролиферацию пероксисом (PPAR $\delta$ )**, например, **GW 1516;**

5.2. **Инсулины;**

5.3. **Триметазедин.**

S5. диуретики и маскирующие агенты. Следующие диуретики и маскирующие агенты запрещены, также, как и другие субстанции с подобной химической структурой и подобным биологическим эффектом (и): **десмопрессин, пробенецид, увеличители объема плазмы** (например, **глицерол** и внутривенное введение **альбумина, декстрана, гидроксипропилированного крахмала и маннитола**); **амилорид, ацетазоламид, буметанид, ваптаны (например, толваптан), индапамид, канренон, метолазон, спиронолактон, тиазиды (например, бендрофлуметиазид, гидрохлоротиазид, хлоротиазид), триамтерен, фуросемид, хлорталидон, этакринова кислота.**

За исключением: дроспиренон, памабром и локально применяемых дорзоламида и бринзоламида; местное введение фелипресина в дентальной анестезии.

Обнаружение в пробе Спортсмена в соответствующих случаях, как в соревновательный, так и во внесоревновательный период любого количества субстанций, разрешенных к применению при соблюдении порогового уровня концентрации (например, катина, метилэфедрина, псевдоэфедрина, сальбутамола и формотерола, эфедрина), в сочетании с диуретиком или маскирующим агентом, будет рассматриваться в качестве Неблагоприятного результата анализа, если только у Спортсмена не будет одобренного ТИ на данную субстанцию, помимо ТИ, выданного на использование диуретика или маскирующего агента.

M1. манипуляции с кровью и ее компонентами. Запрещены следующие методы:

1. Первичное или повторное введение любого количества крови аутологического, аллогенного (гомологического) или гетерологического происхождения или препаратов красных клеток крови любого происхождения.

2. Искусственное улучшение процессов потребления, переноса или доставки кислорода, включая, но не ограничиваясь им, применение **фторпроизводных, эфпроксирала (RSR13) и модифицированных препаратов на основе гемоглобина** (например, заменителей крови на основе гемоглобина, микрокапсулированного гемоглобина), за исключением использования дополнительного кислорода.

3. Любые формы внутрисосудистых манипуляций с кровью или ее компонентами физическими или химическими методами.



М2. химические и физические манипуляции. Запрещены следующие методы:

1. Запрещена *Фальсификация*, а также *Попытки Фальсификации Проб*, отобранных в рамках процедуры допинг-контроля, с целью нарушения их целостности и подлинности. Данные манипуляции включают, не ограничиваясь ими, действия по подмене мочи и (или) ее изменению (например, введение протеазных ферментов).

2. Запрещены внутривенные инфузии и (или) инъекции в объеме более 50 мл в течение 6-часового периода, за исключением случаев оказания необходимой медицинской помощи в стационаре, хирургических процедур или при проведении клинических исследований.

М3. генный допинг. Запрещены, как способные улучшить спортивные результаты:

1. Перенос полимеров нуклеиновых кислот или аналогов нуклеиновых кислот;

2. Использование нормальных или генетически модифицированных клеток.

В дополнение к субстанциям и методам, отнесенным к категориям S0-S5 и M1-M3, в соревновательный период запрещенными также являются:

S6. стимуляторы. Запрещены все **стимуляторы** включая в соответствующих случаях все **оптические изомеры** (например, **-d** и **-l**),

Стимуляторы включают:

а: стимуляторы, не относящиеся к Особым Субстанциям: **адрафинил; амифеназол; амфепрамон; амфетамин; амфетаминил; бензилпиперазин; бенфлуорекс; бромантан; клобензорекс; кокаин; кропропамид; кротетамид; мезокарб; метамфетамин (d-); п-метиламфетамин; мефенорекс; мефентермин; модафинил; норфенфлюрамин; прениламин; пролинтан; фендиметразин; фенетиллин; фенкамин; фенпропорекс; фентермин; фенфлюрамин; фонтурацетам [4-фенилпирацетам (карфедон)]; фуруфенорекс.**

Стимуляторы, не приведенные в данном списке, относятся к Особым Субстанциям.

б: Стимуляторы, относящиеся к Особым Субстанциям (примеры): **бензфетамин; гептаминол; гидроксиамфетамин (парагидроксиамфетамин); диметиламфетамин; изометептен; катин\*\*; катинон и его аналоги, например, мефедрон, метедрон и a-pyrrolidinovaleprophenone; левметамфетамин; меклофеноксат; метилгексанамин (диметилпентиламин); метилендиокси-**

метамфетамин; метилфенидат; метилэфедрин\*\*\*; никетамид; норфенефрин; оксилофрин (метилсинефрин); октопамин; пе-молин; пентетразол; пропилгекседрин; псевдоэфедрин\*\*\*\*; се-леджилин; сибутрамин; стрихнин; тенамфетамин (метиленди-оксиамфетамин); туаминогептан; фампрофазон; фенбутразат; фенилэтиламин и его производные; фенкамфамин; фенметра-зин; фенпрометамин; эпинефрин\*\*\*\*\* (адреналин); этамиван; этиламфетамин; этилефрин; эфедрин\*\*\* и другие субстанции с подобной химической структурой или подобным биологиче-ским эффектом.

За исключением применяемых местно/офтальмологически производных имидазола, а также стимуляторов, включенных в Программу мониторинга на 2015 год\*.

\* Бупропион, кофеин, никотин, пипрадол, синефрин, фенил-пропаноламин, фенилэфрин, включенные в Программу монито-ринга на 2015 год, не являются *Запрещенными субстанциями*.

\*\* Катин попадает в категорию *Запрещенных субстанций*, когда его содержание в моче превышает 5 мкг/мл.

\*\*\* Метилэфедрин и эфедрин попадают в категорию *Запре-щенных субстанций*, когда содержание в моче любой из этих субстанций превышает 10 мкг/мл.

\*\*\*\* Псевдоэфедрин попадает в категорию запрещенных субстанций, когда его концентрация в моче превышает 150 мкг/мл.

\*\*\*\*\* Местное применение (например, назальное, офтальмо-логическое) эпинефрина (адреналина) либо его применение в со-четании с местными анестетиками не запрещено.

**S7. наркотики.** Запрещены: **бупренорфин; гидроморфон; дек-строморамид; диаморфин (героин); метадон; морфин; оксико-дон; оксиморфон; пентазоцин; петидин; фентанил и его произ-водные.**

**S8. каннабиноиды.** Запрещены: **натуральные** (например, каннабис, гашиш и марихуана) или **синтетические дельта-9-тетрагидроканнабинол (ТНС); каннабимиметики**, например, «Spice», JWH-018, JWH-073, HU-210.

**S9. глюкокортикоиды.** Любые **глюкокортикоиды** попадают в категорию запрещенных субстанций, если применяются внутри-венно, внутримышечно, орально или ректально.

**Субстанции, запрещенные в отдельных видах спорта:**

**P1. алкоголь.** Алкоголь (**этанол**) запрещен только в *Соревно-вательный* период в нижеперечисленных видах спорта. Присут-ствие алкоголя в организме определяется посредством анализа выдыхаемого воздуха и (или) крови. Нарушением антидопин-

говых правил считается превышение пороговой концентрации алкоголя в крови более 0,10 г/л.

- Автоспорт (FIA)
- Аэронавтика (FAI)
- Водно-моторный спорт (UIM)
- Мотоспорт (FIM)
- Стрельба из лука (WA)

Р2. бета-блокаторы. Если не указано иное, бета-блокаторы запрещены только в *Соревновательный* период в следующих видах спорта, а также запрещены во *Внесоревновательный* период там, где это указано:

- Автоспорт (FIA)
- Бильярдный спорт (все дисциплины) (WCBS)
- Гольф (IGF)
- Дартс (WDF)
- Лыжный спорт/сноубординг (FIS) (прыжки на лыжах с трамплина, фристайл акробатика / хаф-пайп, сноуборд хаф-пайп / биг-эйр)

• Подводное плавание (CMAS) (апноэ с постоянным весом без ласт и с ластами, динамическое апноэ без ласт и с ластами, свободное погружение, апноэ квадрат, подводная охота, статическое апноэ, подводная стрельба, апноэ с переменным весом)

- Стрельба (ISSF, IPC) \*
- Стрельба из лука (WA) \*

\* Также запрещены во внесоревновательный период

К бета-блокаторам относятся, не ограничиваясь ими: **алпренолол, атенолол, ацебутолол, бетаксолол, бисопролол, бунолол, карведиол, картеолол, лабеталол, левобунолол, метипранолол, метопролол, надолол, окспренолол, пиндолол, пропранолол, соталол, тимолол, целипролол, эсмолол.**

Следующие субстанции включены в Программу мониторинга на 2015 год:

**1. Стимуляторы: Только в период:** бупропион, кофеин, никотин, фенилэфрин, фенилпропаноламин, пипрадрол, синефрин.

**2. Наркотики: Только в период:** гидрокодон, митрагинин, соотношение морфин/кодеин; тапентадол, трамадол.

**3. Глюкокортикоиды: В период** (иными путями, чем внутривенно, внутримышечно, орально или ректально) и во **период** (все пути введения).

**4. Телмисартан: в и во периоды.**

**5. Мельдоний: в и во периоды.**

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современный спорт характеризуется высокой конкуренцией, которая позволяет эффективно совершенствовать возможности спортсмена, тем самым обеспечивая достижение высоких спортивных результатов.

В настоящее время для достижения высоких спортивных результатов не достаточно знать и владеть инновационными методиками организации учебно-тренировочного процесса. Все чаще специалисты, тренеры и спортсмены в процессе организации годичного тренировочного цикла прибегают к проведению исследований, направленных на изучение физической и функциональной подготовленности, которые во многом, обеспечивают высокий уровень готовности спортсмена в ходе ответственных соревнований.

При этом следует отметить что в ходе проведенных многочисленных исследований спортивными медиками различных стран установлена примерная схема успешной подготовки спортсменов в различных видах спорта, обобщенная одним из ведущих специалистов в данной области, врачом сборной команды России по футболу Чекмаревым П.И., которая представлена на рисунке 24.

Представленная схема, на наш взгляд, универсальна и может быть применена специалистами в различных видах спорта с целью достижения высокого уровня интегральной подготовленности и как следствие повышения спортивного мастерства, позволяющего добиваться высоких спортивных результатов в соревновательной деятельности.

Безусловно, фундамент – самое большое и крепкое звено занимает учебно-тренировочный процесс. Следующим по мере значимости у специалистов идут вопросы правильного питания, включающие в себя не только рацион и время применения пищи

в зависимости от тренировок или игр, но и тест на индивидуальную совместимость спортсмена пищевым продуктам, что должен отслеживать врач команды. Следующий показатель сон и вопросы профилактики травм и ЛФК.

В данной монографии, как и в анализируемой нами схеме, фармакологическим препаратам отведена значительная роль. Мы специально, как и европейские врачи на вышесказанном конгрессе не акцентируем внимание на этом разделе в многообразной системе спортивной подготовки, дабы показать, что это не главный компонент, а лишь специфическое средство, доступное некоторым тренерам и специалистам для практического применения. Все это подтверждается, в настоящее время, большим количеством дисквалифицированных на различные сроки спортсменов сборных команд.



*Рис. 24.* Схема успешной спортивной подготовки спортсменов в различных видах спорта

## СПЕЦИАЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. *Агаджанян Н.А.* Резервы организма и экстремальный туризм / Н.А. Агаджанян, А.Н. Кислицын. – М. Просветитель, 2002. – 304 с.

2. *Алексабянц Г.Д.* Спортивная морфология: учеб. пособие / Г.Д. Алексабянц, В.В. Абушкевич, Д.Б. Тлехас, А.М. Филенко, И.Н. Ананьев, Т.Г. Гричанова. – М.: Советский спорт, 2005. – 92 с.

3. *Антропова М.В.* Морфофункциональное созревание основных физиологических систем организма детей дошкольного возраста / М.В. Антропова, М.М. Кольцова. – М.: Педагогика. – 1983. – 160 с.

4. *Ахметов И.И.* Молекулярная генетика спорта: монография / И.И. Ахметов. – М.: Советский спорт, 2009. – 268 с.

5. *Ахметов И.И.* Генетические маркеры предрасположенности к занятиям футболом / И.И. Ахметов, А.М. Дружевская, А.М. Хакимуллина [и др.] // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2007. – № 11(33). – С. 5–10.

6. *Баевский Р.М.* Оценка адаптивных возможностей и риск развития заболеваний / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М.: Медицина, 1997. – 235 с.

7. *Баландин В.И.* Прогнозирование в спорте / В.И. Баландин, Ю.М. Блудов, В.А. Плахтиенко. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 192 с.

8. *Бальсевич В.К.* Обучение спортивным движениям / В.К. Бальсевич, В.А. Запоржанов. – Киев, 1986. – 220 с.

9. *Бальсевич В.К.* Онтрокинезеология / В.К. Бальсевич // Теория и практика физической культуры. – М. – 2002. – 294 с.

10. *Бауэр В.Г.* Научно-организационные основы системы подготовки спортивного резерва в Российской Федерации: автореф. ... дис. канд. пед. наук / В.Г. Бауэр. – М., 1994. – 26 с.

11. *Бахрах И.И.* Спортивно-медицинские аспекты биологического возраста подростков: монография / И.И. Бахрах. – Смоленск: СГАФКСТ, 2009. – 124 с.
12. *Берштейн Н.А.* Очерки по физиологии движений и физиологии активности / Н.А. Берштейн. – М., 1966. – 350 с.
13. *Благуш П.К.* К теории тестирования двигательных способностей / П.К. Благуш. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 166 с.
14. *Бунак В.В.* Методика антропометрических исследований / В.В. Бунак. М.: Госмедиздат, 1931. – 168 с.
15. *Вавилов Ю.Н.* Физиологические основы двигательной активности / Ю.Н. Вавилов. – М.: Физкультура и спорт, 1991. – 220 с.
16. *Властовский В.Г.* Акселерация роста и развития детей / В.Г. Властовский. – М.: Физкультура и спорт, 1976. – 279 с.
17. *Волков В.М.* Спортивный отбор / В.М. Волков, В.П. Филин. – М.: Физкультура и спорт, 1983. – 75 с.
18. *Волков В.М.* Теория спортивного отбора: способности, одаренность, талант / В.М. Волков. – Киев: Вежа, 1997. – 128 с.
19. *Граевская Н.Д.* Спортивная медицина. Курс лекций и практические занятия: учебное пособие / Н.Д. Граевская, Т.И. Долматова. – М.: Советский спорт, 2004. – 360 с.
20. *Губа В.* Методология подготовки юных футболистов: учебно-методическое пособие / В. Губа, А. Стула. – М.: SPORT-Человек, 2015. – 184 с.
21. *Губа В.П.* Биологические и биомеханические предпосылки спортивной ориентации детей в виды спорта / В.П. Губа, Р.Н. Дорохов – Смоленск, 1983. – 20 с.
22. *Губа В.П.* Возрастные основы формирования спортивных умений у детей в связи с начальной ориентацией в различные виды спорта: автореф. ... дис. д-ра пед. наук / В.П. Губа. – М., 1997. – 50 с.
23. *Губа В.П.* Индивидуализация подготовки юных спортсменов: монография / В.П. Губа, В.Г. Никитушкин, П.В. Квашук. – М.: Физкультура и спорт, 2009. – 276 с.
24. *Губа В.П.* Индивидуальные особенности юных спортсменов / В.П. Губа, В.Г. Никитушкин, П.В. Квашук. – Смоленск, 1997. – 220 с.
25. *Губа В.П.* Интегральные основы спортивной тренировки (методы оценки и прогнозирования) / В.П. Губа // LAP LAMBERT, Academic Publishing. – 2012. – 360с.
26. *Губа В.П.* Комплексный подход в оценке функционального состояния профессиональных спортсменов / В.П. Губа, В.В. Маринич // Вестник спортивной науки. – 2013. – № 6. – С.47–51.

27. *Губа В.П.* Математические методы в педагогической теории и практике (измерения, вычисления, методы математического моделирования и статистики): учебное пособие для вузов / В.П. Губа, Г.Е. Сенькина. – М., 2011. – 270 с.

28. *Губа В.П.* Междисциплинарные основы выявления способностей индивида в культурно-образовательном пространстве / В.П. Губа // Известия Российской академии образования. – 2014. – № 4. – С. 114–124.

29. *Губа В.П.* Морфобиомеханические исследования в спорте / В.П. Губа. – М.: СпортАкадемПресс, 2000. – 120 с.

30. *Губа В.П.* Основы объема и интенсивности выполнения спортивных двигательных заданий: учебно-методическое пособие / В.П. Губа, Н.В. Поздняк. – М.: Спортивная книга, 2015. – 62 с.

31. *Губа В.П.* Основы распознавания раннего спортивного таланта / В.П. Губа. – М.: Terra-Спорт, 2003. – 224 с.

32. *Губа В.П.* Особенности отбора в баскетбол / В.П. Губа, С.Г. Фомин, С.В. Чернов. – М.: Физкультура и спорт, 2006. – 160 с.

33. *Губа В.П.* Прогнозирование двигательных способностей и основ ранней ориентации в спорте / под общ. ред. В.П. Губа. – М.: Олимпия-Пресс, 2007. – 156 с.

34. *Губа В.П.* Резервные возможности спортсменов: монография / В.П. Губа, Н.Н. Чесноков. – М.: Физическая культура, 2008. – 146 с.

35. *Губа В.П.* Что может Ваш ребенок / В.П. Губа. – М.: Советский спорт, 1991. – 34 с.

36. *Губа В.П.* Талант и «генетические точки» генотипа / В.П. Губа // Наука и жизнь, 2013. – № 9. – С. 33–34.

37. *Губа В.П.* Теория и практика спортивного отбора и ранней ориентации в виды спорта: монография / В.П. Губа. – М.: Советский спорт, 2008. – 304 с.

38. *Гужаловский А.А.* Проблемы теории спортивного отбора / А.А. Гужаловский // Теория и практика физической культуры. – 1986. – № 8. – С. 24–26.

39. *Гужаловский А.А.* Проблема «критических» периодов онтогенеза в ее значении для теории и практики физического воспитания / А.А. Гужаловский. – М., 1984. – 224 с.

40. *Донской Д.Д.* Законы движения в спорте (очерки по теории структурности движений) / Д.Д. Донской. – М.: Совесть спорт, 2015. – 178 с.

41. *Дорохов Р.Н.* Методика раннего отбора и ориентации в спорте: учебное пособие / Р.Н. Дорохов, В.П. Губа, В.Г. Петрухин. – Смоленск, 1994. – 86 с.



42. *Дорохов Р.Н.* Спортивная морфология / Р.Н. Дорохов, В.П. Губа. – М.: СпортАкадемПресс, 2002. – 260 с.

43. *Дубилей В.В.* Физиология и патология системы дыхания у спортсменов / В.В. Дубилей. – Казань: Изд-во Казанский университет, 1991. – 144 с.

44. *Жужгов А.П.* Вариабельность сердечного ритма у спортсменов различных видов спорта: автореф. ... дис. канд. / А.П. Жужгов. – Ижевск, 2002. – 26 с.

45. *Запорожанов В.А.* Методика оценки перспективности спортсменов в условиях центра отбора / В.А. Запорожанов, К.П. Сахновский, А.И. Кузьмин // Теория и практика физической культуры. – 1990. – № 4. – С. 27–29.

46. *Зацюрский В.М.* Физические качества спортсмена: основы теории и методики воспитания / В.М. Зацюрский. – М.: Советский спорт, 2009. – 200 с.

47. *Иванченко Е.И.* Спортивная одаренность и ее диагностика: пособие / Е.И. Иванченко. – Минск: БГУФК, 2009. – 87 с.

48. *Изаак С.И.* Мониторинг физического развития и физической подготовленности: теория и практика: монография / С.И. Изаак. – М.: Советский спорт, 2005. – 196 с.

49. *Карпман В.Л.* Тестирование в спортивной медицине / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.

50. Комплексная программа по научно-методическому обеспечению подготовки юных спортсменов спортивных школ, училищ олимпийского резерва и сборных молодежных команд России // под общ. ред. В.П. Губа, В.Г. Никитушкина. – М. 1998. – 48 с.

51. *Кузнецов В.В.* Методологические проблемы совершенствования системы спортивной подготовки квалифицированных спортсменов / В.В. Кузнецов. – М., 1984. – 240 с.

52. *Кузнецов В.В.* Проблемы резервных возможностей человека / В.В. Кузнецов. – М., 1982. – 192 с.

53. *Кулиненков О.С.* Фармакологическая помощь спортсмену: коррекция факторов, лимитирующих спортивный результат / О.С. Кулиненков. – М.: Советский спорт, 2007. – 146 с.

54. *Лях В.И.* Координационные способности: диагностика и развитие / В.И. Лях. – М.: ТВТ Дивизион, 2006. – 290 с.

55. *Макарова Г.А.* Практическое руководство для спортивных врачей / Г.А. Макарова. – Краснодар: Кубаньпечать, 2000. – 495 с.

56. *Мантрова И.Н.* Методическое руководство по психофизиологической и психологической диагностике / И.Н. Мантрова. – Иваново, 2007. – 216 с.

57. *Мартыросов Э.Г.* Методы исследования в спортивной антропологии / Э.Г. Мартыросов. – М., 1982. – 199 с.

58. *Мартыросов Э.Г.* Модельные характеристики морфологических особенностей спортсменов в основных группах видов спорта / Э.Г. Мартыросов, Б.Н. Шустин // Основы и методы спортивной ориентации и отбора в основных видах спорта. – М., 1978. – С. 48–50.

59. *Матвеев Л.П.* Общая теория спорта и её прикладные аспекты: учебник, 4-е изд., испр. и доп. / Л.П. Матвеев. – Санкт-Петербург: «Лань», 2005. – 384 с.

60. *Матвеев Л.П.* Основы спортивной тренировки / Л.П. Матвеев – М., 1977. – 280 с.

61. *Медведев А.П.* Анализ variability ритма сердца у спортсменов: учебное пособие / А.П. Медведев. – Н.-Новгород: Изд-во НГМА, 1999. – 52 с.

62. *Меерсон Ф.З.* Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам / Ф.З. Меерсон, М.Г. Пшенникова. – М.: Медицина, 1988. – 254 с.

63. *Мерлин В.С.* Об интегральном исследовании индивидуальности / В.С. Мерлин. – Пермь, 1974. – 256 с.

64. *Набатникова М.Я.* О критериях оптимальности в подготовке юных спортсменов / М.Я. Набатникова // Особенности построения тренировки юных спортсменов. – М., 1983. – С. 17–27.

65. *Набатникова М.Я.* Основы управления подготовкой юных спортсменов / М.Я. Набатникова. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 143 с.

66. *Набатникова М.Я.* Перспективы исследований проблем юношеского спорта / М.Я. Набатникова, А.В. Хардин // Теория и практика физической культуры. – 1979. – № 7. – С. 28–30.

67. *Назаренко Л.Д.* Развитие двигательного-координационных качеств как фактор оздоровления детей и подростков: монография / Л.Д. Назаренко. – М., 2001. – 332 с.

68. *Никитушкин Н.Г.* Методы отбора в игровые виды спорта / В.Г. Никитушкин, В.П. Губа. – М.: ИКА, 1998. – 288 с.

69. *Никитушкин В.Г.* Теория и методика детско-юношеского спорта: учебник / В.Г. Никитушкин. – М.: Физкультура и спорт, 2010. – 208 с.

70. *Никитюк Б.А.* Интеграция знаний в науках о человеке / Б.А. Никитюк. – М.: СпортАкадемПресс. – 2000. – 438 с.

71. *Никитюк Б.А.* Факторы роста и морфофункционального созревания организма / Б.А. никитюк. – М., Наука, 1978. – 210 с.

72. *Озолин Н.Г.* Настольная книга тренера: наука побеждать / Н.Г. Озолин. – М.: АСТРЕЛЬ – АСТ, 2002. – 864 с.

73. Основы управления подготовкой юных спортсменов / под общ. ред. М.Н. Набатниковой. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 280 с.

74. *Платонов В.Н.* Современная спортивная тренировка / В.Н. Платонов. – Киев, 1980. – 336 с.

75. *Платонов В.Н.* Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения: учебник тренера высшей квалификации / В. Н. Платонов. – М.: Советский спорт, 2005. – 820 с.

76. *Попов Г.И.* Биомеханические основы создания предметной среды для формирования и совершенствования спортивных движений: автореф. дис. ... докт. пед. наук / Г.И. Попов – М., 1992. – 48 с.

77. Психодиагностика функциональных состояний человека / под ред. А.Б. Леонова. – М., 1984. – 469 с.

78. *Ратов И.П.* Двигательные возможности человека / И.П. Ратов. – Минск, 1994. – 124 с.

79. *Ратов И.П.* Использование спортивных достижений и возможностей управления изменения их характеристик с использованием технических средств: автореф. дисс. ... д-ра пед. наук / И.П. Ратов. – М., 1971. – 46 с.

80. *Ратов И.П.* Пограничные проблемы биомеханики, психологии и теории обучения движениям / И.П. Ратов. – М., 1982. – 51 с.

81. *Ратов И.П.* Проблемы, гипотезы и перспективы ряда исследовательских направлений биомеханики спорта / И.П. Ратов. – М., 1974. – 14 с.

82. *Ратов И.П.* Противоречия совершенствования в движениях и пути их преодоления / И.П. Ратов. – М., 1976. – 64 с.

83. *Рогозкин В.А.* Генетические маркеры физической работоспособности человека / В.А. Рогозкин, И.Б. Назаров, В.И. Казаков // Теория и практика физической культуры. – 2000. – № 12. – С. 34–36.

84. *Родионов А.В.* Влияние психофизиологических факторов на спортивный результат / А.В. Родионов. – М.: Физкультура и спорт, 1983. – 112 с.

85. Руководство к практическим занятиям по физиологии человека: учебное пособие для вузов физической культуры / под общ. ред. А.С. Солодкова. – М.: Советский спорт, 2006. – 192 с.

86. *Северцов А.Н.* Морфологические закономерности эволюции / А.Н. Северцов. – М., 1939. – 546 с.

87. *Селуянов В.Н.* Методы построения физической подготовки спортсменов высокой квалификации на основе имитационного моделирования: автореф. дис. ... д-ра пед. наук / В.Н. Селуянов. – М., 1992. – 47 с.

88. *Семенов Ю.Н.* Аппаратно-программный комплекс «Варикард» для оценки функционального состояния организма по результатам математического анализа variability сердечного ритма / Ю.Н. Семенов, Р.М. Баевский. Ижевск, 1996. – 162 с.

89. *Смирнов В.Н.* Физиология центральной нервной системы / В.Н. Смирнов, В.Н. Яковлев – М., 2004. – 389 с.

90. *Соколик И.Ю.* Современные проблемы отбора и диагностики спортивной одаренности / И.Ю. Соколик. – Минск, 1998. – 110 с.

91. *Сологуб Е.Б.* Спортивная генетика: учебное пособие / Е.Б. Сологуб, В.А. Таймазов. – М.: Терра-Спорт, 2000. – 127 с.

92. *Солодков А.С.* Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: учебник. изд. 2-е, испр. и доп. / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб. – М.: Олимпия Пресс, 2005. – 528 с.

93. Таблицы коэффициентов соотносительности для определения индивидуальных норм разносторонней физической подготовленности юных спортсменов: методические рекомендации / М.Я. Набатникова, В.Г. Никитушкин. – М., 1986. – 23 с.

94. *Туманян Г.С.* Телосложение и спорт / Г.С. Туманян, Э.Г. Мартиросов. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 93 с.

95. *Уилмор Дж. Х.* Физиология спорта / Дж. Х. Уилмор, Д.Л. Костилл. – Киев: Олимпийская литература, 2001. – 210 с.

96. *Уткин В.Л.* Биомеханические аспекты спортивной тактики / под ред. В.М. Зациорского. – М.: Физкультура и спорт, 1984. – 128 с.

97. *Фарфель В.С.* Управление движениями в спорте / В.С. Фарфель. – М., 1975. – 206 с.

98. Физиология человека: В 3-х томах. Т. 1. Пер. с англ. / под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. – М.: Мир, 1996. – 323 с.

99. *Филин В.П.* Проблема совершенствования двигательных и физических качеств детей школьного возраста в процессе спортивной тренировки: автореф. дисс. ... д-ра пед. наук / В.П. Филин. – М., 1970. – 50 с.

100. *Филин В.П.* Теория и методика юношеского спорта / В.П. Филин. – М.: Физкультура и спорт, 1987. – 130 с.

101. *Фомин Н.А.* Возрастные основы физического воспитания / Н.А. Фомин, В.П. Филин. – М.: Физкультура и спорт, 1972. – 174 с.

102. *Фомин Н.А.* Физиологические основы двигательной активности / Н.А. Фомин, Ю.Н. Вавилов. – М.: Физкультура и спорт, 1991. – 224 с.

103. *Хомская Е.Д.* Нейропсихология / Е.Д. Хомская. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 288 с.

104. *Шапошников В.И.* Индивидуализация и прогноз в спорте / В.И. Шапошников. – М.: Физкультура и спорт, 1984. – 156 с.

105. *Шварц Б.В.* Медико-биологические аспекты спортивной ориентации и отбора / Б.В. Шварц, С.В. Хрущев – М.: Физкультура и спорт, 1984. – 148 с.

106. *Alving K.* Increased amount of nitric oxide in exhaled air of asthmatics / K. Alving, E. Weitzberg, J. Lundberg // Eur Respir. – 1993. – P. 1368–1370.

107. *Florez G.* Genetics and cell biology. Association between the STin2 VNTR Polymorphism of the Serotonin Transporter Gene and Treatment Outcome in Alcohol-Dependent Patients / G. Florez, P. Saiz, P. Garcia-Portilla // Alcohol & Alcoholism. – 2008. – V.43. – P. 516–522.

108. *Kay W.* The Long and the Short of it: Associations Between 5-HTT Genotypes and Coping With Stress / W. Kay, J.E. Siegel, A.W. Finch // Psychosomatic Medicine. – 2007. – V.69. – P. 614–620.

109. *Landolt H.-P.* Antagonism of serotonergic 5-HT<sub>2A/2C</sub> receptors: mutual improvement of sleep, cognition and mood / H.-P. Landolt, R. Wehrle // European Journal of Neuroscience. – 2009. – V.29. – P. 1795–1809.

# СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие академика РАО С.Д. Неверковича .....	3
<b>ГЛАВА 1</b>	
<b>Методологические подходы к исследованию функциональных возможностей спортсменов .....</b>	<b>5</b>
1.1. Соматические особенности спортсменов .....	5
1.2. Медико-биологические особенности спортсменов .....	13
1.3. Психологические особенности спортсменов .....	28
<b>ГЛАВА 2</b>	
<b>Морфобиомеханические методы исследования спортсменов .....</b>	<b>31</b>
2.1. Основные тотальные параметры спортсменов .....	31
2.2. Методы морфобиомеханического обследования .....	42
2.3. Понятие о масс-инерционных характеристиках спортсменов .....	47
2.4. Понятие о паспортном, биологическом и двигательном возрасте .....	50
2.5. Сравнение методик морфобиомеханической диагностики .....	54
2.6. Взаимосвязь особенностей телосложения с выбором спортивной деятельности .....	69
<b>ГЛАВА 3</b>	
<b>Исследование физической подготовленности спортсменов .....</b>	<b>74</b>
3.1. Особенности развития физических качеств у спортсменов различных морфобиомеханических типов .....	74
3.1.1. Возрастная динамика силовых качеств .....	82
3.1.2. Возрастная динамика быстроты и скоростно-силовых способностей .....	91
3.1.3. Возрастная динамика выносливости .....	94
3.1.4. Возрастная динамика координационных способностей .....	98
3.1.5. Возрастная динамика подвижности и гибкости .....	103
3.2. Методология определения и методика расчета должных норм и интегральной оценки разносторонней физической подготовленности .....	108

<b>ГЛАВА 4</b>	
<b>Исследование функциональных возможностей спортсменов</b> .....	123
4.1. Анализ функционирования респираторной системы в тренировочном процессе спортсменов .....	123
4.2. Анализ функционирования респираторной системы в соревновательном процессе спортсменов .....	131
<b>ГЛАВА 5</b>	
<b>Исследование физической работоспособности спортсменов</b> .....	141
5.1. Динамика мониторинга системы кровообращения у спортсменов .....	141
5.2. Особенности адаптации спортсменов к возрастающим нагрузкам .....	159
<b>ГЛАВА 6</b>	
<b>Оценка психофизиологического состояния спортсменов</b> .....	166
<b>ГЛАВА 7</b>	
<b>Спортивная генетика: особенности отбора и ориентации при оценке генов</b> .....	184
7.1. Критические варианты полиморфизмов ДНК, лимитирующих спортивную работоспособность .....	184
7.2. Применение ДНК-диагностики в системе спортивного отбора и внутривидовой ориентации .....	189
<b>ГЛАВА 8</b>	
<b>Возможности фармакологической коррекции в современной спортивной медицине</b> .....	195
8.1. Общие основы фармакологической коррекции .....	195
8.2. Восстановительные процедуры и их роль в подготовке юных спортсменов .....	204
<b>ГЛАВА 9</b>	
<b>Антидопинговый контроль в спорте</b> .....	211
<b>Заключение</b> .....	219
<b>Специальная литература</b> .....	221

*Научное издание*

ГУБА Владимир Петрович  
МАРИНИЧ Виталий Владимирович

**ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА  
СОВРЕМЕННЫХ СПОРТИВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**



Редактор *Т. Прокопьева*  
Художник *А. Литвиненко*  
Компьютерная верстка *С. Штойко*

Подписано в печать 28.01.2016 г. Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Усл.-печ. л. 14,5. Тираж 500 экз.  
Изд. № 68. Заказ №

Издательство «Спорт»  
117218 Москва, а/я 111  
Тел.: 8-495-662-64-30, 8-495-662-64-31  
E-mail: chelovek.2007@mail.ru

Отпечатано в АО «Первая Образцовая типография»  
Филиал «Чеховский Печатный Двор»  
142300, Московская область, г. Чехов, ул. Полиграфистов, д. 1  
Сайт: [www.chpd.ru](http://www.chpd.ru)  
E-mail: [sales@chpd.ru](mailto:sales@chpd.ru)  
Тел. 8 (499) 270-73-59



**Губа Владимир Петрович –**

доктор педагогических наук, профессор кафедры педагогики и психологии Смоленского государственного университета, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации.

Лауреат конкурсов РАО на лучшую книгу в номинации «Педагогические науки» 2007-2012 г.г.

С 2011 года оказывает научно-методическую помощь сборной команде России по мини-футболу (футзалу).

Автор более 400 научных трудов, вышедших в 11 странах, в том числе более 40 учебников, учебных пособий и монографий.



**Маринич Виталий Владимирович –**

кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей и клинической медицины Полесского государственного университета (Республика Беларусь).

Врач функциональной диагностики, спортивный психолог, консультант лаборатории спортивной генетики, и национальных команд Республики Беларусь по академической гребле, гребле на байдарках и каноэ, лыжным гонкам.

Автор более 200 работ в области спортивной медицины и психологии.

ISBN 978-5-906839-25-1



9 785906 839251



[www.olimpress.ru](http://www.olimpress.ru)