



**МИНИСТЕРСТВО ПО ДЕЛАМ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА  
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**УЗБЕКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ  
КУЛЬТУРЫ**

# **МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КРИТЕРИИ ОТБОРА В СПОРТЕ**

**Учебно-методическое пособие**

**ТАШКЕНТ – 2014**



ПО ДЕЛАМ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
УЗБЕКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ  
КУЛЬТУРЫ

# МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КРИТЕРИИ ОТБОРА В СПОРТЕ

Учебно-методическое пособие

ТАШКЕНТ · 2014

Автор:



*Сафарова Д.Д. – кандидат биологических наук, профессор.  
Ядгаров Б.Ж. – кандидат педагогических наук.*

*Султанова Ю.А. – кандидат биологических наук, доцент.  
Набиев Э.Т. – кандидат педагогических наук, доцент.*

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании учебно-методического совета Узбекского Государственного института физической культуры и рекомендовано к изданию.

© Издательско-полиграфический  
отдел УзГИФК, 2014 г.



## ВВЕДЕНИЕ

Подготовка спортсменов высокого класса требует научно обоснованного и хорошо организованного спортивного отбора. В данном пособии особое внимание уделяется современным медико-биологическим методам диагностики физического состояния спортсменов, которые могут быть использованы в качестве информативных критериев пригодных для спортивного отбора и спортивной ориентации. Отбор в спорте – система многоэтапных мероприятий по выявлению спортсменов, морфо-функциональные, психологические и технико-тактические возможности которых в наибольшей мере соответствуют специфике данной спортивной специализации. Спортивный отбор – комплексная, этическая, медико-биологическая, психологическая и педагогическая проблема. Так как спорт – явление социальное, то спортивный отбор удовлетворяет запросам общества. Вместе с тем он призван охранять интересы личности, давая ей возможность максимально удовлетворить духовные и физические запросы в занятиях определенным видом спорта.

Для специалистов по физической культуре и спорту особый интерес представляют изменения в организме, те особенности формы, строения и связанной с ними функции, происходящие под влиянием занятий физическими упражнениями и спортом. При выполнении спортивных движений в организме спортсменов возникают адаптационные изменения, протекающие на геномном и фенотипическом уровнях. Определение морфофункциональных признаков адаптации организма к действию физических нагрузок могут быть использованы не только в качестве критериев спортивного отбора и ориентации, но и в качестве контроля за состоянием тренированности спортсмена. Изучение общих закономерностей перестройки организма и влияния результатов спортивного отбора помогает определить типы телосложения, конституциональные особенности, компонентный состав массы тела спортсменов различных спортивных специализаций. Между тем, медико-биологический подход при решении проблем спортивного отбора предполагает прежде всего учет индивидуальных биологических особенностей личности. Теперь, наконец, стало очевидным, что индивидуальные особенности человека формируются на относительно устойчивых биологических предпосылках, имеющих жесткую генетическую основу. Поэтому также очевидно, что признаки, на формирование которых генотип оказывает достоверно значимое влияние, должны быть также пригодны для целей спортивной ориентации и спортивного отбора. Это особенно важно учитывать на этапах начальной спортивной подготовки, когда индивидуальность ребенка, основанная на генотипе, ещё не маскируется приобретенным опытом.



Следует указать, что до сегодняшнего дня все еще недостаточно разработана научно обоснованная система спортивной ориентации и отбора среди детей и подростков, нет объективных критериев, на основании которых можно было бы уверенно и надежно давать индивидуальные рекомендации\* для выбора спортивной специализации каждому подростку, с одной стороны, и проводить отбор талантливых детей для большого спорта – с другой. Здесь необходимо различать два аспекта проблемы: рекомендовать каждому человеку (особенно ребенку) наиболее подходящий для него вид спортивной деятельности, исходя из его анатомических, физиологических и психологических особенностей, благодаря которым он наилучшим образом приспособится к определенному виду спорта – это задача спортивной ориентации. Задача спортивного отбора – это выбор наиболее пригодных, наиболее талантливых, исходя из требований вида спорта. Оба аспекта проблемы тесно взаимосвязаны, ибо, чем шире массовый спорт, тем легче вести поиски спортивных талантов; массовость спорта тем шире, чем устойчивее интерес к физкультуре и спорту; развитие интереса к физкультуре и спорту тем устойчивее, чем правильнее выбрана спортивная специализация, т.е. чем правильнее оказалось соответствие индивидуальных особенностей человека специфике вида спорта.

До сих пор исследования в этом направлении имели почти исключительно педагогический характер (Бриль М.С., 1980; Павлова О.И., 2003, 2004; Тимакова Т.С., 2008; Платонов В.Н., 2004, 2008; Годик М.А., 2010 и др.)

Следует отметить, что предложены некоторые полезные теоретические подходы, схемы и модели (Ильин Е.П., 1981, 1983; Иссурин Б.В., 1986; Рубин В.С., 2009 и др.) Можно назвать лишь единичные медико-биологические работы по данной проблеме, которые однако имеют более теоретический, нежели экспериментальный характер (Шварц В.Б., 1991; Никитюк Б.А., 1996; В.И. Дубровский, 2002; Граевская Н.Д., 2003, 2007).

Располагая углублёнными сведениями о состоянии организма в виде широкого круга морфологических данных модельных характеристик, наследственно обусловленных признаков – генетических маркерах, обуславливающих спектр развития двигательных и ряда физических качеств, можно ориентироваться на них при спортивном отборе и планировании режима тренировок. Решение задач отбора предусматривает создание модели спортсмена данной специализации, т.е. набора признаков, достоверно определяющих спортивную результативность, ранжированных соответственно мере их влияния на спортивный результат. Набор признаков и порядок их перечисления неодинаковы для разных спортивных специализаций. Наиболее часто учитываемой морфологической характеристикой являются тотальные размеры тела. Модель



спортсмена – разнородный набор информативных признаков (морфологических, физиологических, метаболических, психологических), определяющий успешность избранного вида спортивной деятельности. Для построения модели спортсмена необходимо количественно оценить значение каждого признака. Разработав модель спортсмена определенной специализации, следует определить эталонные значения модельных признаков, подвергнув измерениям группу спортсменов высокого класса. Их значения могут считаться нормативными. В представленном методическом пособии представлены информативные методы и показатели оценки, изложена техника проведения антропометрических, соматометрических, функциональных, а также антропогенетических методов исследований. Овладение молодыми специалистами методами медико-биологических исследований позволит приобщиться к проведению научно-исследовательских работ, что может быть использовано также при подготовке магистерских и докторских диссертаций. Использование и оценка полученных результатов позволит выявить не только важнейшие морфофункциональные признаки но и генетические детерминированные признаки организма, которые могут быть использованы как для фенотипического отбора, так и для генотипического отбора спортсменов в избранных видах спорта.



## I. Методы оценки физического развития спортсменов

### 1.1. Медико-биологические критерии спортивного отбора

Ежегодно огромное число физически одаренных юношей и девушек достигают значительных вершин спортивного мастерства, становясь профессиональными спортсменами. Уровень спортивных достижений в профессиональном спорте настоящее время настолько высок, что попасть в число профессионалов удается далеко не каждому спортсмену, имеющему высокие результаты. В связи с этим проблемы отбора в спорт высших достижений привлекают все большее внимание ученых и практиков.

Эффективность подготовки высококвалифицированных спортсменов и рост результатов в спорте во много зависят от качества организации и методики тренировочного процесса, процесса технического оснащения, своевременной и эффективной реабилитации спортсменов, от массовости спорта и правильности отбора. Качество профессионального отбора и спортивной ориентации во много обусловлено талантом тренера-педагога, его опытом и интуицией. Спортивная ориентация исходит из оценки возможностей конкретного человека, на основе которой производится выбор наиболее подходящей для него спортивной деятельности. Существует также так называемый стихийный спортивный отбор. Его проявления относятся к тем случаям, когда направленный прогностический отбор не предпринимался или оказался неэффективным. Причем чем одареннее в развитии какого-либо двигательного качества окажется отобранный спортсмен, тем осторожнее следует направлять воспитательные мероприятия на дальнейшее развитие данного качества.

Существуют формы спортивного отбора – констатирующая и прогностическая. Констатирующая форма отбора решает задачу поиска среди сформировавшихся, сложившихся спортсменов наиболее подготовленных для выступления в ответственном соревновании, или наиболее перспективных для подведения к пику спортивной формы (опять-таки с учетом предстоящего соревнования), или (в командных видах спорта) наиболее соответствующих по своим личностным качествам составу команды. При этой форме отбора учитывается имеющееся на данный момент времени состояние готовности к достижению высокого спортивного результата с учетом морфологических и других критериев оценки этого состояния.

Прогностическая форма спортивного отбора решает задачу поиска среди формирующихся спортсменов или не спортсменов тех, кто обладает потенциально высокими двигательными качествами или морфологическими характеристиками (соматотипом, размерами тела и т.п.), соответствующими запросам, определенного вида спорта. Прогнос-



тический отбор проводится в более раннем возрасте, чем констатирующий отбор. Для прогностического отбора крайне перспективно использование генетических маркеров, сопряженных с развитием двигательных качеств, или характером ростовых процессов, или сроками полового созревания.

Тренер должен всегда соразмерять воспитательные воздействия и биологические возможности данного человека.

Проблема отбора в профессиональный спорт, спорт высших достижений – комплексная. Ее основные аспекты – педагогические, психологические и медико-биологические.

**Педагогические методы** позволяют оценить функцию, уровень развития физических качеств, двигательные и координационные способности, степень спортивно-технического мастерства одаренных спортсменов еще в период их обучения в общеобразовательной школе и при занятиях спортом на базе детско-юношеских физкультурно-спортивных организаций.

**Психологические методы** дают возможность установить характерологические особенности личности будущих спортсменов, структуру их психической деятельности. На современном уровне спортивного мастерства среди высококвалифицированных спортсменов побеждает тот, кто обладает не только высокой тренированностью, но и соответствующими свойствами нервной системы.

**Медико-биологическими методами**, как правило, на базе врачебно-физкультурного диспансера, определяется состояние здоровья лиц, занимающихся спортом. При этом анализируются морфологические и функциональные особенности их организма, общая физическая работоспособность, координационные механизмы двигательной деятельности, состояние и возможности анализаторных систем. Основная задача спортивной медицины при этом – изучение влияния тренировочного процесса на организм и обеспечение постоянного медицинского наблюдения за лицами, активно занимающимися спортом.

Известно, что сохранение здоровья и поддержание высокой работоспособности спортсменов возможно лишь при выполнении физических психоэмоциональных нагрузок, соответствующих их адапционным возможностям. Нагрузки ниже оптимального уровня не дают нужного тренировочного эффекта, выше оптимального – становятся чрезмерными и могут стать причиной возникновения различных предпатологических и патологических изменений в организме из-за перенапряжения, как физического, так и психоэмоционального.

За последние годы достижения генетики широко внедряются в практику спорта. Многие авторы отмечают, что на формирование спортивного таланта, спортивной одаренности и выносливости значительно влияет генетическая предрасположенность того или иного



спортсмена. Выдающиеся спортивные достижения – это не только результат упорных тренировок, но и экстраординарные наследственные данные, которым он обладает. В настоящее время критериев оценки перспективности спортсмена в плане достижения высоких результатов немного. Высоких результатов в спорте можно добиться лишь при наличии определенных способностей, но пока не выявлены абсолютные научные критерии, с помощью которых можно определить природную одаренность в том или ином виде спорта, использовать объективные и адекватные научные критерии для отбора перспективных спортсменов для профессионального спорта высших достижений.

## **1.2. Методы оценки физического развития спортсменов. Конституциональная морфология**

Конституциональная морфология изучает особенности телосложения человека по данным размеров тела, его пропорций, состава массы тела. Термин конституциональная морфология – является производным от слова конституция (constitution – упорядочение, организация). По формулировке Б.А. Никитюка, 1996, конституция – это единство морфологических и функциональных признаков организма, унаследованных и приобретенных под влиянием окружающей среды, которые определяют темп онтогенеза и реактивность организма на внешние воздействия. Понятие «конституция» гораздо шире по значимости, чем термин «телосложение», так как включает в себя все слагаемые составляющие целостный организм. Нельзя полностью ставить знак равенства между конституцией и телосложением. Конституция относительно устойчивая характеристика организма. Конституциология – область знаний, предметом которой являются связи конституциональных (телесных, дерматоглифических, серологических) и психических (личностных), а также, темпераментальных (психодинамических), особенностей. Исследования в этой области проводятся, главным образом, с целью обеспечения возможности выделения биометрических маркеров групп риска возникновения и ранней (донозологической) диагностики психических и поведенческих расстройств. Конституциональное направление в психологии и медицине в европейской научной традиции базируется на трактатах «Гиппократова сборника» («Corpus Hippocraticum») и Галена, трудах Рене Декарта, работах Френсиса Гальтона, Эрнста Кречмера и Уильяма Герберта Шелдона, Хит-Картера. С конституциональной морфологией связано учение о физическом развитии. Физическое развитие показывает соответствие телесных признаков человека среднему уровню, характерному для людей его пола, возраста, национальной, территориальной и соматотипической принадлежности. Обычно оно оценивается

тотальными и парциальными размерами тела, иногда с учетом и некоторых физиометрических признаков, жизненной емкости (ЖЕЛ), силы кисти.



Оценка физического развития, особенности строения телосложения проводятся в первую очередь на основе антропометрических признаков.

**Антропометрия** – это оценка размерных характеристик человека. Среди размеров тела выделяют тотальные (от франц – total – целиком) и парциальные (от лат. pars-часть).

**Тотальные размеры** тела – основные показатели физического развития человека. К ним относятся длина и вес (масса) тела, а также окружность (обхват) грудной клетки.

**Парциальные размеры** тела – слагаемые размеров, характеризующие величину отдельных частей или звеньев тела. Они могут быть продольными, поперечными, переднезадними, т.е. линейными (например, длина и ширина сегментов тела), толстотными (толщина кожно-жировых складок), обхватными (обхват бедра, голени, плеча, предплечья). Положение одной части тела по отношению к другой оценивается угловыми характеристиками. Например, описание формы позвоночного столба требует измерения его изгибов, форма нижней челюсти определяется углом наклона ее ветви к горизонтальной плоскости.

Конституционно-морфологический подход учитывает индивидуальные вариации размеров, пропорций, состава массы тела и соматотипов



человека. Состав массы тела – соотношение ее компонентов: жировой, мышечной и костной массы или жирового и безжирового компонентов

Пропорции тела – соотношения размеров тела: продольных, поперечных, переднезадних, обхватных, характеризующих геометрическую форму тела, его вытянутость или коренастость. Морфологическим отражением конституции является соматотип.

### 1.3. Соматотипы

Соматотип как морфологическое проявление конституции во многом основывается на ее телесных особенностях, поэтому слова (соматотип) и «конституция» нередко употребляются как синонимы. Иногда говорят об общей и частной конституции. Тогда соматотипом можно называть частную конституцию, характеризуемую набором тотальных и парциальных размеров тела, особенностями его пропорций и состава массы тела.

Существует много классификаций соматотипов. В большинстве из них выделяют три (Черноруцкий, Шевкуненко), четыре (Кречмер) или несколько больше (Бунак, Талант, Чтецов, Штефко-Островский) конституциональных типов. Более подробную оценку конституции позволяет дать схема Шелдона, а также схема Хит-Картера.

Несмотря на такое разнообразие классификаций, в них учитываются в принципе одни и те же диагностические критерии: развитие жировоголожения, скелета и мускулатуры, а также пропорции тела. Первые три критерия показывают, что соматотип зависит от особенностей обмена веществ (в частности, жирового и водно-солевого). Последний критерий объясняет связь соматотипа с динамикой индивидуального развития человека.

Существует связь между пропорциями тела и развитием жировоголожения. Нередко повышенное жировоеложение сопутствует брахиморфным пропорциям тела, а пониженное – долихоморфным. В крайних по пропорциям тела и степени жировоголожения группах это сочетание становится правилом. Иначе обстоит дело с развитием мышечной системы.

Люди долихоморфных пропорций тела могут иметь не очень высокие значения абсолютной мышечной силы. Однако при меньшей массе тела они имеют большие значения относительной мышечной силы, чем люди брахиморфных пропорций. При долихоморфных пропорциях у мышц менее массивное брюшко и хорошо выраженное сухожилие. Они покрыты более прочными собственными фасциями. Низкое подкожное жировоеложение отмечается, как правило, при хорошем развитии поверхностной фасции.



Соматотип человека связан в известной степени с состоянием его здоровья. Однако вероятность тех или иных заболеваний в связи с определенным соматотипом существует лишь как тенденция и не носит фатального характера. Состояние здоровья человека зависит не только от биологических факторов, но и от условий окружающей среды, социальных условий. Последний оказывают определяющее влияние на психологические особенности человека – его характер, черты личности. Кречмер отметил связь между пикническим соматотипом (брахиморфные пропорции тела, повышенное жировое отложение) и такими чертами личности, как мягкость, добродушие, практический склад ума. Людям астенического соматотипа (долхоморфные пропорции тела, пониженное жировое отложение) более свойственны замкнутость, рассудительность, склонность к теоретизированию. Эти связи не обязательны, они раскрываются в состоянии психического нарушения и подтверждают его наследственную природу.

Наиболее простой для определения соматотипов взрослых является М.В. Черноруцкого. По этой схеме у взрослых выделяют три соматотипа: астенический, нормостенический и гиперстенический. Астенический характеризуется долхоморфными пропорциями тела, слабой мускулатурой и пониженным жировым отложением; нормостенический – мезоморфными пропорциями, средним развитием мускулатуры и средней степени жирового отложения; гиперстенический – брахиморфными пропорциями тела, сильной мускулатурой и значительным жировым отложением.

Представители трех названных типов различаются тотальными размерами тела и содержанием жирового компонента массы тела. Жировой компонент, масса тела в целом и окружность грудной клетки увеличиваются от астенического соматотипа к гиперстеническому как у мужчин, так и женщин.

Наиболее часто для оценки соматотипов детей используется диагностическая схема Штефко-Островского. В современной модификации она предусматривает выделение чистых, промежуточных и неопределенного типов.

Чистые типы: астеноидный, торакальный, мышечный и дигестивный; промежуточные: мышечно-дигестивный, дигестивно-мышечный и т.д. в зависимости от преобладания черт каждого из чистых типов: неопределенный – смешанный тип с чертами нескольких чистых типов. На практике промежуточные типы обычно включаются в число тех чистых, особенности которых доминируют. Дети разных соматотипов отличаются размерами тела, его пропорциями, а также развитием скелета, мышц, жирового отложения, формой спины, ног, живота.

Астеноидный тип характеризуется тонким скелетом, длинными нижними конечностями, узкой грудной клеткой, острым подгрудным



углом, впалым животом: торакальный – сильным развитием грудной клетки в длину, прямым животом, большой жизненной емкостью легких, относительно большим развитием тех частей лица, которые принимают непосредственное участие в дыхании (обычно средняя часть):

Мышечный тип – лицом округлой или квадратной формы, равномерно развитым туловищем, подгрудинным углом средних размеров, грудной клеткой средней длины, широкими и высокими плечами, довольно резко выраженными контурами мышц: дигестивный тип – развитой, преимущественно нижней трети лица, расходящимися ветвями нижней челюсти, лицом формы усеченной пирамиды, короткой шеей, широкой и короткой грудной клеткой с тупым подгрудинным углом, выпуклым животом с выраженными жировыми складками.

Таблица 1

Пол	Возраст, годы	Соматотипов	Признаки				
			Длина тела, см	Масса тела, кг	Обхват груди, см	Жировой компонент %	
Мужчины	18-30	Астенич	175,1	67,8	75,6	13,9	
		Нормост	174,8	75,7	97,5	17,4	
		Гиперст	173,7	88,7	105,6	27,5	
	31-60	Астенич	173,5	70,0	94,2	16,3	
		Нормост	172,2	78,3	100,3	20,1	
		Гиперст	171,0	85,5	108,1	25,6	
	18-60		171,0	85,5	108,1	25,6	
	Женщины	18-30	Астенич	162,6	55,7	83,3	30,5
			Нормост	163,4	64,6	87,7	33,5
Гиперст			164,3	77,6	93,3	37,5	
31-60		Астенич	159,0	59,0	83,3	32,4	
		Нормост	161,0	69,5	91,7	37,5	
		Гиперст	159,8	80,9	98,6	41,2	



Таблица 2

Признак	Соматотип			
	1	1-1,5	2-3	2,5-3,5
Развитие скелета (баллы)	1	1-1,5	2-3	2,5-3,5
Развитие мускулатуры (баллы)	1	1,5-2	2-3	3-4
Развитие жировотложения (баллы)	1	1-1,5	1,5-2,5	2-3
Форма спины	сутулая	прямая	прямая	уплощенная
Форма грудной клетки	уплощенная	цилиндрич	цилиндрич	коническая
Форма живота	впалый	прямой	прямой	выпуклый
Форма ног	0-образная	нормальная	0 или X-образная	X-образная

#### 1.4. Антропометрия. Антропометрический инструментарий

**Цель антропометрического метода:** ознакомить с основными методами измерения тела человека антропометрическим инструментарием и аппаратурой, также топографией антропометрических точек.

Научить пользоваться визуальным и подометрическими методами в оценке сводов стопы, использовать плантографические методы в оценке сводов стопы.

**Оснащение:** антропометр, ростомер, толстотный циркуль, скользящий циркуль, тазомер, сантиметровые ленты, рентгенограммы конечностей, стопомер, деревянная рамка, лоток для краски, штемпельная доска, бумага для плантограмм, скипидар, угольники, транспортиры, линейки, клеенка, скелет стопы на планшете.

**Антропометрические измерения:** Антропометрические методы исследования делятся на две группы:

- 1) контактные методы исследования;
- 2) бесконтактные – измерение на расстоянии.

Наиболее распространены контактные методы исследования.

##### 1. Контактные методы исследования:

- а) измерение продольных размеров тела;
- б) измерение поперечных размеров тела;
- в) измерение обхватных размеров.



### **Основные положения и принципы проведения антропометрических измерений**

Сложность формы человеческого тела требует применения определенных способов определения размеров. Наиболее распространены три способа измерений: проекционный, прямой или сквозной и дуговой.

**Проекционный способ измерения** сводится к измерениям между антропометрическими точками, вынесенными, спроецированными на определенную плоскость. Размеры, лежащие в одной из вертикальных плоскостей (сагиттальной или фронтальной), но в разных горизонтальных плоскостях, называются продольными диаметрами, или длиннотными размерами. С помощью длиннотных размеров характеризуют длину тела и отдельных его сегментов. Точки, лежащие на линии пересечения сагиттальной плоскости с горизонтальными плоскостями и контурами тела, позволяют измерить переднезадние проекционные размеры или глубины тела. Точки, образующиеся в результате пересечения фронтальной плоскости с горизонтальной плоскостью и контурами тела позволяют измерить поперечные проекционные диаметры или широтные размеры тела.

**Способ сквозных диаметров** сводится к определению кратчайшего расстояния между точками с помощью измерительных циркулей. Такими размерами является ширина таза, его глубина. Размеры, определенные проекционным и сквозным способами, носят название линейных размеров и выражаются в сантиметрах и миллиметрах. Измеряются они антропометром, толстотным циркулем, тазомером.

**Способ дуговых измерений** измерения производятся сантиметровой лентой, которая располагается вдоль поверхности тела, плотно прилегая к нему. Этим способом измеряются обычно объемы тела: бедра, грудь, живот и т.д., а также возможно измерить длины отдельных частей туловища и конечностей. Следует помнить, что измерительный прибор при определении обхватных, глубинных, широтных размеров располагается всегда строго горизонтально, а при определении продольных размеров – вертикально.

В теоретической антропометрии, когда речь идет о закономерностях роста и развития организма, большое значение имеют проекционные и сквозные размеры, так как они в большей степени характеризуют истинные размеры скелета. К контактным методам исследования относится также метод получения отпечатков опорных поверхностей. Наиболее часто получают отпечатки стоп, кистей, которые потом обрабатываются с помощью графических методов, это позволяет судить о формах, размерах опорных поверхностях, а также, косвенно, об особенностях скелета кисти и опоры.



Для обеспечения точности измерения используют так называемые антропометрические точки, которые должны быть строго локализованы. Этой цели служат: костные выступы-отростки, бугры, края сочленяющихся костей; грудные соски, пупок и т.п. Местоположение той или иной антропометрической точки находят путем прощупывания ее дерматоглифическим карандашом на период обследования. В наибольшей мере используются следующие антропометрические точки, представленные на таблице 1. При проведении антропометрических необходимо соблюдать определенные требования, которые обеспечивают не только точность результатов, но и возможность их сравнения.

1. Исследования должны проводиться в одно и то же время суток – желательно в первую половину дня (так как к концу дня продольные размеры тела могут уменьшаться).

2. Участки тела, на которых проводятся измерения, должны быть полностью обнажены. Испытуемый стоит на жесткой ровной площадке босиком или в тонких носках.

3. Необходимо обеспечить на весь период исследования (особенно продольных размеров) постоянство позы испытуемого: стоя, туловище выпрямлено, руки свободно опущены, колени выпрямлены, пятки сближены, носки слегка разведены в стороны, живот несколько подбран, голова в положении глазнично-ушной горизонтали, когда нижний край правой глазницы и козелковая точка уха находятся на одном уровне.

4. Исследование не должно быть длительным по времени.

5. Необходимо соблюдать точность измерений. Пределы допустимых различий для большинства размеров не должны превышать 2-3 мм при двукратных или трехкратных измерениях. В протокол исследования заносится средняя величина из наиболее близких результатов измерения.

6. К началу проведения исследования должны быть разработаны программа измерений и форма протокольных записей, куда заносятся результаты измерений.

7. Исследования необходимо проводить стандартным выверенным инструментарием.

К антропометрическому инструментарию относят:

1. Металлический штанговый антропометр системы Мартина позволяет определить с высокой степенью точности длиннотные и широтные размеры. Он состоит из полого металлического стержня длиной два метра. На стержень одета подвижная муфта, в которую строго перпендикулярно стержню вставляется узкая линейка длиной 25 см, заостренная с одной стороны. Стержень антропометра имеет двойную миллиметровую шкалу. Одна шкала от 0 до 2000 мм начинается от нижнего конца стержня и идет и идет через всю длину его. Другая шкала находится с противоположной стороны и идет в обратном направлении –



нулевая точка находится наверху. Эта шкала имеет длину 1000 мм. Второй шкалой пользуются для измерения широтных и глубинных размеров. Прямые, сквозные диаметры измеряются антропометром путем передвижения подвижной муфты с планкой. Такое определение позволяет определить высоту точки по отношению к полу.

2. Толстотный и скользящий циркули – используются для определения сквозных размеров, т.е. расстояние между точками, лежащими на передней и задней поверхности тела, т.е. глубинные размеры, а также широтные. Толстотные циркули, напоминают штанговые циркули, имеют дугообразные изогнутые ножки, позволяющие измерить расстояние между точками тела, которые лежат глубже, чем окружающие их участки тела, и которые не могут быть фиксированы прямыми ножками скользящего циркуля. Скользящий циркуль используют при измерении расстояния между надмышечками, мышечками, измеряя толщину кости.

3. Миллиметровые ленты длиной 1,5-2 м применяются для определения параметров (окружностей, обхватов) тела и его сегментов.

4. Весы медицинские с точностью измерения до 50 кг.

5. Гониометры – приборы для определения подвижности в суставах в градусах. Суммарная подвижность во всех исследованных суставах позволяет характеризовать такое физическое качество человека как гибкость. Гониометры в зависимости от их конструкции делятся на контактные и гравитационные. Контактные гониометры состоят из двух подвижно соединенных браншей, к одной прикрепляется транспортир, другая соединяется со стрелкой указывающей на сколько переместилась одна брана относительно другой. При работе с контактными гониометрами бранши укрепляются вдоль звеньев тела, между которыми определяется подвижность. Необходимо, чтобы ось шарнира гониометра совпадала с осью сустава, который изучается. Гравитационные гониометры имеют одну браншу, на которой неподвижно укрепляется шкала транспортира. Углы между сочленяющимися костями можно определять с помощью транспортира на фотографиях, рентгенограммах.

6. Стопомеры – подометр – прибор для измерения стоп. Состоит из опорной площадки и бегунков, которые движутся – один вдоль опорной площадки, второй вдоль первого бегунка. Взаимное перемещение бегунков позволяет измерить длину, ширину, высоту стопы, а также высоту свода.

7. Ростомер – вертикальная шкала с перемещающейся по ней поперечной рейкой.

При проведении антропометрических исследований для обеспечения точности измерений используют так называемые антропометрические точки, имеющие четкую локализацию на теле. Ориентиром в определении антропометрических точек служат костные выступы – отростки, бугры,



мышелки, края сочленяющихся костей, складки кожи, кожные образования. Местоположение антропометрической точки находят путем прощупывания, или безболезненного надавливания и отмечают дермографическим карандашом.

#### **Антропометрические точки.**

В спортивной практике при проведении антропометрических исследований для обеспечения точности измерений используют так называемые антропометрические точки, имеющие четкую локализацию на теле. Ориентиром в определении антропометрических точек служат костные выступы – отростки, бугры, мышелки, края сочленяющихся костей, складка кожи, кожные образования. Местоположение антропометрической точки находят путем прощупывания, или безболезненного надавливания и отмечают дермографическим карандашом.

Наиболее часто используется следующие антропометрические точки.

#### **Антропометрические точки.**

1. **Верхушечная** – самая высокая точка темени при положении головы в глазнично-ушной горизонтали.

2. **Верхнегрудная** – наиболее глубокая точка яремной вырезки грудины по средней линии тела.

3. **Нижнегрудная** – точка в области основания мечевидного отростка грудины по средней линии тела.

4. **Акромиальная (плечевая)** – наиболее выступающая кнаружи точка на нижнем крае акромияльного отростка лопатки при свободно опущенных руках.

5. **Лучевая** – самая верхняя точка головки лучевой кости, с наружно-передней стороны предплечья, в области плече-лучевого сустава (в ямке красоты).

6. **Шиловидная радиальная** – самая нижняя точка на шиловидном отростке лучевой кости.

7. **Пальцевая (III)** – самая нижняя точка на мякоти дистальной фаланги третьего пальца.

8. **Передняя подвздошно-остистая** – наиболее выступающая вперед точка на передне-верхней подвздошной ости.

9. **Лобковая** – самая верхняя точка лобкового сочленения по средней линии тела.

10. **Подвздошно-гребневая** – наиболее выступающая кнаружи точка в области подвздошного гребня.

11. **Верхнеберцовая внутренняя** – самая верхняя точка внутреннего края проксимального эпифиза большеберцовой кости (ориентиром служит щель коленного сустава с медиальной стороны от связки надколенника).

12. **Нижнеберцовая внутренняя** – самая нижняя точка внутренней лодыжки.



**13. Пяточная** – наиболее выступающая назад точка пятки.

**14. Конечная** – наиболее выступающая вперед точка стопы (на мякоти дистальной фаланги первого, второго, или иногда третьего пальцев стопы).

Если при измерениях используется антропометр, то он должен находиться в строго вертикальном положении. Порядок измерения высот всегда должен проводиться в одинаковой последовательности – сверху вниз. Одной рукой исследователь держит антропометр, а другой, поддерживая конец измерительной линейки, устанавливает ее в определенной антропометрической точке.

### **1.5. Методика измерений продольных, поперечных и обхватных размеров тела**

**Оснащение:** Антропометр, сантиметровые ленты, толстотный циркуль, тазомер.

#### **1. Определение продольных размеров тела.**

Продольные размеры тела человека определяют как проекционное расстояние между антропометрическими точками, ориентированными в вертикальной плоскости.

**Длина тела (рост)** – высота верхушечной точки испытуемого над площадью опоры. Длину тела следует измерять при вытянутом положении тела. Обследуемый босыми ногами становится на горизонтальную площадку ростомера спиной к его вертикальной стойке, со свободно опущенными руками, хорошо сдвинутыми стопами ног и максимально разогнутыми коленями, касаясь стойки ростомера пятью точками: пятками, икрами голени, ягодицами, поверхностью спины между лопатками и затылком. Голова измеряемого устанавливается так, чтобы нижний край глазницы находился в одной горизонтальной плоскости с центром наружного слухового отверстия. После придания испытуемому описанной позы, поперечную рейку антропометра или скользящую планку ростомера опускают на наивысшую точку головы и производят измерения с точностью до миллиметра.

**Длина туловища** – разница между высотами над полом верхнегрудной и лобковой точек (проекционное расстояние между этими точками).

**Длина конуса** – длина тела за вычетом длины нижних конечностей.

**Длина верхней конечности** – разница между высотами над полом плечевой и пальцевой точек (проекционное расстояние между акромиальной и пальцевой точками). Измеряемый находится в положении основной антропометрической стойки, определяется высота плечевой



точки над уровнем пола и высота кончика среднего пальца обследуемой руки над тем же уровнем.

**Длина плеча** – измерение длины плеча производится антропометром от плечевой точки до лучевой у верхнего края головки лучевой кости. Истинная длина плеча равна разности между высотами над полом плечевой и лучевой точек (проекционное расстояние между акромиальной и лучевой точками).

**Длина предплечья** – разница между высотами над полом лучевой и шиловидной точек (проекционное расстояние между лучевой и шиловидной точками). Измерение длины предплечья производится от лучевой точки до шиловидной.

**Длина кисти** – разница между высотами над полом шиловидной и пальцевой точек (проекционное расстояние между шиловидной и пальцевой точками). Измерение длины кисти производится от шиловидной точки до пальцевой на конце третьего пальца.

#### **Измерение длины ноги и ее сегментов**

**Длина нижней конечности** – полусумма высот над полом передней подвздошно-остистой и лобковой точек. Измерение длины нижней конечности затрудняется тем, что точно определить проксимальную точку от которой следует производить измерения, трудно. В связи с этим авторы предлагают по разному определять верхнюю точку. Наиболее точный способ был предложен К.З. Якутой, который нашел, что верхний край головки бедренной кости соответствует точке, находящейся на середине расстояния от верхне-передней подвздошной ости до середины симфиза. Эта точка была названа «паховой». Длину нижней конечности целесообразно определять антропометром от паховой точки до пола.

**Длина бедра** – длина нижней конечности за вычетом высоты над полом верхнеберцовой точки. Измерение длины бедра производится антропометром от паховой точки до верхне-берцовой внутренней точки, которая при разогнутом колене располагается наиболее высоко. Для определения этой точки необходимо слегка согнуть колено и ощупать область суставной щели коленного сустава снутри, на наиболее выступающую вверх костную точку большеберцовой кости помещают ноготь пальца, к которому затем подводят планку измерительного инструмента.

**Длина голени** – разница между высотами над полом верхнеберцовой и нижеберцовой точек (проекционное расстояние между верхней и нижней берцовыми точками). Измерение длины голени производится антропометром от верхнеберцовой точки, которая находится на конце внутренней лодыжки и при выпрямленных ногах занимает наиболее низкое положение.



**Длина стопы** – расстояние между пяточной и конечной точками. Длина стопы определяется антропометром от пяточной точки до наиболее выступающей вперед точки стопы «конечной», которая находится на конце второго или первого пальцев. Высота стопы определяется от нижеберцовой точки до пола.

**Продольные размеры тела:**

Длина верхнего отрезка = длина тела – верхнегрудинная точка

Длина корпуса = равна длине тела – высота лобковой точки

Длина туловища = высота верхнегрудинной точки – высота лобковой точки

Длина руки = высота плечевой точки – высота пальцевой точки

Длина плеча = высота плечевой точки – высота лучевой точки

Длина предплечья = высота лучевой точки – высота шиловидной точки

Длина кисти = высота шиловидной точки – высота пальцевой точки

Длина ноги = высота подвздошно-остистой точки + высота лобковой точки

Длина бедра = длина ноги – высота вышеберцовой точки

Длина голени = высота вышеберцовой точки – высота внут. нижеберцовой точки

**Определение поперечных размеров тела (диаметров)**

Поперечные размеры тела определяются толстотным, штанговым или скользящим циркулем как проекционное расстояние между антропометрическими точками во фронтальной или сагиттальной плоскости.

При определении поперечных размеров тела вначале прощупывают антропометрические точки, слегка надавливая на кожу испытуемого, а затем фиксируют на них ножки циркуля.

**Акромиальный диаметр (ширина плеч)** – расстояние между правой и левой акромиальными точками. Полученная в результате измерения величина характеризует сквозной размер между названными точками.

**Поперечный размер грудной клетки** измеряется толстотным циркулем между точками, находящимися на пересечении средней подмышечной линии и горизонтали, проведенной через место прикрепления 4 ребра к груди, то есть через среднегрудинную точку. Это расстояние между наиболее выступающими боковыми частями ребер.

**Передне-задний (сагиттальный) диаметр грудной клетки** – расстояние между грудной точкой и остистым отростком позвонка, лежащего в этой же горизонтальной плоскости. Все показатели грудной клетки снимают в момент дыхательной паузы.

**Измерения таза** – все измерения таза в положении измеряемого стоя с плотно сомкнутыми бедрами. **Тазогребневый диаметр** – расстояние между правой и левой подвздошно-гребневыми точками. Точность



измерения 0,5 см при измерении этого размера следует ножками циркуля лишь слегка надавливать на измеряемую область, иначе за счет деформации мягких тканей получается большая ошибка в измерениях.

**Поперечный диаметр нижней части плеча** – наибольшее расстояние между наружным и внутренним надмышелками плечевой кости. Ширина мышелка плеча определяется толстотным циркулем при согнутом локтевом суставе. Одна ножка циркуля ставится на медиальный надмышелок, вторая на латеральный надмышелок.

**Поперечный диаметр нижней части предплечья** – наибольшее расстояние между шиловидными отростками лучевой и локтевой костей. Ширина костей предплечья определяется между шиловидными отростками. Одна ножка циркуля ставится на локтевую кость, другая на лучевую, при измерении на ножки слегка нажимают.

**Поперечный диаметр нижней части бедра** – наибольшее расстояние между внутренним и наружным надмышелками бедренной кости. Измерения ширины надмышелка бедренной кости производится штангенциркулем, одна ножка которого ставится на медиальный надмышелок бедренной кости, вторая – на латеральный надмышелок.

**Поперечный диаметр нижней части голени** – наибольшее расстояние между лодыжками большеберцовой и малоберцовой костей.

**Ширина стопы** – измерение ширины стопы производится штангенциркулем на уровне головок плюсневых костей. Испытуемый должен стоять, равномерно опираясь на обе стопы.

#### **Измерение обхватных размеров**

**Обхват груди в спокойном положении** – измеряется миллиметровой лентой, которая накладывается так, что сзади она проходит под нижним углом лопаток, сбоку между туловищем и руками, а спереди – закрывает нижние сегменты околососковых кружков. При этом измерении испытуемого необходимо отвлекать разговорами.

**Обхват груди при вдохе** – измеряется так же, но во время максимального вдоха. При этом испытуемый не должен поднимать плечи.

**Обхват груди при выдохе** – измеряется так же, но при максимальном выдохе. Разница в показателях между обхватом груди при максимальном вдохе и обхватом груди при максимальном выдохе дает величину так называемой экскурсии грудной клетки.

**Обхват плеча (в спокойном состоянии)** – измеряется в горизонтальной плоскости в месте наибольшего развития двуглавой мышцы плеча при свободно опущенной руке.

**Обхват плеча (в напряженном состоянии)** – измеряется так же, но при сокращенных мышцах передней поверхности плеча. Разница между обхватом плеча в спокойном состоянии и обхватом в напряженном состоянии характеризует экскурсию мышцы плеча.



Обхват предплечья – измеряется в горизонтальном положении в месте наибольшего развития мышц предплечья при свободно опущенной руке.

Обхват бедра – измеряется аналогичным способом. Лента накладывается под ягодичной складкой и замыкается на наружной поверхности бедра.

Обхват голени – измеряется так же. Лента накладывается горизонтально в месте наибольшего развития трехглавой мышцы голени. Все полученные данные необходимо вводить в индивидуальную карту обследования, на основе которых можно провести оценку физического развития.

### 1.6. Методы исследования сводов стопы

**Оснащение:** Рентгенограммы конечностей, стопомер, деревянная рамка, лоток для краски, штемпельная доска, бумага для плантограмм, скипидар, угольнички, транспортиры, линейки, клеенка, скелет стопы на планшете.

#### Оценка сводов стопы

Стопа образует в продольном направлении свод. Его подразделяют на наружный (опорный) и внутренний (рессорный). Точками опоры свода стопы является головки плюсневых костей и пяточный бугор. В поперечном направлении свод образован костями плюсны и предплюсны и делится на передний и задний. Сводчатое строение стопы присуще только человеку в силу его вертикального положения. Для определения плоскостопия существуют разнообразные методы:

1. Визуальный.
2. Измерительный:
  - а) подометрический;
  - б) плантографический.
3. Рентгенографический.
4. Оптический.

#### Плантографический метод получения отпечатков стоп.

С применением различных красящих веществ последующей обработкой отпечатков по методу В.А. Штритера, И.М. Чижина. Плантография – метод получения отпечатков стопы, позволяющий судить о ее рессорной функции. Применяется при плоскостопии наряду с непосредственными измерениями стопы. Нормальная стопа на отпечатке имеет перешеек, который соединяет область, соответствующую пяточной кости с областью головок плюсневых костей. У сильно сводчатой стопы это соединение отсутствует, и стопа опирается о землю только своим передним отделом, не имея опоры посередине. Плоская стопа дает



сплюснотой отпечаток, без выемки в среднем отделе. При этом необходимо придерживаться следующих правил снятия отпечатков.

#### **Правила снятия отпечатков.**

Поочередно снимают плантограммы правой и левой стоп. Перед плантографией на одну из сторон пленки, натянутой на рамку, наносится иголкой тонкий слой штемпельной краски, разбавленной машинным маслом до сметаннообразной консистенции. На полу расстилается лист бумаги и накрывают его рамкой таким образом, чтоб смазанная краской поверхность была обращена вниз к бумаге.

Стопы устанавливаются с привычным разворотом: одну возле рамки, другую обследуемую - на чистую сторону пленки. Во время установки стоп обследуемый придерживается за опору. Затем он снимает руки от опоры и принимает положение нормальной стойки. Положение головок I и V плюсневых костей отмечают на контуре черточками. Полученную плантограмму оценивают визуально.

Метод В.А. Шриттера. К наиболее выступающим точкам внутренней части отпечатка проводится касательная линия (А, Б), из середины которой возводится перпендикуляр (В, Д) до пересечения с наружным краем отпечатка. Формулы стопы определяют по индексу.

$$y = \frac{ГД \times 100}{ВД}$$

- от 0-36% – экскавированная стопа
- от 36,1-43 – субэкскавированная стопа
- от 43,1-50 – нормальная стопа
- от 50,1-60 – уплощенная стопа

Метод И.М. Чижина. Проводим касательную А, В к наиболее выступающим точкам стопы с внутреннего края. Линию СД проводим через середину пятки к основанию второго пальца. Через середину СД восстанавливаем перпендикуляр ЕГ до пересечения с касательной АВ в точке «в» и с наружным краем отпечатка в точке «а» и внутренним краем отпечатка в точке «б». Индекс И.М. Чижина определяется по формуле:

$$y = \frac{аб}{бв}$$

При значении индекса от 1 до 1,0 стопа не уплощенная, от 1,1 до 2,0 уплощенная, от 2,1 и более – стопа плоская.

### **1.7. Методы определения осанки тела**

**Оснащение:** Антропометр, сантиметровая лента, толстотный циркуль или штангенциркуль, таблица «Виды осанки».

**Различают следующие виды определения осанки тела:**

#### **1. Субъективный:**



- а) соматоскопический;
- б) пальпаторный;
- в) метод функциональных проб.

**2. Объективные, измерительные (соматометрические) методы:**

- а) определение ромба Мошкова;
- б) определение высоты над полом плечевых и гребешковых точек;
- в) определение плечевого показателя.

**3. Гониометрический метод по Гамбурцеву.**

Осанка привычная, поза непринужденно стоящего групп мышц человека, держащего прямо корпус и голову без активного напряжения соответствующих групп мышц. Различают нормальную осанку и следующие виды патологических поз: круглая, кругло-вогнутая, плоская спина.

Сутуловатость наблюдается у детей и подростков без выраженных анатомических изменений в позвоночнике. Отмечается дряблость мышц спины и мышц плечевого пояса, слегка впалая грудная клетка. У таких детей нередко имеются небольшие изменения со стороны носоглотки.

Имеются следующие виды осанок:

1. Нормальная осанка характеризуется: а) прямым положением головы и позвоночника (оси туловища и головы расположены на одной вертикали, перпендикулярной к площади опоры); б) симметричным расположением плечевых поясов; в) симметричным расположением на одном уровне углов обеих лопаток; г) одинаковой формой треугольников, образованных контурами талии и опущенных верхних конечностей; д) симметричным положением ягодичных складок; е) положением остистых отростков в срединной плоскости; ж) одинаковой длиной нижних конечностей; з) правильным положением стоп.

2. Выпрямленная – отличается недостаточным развитием изгибов.

3. Сутуловатая – осанка выделяется увеличенным грудным кифозом при наклонении вперед шеи и головы.

4. Лордотическая осанка – характеризуется сильно выраженным поясничным лордозом, в результате чего поясничная область принимает седлообразную форму, таз сильно наклонен вперед.

5. Кифотическая осанка – определяется по выраженному грудному кифозу.

В качестве основных критериев для оценки осанки тела может служить определение состояния спины.

а) круглая спина – представляет собой характерную позу: плечи свисают вперед и вниз, изменяется как бы в положении выдоха. Диафрагма как бы отеснена вниз, брюшная стенка расслаблена, живот слегка выпячен, центр тяжести приходится сзади на уровне поясничного отдела и это положение компенсируется наклоном верхней части туловища;



б) кругло-вогнутая спина – характеризуется равномерным двусторонним кифозом грудного отдела позвоночника в отличие от одностороннего кифоза при сколиозе. В положении «вольно» плечи и ладони выдаются вперед от фронтальной плоскости туловища. Грудная клетка находится в положении выдоха. Равномерный грудно-поясничный кифоз переходит в нижепоясничный лордоз. Мышцы живота расслаблены, диафрагма слегка сдавлена, живот выдается вперед, туловище отброшено назад;

в) плоская спина – все тело отклонено назад, находится в положении экстензии в пояснично-грудном отделе. При этом в пояснично-крестцовом отделе создается резкий изгиб вперед, средне-грудный угол уплощается и находится в положении экстензии. Верхняя часть также смещается назад, а таз наклоняется вперед и вниз, так что, угол наклона увеличивается.

#### **I. Субъективный метод – соматоскопия**

**A. Соматоскопия** – осмотр обследуемого спереди, сбоку, сзади.

Положение головы. Голова может находиться на одной вертикальной оси с осью туловища, либо значительно, или слегка наклонена вперед.

Положение плечевого пояса. При осмотре спереди может быть обнаружено, что одно плечо выше другого. Плечи могут быть спущены или приподняты, развернуты или поданы вперед. При осмотре со стороны спины, нужно обратить внимание на положение лопаток. Они либо плотно прижаты к ребрам, либо отстают от них. В последнем случае угол лопатки удается захватить кончиками пальцев. Крыловидные лопатки наблюдаются у людей со слабой мускулатурой спины.

Позвоночник. Наиболее выступающие назад точки грудного и крестцово-копчикового кифоза обычно на одной вертикали, а глубина шейного и поясничного лордоза не должна превышать 4-6 см. Форма может быть нормальной при умеренных выраженных изгибах, кругло-вогнутой, если грудной кифоз и поясничный лордоз, захватывающая часть поясничного отдела позвоночника, а поясничный лордоз почти не определяется. При плоско-вогнутой спине грудной кифоз отсутствует и выражен поясничный лордоз.

После определения формы спины, осматривают исследуемого сзади определяют наличие сколиозов. Они могут быть правосторонние, если они не направлены вершиной вправо, и левосторонние – с вершиной влево. Искривление позвоночника в одной его части влево часто сопровождается компенсаторным искривлением нижележащего отдела позвоночника вправо и наоборот. Такое сочетание носит название 5-реберного сколиоза. Искривление определяется при изучении «треугольников талии». При осмотре спереди может быть обнаружен различный уровень состояния сосков, а иногда асимметрия грудной клетки.



Форма живота: впалый, прямой, выпуклый.

Форма рук: Руки называются прямыми, если предплечья на одной оси с плечами; Х-образными, если при поднятой вверх руке, предплечье отклоняется от вертикали кнаружи, образуется с плечом тупой угол.

Форма ног: Ноги называются прямыми, если продольная ось голени совпадает с продольной осью бедра; Х-образная форма считается в том случае, когда оси голени и бедра образуют угол, открытый наружу. При стойке «ноги вместе» внутренние мышцы бедра соприкасаются друг с другом, а внутренние лодыжки нет. При О-образной форме ног, голени образуют с бедрами открытый угол, но внутренние лодыжки соприкасаются, а внутренние мышцы бедер нет.

#### **Б. Пальпаторное исследование.**

Наличие сколиозов определяется по расположению остистых отростков позвонков. Делается это так: концевые фаланги двух пальцев – указательного и среднего накладывают по обе стороны остистого отростка седьмого шейного позвонка, который хорошо прощупывается в нижней части шеи. Сильно прижимая пальцы к телу обследуемого, проводят ими сверху вниз вдоль остистых отростков от шеи до крестца. Белая полоса по линии остистых отростков на фоне двух розовых полос дает представление о возможных искривлениях.

#### **В. Функциональные пробы.**

Для решения вопроса о наличии функционального или фиксированного сколиоза испытуемый должен поднять руки вверх или выполнить вис лицом к гимнастической стенке. Функциональный сколиоз исчезает.

Боковое искривление позвоночника сопровождается скручиванием по оси, при этом группа позвонков в области сколиоза поворачивается таким образом, что остистые отростки поворачиваются в сторону оси вертикальной линии, а поперечные – выпячиваются кзади. Одновременно выпячиваются и углы соответствующих ребер, в тяжелых случаях образуется реберный горб. Для определения имеющего скручивания позвоночника следует наклонить вперед, так, чтобы он стоял на прямых ногах со свободно свисающими руками. Затем, определяют возможные асимметричные выступания мышечных валиков или углов ребер. Величину выступания находят при помощи специального отвеса, устанавливая его на нужном месте на спине перпендикулярно позвоночнику.

#### **II. Объективные или измерительный методы.**

##### **А. Измерение ромба Мошкова.**

Профессором В.Н. Мошковым предложен следующий учет функционального состояния мышц спины штангенциркулем: на спине обследуемого отмечают остистые отростки 7 шейного и 4 поясничного позвонков и углы лопаток. Таким образом, мы имеем четыре точки,



которые при напряжении мышц спины сближаются, отражая этим как сократительную функцию этой группы разгибателей позвоночника.

Проведение 4 измерений проводится в следующем порядке:

- 1) 7 шейный позвонок – угол левой лопатки – А;
- 2) угол правой лопатки – 7 шейный позвонок – В;
- 3) 4 поясничный позвонок – угол правой лопатки – С;
- 4) угол левой лопатки – 4 поясничный позвонок – Д.

Измерение расстояния между указанными на спине точками как в покое, так и при напряжении позволяет с относительной точностью учесть асимметрию лопаток и расположение ее углов от медиальной линии позвоночника.

При физиологических изгибах позвоночника данные первого измерения равны данным второго измерения, данные третьего измерения равны данным 4-го измерения, в связи с симметричным расположением лопаток.

Метод обладает лишь относительной точностью, но дает возможность судить о сдвигах асимметрии и функциональном состоянии мышц спины.

#### **Б. Определение плечевого индекса по С.Н. Аксеновой.**

Ширина плеч (см). 100.

Плечевая дуга (см).

Индекс (у)

Ширина плеч определяется плотным циркулем и равна расстоянию между плечевыми точками. Плечевая дуга измеряется сантиметровой лентой и равна расстоянию по дуге сзади между этими точками.

Оценка индекса:

плечевой индекс до 89,9% – сутуловатость;

плечевой индекс до 90-100% – нормальная осанка;

графический метод определения глубины лордозов.

Испытуемый становится спиной к вертикальной стойке сколиометра и после того как принимает непринужденное положение, измерительные палочки приближают к остистым отросткам позвоночного столба.

Проекция остистых отростков на бумаге соединяется в непрерывную линию, которая является контуром кривизны позвоночника. Для измерения формы и глубины шейного и поясничного лордозов опускаются перпендикуляры из наиболее отдаленных точек лордозов на касательную линию кифозов. Величина перпендикуляра будет являться глубиной лордозов.

#### **3. Метод определения осанки тела по В.М. Гамбурцеву.**

Наиболее объективно можно оценить изгибы позвоночника не только с помощью палочкового контурографа но и гониометром В.А. Гамбурцева.



Гониометром В.А. Гамбурцева определяют угол наклона, изгиба позвоночного столба к вертикали, величина которых характеризует тип осанки тела.

### 1.8. Определение поверхности тела и жирового компонента

**Цель метода:** Научить с помощью аналитического метода определять количество жира, количество мышечной массы, и костную массу человека, привить навыки правильных измерений, вычисления удельного веса. Определение жировой массы тела и определение поверхности тела.

**Оснащение:** для определения жировой массы тела - антропометр, весы, толстотный циркуль, тазомер, сантиметровая лента, калипер. Для определения мышечной массы тела – антропометр, сантиметровая лента, калипер, весы. Для определения костной массы тела и удельного веса тела – антропометр, скользящий циркуль или штангенциркуль и позер из числа студентов.

В современной литературе, в том числе и медицинский термин «конституция» обычно рассматривается для обозначения особенностей строения тела человека. В данном случае мы не употребляем понятие «организм», так как он не приемлем, в связи с тем, что он не отражает особенности строения тела человека. Однако, следует подчеркнуть, что до настоящего времени нет общепринятой формулировки «понятие конституция». Конституция более широкое понятие, включающее в особенности метаболизма состава тела и реактивность организма. Однако принципы классификаций конституционных типов у большинства авторов основаны на определении различных морфологических признаков. Морфологическим отражением конституции является соматотип. Под составом тела понимается количественное соотношение ее компонентов: жировой, мышечной и костной массы. На основе антропометрических данных, чешский антрополог Ян Матейка предложил формулы для определения костного, мышечного и жирового компонентов состава массы тела.

#### Определение поверхности тела.

Площадь поверхности тела определяется эмпирически или теоретически по данным антропометрии. При обследовании площади поверхности тела определяется по следующим формулам, например:

$$A = \frac{W + \Delta H}{100}$$

где А – поверхность тела, м<sup>2</sup>;

W – масса тела, кг;

ΔH – отклонение в см длины тела от условной средней (160 см).



Расчеты упрощаются с применением номограмм, где исходными данными для определения площади поверхности служат длина и масса тела.

Для определения поверхности тела по длине его ( $L$ ) и весу ( $P$ ) формула поверхности рассчитывается по следующей формуле:  $S = f(P) \cdot f(L)$  (1), где  $f(P)$  – фактор веса,  $f(L)$  – фактор длины тела, значения которых находят из таблицы Бойда.

Таблица 3

**ТАБЛИЦА БОЙДА**  
(фактор длины тела)

L (см)	f(L)								
103	4,02	123	4,24	143	4,43	163	4,61	183	4,77
104	4,03	124	4,25	144	4,44	164	4,62	184	4,78
105	4,04	125	4,26	145	4,45	165	4,63	185	4,79
106	4,05	126	4,27	146	4,46	166	4,64	186	4,80
107	4,06	127	4,28	147	4,47	167	4,64	187	4,81
108	4,07	128	4,29	148	4,48	168	4,65	188	4,81
109	4,09	129	4,30	149	4,49	169	4,66	189	4,82
110	4,10	130	4,31	150	4,50	170	4,67	190	4,83
111	4,11	131	4,32	151	4,51	171	4,68	191	4,83
112	4,12	132	4,33	152	4,51	172	4,69	192	4,84
113	4,13	133	4,34	153	4,52	173	4,69	193	4,85
114	4,14	134	4,35	154	4,53	174	4,70	194	4,86
115	4,15	135	4,36	155	4,54	175	4,71	195	4,86
116	4,16	136	4,37	156	4,55	176	4,72	196	4,87
117	4,17	137	4,38	157	4,56	177	4,73	197	4,88
118	4,18	138	4,39	158	4,57	178	4,73	198	4,89
119	4,20	139	4,39	159	4,58	179	4,74	199	4,89
120	4,21	140	4,40	160	4,58	180	4,75	200	4,90
121	4,22	141	4,41	161	4,59	181	4,76		
122	4,23	142	4,42	162	4,60	182	4,76		



Таблица 4

Таблица Бойда. ФАКТОР ВЕСА (P)

P (кг)	f(P)								
18,5	1,867	30	2,452	53	3,363	76	4,097	100	4,754
19,0	1,896	31	2,498	54	3,398	77	4,126	102	4,805
19,5	2,924	32	2,542	55	3,432	78	4,155	104	4,856
20,0	1,952	33	2,587	56	3,467	79	4,184	106	4,906
20,5	1,979	34	2,630	57	3,500	80	4,213	108	4,956
21,0	2,006	35	2,673	58	3,534	81	4,241	110	5,005
21,5	2,033	36	2,715	59	3,567	82	4,270	112	5,054
22,0	2,060	37	2,757	60	3,600	83	4,298	114	5,102
22,5	2,086	38	2,798	61	3,633	84	4,326	116	5,150
23,0	2,112	39	2,839	62	3,666	85	4,354	118	5,197
23,5	2,138	40	2,879	63	3,698	86	4,381	120	5,245
24,0	2,164	41	2,918	64	3,730	87	4,409	122	5,291
24,5	2,189	42	2,958	65	3,762	88	4,436	124	5,338
25,0	2,214	43	2,997	66	3,793	89	4,464	126	5,384
25,5	2,239	44	3,035	67	3,825	90	4,491	128	5,429
26,0	2,263	45	3,073	68	3,856	91	4,518	130	5,495
26,5	2,288	46	3,110	69	3,887	92	4,545	132	5,519
27,0	2,312	47	3,148	70	3,917	93	4,571	134	5,564
27,5	2,336	48	3,184	71	3,948	94	4,598	136	5,608
28,0	2,359	49	3,221	72	3,978	95	4,624		
28,5	2,383	50	3,257	73	4,008	96	4,650		
29,0	2,406	51	3,293	74	4,038	97	4,676		
29,5	2,429	52	3,328	75	4,067	98	4,703		

#### Определение жировой массы тела

Жировая ткань, является разновидностью соединительной ткани, находится в подкожной клетчатке, сальнике, брыжейке, образует капсулы внутренних органов, наибольшее количество жира, находится в нервной системе и костном мозгу.

Для определения количества всего жира в теле, в кг, можно пользоваться наиболее распространенной формулой Матейки, она имеет вид:



$$D = K_1 d S_1$$

где,  $D$  – абсолютный вес жира в теле, в кг;

$d$  – средняя толщина слоя подкожного жира в мм;

$S$  – поверхность тела в м<sup>2</sup>;

$K$  – константа, равная 1,3.

Сущность метода заключается в нахождении количества подкожного жира, как произведения площади поверхности тела на среднюю толщину складки и на удельный вес, затем для определения общего веса жира полученная величина увеличивается на 1/3.

Калипер служит для измерения толщины кожно-жировых складок. Этот прибор имеет специально оттарированную пружину, которая дает возможность в каждом конкретном случае производить идентичное давление на складку, что составляет 10 г на 1 мм<sup>2</sup> поверхности кожи. Измеренная с их помощью кожно-жировая складка может иметь различную величину, так как жир легко сжимается и многое зависит от давления, которое оказывают ножки прибора на эту складку.

Для определения толщины кожно-жировых складок необходимо площадь захватываемой пальцами кожи должна быть не менее 20-40 см<sup>2</sup>. Измерения должны осуществляться в строго установленных местах. Обычно определяют толщину 8 продольных кожно-жировых складок.

#### **Порядок работы:**

1. Антропометром определите длину тела  $L$ .

С помощью весов и ростомера определить вес ( $P$ ) и длину тела ( $L$ ), внесите их в таблицу 2.

Найдите по таблице Бойда фактор веса  $f(P)$  и фактор роста ( $L$ ).

По формуле  $S = f(P) \times f(L) / 2$  подсчитайте поверхность тела.

Измерьте калипером толщину жировых складок в указанных ниже точках.

а) в области спины – под нижним углом лопатки ( $d_1$ )

б) в области груди – по мышечному краю большой грудной мышцы ( $d_2$ )

в) в области живота – справа вблизи пупка ( $d_3$ )

г) на передней поверхности плеча – над двуглавой мышцей (примерно на середине плеча) ( $d_4$ )

д) на задней поверхности плеча – над трехглавой мышцей плеча (примерно на середине плеча) ( $d_5$ )

е) на предплечье ( $d_6$ )

ж) на передней поверхности бедра – над прямой мышцей бедра, несколько ниже паховой связки ( $d_7$ )

з) на задней поверхности голени в области наружной головки икроножной мышцы ( $d_8$ ).



Таблица 5

Данные, необходимые для определения веса жировой массы (Д)

Количество измерений	P, кг	L, см	f(P)	F(P) H (L), см <sup>2</sup>	S <sub>2</sub> м <sup>2</sup>	d <sub>1</sub> , мм	f (L)	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>4</sub>	d <sub>5</sub>	d <sub>6</sub>	d <sub>7</sub>	d <sub>8</sub>	ε, мм	Д, кг	d, мм	Д <sub>1</sub>
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 измер.																		
2 измер.																		

$$D = K_1 \cdot d \cdot S / l / d = \epsilon d_1 + d_2 + d_3$$

$$2 \times 8$$

$$S = f(P) \times f(L)$$

По предложенным в таблице 2 формулам высчитайте среднюю толщину подкожного жира (d), абсолютную (Д) жировую массу.

1. 1. 1. 1.



### 1.9. Определение костной и мышечной массы состава тела

**Цель метода:** Определение костной и мышечной массы тела по общепринятым формулам с использованием данных полученных на основе антропометрических измерений

**Обснащение:** для определения костной и мышечной массы тела необходимы – антропометр, весы, толстотный циркуль, тазомер, сантиметровая лента, коллипер.

**Содержание:**

Из общего понятия обезжиренной массы необходимо выделить два основных компонента: мышечный и костный.

Для нахождения абсолютной массы мышечной ткани можно воспользоваться биохимическим способом, который основан на определении количества креатинина в суточном объеме мочи с последующим пересчетом по номограммам на вес мышечной массы. Статистический метод основан на корреляционных связях между размерами отдельных частей тела и величиной мышечной массы. Мы в работе будем пользоваться формулой Матейки, которая основывается на нахождении среднего радиуса из четырех радиусов отделов конечностей: плечи, предплечья, бедра, голени – в местах наибольшего развития мышц. Формула имеет вид:  $M = K_3 r^2 L$

где  $M$  – количество абсолютной мышечной массы в кг.

$R$  – средний радиус

$L$  – длина тела, см

$K_3$  – константа 6,5, найденная опытным путем.

Радиусы звеньев  $\text{®}$  находят из длины окружности плеча, предплечья, бедра, голени ( $O_1, O_2, O_3, O_4$ ), измеренного в местах наибольшего развития мускулатуры, то есть в средней трети плеча, в верхней трети предплечья и бедра, в верхней или средней трети голени.

**Порядок работы:**

Приведите следующие измерения, данные внесите в таблицу 3.

Антропометром определите длину тела  $L$ .

С помощью сантиметровой ленты измерьте окружность плеча в средней трети в расслабленном состоянии ( $O_1$ ), окружность предплечья максимальную ( $O_2$ ), окружность голени максимальную ( $O_4$ ), окружность бедра ( $O_3$ ).

Из таблицы 2 перенесите в таблицу 3 значения толщины жировых складок плеча, предплечья, голени и бедра.

По формулам предложенным в таблице №3 высчитайте эту сумму окружностей плеча, предплечья, бедра, голени ( $\varepsilon_1$ ) сумму жировых складок плеча, предплечья, голени, бедра ( $\varepsilon_2$ ), а затем определите средний радиус 4-х звеньев верхней и нижней конечности ( $r_{cp}$ ).



Определите по формуле 2 абсолютный ( $m$ ) и относительный ( $m_1$ ) вес мышечной массы.

Недостатком метода Матейки является применение стабильной константы, что приводит к существенной ошибке. Однако, постоянство ошибки позволяет получить вполне сопоставимые данные.

Более точен рентгеновский метод, позволяющий измерить истинную толщину мышц без жира и костей. Появляется объективная возможность судить о развитии мускулатуры, сравнить характер ее развития в отдельных областях тела у спортсменов различных специализаций и квалификаций.

Таблица 6

Данные, необходимые для определения веса мышечной массы (М)

Количество измерений																				
1 измер.																				
2 измер.																				

Таблица 7 (Продолжение)

Количество измерений																				
1 измер.																				
2 измер.																				

**Определение костной массы тела**

Матейка предложил формулу для определения абсолютного веса костной массы на основании измерений дистальных диаметров плеча, предплечья, бедра, голени.

Формула Матейки для определения костной массы имеет вид:

$$O = K_2 \cdot O^2 \cdot L$$

где  $O$  – абсолютное количество костной массы в кг.

$O^2$  – среднее значение диаметров дистальных частей плеча, предплечья, бедра, голени.

$K_2$  – константа равная 1,2, найденная путем опыта.

$L$  – длина тела, в см.





Пропорции тела определяются в первую очередь размерами костей скелета. Однако, на величину поперечных размеров тела оказывает некоторое влияние и степень развития мышечной и жировой ткани на различных участках тела, а также степень фиксации плечевого пояса.

Наиболее распространенным и доступным в практике способом оценки пропорций тела человека является метод индексов. Он позволяет с помощью простых вычислений охарактеризовать соотношение частей тела. Как правило, величина меньшего размера выражается в процентах большего. Наиболее часто используется упрощенная схема с трехмерным делением:

1. Долихоморфия – тело узкое, вытянутое, плечи узкие, туловище короткое, конечности длинные.

2. Мезоморфия – средние величины в размерных характеристиках.

3. Брахиморфия – тело широкое и короткое, плечи широкие, туловище длинное, конечности короткие.

Раннее половое созревание сопутствует формированию брахиморфии, позднее - долихоморфии.

При определении варианта пропорций тела можно использовать отношения длины туловища и ширины плеч к длине тела (индексы относительной длины туловища и относительной ширины плеч).

$$A. \text{ Индекс отношения длины туловища} = \frac{\text{длина туловища}}{\text{длина тела}} \times 100\%$$

$$B. \text{ Индекс отношения ширины плеч} = \frac{\text{ширина плеч}}{\text{длина тела}} \times 100\%$$

Рубрикация индексов производится по правилу сигмальных отклонений: больше  $M + G$ ; в пределах  $M \pm G$ ; меньше  $M - G$ . Значение  $M$  и  $G$  следует определять для той группы, к которой принадлежит исследуемый. По п.н. Башкирову значения индексов соответствуют следующим показателям:

Таблица 9

Долихоморфия	Индекс длины %	Индекс ширины %
Мезоморфия	31,0	23,0
Брахиморфия	33,5	24,5

Пропорции изменяются в процессе онтогенеза, зависят от этнической принадлежности, на пропорции тела оказывают влияние первую очередь генотип, перенесенные заболевания, характер профессиональной деятельности, а также занятия спортом.



### **Измерение подвижности в суставах. Измерение силы мышц**

**Цель метода:** изучение правил и порядка проведения исследований при измерении подвижности в основных суставах. Определение силы мышц при помощи измерительной аппаратуры.

**Оснащение:** гониометры, сантиметровые ленты, линейки с подвижными планшетами, динамометры различного типа.

**Содержание:** Одним из методов оценки физического развития в телосложении является исследование подвижности суставов в градусах. В настоящее время существует несколько модификаций гониометров - приборов для измерения подвижности в суставах. Это гониометры Моллисона, Гамбурцева, Сергеева, Яцкевича, Р.Н. Дорохова.

Определение суммарной подвижности в суставах дает возможность характеризовать степень развития такого физического качества человека, как гибкость.

Подвижность в суставах зависит от влияния ряда экзогенных и эндогенных факторов. К экзогенным факторам относятся температура окружающей среды, давление ртутного столба, время суток, сезонность, вид профессиональной деятельности и т.д. К эндогенным факторам относятся физическое состояние организма, возраст и состояние морфофункциональных систем, эмоциональное состояние.

**При проведении измерений необходимо соблюдать следующие требования:**

1. Температура в помещении должна быть не ниже  $+18; +22^{\circ}\text{C}$ .
2. Предварительно провести 5-10 минутную разминку, направленную на растяжение мышц и разработку суставов.

Для измерения величины подвижности в суставах используется гониометрическая платформа, обеспечивающая жесткую фиксацию тела и маятниковый гониометр. При измерении кривизны позвоночного столба, форму бокового контура позвоночного столба можно выразить ломаной линией, измеряя углы в месте перехода одного ее отрезка в другой.

Наиболее распространенными гониометрами являются «гониометры наклона», состоящие из градусной шкалы (транспортира) и стрелки - отвеса с утяжеленным концом. Стрелка свободно вращается на оси и благодаря отвесу всегда сохраняет вертикальное направление. «Гониометр наклона» можно использовать вместе с толстотным циркулем или со штангенциркулем, что создает возможность измерить угол, образованный между вертикалью и интересующей плоскостью или линией.

При определении подвижности в суставах верхней и нижней конечности Р.Н. Дороховым разработан и предложен метод измерения с помощью нескольких гравитационных гониометров. Применение нескольких гониометров позволило исключить влияние перемещение проксимального звена на подвижность дистального звена. По реко-



мендации проф. Дорохова Р.Н. измерения в суставах нижних конечностей необходимо проводить по следующей методике:

1. Тазобедренный сустав по степени подвижности является вторым суставом после плечевого сустава. Сустав является простым ореховидной формы, трехосным, осуществляет сгибание-разгибание, отведение-приведение, пронацию-супинацию, а также осуществляет циркумдукцию.

**Разгибание** лучше всего определяется в положении лежа на животе, это положение исключает движение в поясничном отделе позвоночного столба, которое при вертикальном положении принимается за движение тазобедренного сустава. В том случае, если измерения производятся в вертикальном положении, обязательно вторым гониометром определяется угол наклона таза – линейка гониометра располагается вдоль линии: верхушка вертела – середина крыла подвздошной кости, показания гониометра вычитаются из показания гониометра, расположенного на дистальной части бедра. Амплитуда движения 15-18°.

**Сгибание** в тазобедренном суставе следует измерять в положении лежа на спине с голенью, согнутой в коленном суставе. Вторая нога располагается горизонтально и фиксируется ассистентом для предотвращения движения в поясничном отделе позвоночника. Гониометр укрепляется на дистальной части бедра параллельно продольной оси бедра. Амплитуда движения при согнутом коленном суставе ноги около 120°, при прямой – 90°.

**Отведение** в тазобедренном суставе измеряется из исходного положения, лежа на спине с прямыми ногами. Следует помнить, что отведение в тазобедренном суставе увеличивается при его сгибании и уменьшается при разгибании. Все измерения следует проводить в одинаковом положении бедра в сагитальной плоскости. Амплитуда отведения – 40-45°; приведения 20-30°.

**Пронация и супинация** бедра измеряется при положении лежа на животе с согнутой голенью до 90° бедром и голенью. Гониометр укрепляется вдоль продольной оси голени. Амплитуда движения: пронация – 40°, супинация – 45°.

**Коленный сустав** сложный, по форме блоковидный-шаровидный осуществляет вокруг поперечной оси сгибание-разгибание; вокруг вертикальной оси – пронацию-супинацию. В коленном суставе измеряется подвижность из положения стоя, гониометр укрепляется на голени в дистальной части с ориентацией его оси вдоль линии, соединяющей середину наружной лодыжки с головкой малоберцовой кости. При измерении необходимо следить, чтобы бедро не совершало компенсаторных движений в тазобедренном суставе. С этой целью на бедре укрепляется второй гониометр, показания которого вычисляются из показаний гониометра, расположенного на голени. Ротация голени



измеряется при положении стопы в согнутом коленом и полностью разогнутой стопе. Гониометр ориентирован вдоль фронтальной оси стопы. Исследователь удерживает бедро, предотвращая его движения. Амплитуда движений индивидуально широко.

**Сгибание и разгибание** стопы измеряется при согнутом колене, гониометр укрепляется на подошвенной стороне или теле стопы. Возможная амплитуда разгибания  $18-25^{\circ}$ , сгибания –  $45^{\circ}$ . При измерении пронации и супинации гониометр укрепляется на стопе во фронтальной плоскости. Амплитуда пронации –  $20^{\circ}$ , и супинации –  $30^{\circ}$ , считая от позиции покоя. Рекомендуется проводить 2-3 измерения одного и того же движения, записывать максимальные показатели.

Определение силы отдельных групп мышц имеет первостепенное значение для спортсменов различных специализаций, так как позволяет судить не только о распределении и топографии силы мышц, но и является критерием по выявлению мастерства и уровня тренированности спортсмена.

**Динамометр** состоит из силового звена (упругого элемента) и отсчетного устройства. В силовом звене прибора измеряемое усилие преобразуется в деформацию, через передачу сообщается отсчетному регистрирующему устройству. По принципу действия различают динамометры – механические, гидравлические, пневматические, электрические. При проведении измерения испытуемый фиксируется ремнями к стойке. Конечность, на которой проводят измерение, находится в положении сгибания, образуя прямой угол. Учитывается самый лучший результат, характеризующий абсолютную силу мышц. Если выразить ее в процентах от массы тела, то получится значение относительной силы.

На практике чаще измеряется кистевая и становая динамометрия.

**Кистевая динамометрия** – это измерение силы мышц, сгибающих пальцы.

**Становая динамометрия** – это сила мышц, разгибающих туловище.



## II. Физиологические показатели, как критерии определяющие функциональное состояние спортсмена

Важнейшим фактором, определяющим и отражающим уровень функциональной подготовленности спортсмена, является высокая экономизация функционирования организма, характерная для большинства видов спорта. Экономичность работы зависит от возможностей ряда функциональных систем и механизмов, совершенства техники движений. Функциональная экономизация проявляется в формировании трех адаптационных приспособлений. Во-первых, в более быстром усилении функций в начале работы, что увеличивает долю участия в ее энергетическом обеспечении выгодных аэробных процессов. Во-вторых, в уменьшении функциональных сдвигов и снижении энергетических расходов во время нагрузки. В-третьих, в ускорении восстановительных процессов. К сожалению, при медицинских осмотрах лиц, занимающихся активной спортивной деятельностью, до сих пор ставят диагноз «практически здоров». Это создает предпосылки появления среди юношей и девушек, занимающихся спортом высших достижений, лиц отклонениями в состоянии здоровья в результате функционального перенапряжения органов и систем из-за повышенной физической и психоэмоциональной нагрузки. Современные методы диагностики показателей здоровья обучающихся, проводимые в экспресс-режиме и ориентированные на значительные потоки обследуемых, могут быть реализованы только аппаратно-программными комплексами (АПК), позволяющими получать объективную информацию-параметры физического развития и здоровья учащихся. ИС с использованием АПК АРМИС позволяет проводить доназологическое скрининг-обследование обучающихся по комплексу значимых антропометрических и физиологических показателей и рассчитываемых коэффициентов:

- антропометрические параметры: рост, масса тела, индекс массы тела ( $I = m/h^2$ , где  $m$  – массы тела (кг),  $h$  – рост (м), сила сгибателей кисти рук, индекс силы ( $S = F/m$ , где  $F$  – сила кисти, лучший показатель (кг),  $m$  – масса тела (кг));

- параметры состояния сердечно-сосудистой системы (ЭКГ в трех стандартных отведениях): частота сердечных сокращений, индекс напряжения Баевского (за 5 минут), феномены аритмии и параметры кардиокомплекса; артериальное давление (осциллометрическим методом);

- параметры системы дыхания (спирометрия): частота дыхания, жизненная емкость легких, скоростные и объёмные параметры выдоха, пробы Генчи и Штанге;



- параметры состояния центральной нервной системы: количественные характеристики нервно-мышечной координации – время простой и сложной зрительно-моторной реакций;

- параметры состояния сенсорных систем: острота зрения по кольцам Ландольта, слуховая чувствительность по методу субъективной тональной аудиометрии.

Следует отметить, что такие параметры, как длина (рост) и масса тела (в определенной степени) ребенка, – характеризуют процессы роста ребенка. Масса тела, жизненная емкость легких, сила сгибателей кисти рук и ряд других параметров позволяют описывать уровень развития ребенка. И целый ряд параметров имеет выраженный ситуативный характер и позволяет описывать текущее функциональное состояние (в первую очередь речь идет о частоте сердечных сокращений, времени простой и сложной зрительно-моторной реакции и т.д.), что в определенной степени дает возможность судить и о функциональном созревании тестируемой системы. При этом следует понимать, что методика проведения обследования детей требует тщательного соблюдения условий формирования функционального состояния «спокойное бодрствование». Только в этом случае и частота сердечных сокращений, и время зрительно-моторной реакции, и индекс напряжения Баевского могут быть отнесены к характеристикам здоровья.

Одной из важнейших систем организма, являющейся интегративным показателем аэробных возможностей организма, физической работоспособности, уровня здоровья является кардиореспираторная система, представленная сердцем, кровеносными сосудами, кровью и дыхательной системой. Из курса сердечно-сосудистой системы имеются данные о работе сердца (частота сердечных сокращений, сердечный выброс, минутный объем, ЭКГ), а также о состоянии периферического кровотока (кровеное давление, регионарный кровоток, сопротивление сосудистой стенки и др.). К основным показателям сердца относятся насосная функция, представленная следующими показателями: частота сердечных сокращений (ЧСС), ударный объем крови (УОК), также производный от них минутный объем кровообращения (МОК) – которые в процессе мышечных тренировок развиваются по-разному. Наиболее изученный показатель насосной функции сердца – ЧСС – оперативно реагирует на малейшее изменение внешней среды. (Абзалов Р.А., 1999; Бальсевич В.К., 2000; Лубышева Л.И., 2010; Фомин Н.А., 2002). В то же время УОК как более инертный показатель насосной функции сердца обеспечивает в основном минутную производительность сердца относительно меньшими темпами. (Абзалов Н.И. 2013; Абзалов Р.А. 1998; Аршавский И.А. 1982; Нигматуллина Р.Р. 1999; Фомин Н.А., 2002). Резервные возможности основных показателей насосной функции сердца – это УОК и МОК.



Изменение ЧСС зависит от вида спортивной специализации, от возраста. Так беговая физическая нагрузка умеренной и большой интенсивности на относительно длинных отрезках, вызывает изменения жесткости артериальных стенок и экономичности окислительных процессов у спортсменов-спринтеров, средневикиков и стайеров разного пола и возраста при выполнении стандартных нагрузок, чем тренировка на более коротких отрезках дистанций с высокой и максимальной интенсивностью, которая вызывает выраженное повышение ЧСС, повышение жесткости стенок артерий в работающих мышцах и более высокий уровень потребления кислорода.

Динамика ЧСС в процессе нагрузки на 1,2 и 3-й *мин* бега, а также после нагрузки и на 1,2,3,5-й *мин* восстановления может быть использована с целью эффективной оценки специальной тренированности подростков, девушек, юношей и взрослых спортсменов – бегунов на короткие, средние и длинные дистанции. Изменения показателей ЧСС в покое и во время мышечной нагрузки разнонаправлены: в покое уменьшаются, а во время нагрузки резко увеличатся. Это и обеспечивает высокий уровень развития показателей подвижности ЧСС. Представляется, что изучение показателей подвижности ЧСС, УОК, а также МОК наряду с теоретическим значением имеет и практическое. Этим определяются резервные возможности насосной функции сердца, которая обеспечивает высокий уровень работоспособности организма. По мнению И.А. Аршавского (1982), подвижность ЧСС, определяемая разностью данных при максимальных мышечных напряжениях, а также таковыми в условиях покоя, то есть функциональный резерв, увеличиваются в основном за счет увеличения ЧСС во время выполнения предельных мышечных нагрузок и в меньшей степени – данными ЧСС в покое. Подвижность ЧСС определяется по разнице между данными во время выполнения предельной мышечной нагрузки и величиной в покое. Показатели ЧСС в покое (сидя) с возрастом уменьшаются, то есть развивается возрастная брадикардия. У детей 6-7 лет показатели ЧСС составляли  $95,51 \pm 2,16$  уд/*мин*. К 17-18 летнему возрасту произошло уменьшение ЧСС – она достигла  $72,61 \pm 2,17$  уд/*мин*. У девочек показатели ЧСС в каждой возрастной группе несколько больше, чем у мальчиков. Во время выполнения предельной мышечной нагрузки, как у мальчиков, так и у девочек по мере перехода из одной возрастной группы в другую показатели ЧСС несколько увеличиваются, но достоверных величин не достигает. Это позволяет утверждать, что максимальные показатели ЧСС с возрастом существенных изменений не претерпевают. Следовательно, достоверно выраженное увеличение подвижности ЧСС как у мальчиков, так и девочек происходит за счет уменьшения ЧСС в покое (сидя).



Интегративный показатель насосной функции сердца – МОК – минутный объем кровообращения – в большей степени зависит от УОК, в меньшей – от ЧСС. Показатель МОК у лиц школьного возраста, находившихся в условиях усиленной двигательной активности, в частности у мальчиков 6-7 лет, в покое составил  $2,80 \pm 0,26$  л/мин. С каждым возрастом величина МОК увеличивается и к 17-18 годам достигает  $6,09 \pm 0,27$  л/мин. Показатели МОК девочек с покое существенных различий с показателями МОК мальчиков не имеют. Во время выполнения мышечной нагрузки происходит резко выраженное увеличение показателей МОК. Как у мальчиков, так и девочек в 6-7 летнем возрасте показатели МОК достигли уровня  $26,7-26,8$  л/мин. К 17-18 годам произошло увеличение МОК по сравнению с данными в покое. Подвижность МОК у мальчиков и девочек 6-7 летнего возраста, находившихся в условиях усиленной двигательной активности, была в пределах  $24$  л/мин. К 17-18 годам у тренирующихся мальчиков МОК достиг  $29,68 \pm 1,43$  л/мин, а у девочек  $27,67 \pm 1,73$  л/мин. Достоверных различий по показателям подвижности МОК юношей и девушек 17-18 лет не установлено (Н.И.Абзалов, Р.А.Абзалов, Р.Р. Абзалов, 2014). Таким образом, показатели подвижности МОК как у мальчиков, так и девочек в процессе индивидуального развития увеличиваются, и это свидетельствует об увеличении функциональных резервных возможностей сердца.

В той или иной мере спортивная деятельность человека, какой бы качественной формы работоспособности она ни требовала, осуществляется одним и тем же имеющимся у него набором мышечных групп, реализуется одними же центральными и периферическими механизмами, функционально и энергетически обеспечивается одними и теми же физиологическими системами организма. Однако в зависимости от вида спорта физическое упражнение будет иметь специфические характеристики, которые соответственно будут обеспечиваться специфическим соотношением роли (вклада) различных компонентов функциональных возможностей организма. Значение тех или иных компонентов (составляющих частей) функциональных возможностей будет обусловлено кроме специфики физического упражнения (основного фактора структурирования функционального потенциала) ещё и возрастными, половыми, климатическими, морфологическими и многими другими особенностями организма.

Необходимо отметить и о практическом значении изысканий в этом проблемном поле. Что все это реально может дать практике? Нам представляется, что понимание сущности такого понятия, как «функциональная подготовленность», знание ее структуры и сущностных механизмов, характеризующих ее качеств и свойств, обуславливающих и лимитирующих ее факторов, будет определять всю методологию,



стратегию и тактику управления функциональным состоянием и в итоге повысит эффективность процесса функциональной подготовки, откроет новые, на более высоком качественном уровне, возможности осуществлять диагностику уровня специальной готовности спортсмена. Появится возможность дать именно качественную оценку функциональной подготовленности спортсмена, выявить слабые и сильные звенья. Это, в свою очередь, будет являться основой для объективизации системы контроля, послужит отправным моментом для действительной индивидуализации тренировочного процесса, позволит определить функциональный предел для его интенсификации. В связи с этим делается шаг вперед в решении ряда проблем современной спортивной тренировки, прежде всего повышения оперативности и качества управления процессом адаптации, объективизации спортивного отбора, ориентации и специализации спортсменов.

Все показатели сердечно-сосудистой системы меняются при различной патологии, а также при выполнении физических упражнений. Чтобы определить и оценить характер этих изменений существуют нагрузочные тесты, на основе которых можно определить состояние здоровья или выявить патологию, а у спортсменов оценить тренированность и работоспособность.

Задачи нагрузочных тестов таковы:

1. Оценка состояния сердечно-сосудистой системы и её резервов.
2. Определение работоспособности спортсмена и его пригодность к занятиям тем или иным видом спорта.
3. Прогнозирование вероятных спортивных результатов, а также прогнозирование вероятности возникновения тех или иных отклонений в состоянии здоровья при перенесении физических нагрузок.
4. Определение и разработка эффективных профилактических и реабилитационных мер у высококвалифицированных спортсменов.
5. Оценка функционального состояния и эффективность применения средств реабилитации после повреждений и заболеваний у тренирующихся спортсменов.

Функциональные пробы могут быть одномоментными, когда используют одну нагрузку (бег на месте в течении 15 сек или 20 приседаний), двухмоментными, когда даются две нагрузки (бег и приседание), трехмоментные, когда нагрузки идут последовательно.

При изучении реакции организма на ту или иную нагрузку обращают внимание на степень изменения определяемых показателей и время на их восстановление к исходному уровню. Правильная оценка степени реакции и длительность восстановления позволяют достаточно точно определить состояние обследуемого. Обычно определяют ЧСС и АД до и после тестирования. Различают пять типов реакций сердечно-сосудистой

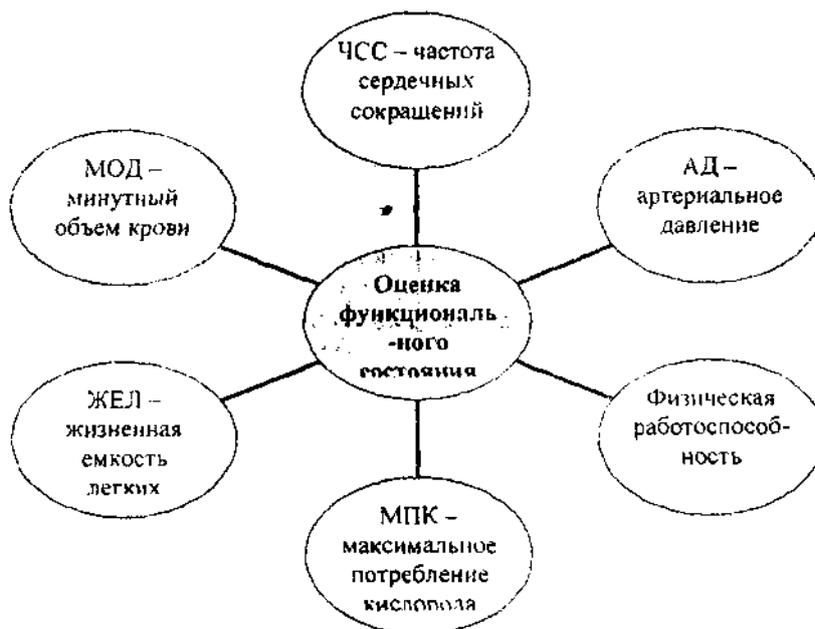
системы: нормотоническую, гипотоническую, гипертоническую, дистоническую, ступенчатую.

Другая группа тестов на восстановление предусматривает учет изменений и определений сроков восстановления показателей после стандартной физической нагрузки (ЧСС, АД, ЭКГ, ЧД). К этой группе относится степ-тест, подъем на стандартную ступеньку.

**Показания для тестирования:**

- определение физического развития;
- отбор для занятий физкультурой;
- отбор для занятий в секциях;
- определение работоспособности человека;
- определение выносливости организма.

На схеме представлены основные показатели, характеризующие функциональную подготовленность спортсмена



### 2.1. Метод ССС

**Цель методов ССС** – изучение деятельности сердечно-сосудистой системы в норме и при выполнении физических упражнений, знать показания для проверки нагрузочных тестов.



Для этого надо знать:

1. Нормативы показателей сердечно-сосудистой системы.
2. Оценки тестирования на нагрузку и восстановление.
3. Определение работоспособности сердечно-сосудистой системы и пригодности к занятиям.

Необходимо освоить тесты, определяющие функциональное состояние сердечно-сосудистой системы при различных видах физической нагрузки.

2. Определить и подсчитать пульс.
3. Провести функциональные тесты и оценить результаты.
4. Провести и оценить тесты с нагрузкой.
5. Уметь измерять артериальное давление с помощью тонометра до и после физической нагрузки.

**Частота сердечных сокращений (ЧСС)** – Усвоить частоту подсчёта пульса и частоты сердцебиений. В положении сидя, четырьмя пальцами левой руки нащупывается пульс на лучевой артерии левой руки испытуемого, а правой рукой производится запись частоты пульса по десятисекундным отрезкам. Счёт пульса начинается с момента пуска секундомера; в течение каждого последующих 10-и секунд записывается частота пульса предыдущего 10-и секундного отрезка.

Затем испытуемый выполняет в течении 1-2 минут бег на месте или приседания. Сразу после нагрузки в положении стоя начинается подсчет пульса опять по десятисекундным отрезкам и в течении 2-3 минут определяется величина, на которую произошло учащение пульса. Засекается также время восстановления Пульс у детей значительно чаще, чем у взрослых; это объясняется не только более быстрой сокращаемостью сердечной мышцы ребенка и меньшим влиянием блуждающего нерва, но и более интенсивным обменом веществ.

У девочек, как правило, во всех возрастных группах пульс чаще, чем у мальчиков. ЧСС зависит от многих факторов включая возраст, пол, условия окружающей среды, положения тела, физические нагрузки и пр. ЧСС выше в вертикальном положении тела, чем в горизонтальном и подвержена суточным колебаниям. В процессе роста и развития ЧСС меняется.

ЧСС при физической нагрузке увеличивается пропорционально интенсивности нагрузки. Отмечается линейная зависимость между ЧСС и интенсивностью работы в пределах 50-90% переносимости максимальных нагрузок.

**Артериальное давление (АД).** Артериальное давление зависит от возраста, пола, физического развития, климатогеографических данных, уровня физического развития (телосложения), здоровья и т.д. Занятия физкультурой и спортом способствует нормализации АД, особенно это



происходит в период полового созревания (11-17 лет, возрастной период зависит от зоны проживания – юг или север). У детей и подростков занимающихся спортом имеет место вегето-сосудистая дистония (снижение АД систолического до 90 мм рт. ст. диастолического – до 40 мм рт. ст.). Показатели АД тесно коррелируют с физическим развитием детей. Имеет значение динамика, темп роста ребенка. Наивысшие нормальные показатели АД определяются в те периоды, когда имеется наиболее интенсивное увеличение размеров тела, но еще не произошло соответствующее нарастание массы сердечной мышцы. У старших школьников и подростков изменения АД отражает и созревание эндокринной системы, прежде всего повышение активности надпочечников (с увеличением выработки минералокортикоидов и катехоламинов), особенно их метаболизма и чувствительности рецепторов.

**Электрокардиография (ЭКГ).** Электрокардиограмма (ЭКГ). В сердце человека существует специализированная, анатомически обособленная проводящая система. Она состоит из синоатриального и атриовентрикулярного узлов, пучков Гисса с его левой и правой ножками, и волокон Пуркине. Эта система образована специализированными мышечными клетками, обладающими свойством автоматизма и высокой скоростью передачи возбуждения.

Распространение электрического импульса (потенциал действия) по проводящей системе и мышце предсердий и желудочков сопровождается деполяризацией и реполяризацией. Регистрируемые в результате этого волны, или зубцы, называются волнами деполяризации (ЯЯЗ) и реполяризации (Т) желудочков.

ЭКГ — это запись электрической активности (деполяризации и реполяризации) сердца, зарегистрированная при помощи электрокардиографа, электроды которого (отведения) помещаются непосредственно на сердце, а на разные участки тела (рис. 26).

Электроды могут располагаться на различном расстоянии от сердца, в том числе и на конечностях и грудные (они обозначаются символом V).

Стандартные отведения от конечностей: первое (I) отведение (правая рука – ПР, левая рука – ЛР); второе (II) отведение (ПР и левая нога – ЛН) и третье (III) отведение (ЛР – ЛН).

Таким образом, электрокардиография – метод географической регистрации изменений разности потенциалов сердца, возникающей в течение процессов возбуждения (деполяризация) миокарда, продолжающихся в среднем 0,05-0,08 с, и восстановления (реполяризация), длительностью в среднем 0,26-0,36. ЭКГ регистрируют с помощью электрокардиографов. Отведение биопотенциалов сердца с определенных участков поверхности тела осуществляется с помощью электродов,



определенное соединение которых друг с другом и электрокардиографом формируют систему электрокардиографических отведений. Обычно используют 12 отведений – 3 стандартных (I, II, III) и 3 усиленных однополюсных (a VR, a VL, a VF) от конечностей и 6S грудных однополюсных (V1-6). Отведения от конечностей дают возможность характеризовать ЭДС (электродвижущая сила) сердца и фронтальной плоскости, грудные – в горизонтальной.

**Порядок выполнения работы и его цель:**

Ознакомится с методом определения кровяного давления по методу Короткова.

В положении сидя на плечо испытуемого надевается манжетка тонометра. В манжетку нагоняется воздух, прощупывая пульс на лучевой артерии до его исчезновения. Фонендоскопом на плечевой артерии в локтевой ямке прослушивается первый появившийся звук пульсовой волны (систолическое давление), а также диагностируется ее исчезновение (диастолическое давление).

Максимальное давление в покое – 110-130 мм рт. ст.

Минимальное давление в покое – 60-70 мм рт. ст.

Максимальное давление после физической нагрузки – 160-200 мм рт. ст.

Минимальное давление после физической нагрузки – 50-80 мм рт. ст.

Полученные данные заносятся в таблицу.

Таблица 10

№ п/п	Фамилия испытуемого	Вид нагрузки				Время восст-я			
		До и после нагрузки							
		Пульс		Давление		минуты			
		до	после	до	после				
						1	2	3	4

**Задание:**

1. Самостоятельно провести степ – тест, данные занести в таблицу и проанализировать.
2. Самостоятельно определить пульс и величину артериального давления в покое и после физической нагрузки.

**Ортостатическая проба (уд/мин).**

Ухудшение результатов ортостатической пробы часто наблюдается при гипотонических состояниях, при заболеваниях, сопровождающихся



ветен: гивно-сосудистой неустойчивостью, при астенических состояниях и переутомлении. У обследуемого после 5-минутного пребывания в положении лежа регистрировалась ЧСС. Затем по команде обследуемый спокойно (без рывков) занимал положение стоя, и снова подсчитывался пульс. Показателем служила разница ЧСС в положениях лёжа и стоя. Результаты интерпретируются следующим образом (по А.И. Пустозёрову, А.Л. Гостеву, 2008):

- «отлично» – учащение ЧСС не более чем на 10 уд/мин;
- «хорошо» – учащение ЧСС на 11-16 уд/мин;
- «удовлетворительно» – учащение ЧСС на 17-22 уд/мин;
- «неудовлетворительно» – учащение ЧСС на 22 и более уд/мин, либо урежение ЧСС от – 2 до 5 с.

**Проба Руффье (усл.ед.).** Позволяет оценить работоспособность сердца при физической нагрузке. После 5-минутного спокойного пребывания в положении сидя подсчитывался пульс за 15 с, затем в течение 45 с выполнялись 30 приседаний. Сразу после приседаний подсчитывался пульс за первые 15 с и последние 15 с первой минуты периода восстановления. Результаты оценивались при помощи индекса, который рассчитывался по формуле:

$$\text{Индекс Руффье} = \frac{4 \times (P_1 + P_2 + P_3) - 200}{10}$$

Результаты интерпретируются следующим образом (по Б.Х. Ланда, 2006):

- менее 0 – атлетическое сердце;
- 0,1-5 – «отлично» (очень хорошее сердце);
- 5,1-10 – «хорошо» (хорошее сердце);
- 10,1-15,0 – «удовлетворительно» (сердечная недостаточность средней степени);
- 15,1-20 – «плохо» – (сердечная недостаточность сильной степени).

**Модифицированный Гарвардский степ-тест (усл.ед.) (экспресс).** Позволяет оценить функциональные возможности сердечно-сосудистой системы и уровень общей физической работоспособности.

В настоящее время известны несколько интерпретаций Гарвардского степ-теста. Все они предполагают нагрузку (восхождение на скамейку высотой 43 см) в течение 3-х, либо 5-ти минут. Однако эта нагрузка является чрезмерной для лиц с отклонениями в состоянии здоровья.

## 2.2. Функциональные показатели дыхательной системы

**Цель** – изучить функциональные показатели дыхательной системы в норме, при патологии и их изменения при выполнении физических упражнений.



**Предварительно ознакомиться:**

1. Анатомо-физиологические особенности дыхательной системы.
2. Особенности системы внешнего и внутреннего дыхания. Процесс газообмена между кровью и тканями, а также процесс клеточного дыхания.
3. Знать функциональные показатели дыхательной системы в норме и при патологии. Комплекс мер и практические рекомендации для развития дыхательной системы в целях сохранения здоровья.

**Овладеть методиками**, позволяющими оценить динамику работы дыхательной системы, исследовать вентиляционные показатели и легочные объемы, как в условиях покоя, так и в условиях физических нагрузок

Оценить функциональные изменения в дыхательной системе при физических нагрузках.

2. Уметь использовать функциональные тесты при исследованиях системы дыхания.

3. Уметь сопоставлять величины, полученные в результате исследований с величинами контрольных групп, делая определенные выводы.

Дыхание – это единый процесс, осуществляемый организмом и состоящий из трех звеньев:

- 1) внешнее дыхание (газообмен между внешней средой и кровью легочных капилляров);
- 2) перенос газов (осуществляется системой кровообращения, газообмен между кровью и тканями организма);
- 3) внутреннее или тканевое дыхание осуществляется в клетках, в частности, в митохондриях.

Основу всех дыхательных процессов составляют сложные окислительно-восстановительные реакции, в результате которых освобождается энергия. Систему внешнего дыхания составляют легкие, верхние дыхательные пути и бронхи, а также диафрагма, грудная клетка и дыхательные мышцы. Исследования функций внешнего дыхания в спорте позволяет оценить функциональное состояние спортсмена и его резервные возможности. Исследования начинают со сбора анамнеза, затем переходят к аускультации, перкуссии и осмотру. Осмотр выявляет тип дыхания, устанавливает наличие или отсутствие одышки. Различают три типа дыхания: грудной, брюшной и смешанный. При грудном типе дыхания заметно поднимаются все ребра и ключицы. При брюшном типе дыхание увеличение объема легких происходит за счет движений диафрагмы – на вдохе она опускается вниз, смещая органы брюшной полости. У спортсменов, как правило, смешанный тип дыхания, когда участвуют оба механизма. Перкуссия или поколачивание грудной клетки позволяет выявить уплотнение ткани легкого, если оно есть. Изменения плотности легкого наблюдается при некоторых легочных заболеваниях.



Аускультативно можно выявить состояние воздухоносных путей (бронхов, альвеол). При некоторых патологиях можно наблюдать ослабление легочного звука, некоторые хрипы и шумы. Исследования внешнего дыхания проводят по показателям, характеризующим вентиляцию, газообмен, содержание и парциальное давление кислорода, углекислого газа в крови и т.д. Для исследований функций внешнего дыхания используют спирографы, спирометры и другие специальные аппараты. Благодаря работе этих аппаратов можно выявить следующие параметры: частоту дыхания (ЧД), дыхательный объем (ДО), жизненную емкость легких (ЖЕЛ), минутный объем дыхания (МОД), общую емкость легких, силу дыхательной мускулатуры и др.

Частота дыхания (ЧД) – количество дыхательных движений в 1 мин. Определение ЧД производят по количеству движений грудной клетки. Средняя частота дыхания в покое у здорового человека – 16-18 раз в 1 мин., у спортсменов – 8-12 раз. В условиях физических перегрузок частота дыхания достигает 40-60 раз в 1 мин. При проведении исследований необходимо регистрировать изменения дыхательных движений при мышечной работе: при ритмических приседаниях, ходьбе на месте, стойке «смирно», удержании положения «мост». И сравнить их со средними количественными показателями:

Число дыханий в 1 мин. В покое – 10-16

Число дыханий в 1 мин. При двигательной активности – от 20 до 100

Время задержки дыхания на вдохе – от 30 до 180 сек.

Время задержки дыхания на выдохе – от 20 до 40 сек.

Время задержки дыхания на вдохе сразу после физической нагрузки – от 10 до 40 сек.

Время задержки дыхания на выдохе сразу после физической нагрузки – от 5 до 15 сек.

Глубина дыхания (ДО) – объем воздуха спокойного вдоха или выдоха при одном дыхательном цикле. Глубина дыхания зависит от роста, пола, веса и функционального состояния спортсмена. Должный ДО вычисляют из должного МОД путем деления последнего на средне-возрастную норму частоты дыхания. У здорового лица ДО составляет 300-800 мл.

Минутный объем дыхания – (МОД) – является характеристикой внешнего дыхания. Она определяется как произведение ДО (дыхательного объема) на ЧД (частоту дыхания). Увеличение МОД наблюдается при перевозбуждении дыхательного центра. В покое МОД составляет 5-6 л, при напряженной физической работе может достигать величины – 120-150 л в 1 мин и более. Увеличение МОД зависит от мощности выполняемой работы. Расчет величины МОД основан на том, что у здорового лица из каждого литра вентилируемого воздуха поглощается примерно 40 мл



кислорода. (КИ) – это так называемый коэффициент использования кислорода. Его рассчитывают по формуле: где должный основной обмен рассчитывают по таблице Гаррис-Бенедикта. МОД характеризует интенсивность общей легочной вентиляции и имеет практическое значение для оценки вентиляции только в сопоставлении с ЧД и ДО, что позволяет ориентировочно судить о наличии гипо- или гипервентиляции.

**ЖЕЛ** или **жизненная емкость легких** состоит из дыхательного объема, резервного объема вдоха и резервного объема выдоха. ЖЕЛ зависит от пола, возраста, размеров тела и тренированности. В среднем у женщин ЖЕЛ – 2,5-4 л, у мужчин – 3,5-5 л. У спортсменов она достигает 6-7 л. ЖЕЛ определяют методом спирометрии.

При оценке физического состояния рекомендуется использовать «должные» величины. Например, величину ДЖЕЛ – находят по таблицам Гарриса-Бенедикта, где используются величины определения факторов роста (Б) и факторов веса (А).

*Формула для определения ДЖЕЛ:*

ДЖЕЛ = величина основного обмена (ккал) × К, где К – коэффициент (у женщин – 2,3, а у мужчин – 2,6). Величину основного обмена находят благодаря факторам роста и веса (по таблицам Гарриса-Бенедикта). Сумма А и Б и есть должная величина основного обмена.

**Максимальная вентиляция легких (МВЛ)** – это предельно возможное количество воздуха, которое может быть провентилировано через легкие в единицу времени. Для того проводят максимально форсированное дыхание в течение 15 сек, а затем умножают показатель на 4. Это и будет величина МВЛ. Полученную величину МВЛ приводят к должной, для того используют формулу:

*Должная МВЛ = ЖЕЛ × 35*

У женщин величина МВЛ – достигает 70-120 л/мин, у мужчин среднего возраста – от 100 до 180 л/мин, а у высокоразвитых и хорошо тренированных спортсменов величина МВЛ достигает – 350 л/мин. Таким образом, МВЛ наиболее полно характеризует функцию внешнего дыхания.

Для оценки бронхиальной проходимости используют тест ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких. Обследуемому предлагают максимально глубоко вдохнуть, и быстро выдохнуть. ФЖЕЛ у здоровых лиц ниже ЖЕЛ на 200-300 мл. У здоровых лиц показатель выдоха больше показателя вдоха. С повышением тренированности отмечается преобладание максимальной скорости вдоха над выдохом. Увеличение скорости вдоха у спортсменов объясняется повышением резервных возможностей легких.

**Функциональная проба Розенталя** позволяет судить о функциональных возможностях дыхательной мускулатуры. Проба проводится на



спирометре, где у обследуемого 4-5 раз подряд с интервалом в 10-15 сек определяют ЖЕЛ. В норме получают одинаковые показатели. Снижение ЖЕЛ говорит об утомляемости дыхательных мышц. При физических нагрузках дыхательная мускулатура является лимитирующим фактором.

**Пробы Штанге и Генчи** дают представление о способности организма противостоять недостатку кислорода.

**Проба Штанге** – измеряется максимальное время задержки дыхания после глубокого вдоха. При этом рот закрыт и нос зажат пальцами. Здоровые люди задерживают дыхание на 40-50 сек, спортсмены высокой квалификации – до 5 мин, спортсменки – до 2,5 мин. С улучшением физической подготовленности время задержки дыхания нарастает. Значит, увеличение этого показателя при повторном обследовании расценивается как улучшение тренированности спортсмена.

**Проба Генчи** – после неглубокого вдоха сделать выдох и задержать дыхание. У здорового лица время задержки дыхания составляет 25-30 сек. Спортсмены задерживают дыхание на 60-90 сек. При хроническом утомлении время задержки дыхания резко уменьшается.

Результаты интерпретируются следующим образом (по А.И. Пустозёрову, А.Г. Гостеву, 2008):

**Проба Штанге, (с) проба Генча (с)**

Отлично – 1-2 минуты и выше 40 с и выше.

Хорошо – более 45 с 30-39 с.

Удовлетворительно – 30-44 с 15-29 с.

Неудовлетворительно – 29 с и ниже 14 с и ниже.

Примечание: время задержки дыхания в обеих пробах, как правило, уменьшается у людей с нарушениями в состоянии сердечно-сосудистой и дыхательной систем, при психофизическом перенапряжении, при возбуждении ЦНС кофеином и алкоголем (Пустозёров А.И. Гостев А.Г., 2008).

Значение проб Генчи и Штанге увеличивается, если вести наблюдение в динамике.

Функция внешнего дыхания изучается с помощью аппаратов закрытого и открытого типов. Исследование внешнего дыхания осуществляется при отборе в спортивные секции, а также в целях контроля за состоянием здоровья и тренированности юных спортсменов. Количественную оценку функциональных показателей производят путем сопоставления их с нормативами, разработанными в зависимости от типа применяемой аппаратуры. Нужно учитывать и тот факт, что легочные объемы тесно коррелируют с длиной тела, чем с возрастом или массой.



#### **Самостоятельно выполнить:**

1. После проведения исследований показать **взаимосвязь** между дыхательными движениями и темпом, ритмом и напряженностью различных двигательных актов.
2. Сопоставить полученные при исследованиях данные с должными величинами, приведенными в специальных таблицах по определению ЖЕЛ, ДО, ЧД, МОД и других величин.
3. Самостоятельно подсчитать и найти изучаемые величины МОД, ЖЕЛ по специальным формулам в состоянии покоя и при физической нагрузке.
4. Дать определение жизненной емкости легких, объемов, ее составляющих и типах дыхания.

### **2.3. Исследование и оценка функционального состояния нервной системы**

**Цель:** Изучение методов исследований нервной системы, показания для их применения

**Необходимо:** Освоить методы проведения и оценку функциональных проб по состоянию нервной системы.

**Содержание.** Центральная нервная система самая сложная из всех функциональных систем человека. В нашем головном мозге находятся чувствительные центры, анализирующие изменения, которые происходят как во внешней, так и во внутренней среде. Мозг управляет всеми функциями организма, включая мышечные сокращения и секреторную функцию желез внутренней секреции. Главная функция нервной системы состоит в быстрой и точной передаче информации. Сигнал от рецепторов к сенсорным центрам, от других центров – к моторным центрам и от них эфферентным органам, мышцам и железам должен передаваться быстро и точно. Нервные клетки могут находиться в состоянии возбуждения или торможения. Эти два основных процесса характеризуются силой подвижности и уравновешенностью нервной системы. В основе функционирования нервной системы лежат безусловные и условные рефлексы.

Основные методы исследования ЦНС и нервно-мышечного аппарата – электроэнцефалография, реоэнцефалография, электромиография, которые определяют статическую устойчивость, тонус мышц, сухожильные рефлексы. Методом хроноксин исследуется возбудимость нервов в зависимости от времени действия раздражителя.

Кроме этого, существует ряд проб, позволяющих определять те или иные показатели нервной системы.

Проба Ромберга позволяет выявлять нарушения равновесия в положении стоя. Поддержание нормальной координации движений



происходит за счет совместной деятельности нескольких отделов центральной нервной системы (мозжечка, вестибулярного аппарата, проводников чувствительности лобной и височной долей коры). Проба Ромберга проводится в четырех режимах при постепенном уменьшении площади опоры. Во всех случаях руки обследуемого приподняты вперед, пальцы разведены, глаза закрыты. Проба выполнена на отметку «очень хорошо», если в каждой позе равновесие сохраняется на 10-15 секунд.

Тест Яроцкого позволяет определить порог чувствительности вестибулярного анализатора. Тест выполняется в положении стоя с закрытыми глазами, при этом спортсмен по команде начинает вращательные движения головой и быстрым темпе. Фиксируется время вращения головой до потери равновесия (у здоровых лиц до 30 сек, у спортсменов до 90 сек).

Пальце – носовая проба – при этом обследуемому предлагается с закрытыми глазами достать указательным пальцем кончик носа. Это проба на координацию движений. При травмах головного мозга она бывает отрицательной.

«Теппинг» – тест определяет частоту движений кисти. Для проведения теста необходимо иметь секундомер, карандаш и лист бумаги, который двумя линиями делится на четыре части. В течение 10 сек в максимальном темпе ставятся точки в первом квадрате, затем 10 секундный период отдыха и вновь повторяют процедуру от второго квадрата к третьему и четвертому. Общая длительность теста – 40 сек. Для оценки теста подсчитывают количество точек в каждом квадрате. У тренированных спортсменов максимальная частота движений кисти более 70 за 10 сек. Снижение количества точек от квадрата к квадрату свидетельствует о недостаточной устойчивости двигательной сферы и нервной системы. Снижение лабильности нервных процессов ступенчатообразно свидетельствует о замедлении периодов вработываемости.

Кинестетическая чувствительность исследуется кистевым динамометром. Вначале определяется максимальная сила. Затем обследуемый, глядя на динамометр, 3-4 раза сжимает его с усилием, равным 50% максимального. Затем это усилие повторяется 305 раз без контроля зрения. Кинестетическая чувствительность измеряется отклонением от полученной величины (в процентах). Если разница между заданным и фактическим усилием не превышает 20% то кинестетическая чувствительность оценивается как нормальная.

#### *Исследование рефлексов.*

Рефлекс – это основа деятельности всей нервной системы. Рефлексы разделяются на безусловные (врожденные реакции организма на различные экстерорецептивные и интероцептивные раздражения) и условные (новые временные связи, вырабатываемые на основе безус-



ловных рефлексов в результате индивидуального опыта каждого человека).

В зависимости от участка рефлексогенной зоны все безусловные рефлексы можно разделить на поверхностные, глубокие, дистантные и рефлексы внутренних органов. В свою очередь, поверхностные рефлексы разделяются на кожные и слизистых оболочек: глубокие – на сухожильные, периостальные и суставные; дистантные – на световые, слуховые и обонятельные.

Основное значение имеет исследование поверхностных и глубоких безусловных рефлексов. Из этих рефлексов рассмотрим наиболее постоянные:

При исследовании брюшных рефлексов для полного расслабления стенки живота спортсмену необходимо согнуть ногу ноги в коленных суставах. Исследователь затупленной иглой производит штриховые раздражения на 3-4 пальца выше пупка параллельно реберной дуге. В норме наблюдается сокращение брюшных мышц на соответствующей стороне.

При обследовании подошвенного рефлекса исследователь производит раздражение вдоль внутреннего или наружного края подошвы. В норме наблюдается сгибание пальцев стопы.

Глубокие рефлексы (коленный, ахиллово сухожилия, бицепса, трицепса) относятся к числу наиболее постоянных. Коленный рефлекс вызывается ударом молоточка по сухожилию четырехглавой мышцы бедра ниже коленной чашечки; ахиллов рефлекс – ударом молоточка по ахиллову сухожилию; трицепс – рефлекс вызывается ударом по сухожилию трехглавой мышцы над локтевым отростком; бицепс – рефлекс – ударом по сухожилию в локтевом сгибе.

При хроническом утомлении у спортсменов отмечается снижение сухожильных рефлексов, а при неврозах – усиление.

Исследование остроты зрения и цветоощущения производится при помощи специальных таблиц Рабкина.

#### **Классификация рецепторов.**

Рецепторы подразделяют на внутренние и внешние. Внутренние рецепторы – интерорецепторы – посылают импульсы, сигнализирующие о состоянии внутренних органов (висцерорецепторы), а также о положении и движении тела и отдельных его частей в пространстве (вестибулорецепторы и проприорецепторы). Внешние рецепторы – экстерорецепторы – воспринимают раздражения, поступающие из внешней среды, и посылают в головной мозг импульсы, сигнализирующие о свойствах предметов и явлениях окружающего мира, а также о воздействии их на организм.



Кроме того, возможно подразделение органов рецепции соответственно характеру модальности ощущений, которые возникают при раздражении данной группы рецепторов. Согласно этой психофизиологической классификации различают: органы зрения, слуха, обоняния, вкуса, осязания, восприятия тепла, холода и боли, контролирующие положение тела в пространстве.

Некоторые рецепторы способны воспринимать раздражения, исходящие от предметов, находящихся на значительном расстоянии от организма, их называют дистантными. Это зрительные, слуховые, обонятельные рецепторы. Другие рецепторы – контактные – способны воспринимать раздражения только от предметов путем контакта.

В процессе регулярных физических тренировок функции анализаторов и их согласованность, взаимодействие совершенствуются. Во всех видах спорта важная роль принадлежит зрительному, слуховому, вестибулярному, двигательному и кожному анализаторам.

Слуховой анализатор исследуется с помощью разговорной речи (шепотная речь на расстоянии 5 метров).

Вестибулярный анализатор исследуется с применением координационных проб (вращение в специальном кресле), пробы Ромберга, Ярокского. В норме координация сохраняется с 27 до 90 секунд у спортсменов.

Кожный анализатор исследуется путем определения болевой, температурной и тактильной чувствительности, исследуется угломером.

Проприоцептивная чувствительность исследуется угломером. Спортсмен в положении стоя под контролем зрения, принимает три положения сгибания в локтевом суставе: углы – острый, прямой и тупой, затем выполняются три положения без контроля зрения. Тест повторяется 6-8 раз. Ошибка не должна превышать 10 градусов.

Висцеральные рефлексы и симптомы их нарушения – при проверке этих рефлексов используется глазодвигательный рефлекс Аншера. Исследователь определяет ЧСС в положении лежа с закрытыми глазами, затем надавливает на глазные яблоки испытуемого и через 10-15 секунд, не прекращая надавливания, еще раз подсчитывает ЧСС. Замедление пульса на 4-10 ударов указывает на повышение возбудимости вегетативной нервной системы.

Холодовая проба – при выполнении этой пробы рука испытуемого погружается в холодную воду. В это время на другой руке измеряется АД, повторное измерение АД проводят затем на 1-5-й минуте. В норме систолическое давление должно повыситься на 15-25 мм.рт.ст.

Зрачковые рефлексы – в норме диаметр зрачка 3,5 мм, они одинаковы по диаметру.



**Самостоятельно выполнить:**

1. Самостоятельно по тестированию: провести теппинг-тест, пробы Ромберга, Яроцкого, пальцево-носовую и сделать их анализ.

#### **2.4. Физиологические основы физических качеств**

Наличие взаимосвязи между физической подготовленностью и функциональным состоянием человека – установленный факт. Физическая подготовленность оценивается по уровню развития комплекса физических качеств и двигательных способностей. В состав этого комплекса входят: сила, быстрота, выносливость, гибкость, ловкость, а также их сочетания и производные. Анализ существующих тестов для определения уровня физической подготовленности человека позволяет предположить, что большинство отечественных и зарубежных авторов – сторонники комплексного подхода к оценке физической подготовленности человека, проявления им физических качеств с помощью тестовых испытаний.

Вместе с тем в последние годы индивидуальный подход становится одним из важнейших отправных положений в педагогическом процессе, позволяющих эффективно оптимизировать физическое состояние человека. При использовании понятия «индивидуализация обучения и тренировки» необходимо иметь в виду, что при его практическом применении речь идет не об абсолютной, а об относительной индивидуализации. Очевидно, что комплекс физических качеств, определяющих уровень двигательной активности спортсмена позволит успешно реализовать.

**Тесты для диагностики физической подготовленности.**

Проводятся для оценки физической подготовленности, функционального состояния, самочувствия, активности, настроения испытуемых.

**Гибкость (см).** Оценивалась при помощи наклона со скамейки. Отмечалось расстояние, на которое пальцы рук протягивались ниже края скамейки. Если пальцы не доставали до края скамейки, то расстояние оценивалось со знаком «-».

Результаты для девушек 17-19 лет интерпретируются следующим образом (по А.И. Пустозерову, А.Г. Гостеву, 2008):

«отлично» – более 19 см;

«хорошо» – 13-18 см;

«удовлетворительно» – 5-12 см;

«неудовлетворительно» – менее 5 см.

**Проба Ромберга (с).** Позволяет оценить способность к равновесию. Испытуемый стоял босиком на левой ноге, пятка правой касалась левого колена, калено правой ноги и руки вперед, пальцы рук сомкнуты, глаза закрыты. В этом положении не должно наблюдаться пошатывания тела,



дрожания рук или век (тремора). Засекалось время, пока испытуемый не потеряет равновесие или у него не начнётся тремор.

Результаты интерпретируются следующим образом (по О.Э. Аксёновой, 2003):

«отлично» – 30 с и более;

«хорошо» – 14-29 с;

«удовлетворительно» – 5-13 с;

«неудовлетворительно» – менее 5 с.

#### **Оценка координации (усл.ед.).**

Для оценки координационных способностей использовался тест, предложенный Ж.Е. Фирилёвой (1981). По условиям данного теста, со студентами в течение 2-5 минут разучивались контрольные упражнения, в которых движения ногами, руками и головой были разнонаправленными. При выполнении этих упражнений учитывались качество и время их выполнения. Далее путем деления показателей времени, затраченного на выполнение упражнения (в секундах) на оценку, выставляющуюся из 5-ти баллов, выводился коэффициент, который и служил показателем уровня развития координационных способностей. Соответственно, чем меньше время и выше оценка, тем ниже коэффициент и тем выше уровень развития координации.

#### **Тест на координацию – вариант № 1.**

Исходное положение – основная стойка (0.с.); 1 – правая назад на носок, правая согнута в локтевом суставе, локти на высоте плеч, кисть к плечу, левая вверх, голова направо; 2 – о.с.; 3 – левой то же, что на 1; 4 – о.с.; 5 – поворот налево; 6 – о.с.; 7 – полуприсед, руки вперед; 8 – о.с. Вся комбинация повторяется четыре раза на время и на оценку.

#### **Тест на координацию – вариант № 2.**

Исходное положение – о.с.; 1 – правую согнуть к колену, правая в сторону, левая о.с.; 7 – прыжком стойка ноги врозь, руки в стороны; 8 – о.с. Вся комбинация повторяется четыре раза на время и на оценку.

#### **Тест на координацию – вариант № 3.**

Исходное положение – о.с.; 1 – правая вперед на носок, правая за голову, левая вперед, голова налево; 2 – о.с.; 3 – левой то же, что на 1; 4 – о.с.; 5 – поворот направо хлопок за спиной; 6 – о.с. Вся комбинация повторяется четыре раза на время и на оценку.

#### **Тест на координацию – вариант № 4.**

Исходное положение – о.с.; 1 – полуприсед на левой, правая в сторону, правая вперед, левая в сторону, голова направо; 2 – о.с.; 3 – правой то же, что на 1; 4 – о.с.; 5 – поворот налево хлопок над головой; 6 – стойка ноги вместе хлопок по бедрам; 7 – полуприсед, руки на пояс; 8 – о.с. Вся комбинация повторяется четыре раза на время и на оценку.

Результаты интерпретируются следующим образом:



«отлично» – 0,1-2,0 усл.ед.

«хорошо» – 2,1-4,0 усл.ед.

«удовлетворительно» – 4,1-6,0 усл.ед.

«неудовлетворительно» – 6,1 и выше усл.ед.

Артериальное давление (систолическое, диастолическое) (*мм.рт.ст.*), измерялось при помощи электронного тонометра «Ovron M1 Classic».

Результаты для девушек 17-19 лет интерпретируются следующим образом (по А.И. Пустозёрову, А.Г. Гостеву, 2008):

в норме: систолическое – от 111,9 до 115,3 *мм.рт.ст.*

диастолическое – от 69,2 до 72,4 *мм.рт.ст.*

повышенное: систолическое – более 115,3 *мм.рт.ст.*

диастолическое – более 72,4 *мм.рт.ст.*

пониженное: систолическое – менее 111,9 *мм.рт.ст.*

диастолическое – менее 69,2 *мм.рт.ст.*

**ЧСС в покое (уд/мин).** Характеризует состояние сердечно-сосудистой системы. У испытуемых после 5-минутного отдыха в положении сидя производился подсчет частоты сердечных сокращений (ЧСС). Результаты интерпретируются следующим образом (по А.И. Пустозёрову, А.Г. Гостеву, 2008):

«весьма отлично» – менее 50 *уд/мин.*

«отлично» – 51-59 *уд/мин.*

«хорошо» – 60-67 *уд/мин.*

«удовлетворительно» – 68-75 *уд/мин.*

«плохо» – 76-89 *уд/мин.*

**Проба Мартини** Время восстановления ЧСС после 20 приседаний (*мин.*). Позволяет оценить реакцию сердечно-сосудистой системы (ССС) на нагрузку и скорость её восстановления (Апанасенко Г.Л., 1988). У испытуемых в покое измерялась ЧСС за 15 с. Далее они выполняли 20 приседаний за 30 с. После этого через каждые 30 с отдыха измерялась ЧСС до её возвращения к исходному уровню (состоянию покоя).

Результаты интерпретируются следующим образом:

**1. Реакция ССС на нагрузку:**

«отлично» – учащение ЧСС до 25% от исходной;

«хорошо» – учащение ЧСС на 26-50%;

«удовлетворительно» – учащение ЧСС на 51-75%;

«неудовлетворительно» – учащение ЧСС более 80%.

Чрезмерное увеличение ЧСС свидетельствует о низком функциональном состоянии миокарда, о повышенной возбудимости вегетативной нервной системы и всей центральной нервной системы, о недостаточном функциональном состоянии системы дыхания, о низкой тренированности.

Время восстановления ССС после нагрузки:

«отлично» – восстановление ЧСС к концу 1-ой минуты;



- «хорошо» – восстановление ЧСС от 1 мин 30 с;
- «удовлетворительно» – восстановление ЧСС к концу 2-ой минуты;
- «неудовлетворительно» – время восстановления более 2-х минут.

Слишком медленное восстановление ЧСС свидетельствует о низком функциональном состоянии ССС и перенапряжении регуляторных систем.

#### **Тест для оценки силы мышц плечевого пояса.**

Сгибание и разгибание рук в упоре лежа (кол-во раз). Засчитывалось максимальное количество технически правильно выполненных повторений тестового упражнения: руки на ширине плеч, угол в локтевом суставе не менее 90, руки выпрямляются до полного разгибания.

Результаты для девушек 17-19 лет интерпретируются следующим образом (по А.И. Пустозерову, А.Г. Гостеву, 2008):

- «отлично» – более 20 раз;
- «хорошо» – 15-19 раз;
- «удовлетворительно» – 8-15 раз;
- «неудовлетворительно» – менее 8 раз.

#### **Исследование функции дыхания.**

В практике используются абсолютные (в литрах потребляемого кислорода в минуту) и относительные, отнесенные к килограмму массы тела (в миллилитрах потребляемого кислорода на килограмм массы тела в минуту) значения МПК. Последние более информативны, т.к. позволяют сравнивать уровень развития системы аэробного энергообеспечения у разных людей, различающихся по массе тела. Относительные значения МПК колеблются от 20 *мл/кг/мин* у совершенно нетренированных людей до 85 *мл/кг/мин* и более у спортсменов высшей квалификации, специализирующихся в видах спорта с длительной непрерывной работой (бегуны на длинные дистанции, лыжники - гонщики и т.п.). К. Куперу на большом экспериментальном материале удалось показать, что существует своеобразные критические значения МПК. При значениях МПК у мужчин, равных 45 *мл/кг/мин* и 37 *мл/кг/мин* у женщин, по утверждению К.Купера, у этих людей отсутствуют какие-либо хронические заболевания. К.Купер охарактеризовал эти значения МПК как показатель минимального уровня (количество) здоровья. Эти значения МПК не являются свидетельством больших резервных возможностей функциональных систем организма. Они только свидетельствуют об отсутствии каких-либо заболеваний.

Надо, однако, отметить, что предложенные К.Купером критические значения МПК подходят не для всех возрастных групп. С возрастом значения МПК постепенно снижаются. По данным Меллеровича (Mellergowicz H., 1981), если принять величины МПК у мужчин в возрасте 20-30 лет за 100%, то в 40 лет они составят 80-90%, в 50 лет 75-80%, в 60 лет – 70% и в 70 лет – 60%. Ниже относительные значения МПК у детей и



подростков. Аналогичная возрастная динамика значений МПК прослеживается у женщин.

Так, В.Л. Карпман с сотр. (1987) для расчета величины МПК предложили следующую формулу:

$$\text{МПК (мл/мин)} = 1,7 \text{ PWC}_{170} + 1240.$$

$\text{PWC}_{170}$  – это мощность упражнения, при выполнении которого частота сердечных сокращений (ЧСС) увеличивается до 170 уд/мин. Для вычисления  $\text{PWC}_{170}$  испытуемому предлагается нагрузки продолжительностью по 5 минут каждая с интервалом отдыха 3 минуты. В конце каждой нагрузки подсчитывается частота сердечных сокращений. Расчет производится по формуле:

$$\text{PWC}_{170} = N_1 + (N_2 - N_1) \times (170 - f_1/f_2 - f_1),$$

Где  $N_1$  – мощность первой нагрузки (кгм/мин);  $N_2$  – мощность второй нагрузки;  $f_1$  – ЧСС в конце первой нагрузки (уд/мин);  $f_2$  – ЧСС в конце второй нагрузки.

На основе большого числа экспериментов В.Л. Карпман с сотр. составили таблицу, отражающую связь результатов в тесте  $\text{PWC}_{170}$  и МПК.

К.Купер (1987) показал хорошую степень связи между уровнем МПК, зарегистрированным прямым методом, и дистанцией, преодолеваемой за 12 мин. Тест Купера нередко называют беговым, хотя сам Купер использовал выражение преодолевать, а не пробегать, подразумевая под этим то, что в зависимости от подготовленности дистанции может преодолеться бегом или быстрым шагом с переходом на бег. Применять 12-минутный тест Купера рекомендуется после подготовки – двухнедельных занятий. Эти занятия подготавливают к работе мышцы ног и приучат правильно распределять силы на дистанции. Непосредственно перед выполнением тестирующей нагрузки целесообразно провести небольшую разминку. В исследованиях Купера было четко показано, чем лучше результат в 12 – минутном тесте, тем выше значение МПК.

Результаты исследований Купера, полученные на мужчинах и дополненные исследованиями А.А. Виру с коллегами (1981), проведенными на женщинах, представлены в таблице.

В представленных выше данных К. Купера и А.А. Виру с соавторами показана тесная связь уровня здоровья не только с уровнем развития системы аэробного энергообеспечения и ее показателем МПК, но и физической работоспособностью человека в упражнениях с преимущественно аэробном энергообеспечением. Таких же взглядов придерживаются многие другие специалисты оздоровительным технологиям и практически все специалисты оздоровительной физической культуре.



Таблица 11

Результаты 12-минутного теста Купера и показатель МПК

Мужчины		Женщины	
Результат 12-минутного теста (дистанция в м)	Прямое определение МПК (мл/кг/мин)	Результат 12-минутного теста (дистанция в м)	Прямое определение МПК (мл/кг/мин)
Менее 1600	Менее 25,0	Менее 1700	Менее 18,2
1600 – 1900	25,0 – 33,2	1701 - 1925	18,2 – 23,2
2000 – 2400	33,3 – 42,5	1926 – 2175	23,1 – 28,6
2500 – 2700	42,6 – 51,5	2175 – 2400	28,6 – 33,6
Более 2800	Более 51,5	Более 2400	Более 33,6

Поэтому часто для оценки уровня здоровья используют показатели физической работоспособности или уровень физической работоспособности отождествляют с уровнем здоровья. При этом используются следующие градации уровня физической работоспособности и, следовательно, уровня здоровья: «очень плохо», «плохо», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично», «превосходно».

Немецкие исследователи также пришли к выводу, что оценочная шкала Купера для лиц зрелого возраста, и разработали специальную шкалу для школьников.

Таблица 12  
Оценка уровня физической работоспособности с помощью 12-минутного теста Купера

Оценка физической работоспособности	Дистанция (км), преодолеваемая за 12 минут					
	Возраст испытуемый (годы)					
	13-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60 и старше
	<b>Мужчины</b>					
Очень плохо	Менее 2,1	Менее 1,95	Менее 1,9	Менее 1,8	Менее 1,65	Менее 1,4
Плохо	2,1-2,2	1,95-2,1	1,9-2,1	1,8-2,0	1,65-1,85	1,4-1,6
Удовлетворительно	2,2-2,5	2,1-2,4	2,1-2,3	2,0-2,2	1,85-2,1	1,6-1,9
Хорошо	2,5-2,75	2,4-2,6	2,3-2,5	2,2-2,45	2,1-2,3	1,9-2,1
Отлично	2,75-3,0	2,6-2,8	2,5-2,7	2,45-2,6	2,3-2,5	2,1-2,4
Превосходно	Больше 3,0	Больше 2,8	Больше 2,7	Больше 2,6	Больше 2,5	Больше 2,4
	<b>Женщины</b>					
Очень плохо	Менее 1,6	Менее 1,55	Менее 1,5	Менее 1,4	Менее 1,35	Менее 1,25
Плохо	1,6-1,9	1,55-1,8	1,5-1,7	1,4-1,7	1,35-1,5	1,25-1,35
Удовлетворительно	1,9-2,1	1,8-1,9	1,7-1,9	1,6-1,8	1,5-1,7	1,4-1,55
Хорошо	2,1-2,3	1,9-2,1	1,0-2,0	1,8-2,0	1,7-1,9	1,6-1,7
Отлично	2,3-2,4	2,15-2,3	2,1-2,2	2,0-2,2	1,0-2,0	1,75-1,9
Превосходно	Больше 2,4	Больше 2,3	Больше 2,2	Больше 2,1	Больше 1,9	Больше 1,9



Таблица 13

## Оценочная шкала 12-минутного теста Купера для школьников

Классы	Дистанция (км), преодолеваемая за 12 минут			
	Оценки			
	плохо	удовлетвори- тельно	хорошо	отлично
Мальчики, юноши				
5	Менее 1,95	2,05	2,20	2,30
6	2,05	2,20	2,40	2,50
7	2,20	2,30	2,55	2,65
8	2,30	2,45	2,75	2,85
9	2,40	2,60	2,90	3,00
10	2,50	2,70	3,00	3,15
Девочки, девушки				
5	1,70	1,80	2,05	2,15
6	1,75	1,90	2,20	2,30
7	1,80	2,00	2,25	2,40
8, 9, 10	1,85	2,05	2,35	2,45

**Метод индексов**

Использовался с целью определения уровня здоровья испытуемых.

Индекс массы тела (Кетле) (усл.ед.) позволяет оценить степень соответствия массы и роста человека и выявить, является ли масса недостаточной, нормальной, избыточной (ожирение). Рассчитывался по формуле:

$$I = \frac{m}{h^2}$$

где: m – масса тела в килограммах;

h – рост в метрах.

В настоящее время известно несколько шкал интерпретации данных о соответствии весоростовых показателей человека. В своей работе мы использовали шкалу оценки, предложенную Г.Л. Апанасенко (1988). Результаты интерпретируются следующим образом:

«низкий» вес – 16,9 усл. ед. и менее;

«ниже среднего» – 17,0-18,6 усл.ед.;

«средний» – 18,7-23,8 усл.ед.;

«выше среднего» – 23,9-26,0 усл.ед.;

«высокий» – 26,1 усл.ед. и более.



Силовой индекс (усл.ед.), представляет собой процентное соотношение мышечной силы кистей рук к массе тела. Рассчитывался по формуле:

$$\text{Относительная сила} = \frac{\text{кистевая динамометрия (daN)} \times 100\%}{\text{Вес (кг)}}$$

Результаты интерпретируются следующим образом (по Г.Л. Апанасенко, 1988):

«низкий» уровень развития силы – 40 усл.ед. и менее;

«ниже среднего» – 41-50 усл.ед.;

«средний» – 51-55 усл.ед.;

«выше среднего» – 56-60 усл.ед.;

«высокий» – 61 усл.ед. и более.

Жизненный индекс (ЖИ) (усл.ед.) Представляет собой отношение жизненной ёмкости лёгких (ЖЕЛ) к общей массе тела. Характеризует функцию внешнего дыхания, удельную ЖЕЛ, аэробные возможности организма. Рассчитывался по формуле:

$$\text{Жизненный индекс} = \frac{\text{ЖЕЛ (мл)}}{\text{Масса тела (кг)}}$$

Результаты интерпретируются следующим образом (по Г.Л. Апанасенко, 1988):

«низкий» ЖИ – 40 усл.ед. и менее;

«ниже среднего» – 41-45 усл.ед.;

«средний» – 46-50 усл.ед.;

«выше среднего» – 51-56 усл.ед.;

«высокий» – 57 усл.ед. и более.

Индекс Робинсона (усл.ед.). Представляет собой соотношение частоты сердечных сокращений в покое и величины систолического артериального давления и используется для количественной оценки аэробных возможностей (энергопотенциала) организма человека. Известен ещё как показатель резерва – «двойное произведение». Рассчитывается по формуле:

$$ПД = \frac{ЧСС \times АД_{сист}}{100}$$

где: ЧСС – частота сердечных сокращений;

САД – систолическое артериальное давление.

Результаты интерпретируются следующим образом (по Г.Л. Апанасенко, 1988):

«низкий» энергопотенциал – 111 усл.ед. и менее;

«ниже среднего» – 95-110 усл.ед.;

«средний» – 85-94 усл.ед.;

«выше среднего» – 70-84 усл.ед.;

«высокий» – 69 усл.ед. и более.



Пульсовое давление (мм.рт.ст.) Пульсовое давление представляет собой разницу между верхним и нижним давлением. Эта величина равна в среднем 40 мм.рт.ст. увеличение или уменьшение пульсового давления может быть симптомом какого-либо заболевания. Так, например, повышения ДАД и, соответственно, уменьшение ПД свидетельствует об имеющийся почечной патологии. Увеличение САД и, как результат, повышение ПД свидетельствует о нарушениях со стороны сердечно-сосудистой системы.

- оптимальная величина ПД – 50 мм.рт.ст.;
- нормальная величина ПД – от 30 до 60 мм.рт.ст.

Определение пульсового давления:

$$ПД = САД - ДАД$$

где:

САД – систолическое артериальное давление (мм.рт.ст.);

ДАД – диастолическое артериальное давление (мм.рт.ст.).

Систолический (ударный) объем крови (мл), представляет собой общее количество крови, выбрасываемой сердцем в единицу времени. Рассчитывается по формуле:

$$СОК = 90,97 + 0,54 \times ПД - 0,57 \times ДАД - 0,61 \times В$$

где:

СОК – систолический объем крови, мл;

ПД – пульсовое давление, мм.рт.ст.;

ДАД – диастолическое (минимальное) давление, мм.рт.ст.;

В – возраст в годах.

Нормой считается: 70-90 мл.

Минутный объем крови (МОК) (л/мин). Представляет собой количество крови, перекачиваемое сердцем за минуту. По МОК судят о механической функции миокарда, которая отражает состояние системы кровообращения. Величина МОК зависит от возраста, пола, массы тела, температуры окружающего воздуха, интенсивности физической нагрузки.

Определение МОК по формуле Старра:

$$МОК = СОК \times ЧСС$$

где:

СОК – систолический объем крови, мл;

ЧСС – частота сердечных сокращений, уд/мин.

Показатели нормы: 3,5-5,0 л.

Индекс Кердо (усл.ед.). Вегетативный индекс Кердо (ВИК), предложенный И.Кердо в 1957 г., принято считать одним из наиболее простых показателей функционального состояния сердечно-сосудистой системы, отражающего соотношение возбудимости её симпатического и парасимпатического отделов (Роженцов В.В., Полевщиков М.М., 2006).

Рассчитывается по формуле:



$$ВИК = (1 - ДАД / ЧСС) \times 100$$

где:

ВИК – вегетативный индекс Кердо;

ДАД – диастолическое (минимальное) давление, мм.рт.ст.;

ЧСС – частота сердечных сокращений, уд/мин.

Величина ВИК в пределах от 15 усл.ед. до +15 усл.ед. свидетельствуют об уравновешенности симпатических и парасимпатических влияний.

Значение ВИК больше +15 говорит о преобладании тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы и свидетельствует об удовлетворительной адаптации к рабочей нагрузке

Значение ВИК от 16 до 30 свидетельствует о симпатикотонии.

Значение ВИК более 30 свидетельствует о выраженной симпатикотонии.

Значение ВИК меньше –15 говорит о преобладании тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, что является признаком наличия динамического рассогласования

Значение ВИК менее –30 свидетельствует о выраженной парасимпатикотонии

Индекс Скибинской (усл.ед). Представляет собой соотношение частоты сердечных сокращений в покое, жизненной ёмкости лёгких и результатов пробы Штанге и характеризует состояние кардиореспираторной системы. Рассчитывается по формуле:

$$ЖЕЛ (мл)$$

$$\text{Индекс Скибинской} = \frac{100 \times \text{результат Штанге (с)}}{\text{ЧСС в покое (уд/мин)}}$$

ЧСС в покое (уд/мин).

Результаты интерпретируются следующим образом (по В.И. Дубровскому, 1998): <5 – очень плохо. 5-10 – неудовлетворительно; 10-30 – удовлетворительно, 30-60 – хорошо. >60 – очень хорошо.

Экспресс – оценка уровня соматического здоровья (по Г.Л. Апансенко, 1988). Позволяет оценить уровень соматического (физического) здоровья, а также выявить слабое звено в организме. Метод основан на балльной оценке ряда морфофункциональных показателей: весоростового индекса Кетле, жизненного индекса (ЖИ), индекса Робинсона, времени восстановления после 20 приседаний за 30 секунд, силового индекса. Полученные в результате обследования значения индексов оцениваются по шкале, разработанной Г.Л. Апансенко (1988). Экспресс – оценка уровня соматического здоровья у женщин.



показатель \ уровень	низкий	ниже среднего	средний	выше среднего	высокий
Индекс массы тела	16,9 и менее	17,0-18,6	18,7-23,8	23,9-26,0	26,1 и более
Баллы:	(-2)	(-1)	(0)	(1)	(2)
Жизненный индекс	≤ 40	41-45	46-50	51-55	≥ 56
Баллы:	(-1)	(0)	(1)	(2)	(3)
Силовой индекс	≤ 40	41-45	51-55	56-60	≥ 61
Баллы:	(-1)	(0)	(1)	(2)	(3)
Индекс Робинсона	≥ 111	95-110	85-94	70-84	≤ 69
Баллы:	(-2)	(-1)	(0)	(1)	(2)
Время восстановления ЧСС после 20-30-ти приседаний, за 30 с	≥ 3	2-3	1,30-1,59	1,00-1,29	≤ 59
Баллы:	(-2)	(1)	(3)	(5)	(7)
Общая оценка уровня здоровья (сумма баллов)	≥ 3	4-6	7-11	12-15	16-18

Согласно данным автора, безопасным можно считать уровень здоровья, который соответствует оценке выше 14-ти баллов



### III. Генетические методы исследований прогнозирующие «спортивный талант» в избранных видах спорта

Учитывая, что все слагаемые человеческого организма представляют собой сплав у наследственного и приобретенного, те необходимо четко отдифференцировать какие признаки зависят больше от наследственности. Для них одних признаков влияние среды играет большую роль, хотя они и возникают на наследственной основе. Это психологические признаки высокого иерархического уровня. Среда играет большую роль и развитии интеллекта, чем в формировании соматических признаков (Сеченов И.М., 1953 (263), Т.Г. Хамаганова и др. 1977 (314).

Большая часть признаков зависит как от среды, так и от наследственности, эти признаки изменяются в течении онтогенеза, однако пределы этих изменений обусловлены нормой реакции организма на внешние воздействия (Б.А. Никитюк, 1988).

Выделяют также группу признаков мало зависящих от среды –это признаки, устойчивые во времени они не меняются в течение онтогенеза. Их называют генетическими маркерами. (Б.А. Никитюк, 1985, 1988). По определению Ю.И. Бубнова (1988) генетические маркеры – это фенотипически проявляемые признаки организма, имеющие жесткую генетическую детерминацию и наследуемые в поколениях.

Генетические маркеры характеризуются следующими признаками:

- 1) они имеют жесткую генетическую детерминацию;
- 2) имеют полную пенетрантность и экспрессивность;
- 3) наследуется согласно законом Менделя;
- 4) не зависят от факторов внешней среды и не меняются в течение онтогенеза.

И.Ю. Соколик (1988) предложена классификация систем генетических маркеров ориентированных на индивидуальный спортивный прогноз. Первый класс маркеров составляет априорные генетические маркеры, обладающие высоким коэффициентом наследуемости; второй составляет апостериорные маркеры – признаки, имеющие высокие генетические ассоциации с объектом прогноза, в частности, с высокой специальной работоспособностью. Третий – структурно-генетические, являющиеся идентификаторами фенокластов и наконец, четвертый класс – генетико-функциональные маркеры представляющие собой аргументы прогностических функций. По мнению (Б.А. Никитюка, 1988; Е.Н. Хрисанфовой, 1988) представляется перспективным взгляд на конституцию как на комплекс генетических маркеров, выявляющих состояние реактивности организма и профиль индивидуального развития.

Маркеры могут быть абсолютными и условными. Их разграничивает мера наследственной детерминированности. Абсолютные или стабильные



генетические маркеры – группы крови, комплекс одонтоглифических, дермотоглифических показателей, определение нормальных параметров иммуногенетических характеристик человека, включая изучение генетических субъединиц HLA – комплекса и популяционных особенностей экспрессии антигенов гистосовместимости (Т.Д. Гладкова, 1966; И.С. Гусева, 1986; Ю.М. Зарецкая, 1983).

Условные маркеры – соматотип: типы темперамента высшей нервной деятельности, характера. Маркеры могут быть представлены полиморфным рядом биохимических и иммунологических особенностей, детерминированных биологически активными веществами: ферментами, транспортными белками, антигенами и др. В настоящее время описано более 120 полиморфных генных локусов, часть которых представлена в геноме множественными аллелями.

Практическое приложение ученика о конституции и генетических маркерах приобретает в современной науке, конвергируя практические нужды здравоохранения, а также физической культуры и спорта.

В медицине большую роль уже сейчас играет выявление морфологических биохимических маркеров наследственного предрасположения еще на доклинической стадии заболевания. Перспективным аспектом является изучение взаимоотношений между конституцией и молекулярными характеристиками, а также иммунологическим и эндокринным статусом, в частности, изучение и применение генетических маркеров требуют предварительного сбора разносторонней информации о характере их распределения в норме и патологии (Е.Н. Хрисанфова, 1990). Использование явления генетического полиморфизма для конкретных генетических маркеров факторов предрасположенности к болезни состоит в сравнении частоты встречаемости той или иной полиморфной маркерной системы при данной болезни и в контрольной группе здоровых индивидов.

Так например, использование генетических маркеров в инфектологии, иммунологии, иммуногенетике расширяет границы понимания механизмов чувствительности к различным инфекциям, определяет интенсивность иммунного ответа, предрасположенность к различным патологическим состояниям и позволит разработать новые прогностические и диагностические критерии этих заболеваний (Н.Гулямов, 1990; Э.И. Мусабаев и др., 1991).

В области физической культуры и спорта достижения спортивной генетики используется в целях селективного отбора и ориентации, спортсменов в сборные команды, и также при выборе средств тренировки, направленных на изменение морфо-функциональных признаков в рамках генетического предела.



Спортивный отбор ведет поиск наиболее перспективных среди занимающихся определенным видом спорта с учетом благоприятствующего достижения высоких результатов, сочетания особенностей и индивида личности. В наиболее результативной форме-это выявление наследственной одаренности по отношению к спортивной деятельности (М.С. Бриль, 1980, 1987; В.И. Волков, Филин, 1983; Б.А. Никитюк, 1989).

Задача спортивной ориентации рекомендовать каждому человеку наиболее подходящей для него вид спортивной деятельности, исходя из его анатомических, физиологических и психологических особенностей, благодаря которым он наилучшим образом приспособится к определенному виду спорта (В.Б. Шварц, 1991).

За последнее время взгляды спортивных морфологов на вопросы отбора и ориентации претерпели изменения. Принято выделять формы констатирующего и прогностического отбора.

Констатирующий отбор учитывает объективное состояние человеческого фактора на данный момент времени. Он предусматривает разработку «моделей спортсменов соответственно их специализациям» (Э.Г. Мартиросов, В.П. Чтецов, 1976; Б.А. Никитюк, 1989, 1982). При этом комплекс технико-практических, морфофункциональных и психологических особенностей спортсмена противопоставляется эталону для выяснения их сходства. Предполагается, что с повышением меры подобия эталону, успешность соревновательных выступлений возрастет.

Методология прогностического отбора начала разрабатываться лишь с 80-х годов. Сущность этой формы – в поиске одаренных личностей. Принципиальным положением прогностического отбора служит идея популяционной реальности лиц, с предельно высокой выраженностью морфологического или функционального качества, значимость которого неоспорима для достижения успеха занятиях спортом (Б.А. Никитюк, 1988, 1996, 2006, 2007, 2008, 2009; В.Н. Ростовцев, 1988).

На сегодняшний день становится очевидным, что спортсменов экстра-класса может стать лишь тот, кто имеет для этого исключительные генетически обусловленные спортивные задатки «спортивный талант» или «спортивную одаренность».

По формулировке (В.К. Бальсевича, 1980), спортивная одаренность – это экстраординарные проявления параметров двигательной деятельности имеющих решающее значение для высокой спортивной результативности. (А.Никитюк, 1985) характеризует спортивную одаренность как систему индивидуальных психических и биологических свойств, отвечающую требованиям данного вида и обеспечивающую возможность осуществления той или иной деятельности. (Г.Гримм, 1967) выделяет понятия «кондиция» и «предрасположения». Под «кондицией» Гримм понимает кратковременные колебания готовности к выполнению спортивной



нагрузки аналогично термину «предрасположению», под которым клиницисты понимают кратковременные колебания подверженности тем или иным патогенным воздействиям.

Более конкретная и точная формулировка предоставлена (А.Ю. Асановым и Э.Г. Мартиросовым, 1990), которые определяют спортивные способности как генетически детерминированные экстраординарные проявления наиболее существенных для данного вида спорта сторон деятельности организма.

Однако это не означает, что человек рождается способным к той или иной деятельности. Врожденными могут быть задатки, которые являются биологическими предпосылками развития способностей, но при этом необходимо учитывать, что врожденные свойства не могут быть аналогом генотипа. Аналогичная по содержанию формулировка способностей дана (Г.Н. Артемьевой, 1977; Б.Ф. Евстафьевым 1986; В.А. Волковым, 1982). Поскольку морфологические, физиологические, психологические и др. уже свойства организма проявляют в большей или меньшей степени наследственную изменчивость, поскольку реализация возможностей спортивной деятельности ограничена (А.Ю. Асанов, Э.Г. Мартиросов, 1990) нормой реакции.

Следует указать, что в перечне литературы по вопросу о спортивных способностях или спортивной одаренности имеется и противоположная точка зрения.

Так (W.Hollman, Edington D.W., Edger fon D.E., 1976) на основании исследования на близнецах показали, что работоспособность, успех в том или ином виде спорта, тренеру емкость не зависят от генотипа. Что интеллект роста и антропометрические показатели не имеют не посредственного отношения к реакции организма на нагрузку, тренируемость и спортивный успех. Но их мнению, успех в спорте зависит только от искусства тренера, характера и дозировке работы и психологической мотивации. Совершенно очевидно, что точку зрения выше указанных авторов следует понимать таким образом, что факторы внешней среды играют более важную роль в достижении успехов в спорте, чем определенные генетический способности.

В противные такому аргументу можно привести результаты исследований, проведенных также был использован близнецовый метод. Так из 21 пар монозиготных близнецов была обнаружено полная конкордантность по спортивной активности, виду спорта и спортивной работоспособности. Из 13 пар дизиготных близнецов только 7 были конкордантны, 2 пары дискордантны, а 4 пары были конкордантны по спортивной активности и дискордантны по виду спорта и спортивной работоспособности. Разницу между результатами в обеих группах близнецов автор объясняет только «истинной» наследственной разницей и



делают вывод в существовании доминантно наследуемого врожденного задатка спортивной работоспособности. Однако от категорически указывает на то, что для реализации этой потенции развития необходима оптимальная окружающая среда и обсуждает отдельные возможности стимуляции развития признака.

Генетические исследования в семьях выдающихся спортсменов показывают, что спортивная одаренность наследуется, повидимому, доминантно, причем, чем одареннее спортсмен, там сильнее влияние генотипа (В.Б. Шварц, 1978, 1980, Carter 1981).

Среди используемых показателей спортивных способностей к определенному виду спортивной деятельности применяют морфометрические характеристики строения тела, параметры двигательной деятельности, показатели на выносливость к нагрузкам. Так по данным (Б.А. Никитюка, 1976; Э.Г. Мартиресева, В.П. Чтецева, 1976; А.И. Клиерина, 1987; В.П. Коледченко, 1987; В.Б. Шварца, 1990), генетические факторы достоверно влияют на показатели физического развития, состав тела и моторные способности детей.

Выявлена взаимосвязь конституциональных особенностей у спортсменов различных специализаций и квалификаций с их скорости – силовыми и силовыми возможностями, особенностями адаптации к физическим нагрузкам развитием двигательных качеств (Л.П. Додонова, А.Г. Щедрина, 1990; К.Л. Ермакова, 1990; А.Г. Жданова, Н.И. Кочеткова, 1990; О.В. Кочетков, Бирюкова и др., 1990 и др). Существуют доказательства, что ряд важнейших физиологических показателей, имеющих непосредственное отношение к обусловленности спортивных достижений – энергетические возможности респираторная способность, специфика деятельности сердечно-сосудистой системы и особенно максимальное потребление кислорода, в большей мере, а некоторые из них на 80-90% обусловлены генетически (Волянский Н., 1980; Шварц В.Б., 1975; Мартиросов Э.Г., 1989; Л.Панова, 1978; Н.И. Кочеткова, 1989 и др.).

На основании приведенных выше фактологических данных можно заключить: люди от рождения имеют те или иные анатомо-физиологические задатки, на их основе в ходе деятельности формируются способности. Если задатки имеют наследственную основу, тогда об их наличии можно судить по генетическим маркерам. Они представляет собой наследственно обусловленные, устойчивые на протяжении индивидуального развития признаки, выявляющие ассоциированность с отдельными состояниями организма в условиях нормы или патологии. Так как маркерные признаки ассоциированы с особенностями реактивности организм и профилем индивидуального развития, они включаются в состав конституции человека, характеризуя ее наследственно обусловленную ядерную часть. Использование генетических маркеров в ходе



прогнозирующего отбора позволяет заранее прогнозировать потенциальности таких признаков организма как спортивная работоспособность, повышенные двигательные качества, позволяет сделать правильный выбор тренировочных режимов, их значение в медицине и спорте. В биологическом отношении человек подчиняется тем же законам наследственности, что и весь органический мир.

Для изучения механизмов наследования способностей применяются несколько основных методов:

### 3.1. Метод дерматоглифики

#### Цель метода:

1. Показать применение метода дерматоглифики для решения проблем родства, диагностики и прогнозирования болезней и изучения наследственности. Показать и значимость в спорте как критерий для прогнозирования высокого уровня двигательных качеств.

2. Овладение методикой снятия отпечатков рук. Изучение кожного рельефа, идентификация типов узоров, определение пальцевых и ладонных трирадиусов, подсчеты общего и суммарного гребневого счета, подсчеты индексов.

#### Техника дерматоглифических исследований

Отпечатки берутся в строго определенном порядке: лист бумаги вкладывается на специальную подушечку, изготовленную по величине кисти. Ладонь исследуемого, окрашенную типографической краской, опускают на мелованную бумагу, слегка надавливая на середину тыльной стороне кисти, чтобы добиться соприкосновения глубоких частей ладоней с бумагой. Для точности отпечатков повторно прокатывают каждый палец отдельно в строго определенном порядке, от большого пальца к мизинцу или наоборот. Для быстрой очистки поверхности ладони испытуемому дают для протирания загрязненной поверхности вату, смоченную скипидаром или растительным маслом. Краска растворяется и легко смывается водой.

#### Обработка отпечатков рук.

**Пальцевые узоры.** Папиллярные линии на пальцах образуют рисунки, которые делятся на три типа: дуги, завитки, петли. Для идентификации узоров за основу берут наличие или отсутствие трирадиусов или дельт. Трирадиус или дельта – это места схождения трех рационаправленных линий. Например, дуги обозначают символом А (от arches), они не имеют дельт, поэтому дуги называются также бездельтовые узоры. Иногда на дистальных концах пальцев встречаются шаровые дуги, в центре которых находится перпендикулярная гребешковая линия. Также дуги обозначают символом Т.



**Однодельтовые узоры** или петли имеют одну дельту, радиант которой образует голову петли и направляется к противоположному краю пальца. Петля, открывающаяся в направлении большого пальца называется радиальной петлей и обозначается как  $L^R$  или  $R$ , в сторону мизинца – ульнарной петле ( $L^H$  или  $I$ ).

**Двудельтовые узоры** или завитки определяют по двум дельтам и обозначают символом  $W$  (от whorls). К завитковым узорам относят также различные сложные узоры: двойные петли или другие составные узоры, имеющие 2 дельты.

Пальцевые узоры принято записывать от первого пальца к лятому на левой и правой руке. При дуговых узорах подсчет гребней не ведется. При завитковых и петлевых узорах проводится гребневый счет. От дельты до центра узора проводят прямую линию и подсчитывают количество гребешков. Трирадиус и конечный гребень не входят в подсчет. В случае завитковых узоров подсчет гребней проводится с двух сторон, то есть от двух дельт до центра.

Гребневой счет для 5 пальцев одной кисти обозначается как общий гребневой счет, для 10 пальцев обеих рук - как сумарный гребневой счет.

**Признаки на ладони.** В основе классификации ладонных узоров также лежит принцип учета дельт. Различают пальцевые и ладонные трирадиусы  $a, v, c, d$ , связанные с 2, 3, 4, и 5 пальцем соответственно. От этих трирадиусов идут ладонные линии  $A, B, C, D_{01}$ .

Четыре пальцевых трирадиуса располагаются у основания 2-4 пальцев ладони. Для интерпретации окончания главных ладонных линий ладонь условно делится на 14 полей, начиная от тенара и до межпальцевого промежутка. Поля выделяются следующим образом: поле 1 соответствует внутреннему краю ладони – тенару. Поле 2 соответствует осевому ладонному трирадиусу. Поле 3 соответствует нижнему наружному участку ладони – гипотенару. Поле 4 – участок середины ульнарного края ладони (0,3 см влево и вправо от средней поперечной сгибательной складки ладони). От поле 4 до дистальной поперечной сгибательной складки ладони обозначается  $5'$ , а участок от складки до мизинца – цифрой  $5''$ . Поля 7, 9, 11 соответствуют 4, 3, 2 межпальцевым промежуткам, а поля 6, 8, 10, 12 находятся у основания 5, 4, 3, 2 пальцев. Например, формула  $9, 7, 5', 2$ , означает что ладонная линия  $D$  идет в поле 9,  $C$  – в поле 7,  $B$  – в поле  $5'$ , и  $A$  – в поле 2. Все 4 пальцевых трирадиуса  $a, v, c, d$  и идущие от них главные ладонные линии  $A, B, C, D$  у большинства людей присутствуют на ладонях.

**Индексы.** С целью упрощения статистического анализа введены индексы. В научных исследованиях часто используют показатель дельтового индекса – это количество дельт, приходящихся на одного человека.



Он подсчитывается по формуле:

$$DI = (L + 2W) : 10 \text{ и } DI_{10} = (L + 2W) : (A + L + W)^{10} \cdot 10$$

Колебания дельтового индекса находятся в пределах от 0 до 20. Дельтовый индекс выше у представителей монголоидной расы, так как для монголоидов является характерным преобладание завитковых узоров.

**Индекс Фурагаты** для пальцевых узоров отношение процента завитков и петель вычисляется по формуле  $(W/L) \cdot 100$

**Индекс Данкмеера** есть процентное отношение дуг и завитков:

$$(A/W) \cdot 100$$

**Индекс Полла** – отношение дуг к петлям:  $(A/L) \cdot 100$

**Индекс Каммиса** или индекс главных ладонных линий – представляет собой сумму цифровых значений окончаний линий A и D, от хода которых зависит характер окончания и двух других ладонных линий, то есть B и C.

**Применение дерматоглифики.** В спорте признаки дерматоглифики используются как генетический маркер для спортивного отбора и определения уровня развития двигательных качеств.

В медицине применяется как диагностический тест для выявления наследственных болезней, а также для прогнозирования течения различных соматических и психических болезней.

Применяется в расоведении - как генетически детерминированная система признаков, использующихся для доказательства проблем этногенеза.

### 3.2. Генеалогический метод

**Цель метода:** составить генеалогию (родословную) семьи, рассчитать вероятность рождения здоровых детей, степень проявления рецессивного гена или передачи наследственной болезни. Уметь провести анализ на основе генеалогического метода наследования спортивных способностей и дать практические рекомендации для вероятности проявления тех или иных физических качеств.

**1. Генеалогический метод** заключается в сборе сведений о наличии признаков в отдельных семьях на протяжении нескольких поколений (семейно-генеалогический метод). По материалам составляют родословные. Генеалогический метод является одним из этапов генетического анализа, разработанного А.С. Серебровским. Он служит основой для проведения медико-генетического консультирования. Генеалогический анализ начинается с составления родословных таблиц. Для построения родословных схем используют общепринятую систему условных обозначений:

□ – мужской пол;



- – женский пол;
- – супруги;
- – дважды женат;
- =□ – близкородственный брак;
- – больные;
- – пробанд;
- – фенотипически здоровый носитель рецессивного признака;
- | – выкидыш, мертворожденный.

Фигуры в родословной располагают по поколениям, каждое поколение занимает отдельную строку и обозначается слева римской цифрой. Все индивиды поколения размещаются в порядке рождения и обозначаются арабскими цифрами. Чтобы обозначить, что у пары супругов было несколько детей, ставят ромб с цифрой внутри. Эта цифра обозначает число детей. В тех случаях, когда супруг на наличие изучаемого признака, желательно не изображать его вообще. Если родословная очень обширна, то разные поколения располагают не горизонтальными рядами, а по концентрическим окружностям. Анализ родословных при генеалогическом анализе проводится в следующей последовательности:

- во-первых, решается вопрос, является ли данная патология наследственной или нет;
- во-вторых, определяют тип наследования изучаемой болезни (аутосомно-доминантный, аутосомно-рецессивный, сцепленный с полом);
- определение генотипа некоторых лиц, упомянутых в родословной и особенно пробанда;
- провести расчет вероятности рождения здорового потомства, вероятность проявления интересующего исследователя признака, в том числе наследование определенных спортивных способностей, то есть дается прогноз проявления признака в последующих поколениях.

Установить наследственный характер признака при анализе родословной можно в том случае, если один и тот же признак (спортивные способности) встречается в родословной с определенной генетической закономерностью. Однако, необходимо прежде всего исключить возможность экзогенного накопления случаев в семье или роду. Если исключается действие сходных внешних факторов, а для лиц разных поколений, оно исключается с большей вероятностью, то говорят о наследственной патологии. С помощью генеалогического анализа были раскрыты многие моногенные болезни, проанализированы выдающиеся спортивные семьи.

После того, как обнаружен наследственный характер заболевания (признака), необходимо установить тип заболевания. Лицо, с которого начинается составление родословной, называется пробандом, его братья и



матри – сибсы. Если у пробанда есть братья и сестры от другого брака родителей, то они называются полусибсы.

Генеалогический анализ позволяет установить: 1) характер признака (наследственный или ненаследственный), 2) тип наследования (доминантный, рецессивный, аутосомный или сцепленный с полом) 3) гомозиготность пробанда (гомо- или гетерозигота) по данному признаку 4) степень пенетрантности и экспрессивности изучаемого гена.

**Об ограничениях при изучении IQ при помощи генеалогического метода.**

Разделить, «развести» влияние генетических и средовых факторов в исследовании семей оказывается еще труднее, когда речь идет не о специальной способности, скажем, музыкальной, математической и т.д., а об особенностях интеллекта, памяти, внимания и др. психологических признаках, имеющих непрерывное распределение. В парах родитель – ребенок величины коэффициентов корреляции по показателю IQ сильно колеблются в разных исследованиях – от 0,20 до 0,80, со средней величиной около 0,50 (54; 56). Эта величина, с одной стороны, соответствует простому генетическому ожиданию. Исходя из того, что родители и дети имеют в среднем 50% общих генов, величина наследуемости должна приближаться к 0,5. С другой стороны, было многократно показано, что для определения величины IQ чрезвычайно важны и ранний опыт ребенка, и общее время, и качество общения его с матерью и другими членами семьи, и семейные традиции, т.е. широкий спектр внешних средовых условий развития ребенка. Связь социально-экономического уровня семьи или продолжительности школьного обучения с результатами тестирования интеллекта детей также была продемонстрирована. Для индивидуализации ребенка и в когнитивной, и в личностной сферах небезразличны и параметры «семейной конфигурации» (количество детей в семье, порядковый номер рождения данного ребенка, интервал между рождениями детей).

Вследствие этого сходство члена семьи по психологическим признакам может иметь и генетическое, и средовое происхождение.

Те же рассуждения справедливы и для уменьшения сходства при снижении степени родства. В подобных случаях мы, как правило, имеем дело с разными семьями, т.е. при этом не только происходит уменьшение количества общих генов, но и имеется разная семейная среда. Это означает, что снижение сходства в парах людей, связанных более далеким родством, тоже не является доказательством генетической детерминации исследуемого признака: в таких парах ниже генетическая общность, но одновременно могут быть средовые различия.

Таким образом, семейное исследование само по себе, без объединения с другими методами, имеет очень низкую разрешающую



способность и не позволяет надежно «развести» генетический и средовой компоненты дисперсии психологического признака.

В то же время использование семейных данных в комплексе с другими методами (например с близнецовым) позволяет уточнить тип наследственной передачи (аддитивный или доминантный) или проконтролировать влияние таких средовых переменных, как общесемейная и индивидуальная среда, а также эффект близнецовости

### 3.3. Близнецовый метод

Близнецовый метод дает возможность дифференцировать роль среды и генотипа в развитии морфологических признаков, предрасположенности к заболеваниям, психические особенности организма и т.д. Конституциональная психология близка к дифференциальной психологии – науке, сложившейся благодаря трудам Френсиса Гальтона, методологической базой которой стали тесты и их статистический анализ. Гальтон акцентировал внимание на наследуемости индивидуальных психических и поведенческих различий, он был первым, кто систематически начал проводить близнецовые исследования. Гальтон полагал, что следует производить измерения физических и психических характеристик, после чего выявлять корреляционные соответствия между полученными данными, в результате им был предложен корреляционный анализ. Предположение Гальтона о том, что коррелирующие признаки имеют общий источник или причину, заложило основу факторного анализа как основного инструмента современной теории личности. Одним из ведущих теоретиков факторного анализа являлся Ганс Юрген Айзенк – создатель трехфакторной модели личности. В последние годы большую популярность приобрела также пятифакторная модель личности, в которой трехфакторная модель Айзенка дополняется фактором открытости опыту, а психотизм делится на факторы сознательности и уступчивости или альтруизм (доброжелательность). С.Р. Клонинджер сконструировал психобиологическую модель личности, в которой темперамент включает четыре свойства, связанные с медиаторными системами мозга и полиморфизмом определенных генов.

В отечественной психологии исследования темперамента всегда шли в тесной связи с учением И.П. Павлова о типах высшей нервной деятельности (типах нервной системы), а в дальнейшем – с изучением Б.М. Тепловым и В.Д. Небылицыным индивидуальных различий поведения и деятельности, что легло в основу дифференциальной психофизиологии.

Для дифференцировки роли наследственности и среды в проявлении различных признаков сравнивают одно- и двойцевых близнецов,



Различия, устанавливаемые в равной мере у однояйцевых и разнояйцевых близнецов, следует считать зависящими от внешних условий. Близнецов, сходных по фенотипу называют конкордантными или сходными. Если партнеры близнецовой пары по фенотипу отличаются между собой, они дискордантны.

### 3.4. Цитогенетический метод. Половой хроматин

Метод исследования полового хроматина – применяется в том случае, если нарушения касаются половых хромосом, или для диагностики соматических клеток. У человека и млекопитающих в соматических клетках, содержащих две X-хромосомы, одна из них, образующая глыбку хроматина, хорошо заметна при световой обработке даже в интеркинетических ядрах. Эта глыбка получила название X-хроматина или тельца Барра. У мужчин только с одной X-хромосомой тельце Барра отсутствует, но при обработке клеток, содержащих Y-хромосому, по другой методике в них обнаруживается флюоресцирующее тельце – Y-хроматин. Исследование полового хроматина и обнаружение Y – хромосомы с помощью флюоресцентной микроскопии являются экспресс-методами, позволяющими получить быстрый ответ (так называемые скрининг-тесты). Определение полового хроматина дает возможность предварительной хромосомной диагностики пола. К этой методике прибегают также при диагностике хромосомных болезней, а также при проведении секс-контроля в спорте. С этой целью обычно исследуют интерфазные клетки буккального эпителия.

### 3.5. Популяционно-статистический метод

Данный метод использует математическую обработку полученного материала, и заключается в изучении распространенности тех или иных генов на определенных территориях. В этом отношении все гены делятся на категории:

- 1) имеющие универсальное распространение (к их числу относятся большинство известных генов);
- 2) встречающиеся локально-строго на определенных территориях. В спортивной практике метод практически не использовался.



## Литература

- Гандельсман А.Б. Практикум по общей физиологии и физиологии спорта. М., ФиС, 1978.
- Дубровский В. И. Спортивная медицина. Л., Владос, 2002.
- Мартыросов Э.Г. Методы исследований в спортивной морфологии. М., ФиС, 1982.
- Никитюк Б.А., Чтецов В.П. Морфология человека. М., МГУ, 1990.
- Нишонбоев К.Н., Хамроева Ф.А., Эшонкулов О.Э. Тиббиёт генетикаси. Т., Абу Али ибн Сино нашриети, 2000.
- Рафф Г. Секреты физиологии. М., 2000
- Сафарова Д.Д., Гулямов Н.Г. Избранные лекции. Валеология. Т., УзГИФК, 2013.
- Сафарова Д.Д. Практикум по спортивной морфологии. Т., 2004.
- Тегакко Л., Кметинский Е. Антропология. Учебное пособие. М., Новое знание, 2004.



## Оглавление

Введение	3
<b>I. Методы оценки физического развития спортсменов</b>	<b>6</b>
1.1. Медико-биологические критерии спортивного отбора	6
1.2. Методы оценки физического развития спортсменов. Конституциональная морфология	8
1.3. Соматотипы	10
1.4. Антропометрия. Антропометрический инструментарий	13
1.5. Методика измерений продольных, поперечных и обхватных размеров тела	18
1.6. Методы исследования сводов стопы	22
1.7. Методы определения осанки тела	23
1.8. Определение поверхности тела и жирового компонента	28
1.9. Определение костной и мышечной массы состава тела	33
1.10. Определение пропорций тела	35
<b>II. Физиологические показатели, как критерии определяющие функциональное состояние спортсмена</b>	<b>40</b>
2.1. Метод ССС	45
2.2. Функциональные показатели дыхательной системы	49
2.3. Исследование и оценка функционального состояния нервной системы	54
2.4. Физиологические основы физических качеств	58
<b>III. Генетические методы исследований прогнозирующие «спортивный талант» в избранных видах спорта</b>	<b>70</b>
3.1. Метод дерматоглифики	75
3.2. Генеалогический метод	77
3.3. Близнецовый метод	80
3.4. Цитогенетический метод. Половой хроматин	81
3.5. Популяционно-статистический метод	81
Литература	82



*Редактор: И. Ахмедов*  
*Техник редактор: Ш. Исмаилов*

Подписано в печать 12.12.14. Формат бумаги 60x84 1/16.  
Объем 5,25 физ. печ. л. Договор № 43-14. Тираж 100 экз. Заказ № 115.

Издательско-полиграфический отдел УзГНФК, 100052, Ташкент,  
ул. Аккурганская, 2.

Типография УзГНФК, 100052, Ташкент, ул. Аккурганская, 2.