

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Мозырский государственный педагогический университет  
имени И. П. Шамякина»

В. Ю. Давыдов, В. В. Шантарович, Е. Г. Каллаур, А. В. Шантарович

ТЕХНОЛОГИЯ ОТБОРА И ОРИЕНТАЦИИ  
ГРЕБЦОВ  
НА БАЙДАРКАХ И КАНОЭ В СИСТЕМЕ  
МНОГОЛЕТНЕЙ ПОДГОТОВКИ

*Рекомендовано УМО по образованию в  
области физической культуры*

В двух частях

Часть 2

Мозырь  
МГПУ им. И. П. Шамякина 2015

УДК 797.122(072)

ББК 75.717.7

Т38

**Авторы:**

Давыдов В.Ю., доктор биологических наук, профессор;

Шантарович В.В., доцент, заслуженный тренер Республики Беларусь;

Каллаур Е.Г., кандидат медицинских наук, доцент;

Шантарович А.В., главный тренер НК по гребле на байдарках и каноэ Республики Казахстан

**Рецензенты:**

Масловский Е.А., доктор педагогических наук, профессор

Нарскин Г.И., доктор педагогических наук, профессор

**Технология отбора и ориентации гребцов на байдарках и**

**Т38 каноэ в системе многолетней подготовки : пособие : в 2 ч. / В. Ю.**

**Давыдов [и др.] – Мозырь : МГПУ имени И. П. Шамякина,**

**2015. – Часть 2. – 320 с.**

**ISBN 978-985-477-560-9.**

Во II части пособия подробно показан вариант отбора в греблю на байдарках и каноэ с учетом функционального состояния человека. Определены аспекты управления тренировочным процессом на основе изучения функционального состояния гребцов на байдарках и каноэ. В приложении представлены методы оценки функционального состояния и возможности осуществления селекции спортсменов гребцов с использованием современных аппаратных средств; представлен перечень медицинских противопоказаний к занятиям спортом. Для подготовки студентов профильных специальностей приводятся вопросы для самоконтроля, даются примеры лабораторных работ.

**УДК 797.122(072)**

**ББК 75.717.7**

**ISBN 978-985-477-560-9 (ч. 2)**

**ISBN 978-985-477-558-6**

© УО МГПУ им. И. П. Шамякина, 2015

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ .....</b>	<b>5</b>
<b>I ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ</b>	
<b>СПОРТСМЕНОВ</b>	
(Е.Г. Каллаур, В.В. Шантарович, В.Ю. Давыдов) .....	6
1.1 Общие принципы оценки функционального состояния гребцов на байдарках и каноэ при селекционном отборе .....	8
1.1.1 Методики тестирования общей физической работоспособности .....	12
1.2 Особенности оценки функционального состояния юных гребцов на байдарках и каноэ .....	21
1.2.1 Исследование нервной системы .....	22
1.2.2 Исследование функционального состояния системы внешнего дыхания .....	33
1.2.3 Исследование функционального состояния сердечно-сосудистой системы .....	39
1.2.4 Алгоритм обследования сердечно-сосудистой системы юных гребцов на байдарках и каноэ .....	57
1.2.5 Оценка вегетативного гомеостаза юных спортсменов и разработка критериев отбора в греблю на байдарках и каноэ .....	61
1.3 Особенности оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы квалифицированных гребцов на байдарках и каноэ .....	78
1.4 Анализ состояния нервно-мышечного аппарата квалифицированных гребцов на байдарках и каноэ .....	89
1.4.1 Анализ нервно-мышечной проводимости .....	95
1.5 Оценка эргометрических и энергетических показателей .....	103
1.6 Методика использования стационарной и мобильной аппаратуры для получения индивидуальных функциональных параметров спортсмена .....	113
1.7 Биохимический контроль тренировочных и соревновательных нагрузок гребцов на байдарках и каноэ .....	118
1.8 Комплексная оценка функционального состояния спортсменов .	123

1.8.1	Безнагрузочное тестирование функционального состояния спортсменов с помощью «Системы интегрального мониторинга «СИМОНА 111» .....	126
1.8.2	Оценка функционального состояния гребцов на байдарках и каноэ в условиях тренировочных и соревновательных нагрузок .....	131
1.9	Теоретические предпосылки оценки и моделирования функционального состояния спортсменов .....	137
1.9.1	Оценка показателей функционального состояния спортсменов в баллах .....	141
1.9.2	Принципы отбора юных спортсменов в греблю на байдарках и каноэ .....	143
1.9.3	Психофизиологические критерии отбора .....	146
1.10	Заключение по разделу.....	149

## **II СИСТЕМА МНОГОЛЕТНЕЙ ПОДГОТОВКИ ГРЕБЦОВ**

	<b>НА БАЙДАРКАХ (В.В. Шантарович, А.В. Шантарович) .....</b>	<b>150</b>
2.1	Система многолетней подготовки гребцов на байдарках в структуре олимпийского цикла .....	152
2.1.1	Педагогический контроль (тестирование) .....	162
2.1.2	Система отбора юных спортсменов как составная часть подготовки спортсменов .....	166
2.2	Спортивная ориентация и ее физиологические критерии .....	196
2.3	Прогнозирование успешности спортсмена .....	198

## **III УПРАВЛЕНИЕ ТРЕНИРОВОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ**

	<b>НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ГРЕБЦОВ НА БАЙДАРКАХ (В.В. Шантарович, А.В. Шантарович) .....</b>	<b>200</b>
--	---	------------

3.1	Структура специальной физической подготовленности гребцов на байдарках .....	202
3.2	Особенности спортивной подготовки высококвалифицированных гребцов .....	208
3.3	Средства и методы подготовки гребцов на байдарках на этапе высшего спортивного мастерства .....	214

	<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>219</b>
--	-------------------------	------------

	<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>226</b>
--	--------------------------------	------------

	<b>ПРИЛОЖЕНИЯ .....</b>	<b>240</b>
--	-------------------------	------------

## ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АД – артериальное давление  
АП – адаптационный потенциал  
ВИК – вегетативный индекс Кердо  
ВНС – вегетативная нервная система  
ВОЗ – всемирная организация здравоохранения Вт  
– ватт  
ДЮСШ – детско-юношеская спортивная школа  
ИСИ – индекс состояния инотропии  
ИСМ – индекс сократительной способности миокарда  
ЖЕЛ – жизненная емкость легких  
КД – кислородный долг  
КИД – конечный диастолический индекс мин  
– минута  
мм рт. ст. – миллиметры ртутного столба  
МПК – максимальное потребление кислорода  
ПАНО – порог анаэробного обмена  
СИ – сердечный индекс СОД –  
система органов дыхания с –  
секунда  
ССС – сердечно-сосудистая система уд/мин  
– удары в минуту  
УИ – ударный индекс  
УИРЛЖ – ударный индекс работы левого желудочка  
ФВ – фракция выброса левого желудочка  
ФСО – функциональное состояние организма ЦНС  
– центральная нервная система  
ч – час  
ЭКГ – электрокардиограмма  
DO<sub>2</sub>I – индекс доставки кислорода PEP – время  
изоволевического сокращения рН – коэффициент  
кислотно-основного состояния  
O<sub>2</sub> – кислород  
VET – время изгнания левого желудочка

$VO_2 \max$  – максимальное потребление кислорода

## **I ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНОВ**

В современном спорте высших достижений, основанном на функционировании всех систем организма в зоне абсолютных физиологических пределов, совершенствование процесса подготовки и отбора спортсменов мирового уровня требуют изучения и управления механизмами адаптации к динамическим физическим нагрузкам. Не только на уровне организма, но и на молекулярном уровне с целью повышения резервных функциональных возможностей организма, для достижения высокого спортивного результата.

Отбор спортсменов в спорт высших достижений и дальнейший контроль их *функционального состояния* требует проведения этапного контроля и лонгитудинального мониторингования состояния спортсмена. Наиболее достоверно оценить потенциальные возможности спортсменов в достижении высоких спортивных результатов можно только при индивидуальном подходе к каждому спортсмену, в зависимости от вида тренировочных и соревновательных нагрузок. В видах спорта, связанных с проявлением выносливости (плавание, гребля, велосипедный спорт, лыжные гонки, бег на средние и длинные дистанции и др.), преимущественно исследуют показатели, характеризующие состояние сердечнососудистой и дыхательной систем, обменных процессов.

В скоростно-силовых видах спорта, где главной задачей является умение проявлять кратковременные мышечные напряжения (спринтерские дистанции, легкоатлетические прыжки и метания, тяжелая атлетика, отдельные дисциплины велосипедного, конькобежного спорта, плавания и др.), как средства контроля используют показатели, характеризующие состояние нервно-мышечного аппарата, скоростно-силовых компонентов двигательной функции, которые проявляются в специфических тестовых упражнениях. Исследуются психологические и психофизиологические показатели.

В видах спорта, где спортивные достижения преимущественно обусловлены деятельностью анализаторов, подвижностью нервных

процессов, которые обеспечивают точность, размеренность движений во времени и пространстве (гимнастика, акробатика, фигурное катание, прыжки в воду, все виды спортивных игр, стрельба и др.), в процессе контроля используют широкий комплекс показателей. Они характеризуют точность воспроизведения временных, пространственных и силовых параметров специфических движений, способность к обработке информации и быстрому принятию решений, эластичность скелетных мышц, подвижность суставов, координационные возможности.

Гребля на байдарках и каноэ относится к циклическим видам спорта. Для повышения скорости передвижения в лодке необходимо взаимодействие двух составляющих: механической стоимости работы и способности организма генерировать и поставлять энергию к работающим мышцам. Для увеличения средней скорости передвижения механическая стоимость должна быть минимальной, а скорость генерации и поставки энергии – максимальной. Если уменьшение механической стоимости передвижения зависит от уровня техники движения спортсмена и качества экипировки, то скорость генерации и поставки энергии работающим мышцам обусловлена функциональными возможностями организма. Следовательно, именно функциональное состояние организма спортсмена и является ведущим критерием отбора спортсмена в элиту гребли.

Адаптация *сердечно-сосудистой системы* к физической нагрузке у гребцов представляет собой основной лимитирующий фактор, влияющий на интенсивность и длительность реакций целостного организма, а также скоростно-силовые качества и выносливость [330]. Более 90% случаев внезапной смерти в профессиональном спорте связано с патологией сердца. Наиболее частые причины – структурные изменения сердца (кардиомиопатии), пороки развития коронарных артерий, воспалительные заболевания сердца (миокардиты), т.е. заболевания, которые могут быть выявлены на этапе предварительного обследования. Своевременное выявление «немой» сердечно-сосудистой патологии могло бы предотвратить возникновение угрожающих жизни состояний у профессиональных спортсменов [331].

Лимитирующими факторами для успешности тренировочной и соревновательной деятельности гребца являются также состояние опорно-двигательного аппарата, уровень нервно-мышечной

проводимости, состояние центральной и периферической нервной системы, функции систем, обеспечивающих энергетический потенциал организма. Наследственные составляющие перечисленных качеств важны для ранней диагностики предрасположенности юного спортсмена к профессиональной деятельности. Таким образом, рекомендуемые нами генетическое тестирование и методы оценки функционального состояния организма (безнагрузочное и нагрузочное тестирование) могут быть положены в основу алгоритма обследования спортсменов. Рекомендуемый перечень диагностических исследований применим при отборе в спорт высших достижений, в том числе в циклические его виды и, в первую очередь, в греблю на байдарках и каноэ.

### **1.1 Общие принципы оценки функционального состояния гребцов на байдарках и каноэ при селекционном отборе**

С целью повышения эффективности селекционного отбора проводится динамическое наблюдение за состоянием здоровья и уровнем функциональной подготовленности организма атлетов на всех этапах подготовки спортсменов [2].

Оценка функционального состояния организма – важный этап любого диагностического исследования. Медицинское обследование в условиях мышечного покоя не является достаточным для спортсменов, требуется также нагрузочное тестирование [3].

*Цели функциональной диагностики у спортсменов:*

- оценка уровня и качества здоровья;
- оценка текущего функционального состояния и адаптационных резервов;
- профессиональный отбор;
- индивидуализация двигательного режима, выбор оптимальных нагрузок, построение индивидуальной программы тренировки.

*Определение и оценка физической работоспособности:* □ выявление ранних признаков физического перенапряжения и состояния перетренированности;

- оценка эффективности индивидуальной оздоровительной программы.



Основой функционального исследования организма юных спортсменов-гребцов является определение и оценка физической работоспособности, кислородное обеспечение физической активности, а также соотношение аэробных и анаэробных механизмов энергообеспечения мышечной деятельности.

В функциональной диагностике важно проведение *функциональных проб (ФП)*. ФП – это нагрузки, задаваемые спортсмену, для определения функционального состояния и резервных возможностей какого-либо органа, системы или организма в целом, а так же и мониторинг состояния организма в покое.

*Общие требования, предъявляемые к функциональным пробам и методам без нагрузочного тестирования:*

*ФП должны быть:*

- безопасны для здоровья,
- специфичны для исследуемой системы, □ адекватны возможностям исследуемой системы, □ точно дозированы.

***Виды функциональных проб:***

Выделяют функциональные пробы для оценки состояния *сердечно-сосудистой системы, системы органов дыхания (СОД), центральной нервной системы, вегетативной нервной системы, опорно-двигательного аппарата (ОДА)*.

*По применяемым факторам различают:*

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

*Пробы с физической нагрузкой классифицируют по:*

- 1) характеру выполнения физической нагрузки: □ динамические, статические; 2) типу нагрузки:

- бег, приседания, подскоки;

- нагрузка на велоэргометре;
  - нагрузка на тредмиле;
  - нагрузка на гребном тренажере и т.д.
- 3) интенсивности выполнения нагрузки:
- максимальной интенсивности,
  - субмаксимальной интенсивности,  умеренной интенсивности;
- 4) времени регистрации показателей:
- рабочие,
  - послерабочие;
- 5) степени сложности выполнения:
- простые,
  - сложные;
- 6) комбинации видов нагрузки в пробе:
- простые,  комбинированные;
- 7) по количеству «подходов» в пробе:
- одномоментные (Мартине),
  - двухмоментные (PWC170),  многомоментные (проба Летунова);
- 8) по виду задаваемой нагрузки на велоэргометре, гребном тренажере.

*Требования ВОЗ, предъявляемые к тестирующим нагрузкам:*

- должны подлежать количественному измерению;
- точно воспроизводиться при повторных тестах;
- вовлекать в работу не менее 2/3 мышечной массы и обеспечивать максимальную интенсификацию работы физиологических систем;
- быть простыми (исключать сложно координированные движения);
- обеспечивать возможность регистрации физиологических параметров во время теста.

*Проведение безнагрузочного тестирования спортсменов более рационально в силу следующих причин [4]:*

*Медицинские показатели нагрузочных проб ограничены:*

- ЧСС (пульс), ЧДД, АД, ЭКГ, кардиоинтервалограмма;
- макс. потребление кислорода (МПК или  $VO_{2max}$ );

- *активность ЦНС и вегетативной НС; □ мочевины, глюкоза, гемоглобин, лактат, АлАТ, АсАТ, ЛДГ. Недостатки диагностики ФСО с помощью нагрузочных проб [4]: □ полное тестирование занимает 2 дня, перед которым должен быть день отдыха;*
- проводится в начале и конце спортивного сезона и во время соревновательных пауз;
- не проводится специально для отбора;
- отсутствует четкое заключение об уровне спортивной формы;
- не выявляет острые и хронические болезни;
- не проводится после или во время болезни или травмы; □ для каждого вида спорта – свои нагрузочные пробы; □ ограничение возраста (15–40 лет).

*Преимущества безнагрузочного тестирования:*

- проводится в любой период годового цикла и занимает короткое время;
- безнагрузочная оценка ФСО возможна и в соревновательный период (до или после соревнований);
- универсальный метод (для любого вида спорта); □ формирует однозначное заключение об уровне спортивной формы;
- выявляет острые и хронические болезни; □ не противопоказано при болезнях или травмах; □ не имеет ограничения возраста.

При отборе юного спортсмена для занятий греблей на байдарках и каноэ используются большинство основных ФП: функциональные пробы для оценки деятельности ССС, СОД, ЦНС, ВНС, *нервно-мышечной проводимости.*

Для определения динамики функциональной подготовленности организма на различных этапах подготовки осуществляется медикобиологический контроль, состоящий из комплекса исследований:

- антропометрические измерения;
- измерение скрининговых физиологических показателей: артериального давления и пульса в покое и после нагрузки;

– клинико-биохимические исследования крови (общий анализ крови; оценка состояния метаболизма миокарда, печени, скелетной мускулатуры; определение показателей углеводного, жирового и белкового обмена веществ);

– оценка внешних признаков физического и психоэмоционального утомления во время нагрузки и в период восстановления;

– оценка психологических и психофизиологических особенностей спортсменов в цикле подготовки;

– экспресс-диагностика функциональной подготовленности на программно-аппаратном комплексе («Полиспектр»); по результатам оценки вариабельности сердечного ритма дается комплексное заключение о состоянии тренированности; уровне адаптации сердечно-сосудистой системы к выполняемым физическим и психоэмоциональным нагрузкам; уровне энергетического обеспечения сердца; психоэмоциональном состоянии и активности; функциональной подготовленности организма – спортивной форме [3];

– комплексная диагностика *ФСО* спортсменов (в покое – на аппарате «СИМОНА111», на тренировке – с использованием аппаратного обеспечения *Firstbeat Bodygard*). В цикле подготовки, 2–3 раза в год – проведение эргоспирометрии на гребных тренажерах «Dansprint» (для байдарки и каноэ), электронной миографии, морфофункциональных, психологических и психофизиологических исследований.

Проведение медико-биологического контроля спортивной подготовки по выбранной схеме позволяет получить достоверную информацию о динамике функциональной подготовленности и своевременно выявить признаки нарушения процессов адаптации организма к спортивным нагрузкам, осуществить отбор. Но наиболее полное представление о *ФСО* спортсмена-гребца можно получить только на этапе совершенствования спортивного мастерства.

Тренерскому совету, составу научного сопровождения крайне важно иметь объективную информацию об уровне *ФСО* в любой период тренировочного и соревновательного периода, но особенно при отборе молодых спортсменов. Существует острая необходимость в такой технологии оценки *ФСО*, которая бы позволила максимально точно осуществить отбор перспективного атлета [4].

### 1.1.1 Методики тестирования общей физической работоспособности

В настоящее время для определения *общей физической работоспособности* спортсменов наиболее широко используют три пробы: *PWC170*, *Гарвардский степ-тест* и *тест Новакки*.

*Проба PWC170 в модификации В.Л. Карпмана* [20]

Модификация В.Л. Карпмана предполагает выполнение двух нагрузок возрастающей мощности (продолжительность каждой – 5 мин) с интервалом отдыха – 3 мин. Определение физической работоспособности путем расчета величин *PWC 170* по методике В.Л. Карпмана дает надежные результаты при выполнении следующих условий:

- пробу выполняют без предварительной разминки;
- длительность каждой из нагрузок должна быть равной 4–5 мин, чтобы сердечная деятельность достигла устойчивого состояния;
- между нагрузками обязателен 3-минутный перерыв;
- для получения сопоставимых результатов при динамических наблюдениях пробу со специфическими нагрузками необходимо проводить, по возможности, в аналогичных внешних условиях и с использованием одного и того же спортивного инвентаря.

При выборе мощности 1-й нагрузки в данной модификации пробы *PWC 170* следует учитывать массу тела и предполагаемый уровень общей физической работоспособности обследуемого. В конце каждой нагрузки регистрируют ЧСС.

При определении показателя *PWC 170* в степ-эргометрической пробе следует иметь в виду, что предельно допустимая высота ступеньки составляет 0,5 м, а наибольшая частота восхождений – 30 раз в минуту. При необходимости – увеличение мощности нагрузки может быть достигнуто за счет искусственного отягощения.

Оценку полученных данных проводят на основании относительных величин показателя *PWC170*, которые рассчитывают как частное от деления абсолютных значений (кгм/мин или Вт/мин) на килограмм массы тела (кгм/мин на килограмм или Вт/мин на килограмм).

Существуют методики проведения *пробы PWC 170 со специфическими нагрузками*. При проведении *пробы с циклическими нагрузками* регистрируют два показателя: *скорость движений и ЧСС. Гарвардский степ-тест*

Обследуемому спортсмену предлагают выполнить мышечную работу в виде восхождений на ступеньку с частотой 30 раз в минуту. Продолжительность нагрузки и высота ступеньки зависят от пола, возраста и антропометрических данных. Темп движений задают метрономом, с частотой – 120 в минуту. Подъем и спуск состоят из четырех движений, каждому из которых, соответствует один удар метронома:

- испытуемый ставит на ступеньку одну ногу;
- затем ставит на ступеньку другую ногу;
- опускает на пол ногу, с которой начал восхождение;
- опускает на пол другую ногу.

В момент постановки обеих ног на ступеньку колени должны быть выпрямлены, а туловище – находиться в строго вертикальном положении. Руки во время прохождения теста выполняют обычные для ходьбы движения. Регистрацию ЧСС после выполненной нагрузки осуществляют в положении сидя в течение первых 30 с, на 2-й, 3-й и 4-й минутах восстановления. Гарвардский степ-тест целесообразно использовать у спортсменов не моложе 15–16 лет.

#### *Тест Новакки*

Используется для прямого определения *общей физической работоспособности* у действующих спортсменов. В основе теста – определение времени, в течение которого испытуемый способен выдерживать физическую нагрузку, ступенчато возрастающей мощности.

Нагрузку выполняют на велоэргометре, подбирают строго индивидуально и выражают в ваттах на килограмм массы тела – Вт/кг (1 Вт = 6 кгм/мин). Испытуемому предлагают выполнить на велоэргометре работу, исходная мощность которой составляет 1 Вт/кг. Через каждые 2 мин педалирования мощность нагрузки увеличивают на 1 Вт/кг, до отказа. При тестировании должны соблюдаться все меры предосторожности, как и при любой пробе с предельными нагрузками. Для более точной оценки функциональной готовности спортсмена необходима регистрация продолжительности работы до отказа в секундах.

**Функциональное тестирование энергетического потенциала организма.** В целях тестирования энергетического потенциала организма спортсменов используют шесть видов испытаний:

- ступенчато возрастающей нагрузки,
- на удержание критической мощности,
- однократной предельной работы,
- повторной предельной работы,
- максимальной анаэробной мощности, □ повторной нагрузки максимальной мощности.

*Проба со ступенчато возрастающей нагрузкой*

Данный тест предназначается для комплексной оценки максимума *аэробной и анаэробной способности* спортсменов. В качестве тестирующей нагрузки обычно используют работу на велоэргометре или гребном тренажере у гребцов с постепенно или ступенчато возрастающей интенсивностью.

Для исследования параметров *аэробной производительности* рекомендуются следующие рамки теста и график мероприятий:

- максимальный тест должен проводиться только после осмотра спортсмена врачом, которому знаком процесс и специфический протокол, который будет использоваться;

- цель и процедуры теста, задачи тестирования и критерии его окончания в доступной форме сообщаются спортсмену;

- на теле спортсмена закрепляют систему для контроля ЧСС;

□ начальная скорость составляет от 7 до 9,2 км/ч.

Увеличение скорости происходит через равные промежутки времени: при использовании постепенно повышающейся мощности – на 0,1 км/ч каждые 10 с, а при использовании ступенчатого протокола повышения нагрузки – каждые 3 мин на 1,8 км/ч.

Работа на велоэргометре начинается с нагрузки в 60–90 Вт, а увеличение нагрузки обычно составляет 30–60 Вт каждые 2–3 мин. Частота педалирования поддерживается постоянной в пределах 60–90 об/мин.

Обычно допускается восстановление ЧСС до значений менее 120 в 1 мин (или более продолжительное, по желанию спортсмена).

Применяется устройство для сбора выдыхаемого воздуха (мундштук или маска; обычно его подвешивают или держит техник), и тест начинается при начальной рабочей нагрузке.

Сбор проб выдыхаемого воздуха осуществляется непрерывно в процессе всего теста. Спортсмену рекомендуют завершить тест умеренной нагрузкой при меньшем сопротивлении и скорости в течение нескольких минут, до достижения начала восстановления. Если показатели для постепенно повышающейся скорости гребли не вычисляются автоматически во время нагрузки, они должны быть выполнены в этот момент, чтобы можно было определить плато в значении *МПК*.

При составлении протокола теста должны учитываться следующие критерии:

- начальная интенсивность работы должна быть достаточно низкой, чтобы служить в качестве разминки. Начало работы с высокой интенсивностью – риск того, что образование окислительной энергии не успеет повыситься до максимальной интенсивности, прежде чем накопление лактата или другие факторы не форсируют прекращение нагрузки;

- степень увеличения постепенно возрастающей работы должна быть незначительной, во избежание чрезмерного повышения лактата и локального утомления мышц, но достаточной, чтобы общее время теста не продолжалось до точки, в которой истощение субстрата, повышенная температура тела, общее беспокойство, физический дискомфорт – форсируют прекращение работы еще до достижения *МПК*;

- необходимо, чтобы режим нагрузки по интенсивности, сопротивлению, используемой массе мышц и амплитуде движения близко воспроизводил соревновательную деятельность спортсмена. Любой отход от этого идеала вызывает измерения аэробной мощности с учетом ткани, которая либо не используется, либо используется иначе, чем в соревновании, и обеспечивает, в лучшем случае, скорее относительные, чем специфические показатели. Однако в некоторых случаях даже неспецифическое тестирование может быть ценным при оценке аэробных характеристик;

- необходимо также, чтобы постепенное повышение рабочей нагрузки не вызывалось способом, который изменяет режим нагрузки во время проведения теста до такой степени, чтобы существенно изменялся состав групп мышц при нагрузке или изменялась эффективность работы.

*Проба на удержание критической мощности*



Данная проба также ориентирована на комплексную оценку аэробного и анаэробного потенциала организма. При проведении теста используют результаты определения критической мощности (скорости) в тесте ступенчато возрастающей нагрузки. Регламентом тестирования предусматривается выполнение до отказа упражнения на критической скорости, после стандартной 10-минутной разминки и 4-минутного интервала отдыха.

Забор проб выдыхаемого воздуха осуществляют на протяжении всего периода выполнения упражнения. ЧСС регистрируют также постоянно в течение всей работы. Забор проб крови для определения концентрации лактата проводят на 1-й и 3-й минуте восстановления, а также в зависимости от протокола.

Лабораторные измерения анаэробной мощности и емкости в большинстве своем предназначены для тех спортсменов, от которых специфика видов спорта требует значительного вклада в энергообеспечение алактатными и лактатными путями, для гребцов в том числе.

#### *Тест Конкони*

В основе теста Конкони лежат результаты исследовательских работ, показавших закономерность изменения концентрации лактата в крови и ЧСС при ступенчатом увеличении интенсивности физической нагрузки. Значение ЧСС, при котором исчезает прямолинейная зависимость между приростом сердечного ритма и интенсивностью физической нагрузки, называется точкой отклонения, и она соответствует анаэробному порогу (концентрация лактата около 4 ммоль/л).

Чем большему значению ЧСС соответствует точка отклонения, тем выше уровень анаэробного порога спортсмена (ПАНО). У хорошо тренированных спортсменов значение точки отклонения может быть на 5–20 пунктов ниже максимального значения показателя ЧСС. У нетренированного человека значение точки отклонения ниже максимальной величины ЧСС на 20–30 уд/мин. Чем выше тренированность спортсмена, тем выше значение точки отклонения и анаэробного порога.

Для определения точки отклонения ЧСС, соответствующей анаэробному порогу, спортсмен должен выполнить контрольную нагрузку. После окончания теста его результаты анализируются с помощью несложной математической обработки. Программное

обеспечение монитора сердечного ритма (например, *POLAR*) позволяет на основе данных, перенесенных из монитора сердечного ритма в персональный компьютер, автоматически определить значение ЧСС, которой соответствует точка отклонения и, соответственно, – определить анаэробный порог.

Преимуществом метода Конкони служит то, что он легко воспроизводим и дает возможность регулярного контроля уровня анаэробного порога и тренированности спортсмена. Для получения объективной информации необходимо строго придерживаться методики осуществления теста Конкони.

### ***Кратковременные анаэробные тесты***

Продолжительность кратковременных анаэробных тестов обычно составляет около 10 с или менее. Они предназначены для оценки алактатной анаэробной мощности и емкости мышц, вовлекаемых в работу.

#### ***Тест на лестнице Маргариа***

Для проведения теста необходима лестница (ступеньки 175 мм в высоту) и два переключающих устройства (на основе фотоэлементов или др.), соединенных с таймером (чувствительность – 0,01 с). Испытуемый спортсмен находится на расстоянии 2 м от лестницы и по сигналу бежит с максимальной скоростью через две ступеньки вверх по лестнице. Переключающие устройства расположены на 8-й и 12-й ступеньках, где осуществляется выполнение 4-го и 6-го шагов.

Результаты рассчитываются по следующей формуле:

$$P=(W*9,8*D)/T,$$

где  $P$  – алактатная мощность, Вт;

9,8 – нормальное ускорение тяготения, мс/2;

$W$  – масса тела испытуемого, кг;  $D$  – вертикальная высота между первым и вторым переключающими устройствами, м;  $T$  – время от 1-го до 2-го переключающего устройства, с.

Тест может проводиться с увеличением и без увеличения веса.

#### ***Тест максимальной анаэробной мощности***

Данный тест предназначается для избирательной оценки алактатной анаэробной мощности. Он заключается в выполнении кратковременного взрывного усилия в течение 5–10 с. В этом временном интервале основным источником энергии служит алактатный анаэробный процесс. В качестве стандартизированных лабораторных процедур используют работу на велоэргометре

(например, *Monark*) с максимальной мощностью. Фотоэлемент регистрирует каждую треть вращения маховика и ретранслирует данные на микропроцессор. Потенциометр соединен с механизмом регулировки нагрузки на велоэргометре и регистрирует рабочую нагрузку. Электрическая система синхронизации контролирует вход в микропроцессор; вычисляется общая работа, выполняемая каждую секунду.

Испытуемый должен:

- всегда педалировать в положении сидя;
- по первому сигналу педалировать со скоростью 70 об/мин;
- по команде «старт» – педалировать максимально быстро в течение 10 с. В процессе теста испытуемый получает сильную словесную стимуляцию.

Мощность работы регистрируется в джоулях или в джоулях на килограмм массы тела. Выход мощности в ваттах или в ваттах на килограмм массы тела вычисляется как наиболее высокая работа за 1 с. Может быть использован также показатель (индекс) утомления, или понижения мощности, определяемый как отношение мощности за последнюю секунду к мощности той секунды работы, где отмечалась наибольшая мощность.

*Тест повторной нагрузки максимальной мощности*

Тест ориентирован на избирательную оценку *алактатной анаэробной емкости*. Программа тестирования предусматривает повторение до отказа кратковременных упражнений максимальной мощности через постоянные интервалы отдыха, недостаточные для восстановления алактатных анаэробных резервов в работающих мышцах. В работе на велоэргометре этому режиму соответствует повторное выполнение 10-секундных упражнений максимальной мощности и через 30-секундные интервалы отдыха. В качестве количественной оценки *алактатной анаэробной емкости* обычно используют показатели общего числа повторений упражнения на максимальной мощности или общего количества работы, выполненной до момента снижения максимальной мощности.

*Максимальные изокинетические тесты*

Любой из доступных в настоящее время изокинетических эргометров можно использовать при разработке тестов

*кратковременной анаэробной рабочей производительности* в соответствии со специфическими требованиями конкретного вида спорта.

В соответствующих условиях можно оценивать кратковременную анаэробную мощность и емкость заданной группы мышц. Максимальная мощность, общий выход работы за всю продолжительность теста и различные показатели утомления или уменьшения мощности за время теста можно вычислять в соответствии с конкретными требованиями.

#### *Промежуточные анаэробные тесты*

Промежуточные анаэробные тесты обычно продолжаются в течение 20–50 с. Тесты рассчитаны, главным образом, на оценку *лактатной анаэробной мощности и емкости*, вовлеченных в работу мышц. На основе таких тестов можно вычислять *общий выход работы, максимальную мощность, среднюю мощность и мощность в состоянии изнеможения* или в течение последних нескольких секунд теста. Кроме того, можно получить некоторые показатели работоспособности, умения поддерживать мощность в состоянии утомления.

Необходимо помнить, что максимальный вклад гликолиза в потребности ресинтеза АТФ – между 20-й и 35-й секундами максимальной нагрузки.

*Тесты для ног и рук* можно проводить на велоэргометре *Monark*.

Испытуемого просят педалировать с максимальной скоростью в течение 30 с. Сопротивление регулируется в течение первых 3–4 с, а затем включается секундомер и счетчик оборотов, точно на 30-секундный период.

При *тестах для рук* нагрузка сопротивления составляет примерно 4,5% массы тела, для ног – 7,5%. Обычно можно повысить эти значения, когда в тестировании участвуют специально тренированные спортсмены.

#### *Тест однократной предельной работы*

Подбор параметров тестирующего упражнения здесь должен обеспечить *максимальную интенсификацию анаэробных превращений* в работающих мышцах, *предельно высокую скорость образования кислородного долга и накопления молочной кислоты (лактата) в крови*. Этой задаче в наибольшей степени соответствует выполнение на велоэргометре в течение 1 мин предельной работы, или, так

называемый, *Вингейт-тест*, заключающийся в выполнении упражнения предельной интенсивности в течение 30 с. Результаты этих тестов идентичны и могут быть использованы в качестве валидной оценки *анаэробных возможностей* спортсмена.

Авторы данного теста рекомендовали пользоваться тремя показателями рабочей производительности: средняя мощность, определяемая как среднее количество работы за 30-секундный период; пиковая мощность, определяемая как наивысшая мощность за 5-секундный период; и показатель (индекс) утомления, определяемый как разность между пиковой мощностью и наиболее низкой 5-секундной мощностью, делимой на пиковую мощность. По общему мнению, 30-секундный тест Вингейта является надежным средством, особенно это касается показателей средней и пиковой мощности и, возможно, в меньшей степени, показателя понижения мощности во время теста.

#### *Тест повторной предельной работы*

Данный тест дает возможность избирательно оценивать *анаэробную гликолитическую емкость*. В отличие от испытания в однократном предельном усилии, при котором достигается наибольшая скорость накопления лактата, повторное (с интервалом в 1 мин) выполнение предельного упражнения позволяет прийти к наивысшим значениям концентрации лактата в крови и тканях, самым значительным сдвигам кислотно-основного равновесия и образованию максимального кислородного долга. Программа стандартизированных лабораторных испытаний предусматривает 3- или 4-кратное повторение минутных сеансов работы на велоэргометре, вызывающих полное изнеможение испытуемого (тест выполняют после 10-минутной разминки, с 5-, 10-секундными ускорениями и 4-минутного интервала отдыха). Забор проб крови для определения концентрации лактата производится на 1-й–3-й минутах восстановления. ЧСС регистрируется дважды: с 15-й по 20-ю и с 45-й по 50-ю секунды в течение каждой минуты работы.

#### *Специфические спортивные тесты*

*Анаэробные специфические тесты промежуточной длительности* используются в модификации, в соответствии с потребностями конкретного вида спорта, характеризуемого алактатным и лактатным компонентами энергообеспечения. В этих тестах можно применять те же принципы, которые лежат в основе 30-секундного *теста Вингейта*. Можно оценить пиковую мощность для

нескольких секунд работы, общую мощность для периода времени работы от 20 до 50 с работы, а также понижение мощности в процессе теста.

В гребле на байдарках и каноэ при проведении анаэробных специфических тестов промежуточной длительности, время и дистанция будут зависимыми переменными, тогда как в других видах спорта чаще всего можно вычислить работу и мощность.

#### *Продолжительные анаэробные тесты*

Длительность продолжительных анаэробных тестов от 60 до 120 с. Обычно они разрабатывались для оценки *общей анаэробной емкости* и умения поддерживать высокую мощность при наличии значительного компонента анаэробной энергии. Важно помнить, что аэробный компонент в процессе теста, продолжительностью около 2 мин, постепенно становится все более важным и доходит до точки, в которой он обеспечивает более 60% энергетических потребностей.

#### *Квебекский 90-секундный тест*

Рабочая нагрузка определяется в соответствии с массой тела (около 5%). Тест состоит из 90-секундной работы на велоэргометре, до предела. Спортсмен педалирует в положении сидя; по первому сигналу педалирует со скоростью 70 об/мин. По команде «Старт» спортсмен должен педалировать со скоростью, приблизительно 130 об/мин в течение первых 20 с, а после этого времени – максимально быстро.

Мощность (в ваттах на килограмм массы тела) вычисляется как наибольшая работа за 5 с. Вычисление мощности каждые 5 с обеспечивает оценку понижения мощности во время теста. Ценные показатели утомления можно получить с помощью отношения общего количества работы за первую треть (0–30 с) теста к общему количеству работы за вторую (31–60 с) или за третью (61–90 с) часть теста.

Не все тесты целесообразно применять на протяжении всего годичного цикла подготовки и при отборе спортсменов. В качестве *основных лабораторных контрольных испытаний при отборе* применяют:

- «тест ступенчато возрастающей нагрузки, выполняемый до отказа» (работа аэробно-анаэробной направленности);
- дозированную 30-минутную работу на уровне *ПАНО* (работа аэробной направленности);

- тест на удержание критической мощности, т.е. мощности, соответствующей максимальному потреблению кислорода (работа преимущественно анаэробной гликолитической направленности);
- тест на повторную нагрузку – 3 раза по минуте или 30 с, через минуту отдыха.

Методики тестирования специальной физической работоспособности гребцов на байдарках и каноэ описаны далее, в разделе 2.1.1.

## **1.2 Особенности оценки функционального состояния юных гребцов на байдарках и каноэ**

Еще при первичном осмотре, когда решается вопрос о допуске к занятиям спортом, врач должен дать заключение о состоянии здоровья обследуемого и определить функциональное состояние систем организма будущих спортсменов. Это позволит рекомендовать направление физической активности, вид спорта для ребенка или подростка и определить рациональную тренировочную нагрузку. Занятия спортом предъявляют высокие требования к организму спортсмена; важно своевременно диагностировать любые отклонения в деятельности систем организма и определить условия для восстановления ФСО. Эти задачи включены в план диспансеризации спортсменов, осуществляемой ежегодно, 2–4 раза в год. Скрыто протекающие заболевания являются препятствием для занятий спортом.

### **1.2.1 Исследование нервной системы**

О типе высшей нервной деятельности спортсмена судят по поведению спортсмена во время осмотра. Ровное, устойчивое настроение – свидетельство уравновешенности высшей нервной деятельности спортсмена.

О работоспособности нервной системы и длительности поддержания ее судят по настойчивости в овладении спортивными навыками, воле к победе.

О подвижности нервных процессов спортсмена судят по скорости усвоения нового, по скорости перехода от одного вида

деятельности к другому, по приспособляемости к меняющимся условиям и т.д.

При осмотре спортсмена оцениваются особенности осанки (лордоз, сколиоз, кифоз), равномерность развития мышц правой и левой половины туловища (мышечные асимметрии), наличие фибриллярных подергиваний тех или иных групп мышц. Осмотр кожи позволяет выявить нарушения в деятельности вегетативной нервной системы (повышенная потливость, цианоз кожи). Проводится исследование функций 12 пар черепно-мозговых нервов (в первую очередь, зрительного, глазодвигательного, тройничного, лицевого, слухового и вестибулярного нервов) [9].

Важную информацию о *функции зрительного анализатора* дает исследование остроты зрения, полей зрения (периферическое зрение), состояния глазного дна, цветоощущения.

Для анализа *функций зрительного и слухового анализаторов* наиболее простыми методами также являются оценка скорости реакции человека на световые и звуковые раздражители и изучение критической частоты слияния световых и звуковых сигналов.

При изучении *критической частоты слияния световых мельканий (КЧСМ)* обычно используются приборы, позволяющие изменять импульсы электрического тока от 25 до 60 Гц.

Исследование *двигательной сферы* предусматривает: □  
определение объема активных и пассивных движений во всех суставах;

- оценку состояния мускулатуры в симметричных частях тела (при осмотре, пальпации, измерении окружностей в расслабленном и напряженном состоянии);
- измерение мышечной силы и мышечного тонуса, □  
определение рефлекторной функции (сухожильные, проприоцептивные рефлексы);
- оценку координации движений.

О *рефлекторной функции* (ответной реакции на раздражение) судят по сухожильным рефлексам (локтевой, коленный, ахиллов и др.), кожным (брюшные, подошвенные) рефлексам и рефлексам со слизистых оболочек.

Отсутствие рефлекса обозначается знаком минус (–), ослабленный рефлекс обозначается знаком плюс (+), живой рефлекс обозначается двумя плюсами (++) , повышенный рефлекс обозначается



тремя плюсами (+++). Рефлексы должны быть равномерными на правой и левой стороне. Исследования их позволяют оценить изменения функционального состояния рефлекторной сферы под воздействием заболеваний (у лиц с функциональным расстройством центральной нервной системы, в частности с повышенной возбудимостью ее, наблюдается повышение сухожильных рефлексов), физических нагрузок (при выраженном утомлении сухожильные рефлексы снижаются или даже исчезают) [2–5].

*Координационная функция* нервной системы определяется взаимослаженной деятельностью коры головного мозга, подкорковых образований, мозжечка и двигательного анализатора. Под влиянием занятий спортом координация движений улучшается, однако при переутомлении или при заболеваниях нервной системы наблюдается расстройство координации движений (динамическая атаксия) и нарушение равновесия (статическая атаксия).

Изучение *координационной функции* нервной системы проводится с помощью различных проб. Так, статическая координация может быть оценена с помощью *пробы Ромберга*. Для спортсменов рекомендуются усложненные (сенсibiliзированные) пробы (*поза Ромберга 2 и 3*) (таблица 1).

Таблица 1. – Среднее время устойчивости в позе Ромберга 2 у детей, подростков и юношей, не занимающихся спортом (по данным А.Ф. Синякова с соавт.)

Возраст, лет	Время сохранения устойчивости, с	Возраст, лет	Время сохранения устойчивости, с
5	12	12	36
6	13	13	44
7	16	14	48
8	21	15	50
9	24	16	52
10	28	17	51
11	30	18	53

В позе Ромберга 2 испытуемый должен стоять так, чтобы ноги его были на одной линии, при этом, пятка одной ноги касается носка другой ноги; в остальном положение испытуемого такое же, как в

простой позе Ромберга, т.е. руки вытянуты вперед, пальцы разведены и глаза закрыты. Время устойчивости в позе Ромберга у здоровых нетренированных лиц находится обычно в пределах 30–50 с (таблица 1), при этом тремор (дрожание) пальцев рук и век отсутствует.

У квалифицированных спортсменов время устойчивости значительно больше, и может составлять 100–120 с и более.

Может быть использована еще более сложная проба, при которой испытуемый стоит на одной ноге, а стопа другой прикладывается к коленной чашке опорной ноги (поза Ромберга 3). Устойчивость в таком положении у спортсменов должна быть не менее 15 с. Покачивание, а тем более быстрая потеря равновесия, указывают на нарушение координации. Дрожание пальцев рук также свидетельствует об этом, хотя и в меньшей степени. Координационную пробу Ромберга можно применять и в процессе спортивных занятий (например, до и после занятия). Уменьшение времени выполнения пробы Ромберга наблюдается при утомлении, при длительных перерывах в занятиях спортом.

О функциональном состоянии *двигательного анализатора* можно судить на основании данных степени восприятия мышечно-суставных (проприоцептивных) раздражений, поступающих из рецепторов, расположенных в мышцах, сухожилиях, надкостнице. Определяют точность воспроизведения заданных движений (выполняется сгибание конечности в коленном или локтевом суставе под определенным углом), оценки усилий, прикладываемых к динамометру (тест выполняется с закрытыми глазами, допускается ошибка до 20%) [9].

При обследовании функционального состояния центральной нервной системы могут быть использованы словесный (ассоциативный) и корректурный эксперименты.

*Ассоциативный эксперимент*, предложенный А.Г. Ивановым-Смоленским, заключается в анализе слов-ответов испытуемого на словарераздражители экспериментатора. При этом учитывается латентный период ответов, который характеризует преобладание процесса возбуждения или торможения, а стабильность ответной реакции в течение всего эксперимента характеризует силу процесса возбуждения (по данным М.М. Круглого, латентный период ответов у спортсменов-взрядников составляет в среднем 1,7 с) [9]. Удлинение латентного периода ответов свидетельствует о слабости процесса возбуждения.

*Корректирующий эксперимент* заключается в вычеркивании одного знака или комплекса знаков за обозначенный промежуток времени. Оценивая результаты, учитывают общее количество просмотренных знаков, а также число их, просмотренное на каждой минуте эксперимента, и количество допущенных ошибок. Этот метод исследования, наряду с данными опроса, позволяет оценить силу, уравновешенность и подвижность нервных процессов.

*В вегетативной нервной системе* выделяют симпатический и парасимпатический отделы, которые оказывают противоположные влияния на функции иннервируемых ими органов (например, возбуждение симпатического отдела приводит к учащению сердцебиений, а парасимпатического – к замедлению их). Однако симпатический и парасимпатический отделы могут действовать синергически (в критической ситуации, требующей незамедлительной адаптации к неожиданным воздействиям, симпатический отдел обеспечивает быструю мобилизацию энергетического потенциала организма, его адаптацию к изменившимся условиям, а парасимпатический – активно включается в действие, если напряжение становится длительным).

При рациональных занятиях спортом отмечается оптимальное взаимодействие в деятельности симпатических и парасимпатических отделов вегетативной нервной системы, причем в покое наблюдается преобладание парасимпатических влияний, что обеспечивает экономизацию деятельности сердечно-сосудистой, дыхательной систем (замедление ЧСС, понижение АД, уменьшение частоты дыхания). Во время тренировочных занятий и сразу после них у спортсменов отмечается преобладание симпатических влияний, что способствует лучшей адаптации к нагрузкам. Если преобладание симпатических влияний (повышенная возбудимость, учащение пульса, дыхания и т.д.) имеется и в покое, это расценивается как состояние утомления (перетренированности), когда нарушается оптимальное соотношение функций симпатического и парасимпатического отделов. По мере же повышения тренированности можно отметить улучшение функционального состояния вегетативной нервной системы, а также двигательной сферы, улучшается координация их функций, что является важным условием достижения высоких результатов в спорте.

При исследовании вегетативной нервной системы используют ряд инструментальных методов исследования и специальных проб,

позволяющих установить функциональное состояние ее симпатического и парасимпатического отделов и выявить степень нарушения их взаимодействия.

*Проба на дермографизм (кожно-сосудистая реакция).* Выполняя ее, по коже проводят тупым концом металлической или деревянной палочки несколько штрихов. Через 5–15 с после раздражения в норме на коже появляется розовая полоска, при повышенной возбудимости симпатической иннервации кожных сосудов – белая, при повышенной возбудимости парасимпатической иннервации кожных сосудов – красная или выпукло-красная.

*Проба Ашнера.* При проведении пробы Ашнера подсчитывается пульс в покое за 15 с ( $f_1$ ), затем подушечками большого и указательного пальцев производятся легкие надавливания на глазные яблоки в течение 10 с с подсчетом пульса ( $f_2$ ). После прекращения надавливания на глазные яблоки продолжается подсчет пульса в течение двух 15-секундных интервалов ( $f_3$  и  $f_4$ ). Разница между значениями  $f_1$  и  $f_2$  указывает на степень замедления пульса, а величины  $f_3$  и  $f_4$  характеризуют восстановление пульса после надавливания. При нормальной возбудимости парасимпатического отдела вегетативной нервной системы пульс урежается на 6–12 уд/мин (наблюдается обычно у спортсменов с хорошим состоянием тренированности) [9]. При замедлении пульса более чем на 16 уд/мин реакция на пробу Ашнера считается усиленной. Если же пульс учащается, то говорят об извращенной реакции, а при отсутствии изменения пульса – об отрицательной реакции.

*Ортостатическая проба* дает представление о состоянии симпатического отдела вегетативной нервной системы, позволяет судить о регуляции сосудистого тонуса. Заключается ортостатическая проба в переводе тела из горизонтального положения в вертикальное или близкое к нему. При этом направление главных сосудов будет совпадать с направлением действия силы тяжести, обуславливающей возникновение гидростатических сил, затрудняющих кровообращение. При снижении адаптационной способности аппарата кровообращения может существенно страдать кровоснабжение головного мозга, что выражается в развитии так называемого ортостатического коллапса. При переходе из горизонтального положения в вертикальное затрудняется кровоток в венах нижней половины тела, что приводит к депонированию в них крови, степень которого зависит от тонуса вен. Возврат крови к сердцу значительно

уменьшается, на 20–30% может снижаться систолический выброс. Частота сердечных сокращений при этом компенсаторно увеличивается, что позволяет поддерживать минутный объем кровообращения на прежнем уровне. При нарушении функционального состояния центральной нервной системы, например при неврозе, возникает расстройство этих регуляторных воздействий и гуморальных факторов, среди которых основное влияние на сосудистый тонус оказывают катехоламины. При этом страдает приспособление функции кровообращения к воздействиям внешних раздражающих факторов, в результате может наблюдаться резкое падение венозного возврата крови к сердцу и развитие обморочного состояния.

В норме у хорошо тренированных спортсменов при ортостатической пробе систолическое давление незначительно уменьшается – на 3–6 мм рт. ст., или не изменяется, а диастолическое – повышается в пределах 10–15% по отношению к его величине в горизонтальном положении. Учащение пульса не должно превышать 15–20 уд/мин. Более выраженная реакция на ортостатическую пробу может наблюдаться у детей и подростков.

*Ортостатическая проба по Шеллону* – более активная проба, при которой испытуемый самостоятельно переходит из горизонтального положения в вертикальное и в дальнейшем стоит неподвижно. Для того, чтобы наблюдаемое при этом напряжение мускулатуры уменьшить, Стойда Ю.М. (1974) предложил изменить вертикальную позу испытуемого. Ноги испытуемого должны находиться на расстоянии одной ступни от стены, а сам испытуемый – опираться на нее спиной; под крестец подкладывается валик диаметром 12 см. При такой позе достигается более выраженное расслабление мышц. Угол наклона тела относительно горизонтальной плоскости составляет около 75°.

Для проведения пассивной ортостатической пробы необходим поворотный стол. Проводиться она может в различных модификациях, под углом наклона стола от 60 до 90°; длительность пребывания испытуемого в вертикальном положении до 20 мин [9].

При проведении ортостатической пробы обычно регистрируется *частота сердечных сокращений (ЧСС)* и *артериальное давление (АД)*; при наличии соответствующей аппаратуры исследование можно дополнить, регистрацией поликардиограммы и плетизмограммы. В норме у спортсменов ЧСС к десятой минуте ортостатического

положения увеличивается не более чем на 20 уд/мин у мужчин и 25 уд/мин у женщин (по сравнению с величиной ЧСС в положении лежа); переходный процесс для ЧСС заканчивается не позднее 3-й мин ортостатического положения у мужчин и 4-й мин – у женщин (т.е. ежеминутное колебание величины ЧСС не превышает 5%), пульсовое давление снижается не более чем на 35%; самочувствие хорошее.

При удовлетворительной ортостатической устойчивости наблюдается прирост ЧСС к 10-й мин пробы: у мужчин – до 30 уд/мин, а у женщин – до 40 уд/мин. Переходный процесс для ЧСС завершается у мужчин не позднее 5-й мин, а у женщин – 7-й мин ортостатического положения. Пульсовое давление уменьшается на 36– 60% (по отношению к положению лежа), самочувствие хорошее.

Неудовлетворительная ортостатическая устойчивость характеризуется высоким учащением пульса к 10-й мин ортостатического положения (на 30–40 уд/мин), снижением пульсового давления более чем на 50%, отсутствием устойчивого состояния для ЧСС, плохим самочувствием, бледностью лица, головокружением. Многочисленные исследования позволяют утверждать, что увеличение значений ЧСС при ортостатической пробе более 100–110 уд/мин (независимо от значения показателя исходной ЧСС в положении лежа), обычно сопровождается резким ухудшением самочувствия, появлением жалоб на сильную слабость, головокружение. Если при этом пробу не прекратить, то развивается ортостатический коллапс. Такие реакции возможны в состоянии перенапряжения, перетренированности, а также в периоде выздоровления после болезни.

Возможны и другие варианты проведения пробы. Так, после подсчета пульса в положении лежа (за 15 с, с пересчетом на 1 минуту) спортсмену предлагается плавно встать, и через 10 с после этого подсчитывается пульс за 15 с, с пересчетом на 1 минуту. В норме учащение его составляет 6–18 уд/мин (у хорошо подготовленных спортсменов – 6–12 уд/мин). Чем больше значение показателя ЧСС в вертикальном положении, тем, следовательно, выше возбудимость симпатического отдела вегетативной нервной системы.

*Определение времени двигательной реакции* (времени между действием звукового, зрительного или тактильного раздражителя и ответным движением) позволяет определить лабильность нервномышечной системы. Исследуется время простой, сложной,

специфической или неспецифической реакции. Чтобы выявить характер изменений двигательной реакции в процессе спортивных занятий, исследования должны проводиться в динамике при соблюдении одинаковых условий. С улучшением состояния тренированности время двигательной реакции уменьшается. Наиболее короткая двигательная реакция характерна для спринтеров, спортсменов игровых видов спорта, единоборств и т.д.

Определение времени двигательной реакции осуществляют при исследовании реакции нервов и мышц на раздражение электрическим током, которое наносят с помощью так называемых *хронаксиметров* (электростимуляторов). С помощью методов электродиагностики определяют реобазу (наименьшую силу постоянного электрического тока, вызывающую возбуждение) и хронаксию (минимальное время, необходимое для вызова ответной реакции, при силе тока в две реобазы). Подвижность или лабильность нервно-мышечной системы регистрируются по наличию укороченной хронаксии и уменьшению реобазы, при нарастании тренированности (особенно у спринтеров).

Для проведения исследования с целью оценки состояния двигательного анализатора изучается также сенсомоторная координация, тремор кистей, сила и выносливость отдельных мышечных групп.

При оценке *сенсомоторной координации* испытуемым предлагается провести металлическим штифтом по вырезанной фигурной щели, не касаясь краев ее. При этом касания фиксируются *импульсным счетчиком*, а их длительность – *электрическим секундомером*. Протяженность щели должна быть не менее 30 см. Соотношение диаметра штифта и ширины щели 1:2 (2 мм и 4 мм). Проба выполняется стоя, руки при этом не должны фиксироваться. Задание выполняется в течение 5 с. В состоянии высокой работоспособности испытуемые за 5 с 10–15 раз могут коснуться штифтом середины щели [9]. При утомлении увеличивается как число отклонений, так и средняя длительность касаний. Кроме того, испытуемые начинают или очень торопиться при наведении штифта (преобладание возбуждательных процессов), или, наоборот, делают это несколько медленнее (преобладание тормозных процессов).

Для оценки *тремора кистей* используется тот же прибор, что и для исследования сенсомоторной координации. Испытуемым предлагается в течение 20 с удерживать штифт посередине круглого

отверстия, не касаясь его стенок. Соотношение диаметра штифта и ширины щели 1:2 [9].

*Исследование нервно-мышечного аппарата* позволяет оценить функциональное состояние нервно-мышечного аппарата и косвенно судить о функции центральной нервной системы, в частности ее двигательного анализатора. Функциональное состояние нервно-мышечного аппарата оценивается с двух позиций: с позиции неспецифических проявлений, т.е. развития электрических явлений при естественном возбуждении и искусственном раздражении, с позиций специфических проявлений, т.е. сокращения и напряжения мышечной ткани.

При изучении нервно-мышечного аппарата практический интерес представляют исследования электровозбудимости нервов, мышц (*хронаксия*) и биотоков мышц (*электромиография*). Применяется электростимуляция мышц, определение латентного времени сокращения и расслабления мышц, максимально короткого времени мышечного сокращения, частоты мышечного сокращения, скрытого периода двигательной реакции, тонуса мышц и изучение нервно-мышечной топографии.

*Латентное время напряжения и расслабления мышц (ЛВН и ЛВР)* – показатель, значение которого заключается в определении времени между подачей сигнала к действию и началом или концом возникновения биоэлектрического возбуждения нервно-мышечного аппарата. Показатели *ЛВН* и *ЛВР* регистрируются с помощью *электромиографа (ЭМГ)*. На ленте регистрируется отметка времени, т.е. момент зажигания или угасания лампочки электромиографа. Зарегистрированное начало сигнала к действию и начало или прекращение активности нервно-мышечного аппарата являются показателями *ЛВН* и *ЛВР*.

*Латентное время напряжения и расслабления мышц у спортсменов* укорачивается по мере роста спортивной квалификации и тренированности. У квалифицированных спортсменов латентное время расслабления более короткое, чем латентное время напряжения. Небольшая физическая нагрузка ведет к укорочению, большая – к удлинению показателей *ЛВН* и *ЛВР*; при этом более значительные сдвиги обычно регистрируются по показателю *ЛВР*.

*Максимально короткое время мышечного сокращения* характеризуется способностью в максимально короткий срок произвести произвольное сокращение исследуемой мышцы. При



проведении исследования спортсмен по сигналу должен сокращать мышцу как можно быстрее (проводят несколько определений). Наиболее короткая продолжительность мышечного сокращения и отражает максимально короткое время мышечного сокращения, что характеризует способность нервно-мышечного аппарата к «взрывному» действию. У хорошо тренированных спортсменов, представителей скоростно-силовых видов спорта, это время равно 80–100 миллисекунд [9].

*Частота мышечных сокращений* – максимальное количество сокращений в единицу времени. При проведении исследования спортсмен в течение 20 с как можно чаще сокращает мышцу. Умножив число мышечных сокращений на 3, определяют частоту мышечных усилий за 1 мин. У хорошо тренированных спортсменов-ребцов число сокращений передней головки четырехглавой мышцы бедра достигает 300–350 в минуту.

*Определение мышечной топографии* дает возможность исследовать силу основных групп мышц в скрытый период двигательной реакции при различных упражнениях. Эти исследования производятся с помощью специального станка по методике А.В. Коробкова и Г.И. Черняева. Измерение силы производится с помощью электродинамометров. Сила мышц определяется в килограммах и в относительных единицах.

*Исследование мышечного тонуса* используют не только при осмотре спортсменов, но и при контроле эффективности тренировочного процесса. Тонус мышцы (упругость и твердость), обусловленный постоянным рефлекторным возбуждением, наблюдаемым как во время работы, так и в состоянии покоя мышцы, является одной из важнейших характеристик ее возможностей. Исследование мышечного тонуса необходимо проводить в одном и том же положении (обычно сидя или лежа) в симметричных точках. *Миотонометры* (электромиотонометр Ю.М. Уфлянда, миотонометр Сирмаи, миосейсмонометр В.Л. Федорова) позволяют определять сопротивление, которое оказывает мышца при погружении в нее щупа прибора (давление всегда производится с постоянной силой). Миотонометр устанавливается на середину мышцы перпендикулярно к ходу мышечных волокон. Мышечный тонус определяется сначала в покое при максимальном расслаблении мышцы (если регистрируется низкий тонус, это свидетельствует о способности мышцы к быстрым сокращениям); затем мышечный тонус исследуют при максимальном

мышечном напряжении; после чего вычисляется разность этих показателей (амплитуда), которая характеризует работоспособность мышцы и скорость течения восстановительных процессов (транспорт кислорода, питательных веществ). Продукты метаболизма лучше удаляются с током крови из размягченных мышц. В норме амплитуда мышц у спортсменов колеблется обычно в пределах 33–59 миотон. Снижению тонуса мышцы в покое способствует восстановительный массаж, повышение температуры окружающей среды и самой мышцы.

Утомление мышцы сопровождается возрастанием тонуса расслабления, снижением тонуса напряжения и уменьшением амплитуды, что свидетельствует об ухудшении ее функционального состояния. Информативность миотометрии увеличивается при динамических наблюдениях. Получаемая информация позволяет своевременно определить местное утомление и принять соответствующие меры (изменить режим тренировки, назначить соответствующие восстановительные процедуры и т.д.), что позволяет избежать предпатологических и патологических изменений в мышцах.

*Электронейромиография (ЭНМГ)* – регистрация биотоков скелетных мышц. ЭНМГ позволяет определить латентное время сокращения (время между подачей сигнала и началом возникновения возбуждения) и латентное время расслабления (время между концом сигнала и концом возбуждения), а также установить точную локализацию мышечных повреждений у спортсменов. Латентное время сокращения и латентное время расслабления мышцы укорачиваются по мере улучшения тренированности спортсмена.

Считается, что в режиме максимального произвольного напряжения у спортсменов в норме регистрируется ЭНМГ амплитудой выше 300 мкВ. Активность менее 300 мкВ свидетельствует о недостаточном развитии мышц произвольного усилия. Между силой мышц и амплитудой ЭНМГ максимального произвольного усилия имеется прямо пропорциональная зависимость [176, 192, 213].

При максимальном произвольном усилии активизируется большое количество *двигательных единиц (ДЕ)* мышцы. Часть ДЕ работает в случайном режиме, другие – синхронно. В результате этого ЭНМГ максимального произвольного усилия представляет собой результат алгебраического суммирования *потенциала действия (ПД)* огромного количества ДЕ и не позволяет в нормальных условиях

выделить ПД отдельных ДЕ. Такой вариант ЭНМГ называется интерференционной или суммарной ЭНМГ. Амплитуда интерференционной ЭНМГ используется для оценки величины усилия, развиваемого мышцей. Исследование поверхностной ЭНМГ позволяет ориентировочно оценить сократительную способность мышцы.

Помимо амплитуды, изучается микроструктура ЭНМГ, т.е. число колебаний ЭНМГ, пересекающих нулевую линию. В норме эта величина равна 40–60 колебаний в секунду.

По данным большинства исследователей, между суммарной ЭНМГ и силой, образуемой мышцами, отмечается тесная взаимосвязь [198]. Изменения средней частоты коррелируют со скоростью проведения возбуждения в мышечных волокнах и свидетельствуют о мышечном утомлении [210]. Снижение частоты, соответствующей медиане спектра мощности, в процессе работы рассматривается также как показатель утомления мышцы [208].

Наиболее высокие значения показателей средней и максимальной амплитуды зарегистрированы у гребцов по мышцам пояса верхних конечностей (*m. deltoideus*, *m. trapezius*, *m. brachioradialis*). Это, прежде всего, связано со спецификой гребли, при которой движение руки в плечевом суставе осуществляется за счет статической работы дельтовидной, над- и подостной мышц, а также верхних пучков большой грудной мышцы; значительная нагрузка приходится еще и на мышцы, закрепляющие лопатку (дельтовидную, трапециевидную и пр.).

Анализ ЭНМГ мышц пояса нижних конечностей (*m. gastrocnemius*, *m. vastus lateralis*, *m. vastus medialis*) гребцов указывает на преимущественную активизацию низкопороговых двигательных единиц, так как амплитудные характеристики имеют умеренные значения. Поэтому эти мышцы способны проявлять необходимую в гребле выносливость.

Следует отметить, что рационально построенная тренировка приводит к возрастанию функциональных возможностей органов и систем организма за счет совершенствования всего комплекса механизмов, ответственных за адаптацию. Чрезмерные нагрузки, превышающие индивидуальные адаптационные возможности человека, приводят к дезадаптации, проявляющейся в истощении и изнашивании биологических систем.

## 1.2.2 Исследование функционального состояния системы внешнего дыхания

Система внешнего дыхания обеспечивает эффективную работу всей кардиореспираторной системы. Исследование органов дыхания ведется по общепринятой клинической методике: сбор анамнеза, объективные и инструментальные методы исследования.

*Жизненная емкость легких (ЖЕЛ)* – объем воздуха, который испытуемый может выдохнуть при максимальном выдохе, после максимального глубокого вдоха. Исследование *ЖЕЛ* позволяет косвенно оценить величину площади дыхательной поверхности легких, на которой происходит газообмен между альвеолярным воздухом и кровью легочных капилляров. Чем больше *ЖЕЛ*, тем больше дыхательная поверхность, большей может быть глубина дыхания и легче достигается увеличение объема вентиляции [9].

Показатели *ЖЕЛ* зависят от спортивной специализации. Наибольшие показатели величины *ЖЕЛ* наблюдаются у спортсменов, тренирующихся преимущественно на выносливость и обладающих высокой кардиореспираторной производительностью. У гребцов величина *ЖЕЛ* может колебаться в широких пределах – от 4500 до 11000 мл у мужчин и от 3500 до 6800 мл – у женщин [170].

Для измерения *ЖЕЛ* используется *спирометр*. Измерение *ЖЕЛ* повторяют с интервалом 0,5–1 мин. При повторении двух максимальных величин измерение *ЖЕЛ* заканчивают. Полученная таким образом величина называется *фактической*. В связи с зависимостью *ЖЕЛ* от веса, роста и возраста фактическая величина может быть правильно оценена только при сравнении с должной величиной.

Предложен ряд формул, с помощью которых можно оценить *должную величину ЖЕЛ (ДЖЕЛ)*. Наиболее удобной является формула Антони: должная величина равна величине *основного обмена (ОО)* в ккал, определенному по таблицам Гарриса-Бенедикта, умноженной на коэффициент 2,6 – для мужчин и 2,3 – для женщин [170]:

$$\begin{aligned} ДЖЕЛ_{муж} &= ОО \times 2,6, \quad ДЖЕЛ_{жен} \\ &= ОО \times 2,3. \end{aligned}$$

Для детей в возрасте менее 16 лет (или росте ниже 150 см) ДЖЕЛ рассчитывается:

для мальчиков ДЖЕЛ =  $ОО \times 2,3$ , для

девочек ДЖЕЛ =  $ОО \times 2,1$ .

Для вычисления величины основного объема ( $ОО$ ), необходимой для расчета ДЖЕЛ, по таблицам Гарриса-Бенедикта находят число, соответствующее значению веса спортсмена (число «А»). В таблице «Б» в месте пересечения нужных значений возраста (в годах) и роста (в см) находят число «Б» (числа для мужчин и женщин даны в разных таблицах). Сумма чисел «А» и «Б» и есть должная величина основного обмена (таблицы 1, 2 ПРИЛОЖЕНИЯ Б).

Для выражения фактической ЖЕЛ (ФЖЕЛ) в процентах от должной величины пользуются формулой:

$ФЖЕЛ (\%) = (Фактическая ЖЕЛ / Должная ЖЕЛ) \times 100$  [170].

Функциональные пробы оценки системы внешнего дыхания  
Динамическая спирометрия – определение изменений ЖЕЛ под влиянием физической нагрузки (проба Шафранского). Определив исходную величину ЖЕЛ в покое, спортсмену предлагают выполнить дозированную физическую нагрузку – 2-минутный бег на месте в темпе 180 шаг/мин при подъеме бедра под углом 70–80°, после чего снова определяют ЖЕЛ. В зависимости от функционального состояния системы внешнего дыхания и кровообращения и их адаптации к нагрузке, ЖЕЛ может уменьшиться (неудовлетворительная оценка), остаться неизменной (удовлетворительная оценка) или увеличиться (адаптация к нагрузке хорошая). О достоверных изменениях ЖЕЛ можно говорить только в том случае, если она превысит 200 мл [9].

Проба Розенталя – пятикратное измерение ЖЕЛ, проводимое через 15-секундные интервалы времени. Результаты данной пробы позволяют оценить наличие и степень утомления дыхательной мускулатуры, что, в свою очередь, может свидетельствовать о наличии утомления других скелетных мышц. Результаты пробы Розенталя оценивают следующим образом:

- увеличение ЖЕЛ от 1-го к 5-му измерению – отличная оценка;
- величина ЖЕЛ не изменяется – хорошая оценка; □ величина ЖЕЛ снижается на величину до 300 мл –

удовлетворительная оценка;

- величина ЖЕЛ снижается более чем на 300 мл – неудовлетворительная оценка [9].

*Проба Шафранского* заключается в определении ЖЕЛ до и после стандартной физической нагрузки. В качестве последней используются подъемы на ступеньку (22,5 см высоты) в течение 6 мин в темпе 16 шаг/мин. В норме ЖЕЛ практически не изменяется. При снижении функциональных возможностей системы внешнего дыхания значения ЖЕЛ уменьшаются более чем на 300 мл.

*Гипоксические пробы* дают возможность оценить адаптацию человека к гипоксии и гипоксемии. *Проба Генчи* – регистрация времени задержки дыхания после максимального выдоха. Спортсмену предлагают сделать глубокий вдох, затем максимальный выдох. Спортсмен задерживает дыхание при зажатом носе и рте. Регистрируется время задержки дыхания между вдохом и выдохом. В норме величина пробы Генчи у здоровых мужчин и женщин, не занимающихся спортом, составляет 20–40 с и для спортсменов – 40–60 с [9]. По величине показателя пробы Генчи можно косвенно судить об уровне обменных процессов, степени адаптации дыхательного центра к гипоксии и гипоксемии и состояния левого желудочка сердца.

*Проба Штанге* – регистрируется время задержки дыхания при глубоком вдохе. Спортсмену предлагают сделать вдох, выдох, а затем вдох на уровне 85–95% от максимального значения. Закрывают рот, зажимают нос. После выдоха регистрируют время задержки. Средние величины пробы Штанге для женщин, не занимающихся спортом – 35–45 с, для мужчин, не занимающихся спортом – 50–60 с, для спортсменок – 45–55 с и более, для спортсменов – 65–75 с и более.

*Проба Штанге с гипервентиляцией.* После гипервентиляции (для женщин – 30 с, для мужчин – 45 с) проводится задержка дыхания на глубоком вдохе. Время произвольной задержки дыхания в норме возрастает в 1,5–2 раза (составляет в среднем значения для мужчин – 130–150 с, для женщин – 90–110 с) [9].

*Проба Штанге с физической нагрузкой.* После выполнения пробы Штанге в покое выполняется нагрузка – 20 приседаний за 30 с. После окончания физической нагрузки тотчас же проводится повторная проба Штанге. Время повторной пробы сокращается в 1,5–2 раза.

Лица, имеющие высокие показатели гипоксемических проб, лучше переносят физические нагрузки. В процессе тренировки, особенно в условиях среднегорья, эти показатели увеличиваются. У детей показатели гипоксемических проб ниже, чем у взрослых, и зависят от возраста.

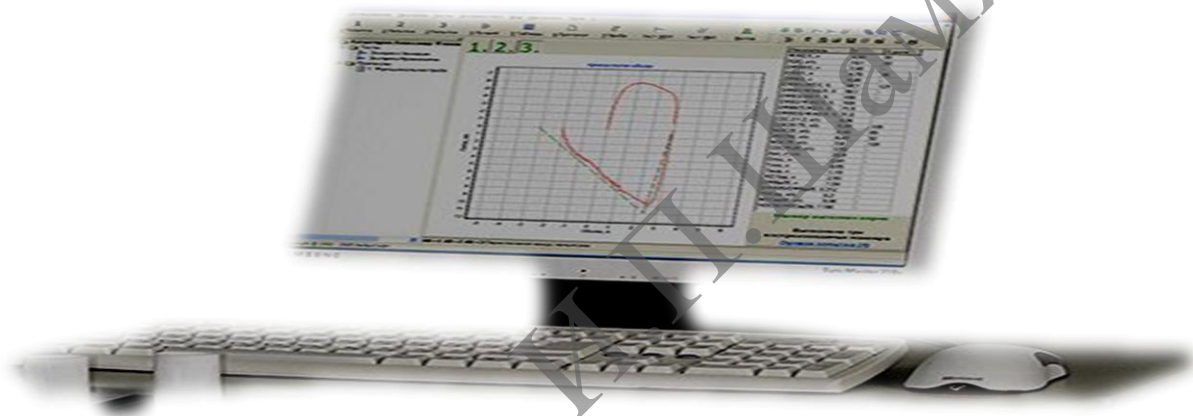
*Пневмотахометрия* – определение максимально объемной скорости потока воздуха при вдохе и выдохе. Показатели *пневмотахометрии (ПТМ)* отражают состояние бронхиальной проходимости и силу дыхательной мускулатуры. Чем шире суммарный просвет воздухоносных путей, тем меньше сопротивление, оказываемое ими потоку воздуха и тем больше его объем способен вдохнуть и выдохнуть человек при максимально форсированном дыхательном акте. От величины бронхиальной проходимости зависят энергетические траты на вентиляцию легких. При увеличении бронхиальной проходимости один и тот же объем вентиляции легких требует меньше усилий. У здоровых нетренированных людей соотношение объемной скорости вдоха к объемной скорости выдоха (мощность вдоха и выдоха) близко единице. При патологических состояниях это соотношение меньше единицы. У спортсменов мощность вдоха превышает мощность выдоха, и соотношение вдоха/выдоха достигает 1,2–1,4. Для более точной оценки бронхиальной проходимости легче пользоваться расчетом должных величин. Для расчета должной величины фактическая величина ЖЕЛ умножается на 1,24. Нормальная бронхиальная проходимость равна мощности вдоха и выдоха, т.е.  $100 \pm 20\%$  его от должной величины [9].

*Спирография* – метод комплексного исследования системы внешнего дыхания с регистрацией показателей частоты дыхания (ЧД), глубины дыхания (ГД), минутного объема дыхания (МОД), жизненной емкости легких с ее компонентами: резервный объем вдоха (РОВД), резервный объем выдоха (РОВ), дыхательный объем (ДО), форсированной ЖЕЛ (ФЖЕЛ), максимальной вентиляции легких (МВЛ) и потребления кислорода ( $PO_2$ ).

При проведении комплексной *спирометрии* показатели *пневмотахометрии* колеблются у женщин от 3,5 до 4,5 л/с; у мужчин – от 4,5 до 6 л/с. У спортсменок величины ПТМ составляют 4–6 л/с, у спортсменов – 5–8 л/с [9].

ЧД в норме в условиях покоя у взрослых практически здоровых людей колеблется от 14 до 16 дыханий в минуту. У спортсменов с ростом тренированности ЧД может уменьшаться и составлять от 8 до 12 в минуту, у детей – несколько больше.

Наиболее точно функцию внешнего дыхания определяют с помощью аппаратного комплекса «Спиро-Спектр» компании «Нейрософт» методами спирографии и петля поток – объем форсированного выдоха (ОФВ), с целью динамического исследования функции внешнего дыхания. Прибор и программное обеспечение, разработаны с учетом рекомендаций Американского торакального общества (ATS) (рисунок 1).



**Рисунок 1. – Компьютерный спирометр «Спиро-Спектр» «Нейрософт»**

*Дыхательный объем (ДО)* также измеряется при равномерном спокойном дыхании. Величина *ДО* равна примерно 10% емкости легких или 15–18% ЖЕЛ и составляет у взрослых 500–700 мл, у спортсменов – *ДО* возрастает и может достигать 900–1300 мл [9].

*МОД (легочная вентиляция)* представляет собой произведение *ДО* на ЧД в 1 мин (при равномерном дыхании равной глубины). В покое в условиях нормы эта величина колеблется от 5 до 9 л/мин. У спортсменов его величина может достигать 9–12 л/мин и более [9].

Важно, чтобы возрастание величины *МОД* у спортсменов происходило за счет глубины, а не частоты дыхания, что не приводит к избыточному расходу энергии на работу дыхательной мускулатуры.



Иногда увеличение *МОД* в покое может быть связано с недостаточным восстановлением после тренировочных нагрузок.

*Резервный объем вдоха (РОВД)* – объем воздуха, который исследуемый может вдохнуть при максимальном усилии, вслед за обычным вдохом. В покое этот объем примерно равен 55–63% *ЖЕЛ* [9]. Этот объем в первую очередь используется для углубления дыхания при нагрузке и определяет способность легких к дополнительному их расширению и вентиляции.

*Резервный объем выдоха (РОВ)* – объем воздуха, который исследуемый может выдохнуть при максимальном усилии вслед за обычным выдохом. Его величина колеблется от 25 до 32,5% от величины *ЖЕЛ*, в зависимости от положения тела [9].

*Форсированная ЖЕЛ или проба Тиффно-Вотчела* – максимальный объем воздуха, который можно выдохнуть за 1 с. При определении этой величины из положения максимального вдоха испытуемый делает максимально форсированный выдох. Рассчитывается этот показатель в мл/с и выражается в процентах от величины *ЖЕЛ*. У здоровых лиц, не занимающихся спортом, этот показатель колеблется от 75 до 85% *ЖЕЛ* [9]. У спортсменов этот показатель может достигать больших значений при одновременном увеличении *ЖЕЛ* и *ФЖЕЛ*: их процентные соотношения изменяются незначительно. *ФЖЕЛ* ниже 70% указывает на нарушение бронхиальной проходимости.

*Максимальная вентиляция легких (МВЛ)* – наибольший объем воздуха, вентилируемый легкими за 1 мин при максимальном усилении дыхания за счет увеличения его частоты и глубины. *МВЛ* относится к числу показателей, которые наиболее полно характеризуют функциональную способность системы внешнего дыхания. На величину *МВЛ* влияют *ЖЕЛ*, сила и выносливость дыхательной мускулатуры, бронхиальная проходимость. Кроме того, *МВЛ* зависит от возраста, пола, физического развития, состояния здоровья, спортивной специализации, уровня тренированности и периода подготовки. В норме у женщин *МВЛ* – 50–77 л/мин, у мужчин – 70–90 л/мин. У спортсменов может достигать 120–140 л/мин – женщины, 190–250 л/мин – мужчины [9]. При определении *МВЛ* измеряют объем вентиляции при максимально произвольном усилении дыхания в течение 15–20 с, а затем приводят полученные данные к минуте и выражают в л/мин. Более продолжительная

гипервентиляция приводит к гипокапнии, что вызывает снижение артериального давления и появление у исследуемых головокружений. Оценку уровня функциональной способности системы внешнего дыхания можно получить при сопоставлении *МВЛ*, от *должной МВЛ* (*ДМВЛ*):

$$\text{МВЛ, в \% ДМВЛ} = (\text{факт. МВЛ} \times 100) / \text{ДМВЛ.}$$

Нормальная величина *МВЛ* у взрослых составляет  $100 \pm 10$  *ДМВЛ*. У спортсменов *МВЛ* достигает 150% *ДМВЛ* и более.

Если из *МВЛ* вычесть *МОД* в покое, получим величину, показывающую, насколько спортсмен может увеличить вентиляцию легких, так называемый резерв дыхания. В норме он составляет 91–92% *МВЛ*.

*Дыхательный эквивалент (ДЭ)* – абстрактная величина, выражающая количество литров воздуха, которое необходимо провентилировать, чтобы использовать 100 мл кислорода. *ДЭ* рассчитывается по формуле, где должное потребление кислорода рассчитывается как частное от деления должного основного обмена (ккал) по таблице Гарриса-Бенедикта на коэффициент 7,07.

В норме в состоянии покоя дыхательный эквивалент колеблется в пределах от 1,8 до 3,0 и составляет в среднем 2,4 [7].

*Вентиляционный эквивалент (ВЭ)* является тем же показателем, что и *ДЭ*, но вычисляется не по отношению к должному поглощению кислорода, а по отношению к фактическому. *ВЭ* рассчитывается по формуле:

$$\text{ВЭ} = \text{МОД} / \text{на величину потребления кислорода в литрах.}$$

Принципы оценки: чем выше величина *ВЭ*, тем ниже эффективность дыхания.

*Коэффициент резервных возможностей дыхания (КРД)* отражает резервные возможности системы внешнего дыхания.

$$\text{КРД} = (\text{МВЛ} - \text{МОД}) \times 10 / \text{МВЛ.}$$

Принципы оценки: *КРД* ниже 70% указывает на значительную степень снижения функциональных возможностей дыхания.

### **1.2.3 Исследование функционального состояния сердечно-сосудистой системы**

Высокий уровень функциональной активности сердечнососудистой системы характеризует высокую общую работоспособность организма. Разработано достаточно большое количество функциональных проб с физической нагрузкой и безнагрузочных проб. При обследовании используют в первую очередь общеклинические методы исследования: данные анамнеза, объективные и инструментальные исследования. Проводят осмотр, пальпацию, перкуссию и аускультацию области сердца.

*Пульс* определяется с помощью пальпации на одной из периферических артерий. Обычно пульс подсчитывается на лучевой артерии по 10-секундным отрезкам времени 6 раз. Во время нагрузки определить и точно подсчитать пульс на лучевой артерии не всегда возможно, поэтому пульс рекомендуется подсчитывать на сонной артерии или в области проекции сердца.

У взрослого здорового человека частота сердечных сокращений в покое колеблется от 60 до 80 уд/мин. На ЧСС влияют положение тела, пол и возраст человека. Повышение ЧСС более 80 уд/мин называется тахикардией, а ЧСС менее 60 уд/мин – брадикардией. Ритмичным считается пульс в том случае, если количество ударов за 10-секундные промежутки не отличается более чем на 1 удар (10, 11, 10, 10, 11, 10). Аритмичность пульса – более значительные колебания числа сердечных сокращений за 10-секундные отрезки времени. *Наполнение пульса* оценивается как *хорошее*, если при наложении трех пальцев на лучевую артерию пульсовая волна хорошо прощупывается; как *удовлетворительное* – при небольшом надавливании на сосуд, пульс достаточно легко подсчитывается; как плохое наполнение – пульс с трудом улавливается при надавливании тремя пальцами.

*Напряжение пульса* – состояние тонуса артерии; оценивается как *мягкий пульс*, свойственный здоровому человеку, и *твердый* – при повышении тонуса артериального сосуда (при атеросклерозе, повышенном артериальном давлении) [9]. Физиологические колебания ЧСС представлены в таблице 2.

Таблица 2. – Интерпретация изменений ЧСС (уд/мин) у детей и подростков 5–18 лет (протокол ЦСССА ФМБА России)

Возраст,	Выраженная	Умеренная	Норма	Умеренная	Выраженная
----------	------------	-----------	-------	-----------	------------

лет	брадикардия	брадикардия		тахикардия	тахикардия
5–7	<70	71–79	80–105	106–129	>130
8–11	<65	66–74	75–95	96–114	>115
12–15	<50	51–69	70–90	91–109	>110
16–18	<50	51–64	65–80	81–109	>110
>18	<45	46–59	60–80	81–109	>110

*Артериальное давление (АД)* измеряется ртутным, мембранным или электронным *тонометром*, сфигмоманометром, чаще слуховым аускультативным методом Н.С. Короткова. Манжета манометра накладывается на левое плечо и в дальнейшем не снимается до конца исследования. Показатели *АД* измеряются и записываются в виде дроби, где в числителе – данные максимального, а в знаменателе – данные минимального давления. Измерение артериального давления и частоты сердечных сокращений проводят, в частности, электронным портативным тонометром (например, модель 705 IT Omron (Япония)) с цифровой регистрацией показателей, согласно рекомендациям экспертов Всероссийского научного общества кардиологов (ВНОК, 2001). За 30 минут перед измерением артериального давления (*АД*) исключается прием пищи, курение, физическое напряжение и воздействие холода.

Нормальный диапазон колебаний для максимального давления у спортсменов составляет 90–139 мм рт. ст., а для минимального – 60–85 мм рт. ст.

*АД* зависит от возраста человека. Так, у 17–18-летних, нетренированных юношей, верхняя граница *АД* равна 129/79 мм рт. ст., у лиц 19–39 лет – 134/84 мм рт. ст., у лиц 40–49 лет – 139/84 мм рт. ст., у лиц 50–59 лет – 144/89 мм рт. ст., у лиц старше 60 лет – 149/89 мм рт. ст. Точная оценка величин *АД* проводится по центильным таблицам. Артериальное давление ниже 90/60 мм рт. ст. считается пониженным, или гипотензией, *АД* выше 139/89 – повышенным, или гипертензией [9].

*Среднее АД (АД ср.)* является важнейшим показателем состояния системы кровообращения. Эта величина отражает энергию непрерывного движения крови и, в отличие от величин систолического и диастолического давлений, является устойчивой и удерживается с большим постоянством.

Определение уровня среднего артериального давления необходимо для расчета периферического сопротивления и работы сердца. В условиях покоя его можно определить расчетным способом, исходя из АД систолического (САД), АД диастолического (ДАД) [8, 9, 10]. Используя формулу Нискарн, можно определить среднее артериальное давление:

$$АД_{ср} = САД - (САД - ДАД)/3,$$

где АД<sub>ср</sub> – среднее артериальное давление; САД

– систолическое, или максимальное, АД;

ДАД – диастолическое, или минимальное, АД.

Зная величины систолического АД и диастолического АД, можно определить пульсовое давление (ПД):  $ПД = САД - ДАД$

Среднее гемодинамическое артериальное давление (СрГД, мм рт. ст.) определяют по формуле:

$$СрГД = ДАД + (ПД/3).$$

Исследование ударного объема (УО) непрямым способом производят по формуле Старра:

$$УО = 90,97 + (0,54 ПД) - (0,57 ДАД) - (0,61 \times \text{возраст}).$$

Минутный объем кровообращения (МОК) определяют как произведение УО на ЧСС.

Величину общего периферического сопротивления сосудов (ОПСС) рассчитывают по формуле Пуазейля:

$$[(ДАД + 1/3 ПД) \times 1330 \times 60] / МОК.$$

Для спортсменов величина периферического сопротивления сосудов в состоянии покоя составляет примерно  $1500 \text{ дин см}^{-5} \text{ с}^{-1}$  и может колебаться в широких пределах, что связано с типом кровообращения и направленностью тренировочного процесса.

Сердечный индекс (СИ) рассчитывают по отношению минутного объема крови к одному квадратному метру площади поверхности тела. Площадь поверхности тела (ППТ) определяют, исходя из роста и массы тела спортсмена по формуле Дюбуа:

$$ППТ = 0,007184 \times B_{0,423} \times P_{0,725},$$

где B – масса тела спортсмена в кг, P

– рост тела в см [153].

Ударный индекс (УИ) рассчитывают по формуле:

$$УИ = УОК / ППТ.$$

Удельное периферическое сопротивление сосудов (УПСС) вычисляют по формуле:

$$УПСС = (САД \times ППТ) / МОК.$$

Потребность миокарда в кислороде определяют по величине «двойного произведения» по Робинсону. Коэффициент выносливости (КВ, усл. ед.) рассчитывают по формуле:

$$КВ = (ЧСС / ПД) * 10,$$

где ЧСС – частота сердечных сокращений (уд/мин),

ПД – пульсовое давление (мм рт. ст.).

Вегетативный индекс (ВИ) рассчитывают по формуле:

$$ВИ = (1 - ДАД / ЧСС) * 100.$$

Значения  $>+5$  свидетельствуют о преобладании симпатических влияний ВНС (симпатикотония), значения  $<-5$  – о преобладании парасимпатических влияний (ваготония), значения от  $-5$  до  $+5$  – о вегетативном равновесии (нормотония).

Для оценки уровня функционирования системы кровообращения используются адаптационный потенциал (АП, баллы) по Р.М. Баевскому:

$$АП = 0,011ЧСС + 0,014В + 0,009МТ - 0,009ДТ - 0,27,$$

где В – возраст (в годах), МТ – масса тела (в кг), Р – рост (в см).

Индекс СИ в настоящее время расценивается как основной в характеристике кровообращения. Н.Н. Савицкий [78] по величине СИ выделил 3 типа кровообращения: гипокинетический, эукинетический и гиперкинетический типы кровообращения.

Гипокинетический тип кровообращения характеризуется низким показателем СИ и относительно высокими показателями ОПСС и УПСС.

При гиперкинетическом типе кровообращения определяются самые высокие значения СИ, УИ, МОК и УО и низкие – ОПСС и УПСС.

При средних значениях всех этих показателей тип кровообращения называется эукинетическим.

Для эукинетического типа кровообращения (ЭТК) СИ =  $2,75-3,5$  л/мин/м<sup>2</sup>. Гипокинетический тип кровообращения (ГТК): показатель СИ – менее  $2,75$  л/мин/м<sup>2</sup>, а гиперкинетический тип кровообращения (ГрТК) – СИ более  $3,5$  л/мин/м<sup>2</sup>.

ГрТК отмечается преимущественно у спортсменов, в тренировках которых преобладает развитие скорости [123]. Данный тип кровообращения у спортсменов сопровождается гиперкинетический вариант кровообращения, отмечаемый нами также при снижении адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы (таблица 3).

Таблица 3. – Показатели центральной гемодинамики у спортсменов, занимающихся греблей на байдарках и каноэ (M±m) (Е.Г. Каллаур, 2012) [19]

Показатели	Группы		P
	Контроль (n=20)	Гребля на байдарках и каноэ (n=30)	
САД, мм рт. ст.	123,61±7,14	128,16±13,85	0,005
ДАД, мм рт. ст.	68,55±9,25	69,62±7,65	0,105
ЧСС, уд/мин	71,37±6,41	63,69±8,46	0,085
УОК, мл	71,12±7,34	79,83±6,14	0,850
МОК, мл	5451,32±724,16	5725,40±345,92	0,050
ПД, мм рт. ст.	46,71±10,14	57,53±9,46	0,050
СрГД, мм рт. ст.	84,76±6,02	85,81±9,54	0,015
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	3,24±0,52	4,91±0,44	0,080
УПС, дин*с*см <sup>-5</sup> /м <sup>2</sup>	27,73±4,29	31,24±5,63	0,015
АП, баллы	2,08±0,24	2,14±0,67	0,001

Примечание – САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; ЧСС – частота сердечных сокращений; УОК – ударный объем крови; МОК – минутный объем крови; ПД – пульсовое давление; СрГД – среднее гемодинамическое артериальное давление; УИ – ударный индекс; СИ – сердечный индекс; УПС – удельное периферическое сопротивление сосудов; АП – адаптационный потенциал сердечно-сосудистой системы.

Различные типы кровообращения обладают своеобразием адаптационных возможностей, и им свойственно разное течение патологических процессов. Так, при ГрТК сердце работает в наименее экономичном режиме и диапазон компенсаторных возможностей этого типа кровообращения ограничен. При этом типе гемодинамики

имеет место высокая активность симпатoadреналовой системы. Наоборот, при ГТК сердечно-сосудистая система обладает большим динамическим диапазоном и деятельность сердца наиболее экономична.

Поскольку пути приспособления сердечно-сосудистой системы у спортсменов зависят от типа кровообращения, то и способность адаптироваться к тренировкам с различной направленностью тренировочного процесса имеет отличия при разных типах кровообращения. Так, при преимущественном развитии выносливости ГТК встречается у 1/3 спортсменов, а при развитии силы – всего у 6%, при развитии быстроты этого типа кровообращения у профессионалов спорта не обнаруживается.

Анализ показателей центральной гемодинамики у гребцов на байдарках и каноэ и лиц, не занимающихся спортом, выявил определенные сходства и различия. Систолическое артериальное давление у гребцов на байдарках и каноэ оказалось несколько выше по сравнению с группой контроля (таблица 3).

Достоверные различия в исследуемых группах были выявлены по значениям ударного объема, у спортсменов он был выше. Значительное увеличение *УОК* и *УИ* у спортсменов подтверждает многочисленные данные об экономизации работы сердца при росте спортивной тренированности в условиях покоя [4].

Проявлением экономичности функций сердечно-сосудистой системы в покое при развитии тренированности является увеличение *МОК* не за счет увеличения частоты сердечных сокращений, а вследствие повышения *УО* [9]. О более выраженном усилении симпатического отдела *ВНС* у гребцов на байдарках и каноэ в регуляции гемодинамики свидетельствовали и значения вегетативного индекса Кердо (*ВИК*) ( $14,53 \pm 2,31$  усл. ед. против  $6,53 \pm 2,45$  усл. ед. в контроле,  $p=0,045$ ).

В группе гребцов на байдарках и каноэ высокие значения *ДАД* были связаны с высокой активностью симпатического отдела *ВНС* ( $r=0,40$ ;  $p=0,083$ ).

Пульсовое артериальное давление (*ПАД*) у гребцов на байдарках и каноэ было достоверно выше по сравнению с лицами, не занимающимися спортом, что может быть связано с увеличением тонуса периферических сосудов у спортсменов.

Безусловно, адаптация спортсменов к тренировочным и соревновательным нагрузкам происходит за счет экономизации, в



первую очередь, деятельности сердечно-сосудистой системы. Растет среднее гемодинамическое давление и общее сосудистое сопротивление, уменьшается сердечный индекс и в целом повышается адаптационный потенциал сердечно-сосудистой системы. Вероятно, это связано не только с интенсивными нагрузками, но и с использованием приспособительных механизмов, потенцирующих значительное кровоснабжение органов и тканей только при соревновательных нагрузках.

*Электрокардиография (ЭКГ)* позволяет оценить состояние трофической функции миокарда, ритм сердечной деятельности. Регистрация ЭКГ позволяет оценить *автоматизм, возбудимость и проводимость* миокарда. Основным прибором, применяемым для регистрации электрических потенциалов миокарда, является электрокардиограф (рисунок 2).



**Рисунок 2. – Мобильный беспроводной электрокардиограф «Кардиан-ПМ»**

В спортивной практике удобны портативные приборы. Например, электрокардиограф «Кардиан-ПМ» предназначен для оперативного контроля ЭКГ по 12-ти стандартным отведениям в «полевых» условиях, для обследования спортсменов во время тренировок.

При регистрации ЭКГ на фоне физической нагрузки применяют методику Неба, при этом электроды размещаются на грудной клетке так, что образуется неравносторонний треугольник, располагающийся в косом направлении с дорзальной (D-dorsalis), передней (A-anterior) и

нижней (I-inferio) сторонами отведений. Для записи используются те же электроды, что и в стандартных отведениях от конечностей. При этом электрод правой руки устанавливают во II межреберье справа у края грудины, электрод левой руки – в точке проекции верхушечного толчка на задней подмышечной линии, электрод левой ноги – в проекции верхушки сердца (соответственно отведению V). Запись ЭКГ производится в системе стандартных отведений: D – в I отведении, A – во II отведении, I – в III отведении.

Зубцы ЭКГ обозначаются латинскими буквами *P, Q, R, S, T*.

Зубец *P* отражает предсердный комплекс. Показатель синусового ритма – положительный зубец *P*. Измеряют его продолжительность и амплитуду. Амплитуда зубца *P* наибольшая во II стандартном отведении. Продолжительность зубца *P* составляет 0,06–0,10 с, а амплитуда не должна превышать 2,5 мм.

Интервал *PQ* – измеряется от начала зубца *P* до начала зубца *Q* или *R*. Он соответствует времени прохождения возбуждения по предсердиям и атриовентрикулярному соединению до миокарда желудочков. *PQ* зависит от возраста, массы тела и частоты ритма, укорачиваясь при тахикардии. В норме продолжительность *PQ* составляет 0,12–0,18 с (до 0,20 с). При брадикардии *PQ* может удлиняться до 0,22 с. Интервал *PQ* измеряют в отведении от конечностей, где хорошо выражен зубец *P* и комплекс *QRS*. Обычно таким отведением бывает II стандартное отведение.

Комплекс *QRS* – желудочковый комплекс, регистрируемый во время возбуждения желудочков. Ширина комплекса *QRS* в норме составляет 0,06–0,10 с; продолжительность *QRS* отражает внутрижелудочковое проведение возбуждения. Продолжительность комплекса *QRS* лучше определять во II стандартном отведении.

Зубец *Q* – начальный зубец комплекса *QRS* – играет важную роль при выявлении патологии сердечно-сосудистой системы у спортсменов.

Зубец *R* – обычно основной зубец ЭКГ. Он обусловлен возбуждением желудочков. Амплитуда зубца *R* в стандартных отведениях и в усиленных отведениях от конечностей обусловлена расположением электрической оси сердца  $R_{II} > R_I > R_{III}$  и  $R_{aVR} > R_{V2}$ . Амплитуда зубца *R* в любом отведении от конечностей не должна превышать 22 мм.

Зубец  $S$  в основном обусловлен конечным возбуждением основания левого желудочка. Это непостоянный зубец ЭКГ, т.е. в норме он может отсутствовать.

Интервал  $S-T$  – это отрезок ЭКГ между окончанием комплекса  $QRS$  и началом зубца  $T$ . Он соответствует периоду сердечного цикла, когда оба желудочка полностью охвачены возбуждением. Интервал  $S-T$  в норме расположен на изолинии.

Зубец  $T$  регистрируется во время реполяризации желудочков. В норме зубец  $T$  положительный в большинстве отведений. Во II стандартном отведении амплитуда зубца  $T$  должна составлять от 2 до 6 мм.

Интервал  $Q-T$  – электрическая систола желудочков. Интервал  $Q-T$  – это время в секундах от начала комплекса  $QRS$  до конца зубца  $T$ . Электрическая систола желудочков является постоянной для данной частоты сердечных сокращений. Существуют таблицы, в которых представлены нормативы электрической систолы данного пола и частоты ритма. Если продолжительность интервала  $Q-T$  превышает нормативы, то говорят об удлинении электрической систолы.

Определение частоты сердечных сокращений проводится во время записи ЭКГ. Если скорость записи ЭКГ составляет 50 мм/с, то 1 мм на ленте ЭКГ будет соответствовать 0,02 с. Подсчитывая количество мм между двумя зубцами интервалов  $R-R$ , ЧСС определяем по формуле:

$$\text{ЧСС} = 60 \text{ уд/мин} : R-Rc.$$

Если интервалы  $R-R$  в одном отведении разные, то измеряют самый малый и самый большой интервал для выявления выраженности аритмии.

При оценке ЭКГ во время и после мышечной деятельности необходимо учитывать, что у здоровых людей отмечается укорочение интервалов и увеличение амплитуды зубцов.

Заключение по анализу электрокардиограммы дает врач функциональной диагностики. Электрокардиологические заключения делаются врачом с учетом клинического обследования.

ЭКГ у спортсменов регистрируется в состоянии покоя и во время выполнения физической нагрузки (стандартной или специфической), а также после выполнения физической нагрузки.

*Ритм сердца* у спортсменов считается синусовым тогда, когда зубец *P* предшествует комплексу *QRS*, интервал *PQ* равен 0,12–0,20 с, частота ритма – 60–80 уд/мин, расстояние *PP* и *RR* – постоянное; зубец *P* – обязательно положительный в II стандартном отведении, отрицательный в отведении *aVR*, в остальных отведениях – чаще положительный.

Ритм сердечной деятельности, являясь чрезвычайно изменчивым параметром, тонко характеризует функциональное состояние сердца. Все нарушения ритма, по современным представлениям, служат проявлением изменения нормальных соотношений между возбудимостью и проводимостью, с одной стороны, и автоматизмом специфической проводящей системы сердца – с другой [85].

Чрезмерные нагрузки вызывают перенапряжение в функционировании многих органов и систем, нарушают нейроэндокринную регуляцию и способствуют развитию патологических изменений, в первую очередь, со стороны сердечнососудистой системы [9].

Патологическое «спортивное сердце» и патологическую трансформацию аппарата кровообращения некоронарогенного и невоспалительного генеза у спортсменов, вследствие физического перенапряжения, многие отечественные и зарубежные авторы описывают как состояние стрессорной кардиомиопатии [10]. Известны стандарты диагностики стрессорной кардиомиопатии вследствие физического перенапряжения у спортсменов, разработанные группой экспертов Европейской ассоциации кардиологов [8]. В X пересмотре международной классификации болезней (МКБ) (ВОЗ, Женева, 1995) эта патология описана как «кардиомиопатия с вторичным вовлечением миокарда в условиях воздействия физических и стрессовых перегрузок (класс IX, блок 142.7)».

Стрессорная кардиомиопатия у спортсменов развивается при несоответствии силы и длительности воздействия стрессорных факторов спортивной деятельности адаптивным возможностям организма спортсмена; изменения в миокарде при занятиях спортом носят вторичный характер.

Как физические, так и психоэмоциональные перегрузки являются непосредственным повреждающим фактором при адаптации к условиям спортивной деятельности [7].

Степень стресс-реакции и возникающих повреждений сердца и сосудов существенно возрастает при занятии циклическими видами спорта у лиц с наследственной предрасположенностью к формированию структурной трансформации и нарушению метаболизма в миокарде [10].

Стрессорная кардиомиопатия рассматривается как возможный предиктор состояния *внезапной смерти (ВС)* у спортсменов [51]. В современном профессиональном и массовом спорте идет неуклонный рост числа внезапных смертей среди молодых атлетов; 56% случаев *ВС* приходится на недиагностированную своевременно патологию сердечно-сосудистой системы [99]. При этом одни и те же выявляемые у спортсмена электрокардиографические и гемодинамические изменения могут быть следствием как адаптационных (или дезадаптационных) сдвигов, так и проявлением органических заболеваний сердечнососудистой системы и поэтому иметь различный прогноз [4,75].

По данным D. Corrado с соавт. частота *ВС* у спортсменов составляет 2,6 у мужчин и 1,1 у женщин на 100000 спортсменов в год, что в 2,4 раза выше ( $p < 0,0001$ ), чем в популяции. Трудность прогноза *ВС* в спорте состоит в том, что подавляющее большинство умерших (около 80% случаев), по данным предшествующих трагедии обследований, не предъявляли жалоб накануне смерти и не имели семейного анамнеза высокого риска *ВС*.

В подавляющем большинстве случаев *ВС* (93%) речь идет о внезапной сердечной смерти (*ВСС*) [175]. Установлено, что более половины всех случаев *ВСС* можно диагностировать при жизни спортсмена [75]. Около 26% случаев *ВСС* связывают с несбалансированной *гипертрофией миокарда (ГМ)* [8].

По мнению В.Ж. Марон и его коллег [351], *ГМ* у спортсменов – это гипертрофия миокарда с толщиной стенок левого желудочка более 13 мм, симметричная, без нарушения путей оттока, с возможностью обратного развития после прекращения занятий спортом.

Международной группой экспертов в области кардиологии спорта и спортивной медицины на конгрессе, проведенном в г. Сиэтле, штат Вашингтон, США, 13–14 февраля 2012 года, определены варианты *ЭКГ*, встречаемые у спортсменов, расцениваемые как варианты нормы (таблица 4) и патологии (таблицы 5, 6) [10].

Таблица 4. – Показатели ЭКГ, диагностируемые у спортсменов [10]

Показатель ЭКГ	Полученные данные
Синусовая брадикардия	Пульс $\geq 30$ уд
Синусовая аритмия	
Эктопический предсердный ритм	
Миграция водителя ритма	
АВ-блокада I степени	PR интервал $> 200$ мс
АВ-блокада II степени	Mobitz тип I (Венкебаха)
Неполное RBBB	
Изолированные варианты изменения QRS как критерия ГМЛЖ, за исключением варианта с напряжением левого предсердия, отклонением электрической оси сердца влево, депрессией сегмента ST, инверсией зубца T или при наличии патологии зубца Q	
Синдром ранней реполяризации желудочков	Подъем ST, J-точки возвышения J-волны или терминал QRS
Сегменты ST выше изолинии, выпуклые («купол») в сочетании с инверсией зубца T в отведениях V1-V4	

Представленные в таблице 4, показатели являются изменениями ЭКГ вследствие физиологической или патологической адаптации к регулярным физическим упражнениям [8].

Сиэтлские критерии предусматривают также выделение показателей ЭКГ у спортсменов, свидетельствующих о патологических изменениях миокарда (таблица 5) [10, 19].

Таблица 5. – Аномальная ЭКГ у спортсменов [351]

Показатель ЭКГ	Полученные данные
Инверсия зубца T	$>1$ мм в глубину в двух или более отведениях V2-V6, II и AVF, или/и в AVL (за исключением III, AVR и V1)
Депрессия сегмента ST	$\geq 0,5$ мм в глубину в два или более проводов

Патологический зубец Q	>3 мм в глубину или >40 мс в двух или больше отведениях (за исключением III, AVR)
Полная блокада левой ножки пучка Гиса	QRS ≥ 120 мс, с преимущественно негативным QRS комплексом в отведении V1 (QS или RS) и вертикально-монофазные волны R в отведениях I и V6
Снижение внутрижелудочковой проводимости	Длительность QRS ≥ 140 мс в любом отведении
Отклонение электрической оси сердца влево	от -30° до -90°
Гипертрофия левого предсердия	Удлинение интервала P > 120 мс в отведениях I или II с отрицательной частью зубца P ≥ 1 мм, глубиной ≥ 40 мс в отведении V1
Гипертрофия правого желудочка	R <sub>V1</sub> +S <sub>V5</sub> >10,5 мм и отклонение электрической оси сердца вправо > 120°
Синдром предвозбуждения желудочков	PR интервал < 120 мс, наличие дельтаволны (на восходящей части комплекса QRS) и широкий QRS (> 120 мс)
Удлинение интервала QT	QTc ≥ 470 мс (мужчины) QTc ≥ 480 мс (женщины) QTc ≥ 500 мс (маркер QT пролонгации)
Укорочение интервала QT	QTc ≤ 320 мс
Синдром Бругада	
Выраженная синусовая брадикардия	<30 ВРМ или синусовые паузы ≥ 3 с
Выраженная синусовая тахикардия	Мерцательная тахикардия, наджелудочковая тахикардия, мерцательная аритмия, трепетание предсердий
Экстрасистолия желудочковая	2 PVCs за 10 с

Показатели ЭКГ, представленные в таблице 5, не сопровождают состояние физиологической адаптации к физическим нагрузкам; при их выявлении на ЭКГ можно предположить наличие патологии

сердечно-сосудистой системы. Выявленные изменения на ЭКГ требуют дальнейшей диагностической оценки.

Патологический ЭКГ-паттерн в виде изменения вольтажа зубцов R и S, инверсии зубца T у квалифицированных спортсменов может сопровождать как органическую патологию, так и физиологическое ремоделирование «спортивного сердца», не требующего ограничения тренировочных нагрузок [9]. Эти изменения, как правило, сопровождаются снижением работоспособности.

Патологические изменения зубца Q у спортсменов отмечаются при гипертрофии или перегрузке левого и правого желудочков. У спортсменов с ГКМП патологические волны Q регистрируются в 32–42% случаев [10].

Отечественные ученые Г.Ф. Ланг и А.Г. Дембо, а также В.J. Macon и соавт. [158] считают, что между физиологическим спортивным сердцем и *гипертрофической кардиомиопатией (ГКМП)* как патологией, связанной с изменением морфологии миокарда, существует так называемая «серая зона», понятие, включающее в себя пограничные значения массы миокарда, особое переходное состояние, относя к последнему случаи несбалансированной ГМ.

Обосновано представление о *дистрофии миокарда физического перенапряжения (ДМФП)*. С широким внедрением в клиническую практику *эхокардиографии (ЭхоКГ)* для приведения терминологии к требованиям МКБ-10 предложено заменить понятие ДМФП диагнозом «*стрессорная кардиомиопатия (СКМП)*» и выделить *компенсаторногипертрофический (КГ) тип СКМП* [175].

Патологические зубцы Q у группы спортсменов с диагнозом СКМП, регистрируются как расширение зубца  $Q > 40$  мс, по крайней мере, в двух отведениях, без учета отведений III и AVR. Появление зубца Q в правых грудных отведениях всегда патология. Расширение зубца  $Q > 40$  мс обнаруживается при ГКМП в 13% случаев [151] (таблица 5).

С учетом собственного опыта и анализа данных мировой литературы [151], нами дополнен и адаптирован к гребцам на байдарках и каноэ алгоритм диагностики стрессорной кардиомиопатии, предложенный Гавриловой Е.А. [8] (таблица 6).



Таблица 6. – Диагностические критерии патологической трансформации сердца у атлетов

<b>ЭКГ-нарушения</b>	
<i>Большие признаки</i>	<i>Малые признаки</i>
Нарушение процессов реполяризации (инверсия зубца Т в двух и более отведениях), не исчезающее или появляющееся после физической нагрузки	Нарушение процессов реполяризации (синдром ранней реполяризации, сглаженность зубца Т, инверсия в I отведении, в т.ч. исчезающая после ФН, инверсия Т в ортостазе)
Депрессия сегмента ST	Изолированные вольтажные критерии гипертрофии ЛЖ. Микро- и макроальтернация зубца Т на фоне физической нагрузки
<i>Большие признаки</i>	<i>Малые признаки</i>
Патологический зубец Q, признаки перегрузки левого предсердия	>3 мм в глубину или >40 мс в двух или больше отведениях (за исключением III, AVR)
Синусовая брадикардия ниже 5 центиля или паузы ритма более 2,5 с	Синусовая брадикардия в пределах 5–10 центиля или паузы ритма 2–2,5 с
АВ блокада II ст. II типа и III ст.	АВ блокада I ст., АВ блокада II ст. I типа
Частая (>10 тыс./сут), нагрузочная, парная, групповая желудочковая экстрасистолия	Единичные экстрасистолы покоя
Укорочение интервала QTc в покое < 390 мс или удлинение QTc в покое > 500 мс или в процессе ВЭМ-пробы > 460–470 мс	Отсутствие восстановления QTc и dQTc в процессе ВЭМ пробы к 3–4 минуте отдыха, удлинение QTc на пике нагрузки > 400 мс и dQTc > 16 мс. Нарушение QT-динамики
Полная блокада левой или правой ножки пучка Гиса, отклонение электрической оси сердца влево или вправо	ЭКГ-феномен предвозбуждения желудочков
<b>Нарушения гемодинамики</b>	
<i>Большие признаки</i>	<i>Малые признаки</i>

Снижение сократительной способности миокарда (фракция выброса < 60% на высоте физической нагрузки или в восстановительном периоде)	Замедление времени восстановления показателей гемодинамики (артериального давления, частоты сердечных сокращений или фракции выброса ЛЖ) после физической нагрузки более 3–4 мин
--	--

Снижение МПК < 45–54 мл/мин/кг в зависимости от вида спорта

Продолжение таблицы 6

<b>Нарушения вегетативной регуляции</b>	
<i>Большие признаки</i>	<i>Малые признаки</i>
Симпатикотонический тип регуляции ритма по данным ритмографии, вариабельности ритма сердца или биохимических тестов	Вегетативная дисфункция с нарушением вагосимпатического баланса и патологическим типом реакции на дыхательную пробу
<b>Нарушения морфологии сердца</b>	
<i>Большие признаки</i>	<i>Малые признаки</i>
Выраженная гипертрофия миокарда левого желудочка (ЛЖ): толщина задней стенки ЛЖ >11–12 мм или межжелудочковой перегородки >10–12 мм или индекс массы миокарда (ИММ) ЛЖ >110 г/м <sup>2</sup> или 45 г/м	Умеренная гипертрофия миокарда ЛЖ: индекс массы миокарда >90, но < 110 г/м <sup>2</sup> или >36, но < 45 г/м
Конечный диастолический размер ЛЖ > 56 мм	Конечный диастолический размер левого желудочка сердца 52–56 мм
Нарушение диастолической функции: E/A > 2 или < 1,48	Нарушение соотношения конечный диастолический объем/масса миокарда ЛЖ < 0,6 у. е.
<b>Изменение биохимических показателей</b>	
<i>Большие признаки</i>	<i>Малые признаки</i>
Повышение уровней КФК МВ, тропонина I, кортизола, предсердного натрийуретического пептида	

Исследования в процессе физических нагрузок позволяют получить дополнительную информацию, дают возможность более

точно оценить функциональное состояние сердца. С помощью электрокардиографического исследования в процессе выполнения физической нагрузки можно наблюдать наиболее ранние изменения в деятельности сердца спортсмена.

У хорошо тренированных спортсменов изменения в процессе выполнения физической нагрузки большой мощности имеют однонаправленный характер в трех отведениях Неба и происходят в основном на первых минутах работы, т.е. в периоде вработывания [8, 10]. В дальнейшем отмечаются незначительные изменения большинства электрокардиографических показателей.

Степень выраженности этих изменений зависит от интенсивности и объема выполняемой нагрузки, а также от уровня тренированности спортсменов. Для выявления наиболее ранних признаков изменения функционального состояния сердечнососудистой системы у высокотренированных спортсменов необходимо применять нагрузку средней и большей мощности.

Увеличение частоты сердечных сокращений и уменьшение времени атриовентрикулярного проведения у спортсменов имеют однонаправленный характер и происходят уже на 5–10-й с работы. В дальнейшем они незначительно и постепенно изменяются на протяжении всей физической нагрузки. Электрическая систола уменьшается в первые 2–3 мин работы. Однако наибольшее уменьшение отмечается также на 5–10 с. Оценка этого показателя проводится по формуле, предложенной Карпманом В.Л. и Белиной О.Н. (1967), которое с достаточной степенью точности позволяет оценить длительность электрической систолы в условиях выполнения нагрузки [9]:

$$QT = 0,56 \times RR + 0,035.$$

Результаты исследований авторов по оценке статуса функциональной активности сердечно-сосудистой системы гребцов на байдарках и каноэ [19, 124] показали, что в условиях напряженной мышечной деятельности, при создании максимальной мощности усилий и повышении эффективности анаэробного алактатного энергообразования, определяемого по уровню лактата, у спортсменов с признаками СКМП регистрировались изменения ЭКГ (таблица 7).

Таблица 7. – Изменения электрокардиографических показателей спортсменов гребцов на байдарках и каноэ на фоне нагрузки максимальной мощности

Показатели ЭКГ	Спортсмены-гребцы основной группы, имевшие признаки СКМП	Спортсмены-гребцы группы сравнения, не имевшие признаков СКМП
ЧСС, уд/мин	63±11	62±10
P, мс	0,09±0,004	0,07±0,003
QRS, мс	0,88±0,03	0,86±0,04
PR, мс	145±19	152±21
QTс, мс	407*±17	388±15

Примечание – \*p<0,001

Безнагрузочные патологические ЭКГ-изменения у атлетов в нашем исследовании были не значительны. Отмечалась брадикардия <5 процентиля, АВ блокады II–III ст., укорочение/удлинение QTс, варианты полной блокады ножек пучка Гиса у небольшого процента лиц.

Изменения зубца Q были зарегистрированы в отведениях III, AVL, V6 при достижении спортсменами предельных величин ацидоза со значительным истощением анаэробной емкости; изменения зубца Q были представлены у группы спортсменов, имевших признаки СКМП (8 гребцов) в различной степени выраженности (таблица 8).

Таблица 8. – Изменения зубца Q на ЭКГ у гребцов на байдарках и каноэ на фоне нагрузки максимальной мощности

Изменения зубца Q	Спортсмены-гребцы основной группы, с признаками СКМП, n (%)	Спортсмены-гребцы группы сравнения, без признаков СКМП, n (%)
Превышение зубца Q >3 мм в глубину в отведениях III, AVL, V6	4 (50%)*	2 (12,5%)

Расширение зубца Q >40 мс в двух или больше отведениях, в отведениях III, AVL, V6	2 (25%)*	1 (6,25%)
Комбинация изменений зубца Q (>3 мм в глубину, >40 мс) в в отведениях III, AVL, V6	1 (12,5%)*	0 (0%)

Примечание – \* $p < 0,001$

По результатам сравнительного анализа эхокардиографических параметров спортсменов-ребцов на байдарках и каноэ групп основной и сравнения статистически достоверно ( $p < 0,001$ ) в группах спортсменов различались показатели толщины стенки левого желудочка, индекса толщины стенки левого желудочка по отношению к площади поверхности тела, индекса массы левого желудочка. По результатам ЭКГ-исследования и исследования ЭхоКГ у 5 спортсменов, имевших признаки СКМП (62,5%), и у 4 спортсменов группы сравнения (25,0%) были диагностированы признаки гипертрофии миокарда левого желудочка (ГМЛЖ) ( $p < 0,05$ ) (таблица 9).

Авторами установлено, что сегмент ST снижается с увеличением частоты сердечных сокращений на 1-3 мм, относительно изоэлектрической линии. Его снижение всегда сопровождается аналогичным снижением сегмента PQ. Изолированного смещения ST у хорошо тренированных спортсменов не наблюдается.

Таблица 9. – Результат сравнительного анализа эхокардиографических параметров спортсменов гребцов на байдарках и каноэ

Параметры ЭхоКГ	Спортсмены-ребцы основной группы, имевшие признаки СКМП	Спортсмены-ребцы группы сравнения, не имевшие признаков СКМП
ПШТ, м <sup>2</sup>	2,22±0,2	2,14±0,18
ТЖП, мм	10,5±0,15	9,9±0,16
ТЭСЛЖ, мм	9,8±1,3	9,6±1,1

ТСЛЖ, мм	11,0±1,0*	9,3±1,0
ИТСЛЖ, мм/м <sup>2</sup>	7,8±0,7*	7,1±0,8
РПЛЖ, мм	52,4±1,2	51,6±1,1
ИМЛЖ, г/м <sup>2</sup>	139±36*	105±32
ДП, мм	35,1±4,8	34,2±4,5
ДА, мм	28,7±0,8	28,9±0,8

Примечание – ППТ – площадь поверхности тела; ТЖП – толщина межжелудочковой перегородки; ТЭСЛЖ – максимальная толщина стенки левого желудочка; ТСЛЖ – толщина стенки левого желудочка; ИТСЛЖ – индекс толщины стенки левого желудочка (ТСЛЖ/ППТ); РПЛЖ – размер полости левого желудочка в конце диастолы; ИМЛЖ – индекс массы левого желудочка; ДП – диаметр левого предсердия; ДА – диаметр аорты.

Изменение амплитудных показателей ЭКГ в условиях физической нагрузки имеет фазный характер. Так, амплитуда зубца *P* значительно возрастает уже в самом выполнении нагрузки (на 5-10-й с). Изменение этого показателя в столь короткий промежуток времени имеет, по-видимому, рефлекторный характер. На протяжении всего остального времени работы амплитуда зубца *P* остается практически неизменной. Достоверное уменьшение амплитуды зубца *R* у хорошо тренированных спортсменов отмечено лишь при длительной нагрузке (на 11-15-й мин работы).

Изменение зубца *T* у спортсменов имеет однонаправленный характер во всех трех отведениях Неба: А – переднее, Д – заднее, J – нижнее. Однако, наиболее выраженные изменения зубца *T* отмечаются в переднем отведении (А). Уже в самом начале выполнения физической нагрузки (5-10 с) у всех спортсменов наблюдается более или менее выраженное снижение зубца *T* (на 0,2-0,9 мV) [8]. В дальнейшем происходит увеличение его уровня почти одинакового для всех спортсменов (до 0,8-1,0 мV). Снижение зубца *T* в начале нагрузки является физиологическим феноменом, отражающим временное несоответствие уровня обмена веществ в миокарде условиям, возникающим в начале физической нагрузки. Снижение зубца *T* на высоте нагрузки или к концу ее отражает проявление гипоксии миокарда вследствие уменьшения кровотока в венечных сосудах, перераспределения крови, изменения обмена веществ при значительной тахикардии. Наблюдается это преимущественно у недостаточно тренированных спортсменов или у

лиц с функциональными изменениями сердечно-сосудистой системы [9].

#### **1.2.4 Алгоритм обследования сердечно-сосудистой системы юных гребцов на байдарках и каноэ**

Несомненно, разные виды спорта оказывают разную степень нагрузки на сердце юного спортсмена и кардиологические критерии допуска к разным видам спорта отличаются. В клинической практике наиболее удобно использовать классификацию, предложенную J. Mitchell с соавторами в 1994 году. Согласно данной классификации, все виды спортивных нагрузок разделены на статические и динамические, а интенсивность их оценивается по трем уровням: низкая, средняя и высокая. Динамические или статические нагрузки поразному влияют на сердечно-сосудистую систему. При динамических нагрузках (гребля, бег, лыжный спорт) происходит активное растяжение мышц, усиливается местный кровоток, повышается потребность миокарда в кислороде. Повышаются частота сердечных сокращений, систолическое (САД) и среднее артериальное давление (АДср), сердечный выброс (СВ), снижается общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС). Основным механизмом адаптации сердца является расширение его камер.

Также выделяют виды спорта, ассоциированные с повышенным риском синкопе: автогонки, конный спорт, ныряние, мотоциклетный спорт, бобслей, водные лыжи, метание ядра, скалолазание, виндсерфинг, скоростной спуск, велосипедный спорт, триатлон. Слабыми сторонами этой классификации является тот факт, что она не учитывает различные уровни эмоционального стресса, испытываемого спортсменом. Кроме того, классификация оценивает только нагрузки, испытываемые в процессе соревнования, но не учитывает нагрузки во время тренировок (например, тренировка гребца может включать в себя занятия футболом, баскетболом, бег, прыжки и др.) (таблица 10).

Таблица 10. – Классификация видов спорта по характеру их влияния на сердечно-сосудистую систему (Mitchell J.H. et al., 1994)

К не омнт по бы	Ком по нент ы	Динамичный компонент (оценивается по уровню МПК)		
		Уровни	Низкодинамичный (<40% макс. O <sub>2</sub> )	Среднединамичный (40–70% макс. O <sub>2</sub> )
оц ен ив ае тс М НС ст еп ен и С та ти че ск ий ко м по не нт еч но го со кр а щ ен ия	$\frac{MV}{\%C}$ из ки 20	IA. Боулинг, крикет, гольф, бильярд, пулевая стрельба	IB. Настольный теннис, теннис (парный), волейбол, бейсбол, фехтование	IC. Бадминтон, спорт. ходьба, бег (марафон), лыжный спорт, сквош, хоккей на траве, теннис (одиночный), спортивное ориентирован ие, футбол
	$\frac{MV}{\%C}$ ед ни й (20)	IIA. Автогонки, конный спорт, ныряние, мотоцикл, спорт, гимнастика, кататэ/дзюд о, парусный, стрельба из лука	IIB. Американски й футбол, легкая атлетика (прыжки), фигурное катание, бег на короткие дистанции, синхронное плавание, рэгби, серфинг, родео	IIC. Баскетбол, хоккей на льду, лыжные гонки (коньковый кросс), бег на средние дистанции, плавание, гандбол



<i>В MV</i> <i>ыС</i> <i>ок%</i> <i>ий50</i> <i>(&gt;</i>	<b>ША.</b> Бобслей, легкая атлетика (метание ядра, молота), гимнастика, скалолазани е, водные лыжи, тяжелая атлетика	<b>ШВ.</b> Бодибилдинг, горные лыжи, скайтбординг , сноубординг, спортивная борьба	<b>ШС.</b> Бокс, гребля на байдарках и каноэ, гребля академическа я, велоспорт, decatлон, конькобежны й спорт, триатлон
---	---	--	--

Статические нагрузки характеризуются изменением мышечного тонуса с изометрическим сокращением мышц (тяжелая атлетика, скалолазание). Изменения ЧСС выражены минимально, отмечается повышение как систолического, так и диастолического (ДАД), артериального давления. Ударный объем и ОПСС не повышаются. В конечном итоге это приводит к гипертрофии миокарда без увеличения размеров полостей сердца.

Общепринятые кардиологические критерии допуска детей к тренировочным и соревновательным нагрузкам постоянно пересматриваются и лишь в последние годы приняты согласованные отечественными экспертами рекомендации (материалы XXXVI конференции в Bethesda (США, 2004)).

С целью раннего выявления предпатологических состояний и заболеваний ССС у юных спортсменов рекомендуем использовать кардиологический протокол обследования, включающий три уровня диагностики: обязательный, дополнительный и прогнозирование.

**Обязательный уровень обследования** включает:

- Сбор семейного и личного анамнеза.
- Объективный осмотр.
- Электрокардиограмма в 12 стандартных отведениях.
- Оценка *вариабельности ритма сердца (ВРС)* (экспресс диагностика) или *кардиоинтервалография (КИГ)*.
- *Эхокардиография (ЭхоКГ)*.

**Дополнительный уровень диагностики** включает:

- Холтеровское мониторирование ЭКГ (ХМ);
- Проба с физической нагрузкой (тредмилл-тест, велоэргометрия, степ-тест);
- Суточное мониторирование артериального давления (СМАД); □ Активная клиноортостатическая проба; □ Титл-тест.

*Объективный осмотр* позволяет выявить признаки, характерные для патологических и предпатологических состояний ССС, по данным исследования ЧСС, мониторинга АД, ЭКГ.

У детей и подростков часто диагностируются сердечные шумы, нарушения пульса, артериального давления, признаки *синдрома дисплазии соединительной ткани (СДСТ)*. Перечисленные состояния следует оценивать в динамике и проводить тщательный дифференциальный диагноз.

Синусовая брадикардия может отмечаться у 2–5% подростков 10–16 лет как проявление повышенного тонуса блуждающего нерва. Наиболее сильные урежающие влияния на синусовый ритм отмечены у детей, занимающихся греблей, плаванием, лыжным спортом и восточными единоборствами. При оценке брадикардии важно помнить, что частота ее встречаемости у спортсменов очень высока и в отсутствие клинической симптоматики (синкопальные и пресинкопальные состояния), органического поражения сердца, при нормальной толерантности к физической нагрузке с адекватным возрастанием ЧСС, брадикардия не является показанием к ограничению занятий спортом (таблица 11).

Таблица 11. – Минимальная ЧСС по данным суточного мониторирования ЭКГ у здоровых детей

<b>Возраст</b>	<b>Минимальная ЧСС</b>
Дети 0–1 мес.	69 уд/мин во сне 80 уд/мин при бодрствовании
Дети 1 мес – 1 год	69 уд/мин во сне 80 уд/мин при бодрствовании
Дети 1–6 лет	60 уд/мин
Дети 7–10 лет	45 уд/мин
Дети 10–11 лет	40 уд/мин
Дети 12–16 лет	40 уд/мин

Квалифицированные атлеты	30 уд/мин
--------------------------	-----------

Такие ЭКГ-феномены, как миграция водителя ритма и предсердный ритм, также не являются показанием к ограничению занятий любым видом спорта.

При оценке результатов *Холтеровского мониторирования (ХМ)* необходимо иметь в виду, что нормативы этого обследования значительно отличаются от норм стандартного ЭКГ (таблицы 11, 12). Так, у тренированных молодых спортсменов ЧСС ночью в норме может снижаться до 30 ударов в минуту, с появлением пауз до 1750 миллисекунд (мс).

Таблица 12. – Максимальные паузы ритма по данным суточного мониторирования ЭКГ у здоровых детей

Возраст	Паузы ритма (м/сек)
Дети 0 мес. – 1 год	1100
Дети 1–3 лет	1200
Дети 3–10 лет	1300
Дети 10–16 лет	1500
Дети старше 16 лет	1750

Неблагоприятными прогностическими признаками у детей, как проявление *синдрома слабости синусового узла (СССУ)*, являются: повторные приступы потери сознания, прогрессирующее снижение средних дневных, максимальных и минимальных дневных и ночных показателей ЧСС, по данным Холтеровского мониторирования; повышение числа и продолжительности пауз ритма, появление дополнительных нарушений ритма и проводимости, неадекватное повышение ЧСС синусового ритма при проведении пробы с дозированной физической нагрузкой, усугубление или провоцирование на пробах дополнительных нарушений ритма.

Таким образом, сердце спортсмена имеет ряд особенностей. Проводя границу между вариантом нормы и патологией, врач может ориентироваться на следующие результаты объективного обследования, расцениваемые как *состояние нормы у спортсменов*:

- отсутствие характерной клинической симптоматики, такой, как болевой синдром, повышенная утомляемость, синкопальные и пресинкопальные состояния и др.;
- отсутствие патологических изменений при эхокардиографии (ЭхоКГ), таких, как гипокинезия стенок, гипертрофия межжелудочковой перегородки и др.;
- отсутствие динамики, характерной для предполагаемой патологии, при использовании диагностических, в том числе нагрузочных тестов (проба с атропином, стресс-ЭКГ, стресс-ЭхоКГ и др.);
- отсутствие видимой патологической динамики ЭКГ при длительном контроле состояния спортсмена в различные фазы тренировочного цикла.

*Прогнозирование* при оценке состояния юных спортсменов включает оценку степени риска развития *дистрофии миокарда физического напряжения (ДМФН)*. В семейном анамнезе прогностически неблагоприятны семейные случаи заболеваний ССС; внезапная сердечная смерть в семьях у прямых родственников в молодом (до 50 лет) возрасте рассматривается как неблагоприятный фактор прогноза.

### **1.2.5 Оценка вегетативного гомеостаза юных спортсменов и разработка критериев отбора в греблю на байдарках и каноэ**

Исходный вегетативный статус человека является генетически обусловленным системообразующим фактором в деятельности вегетативной нервной системы, которая обеспечивает эффективную адаптацию человека к любым изменениям как внешней, так и внутренней среды организма [3]. Нерациональное использование возможностей вегетативной нервной системы часто приводит к развитию *синдрома вегетативной дисфункции (СВД)*, тогда как ее гармоничное состояние во многом определяет сохранение хорошего функционального состояния спортсмена. Поэтому очень важно обеспечить соответствие физической нагрузки индивидуальным особенностям вегетативной регуляции не только в количественном отношении, но и в качественном, содержательном наполнении.

*Ритмокардиография (РКГ)* – запись *вариабельности ритма сердца (ВРС)*. Является медицинской технологией оценки *функционального состояния организма (ФСО)* и отклонений, возникающих в регулирующих системах. Метод был создан основоположниками космической медицины В.В. Париным и О.Г. Газенко (1965), реализован Р.М. Баевским, его многочисленными учениками и последователями. *РКГ* относится к методам доказательной медицины, технологически воплощенным в ряде постоянно совершенствующихся автоматизированных программно-аналитических комплексов. Сегодня этот метод используется в космической, авиационной, спортивной, клинической медицине и физиологии [8].

*Ритмокардиограмма* – графическое изображение последовательного ряда межсистолических интервалов в виде отрезков прямой линии, эквивалентных по длине продолжительности пауз между сокращениями сердца (цит. по Мироновой Т.Ф. 1998) [8, 9].

По ритмокардиограмме можно судить о способности к адаптации.

*РКГ* – индикатор состояния регулирующих систем и адаптационных реакций организма, мера регуляции и здоровья. Отклонения, возникающие в регулирующих системах, задолго предшествуют гемодинамическим, метаболическим, энергетическим нарушениям и являются наиболее ранними прогностическими признаками неблагополучия обследуемого. Вариабельность ритма сердца имеет важное прогностическое и диагностическое значение для оценки резервов и качества здоровья, а также способности противостоять болезням, планирования и контроля физических нагрузок в спорте.

Согласно стандартам Европейского Кардиологического общества и Североамериканского общества электрофизиологии (Heart rate variability, 1996), выделяют две группы методов изучения вариабельности сердечного ритма – временные (Time Domain Methods) и частотные (Frequency Domain Methods) [91].

К временным методам относятся статистический анализ и геометрические методы, к частотным – спектральный анализ. Наибольшее применение за последние 30 лет получили следующие пять методов анализа ритма сердца:

- статистический анализ,

- вариационная пульсометрия – соответствует геометрическим методам по европейско-американским стандартам,
- автокорреляционный анализ, □ корреляционная ритмография, □ спектральный анализ.

Многолетний опыт обследования спортсменов и анализ литературы позволил выделить нормативы для анализа *BPC* у спортсменов, представленные ниже [175].

*Методы анализа во временной области (статистические параметры):*

*RR ср (мс)* – среднее значение продолжительности интервала RR.

*Мода Мо (мс)* – диапазон наиболее часто встречающихся значений кардиоинтервалов. Она показывает наиболее вероятный уровень функционирования синусового узла, который для спортсмена составляет 920–1100 мс.

*Амплитуда моды АМо (%)* – кардиоинтервалы, попавшие в диапазон моды (в%). Показатель активности симпатического отдела вегетативной нервной системы, оптимальным является менее 28% у спортсменов.

*Вариационный размах dX (мс)* – максимальная амплитуда колебаний значений кардиоинтервалов (регуляторных влияний). Определяется по разности между максимальной и минимальной продолжительностью кардиоцикла. Характеризует влияние парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (300– 650 мс – у спортсменов).

*Коэффициент вариации CV (%)* – рассчитывается как  $SDNN/RR_{ср} \times 100\%$ ; позволяет учитывать влияние ЧСС на вариацию ритма – в норме у спортсменов более 6%.

*RMSSD (мс)* – используется для оценки высокочастотных компонентов variability (активность парасимпатического звена регуляции) – более 50 мс у спортсменов.

*NN50count* – количество пар последовательных интервалов RR, различающихся более чем на 50 миллисекунд, полученное за весь период записи. Отражает преобладание парасимпатического звена регуляции над симпатическим.

*p NN50 (%)* – процент NN50 от общего количества пар интервалов RR – более 25% – у спортсменов.

$MD$  – средняя абсолютная разница между соседними  $RR$  интервалами.

$RMSSD$ ,  $NN50count$  и  $pNN50,\%$  – определяются преимущественно влиянием парасимпатического отдела вегетативной нервной системы и являются отражением синусовой аритмии, связанной с дыханием. Как правило, эти показатели изменяются однонаправленно.

*Индексы по Баевскому Р.М.:*

$ИВР$  (индекс вегетативного равновесия) – показатель, характеризующий баланс симпатического и парасимпатического отдела в регуляции работы сердца  $AMo/dX$  – менее 60 у.е. у спортсменов.

$ВПР$  (вегетативный показатель ритма) –  $AMo/Mo \square dX$ , у.е. Чем меньше величина  $ВПР$ , тем больше активность парасимпатического отдела и автономного контура. У спортсменов должен быть менее 3,5 у.е.

$ПАПР$  (показатель адекватности процессов регуляции) –  $AMo/Mo$  – для выявления соответствия между уровнем функционирования синусового узла и симпатической активностью. Показатель, отражающий взаимодействие автономного контура и гуморального канала регуляции – менее 30 у.е. у спортсменов.

$ИН$  (индекс напряжения регуляторных систем) –  $AMo/2 \square X \square Mo$  – отражает степень централизации управления сердечным ритмом. Чем меньше величина  $ИН$ , тем больше активность парасимпатического отдела и автономного контура. Чем больше величина  $ИН$ , тем выше активность симпатического отдела и степень централизации управления сердечным ритмом – менее 40 у.е. у спортсменов.

$ПАРС$  – показатель активности регуляторных систем – ввиду особенностей регуляции  $ССС$  спортсмена, как правило, не работает. Более того, отражает обратную зависимость – чем выше, тем лучше. То есть состояние умеренного напряжения регуляторных систем для тренированного спортсмена является недостаточным ( $ПАРС = 3-4$ ). Оптимально состояние выраженного напряжения регуляторных систем, которое связано с активной мобилизацией защитных механизмов, в том числе повышением активности симпатико-

адреналовой системы и системы гипофиз–надпочечники ( $ПАРС = 4-6$  и даже выше).

Сущность *вариационной пульсометрии* заключается в получении закона распределения кардиоинтервалов как случайных величин. Для этого строится кривая распределения – гистограмма. Метод вариационной пульсометрии соответствует геометрическим методам по европейско-американским стандартам. На рисунке 3 представлена типичная кривая распределения с обозначенными на ней основными математическими показателями:  $Mo$  (мода),  $AMo$  (амплитуда моды),  $MxDMn$  (вариационный размах – *Difference between Maximal and Minimal value*). Мода – это наиболее часто встречающееся в данном динамическом ряде значение кардиоинтервала. В физиологическом смысле – это наиболее вероятный уровень функционирования сердечно-сосудистой системы.

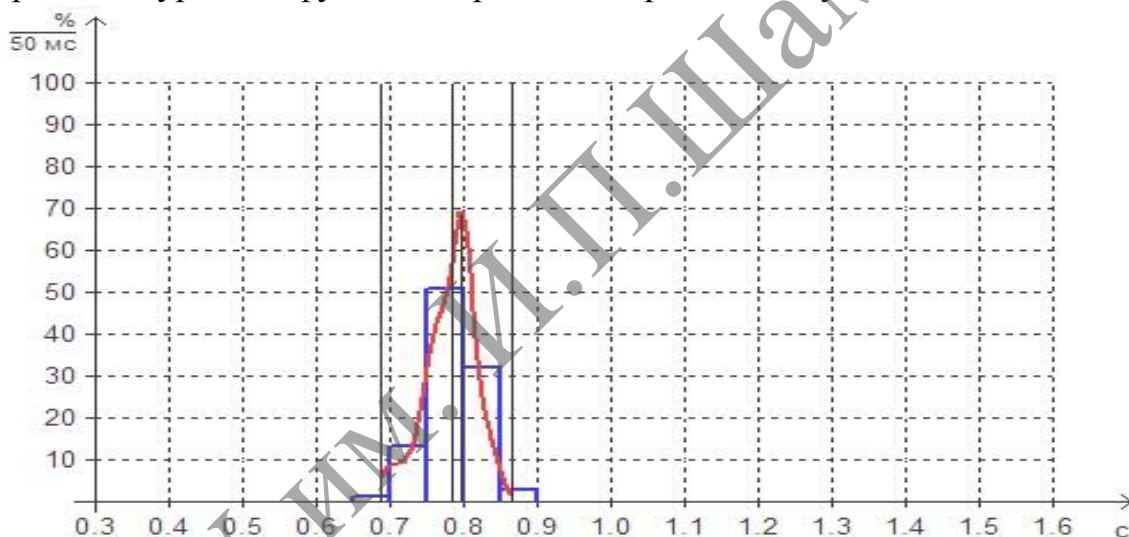


Рисунок 3. – Вариационная пульсограмма (гистограмма)

*Амплитуда моды ( $AMo$ )* – число кардиоинтервалов, соответствующих значению моды, в процентах к объему выборки. Этот показатель отражает стабилизирующий эффект централизации управления ритмом сердца, который обусловлен в основном степенью активации симпатического отдела вегетативной нервной системы.

*Вариационный размах ( $MxDMn$ )* отражает степень вариативности значений кардиоинтервалов в исследуемом динамическом ряде. Он вычисляется по разности максимального и минимального значений кардиоинтервалов и поэтому при аритмиях или артефактах могут быть допущены ошибки, если динамический ряд кардиоинтервалов не



подвергся предварительному редактированию. Физиологический смысл  $MxDMn$  обычно связывают с активностью парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. При объеме выборки, равном 128 кардиоинтервалам и менее, и в отсутствии переходных процессов обычно амплитуда дыхательных волн преобладает над амплитудой недыхательных колебаний сердечного ритма. Однако в ряде случаев при значительной амплитуде медленноволновых составляющих значения  $MxDMn$  в большей мере могут отражать состояние подкорковых нервных центров.

По данным *вариационной пульсометрии* вычисляется ряд производных показателей, среди которых наиболее употребителен *индекс напряжения регуляторных систем (Ин)*, который отражает степень централизации управления ритмом сердца и характеризует в основном активность симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Этот показатель получил широкое применение в спортивной медицине. Величина *Ин* в норме колеблется в пределах от 50 до 150 условных единиц. При эмоциональном стрессе и физической работе у здоровых людей значения *Ин* увеличиваются до 300–500 единиц, а у людей старшего возраста со сниженными резервами такие значения наблюдаются даже в покое. При наличии стенокардии *Ин* достигает 600–700 единиц, а в прединфарктном состоянии – 900–1100 единиц.

*Корреляционная ритмография (КРГ)* – метод графического моделирования соотношений между интервалами *RR* на ЭКГ на основе корреляций между соседними кардиоциклами.

Ритмокардиоскоп позволяет построить *КРГ* автоматически на экране по регулируемому количеству кардиоциклов в диапазоне от 50 до 2000.

По сравнению с другими методами диагностики изменений сердечного ритма данный способ имеет ряд преимуществ, главными из которых являются:

- получение информации о сердечном ритме за любой отрезок времени в «сжатом» виде, на одном графике, который строится автоматически;
- выявление скрытых связей между соседними интервалами *RR*;
- высокая чувствительность метода в отношении выявления внезапных изменений длительности кардиоциклов;

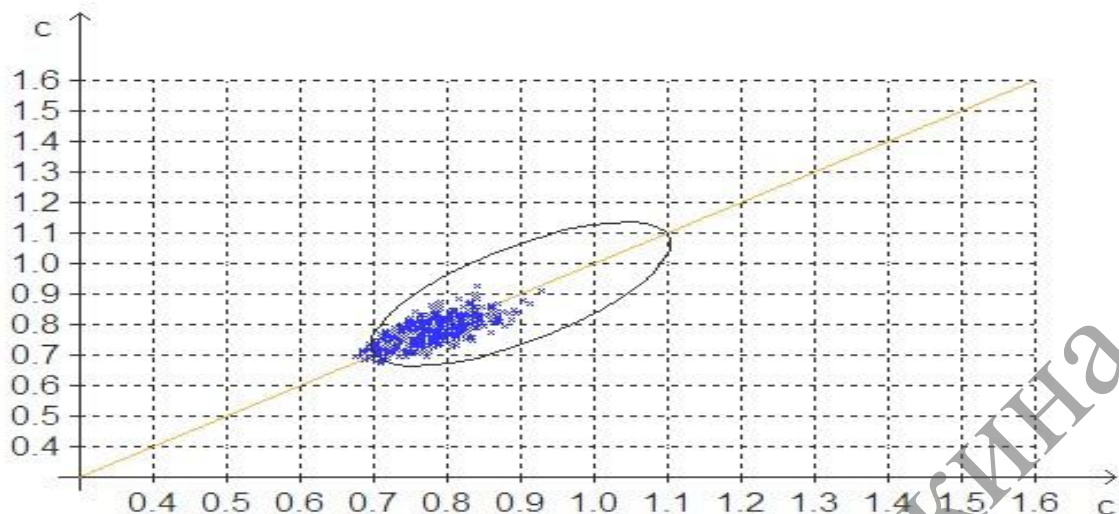
- получение информации о состоянии сердечного ритма в определенный промежуток времени [9].

Хорошо известны компенсаторные механизмы, обеспечивающие приспособление кардиореспираторной системы к изменениям среды. К ним относятся разнообразные рефлекторные механизмы, увеличение легочной вентиляции, скорости кровотока, потребления кислорода, гиперфункция сердца, оптимизация метаболических процессов в тканях и др. Все эти механизмы как звенья единой функциональной системы в конечном итоге действуют в направлении получения конечного результата: поддержания сердечно-сосудистого гомеостаза. Следовательно, данный метод позволяет оценить не только результат адаптационной реакции организма, но и выявить степень участия в этой реакции различных уровней и звеньев регуляторного механизма.

Показано, что у спортсменов с низким уровнем работоспособности, как и у нетренированных лиц, в покое существенно чаще наблюдается появление медленноволновой периодики; при длительных физических нагрузках и при снижении тренированности спортсменов отмечены изменения типа ритмограммы с переходом от ритма с большой амплитудой дыхательных волн к преобладанию медленных волн [9].

Установлена связь медленных волн сердечного ритма с колебаниями содержания в крови катехоламинов и кортикостероидов; отмечена связь между медленными волнами сердечного ритма и активностью системы гипофиз–надпочечники [19].

Анализ *КРГ* позволяет получить информацию о состоянии активности и парасимпатического каналов регуляции сердечного ритма, о величине аритмии, характере периодических колебаний ритма и степени их выраженности (рисунок 4).



**Рисунок 4. – Корреляционная ритмограмма (скатерграмма)**

*Автокорреляционная функция* представляет собой график динамики коэффициентов корреляции, получаемых при последовательном смещении анализируемого динамического ряда на одно число по отношению к своему собственному ряду. После первого сдвига на одно значение, коэффициент корреляции тем меньше единицы, чем более выражены дыхательные волны. Автокоррелограмма позволяет судить о скрытой периодичности сердечного ритма.

Вычисление и построение автокорреляционной функции динамического ряда кардиоинтервалов (рисунок 5) направлено на изучение внутренней структуры этого ряда как случайного процесса и представляет лишь качественный анализ.

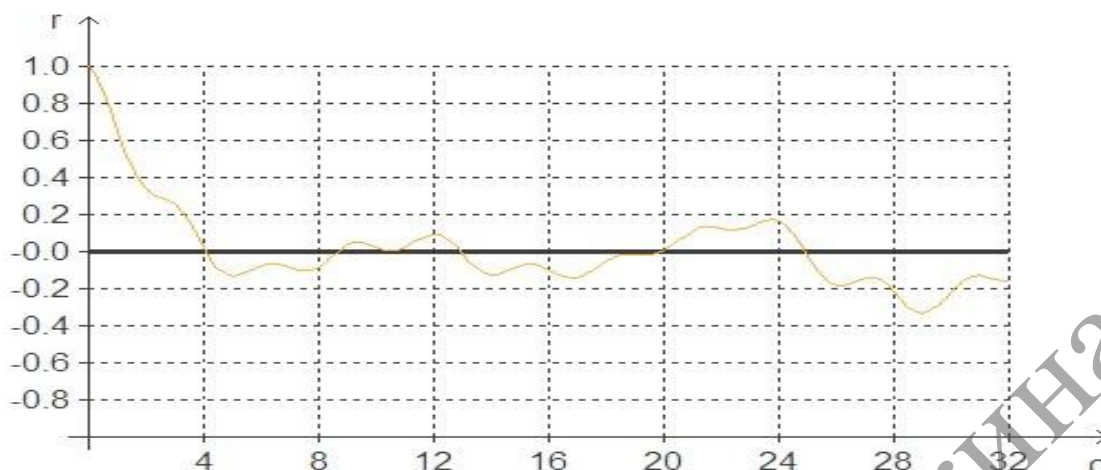


Рисунок 5. – Автокорреляционная функция

Для точной количественной оценки периодических процессов в сердечном ритме служит *спектральный анализ*. В норме у человека в спектре ритма сердца присутствуют три основных вида колебаний:

- *Быстрые (высокочастотные) волны (HF)*

Парасимпатическая система регуляции считается высокочастотной. Ее медиатором является ацетилхолин. Он быстро разрушается холинэстеразой. При непрерывной стимуляции блуждающего нерва латентный период реакции составляет около 200 мс. Колебания активности парасимпатической системы порождают изменения сердечного ритма с частотой 0,15–0,4 Гц (9–24 колебаний в минуту) и более, формируя быстрые волны.

- *Медленные (низкочастотные) волны (LF)*

Симпатическая система регуляции кровообращения является медленной системой регуляции. Волны, обусловленные колебанием системы, называются медленными (низкочастотными) волнами (LF). Частота колебаний медленных волн – 0,04–0,15 Гц (2,4–9 колебаний в мин).

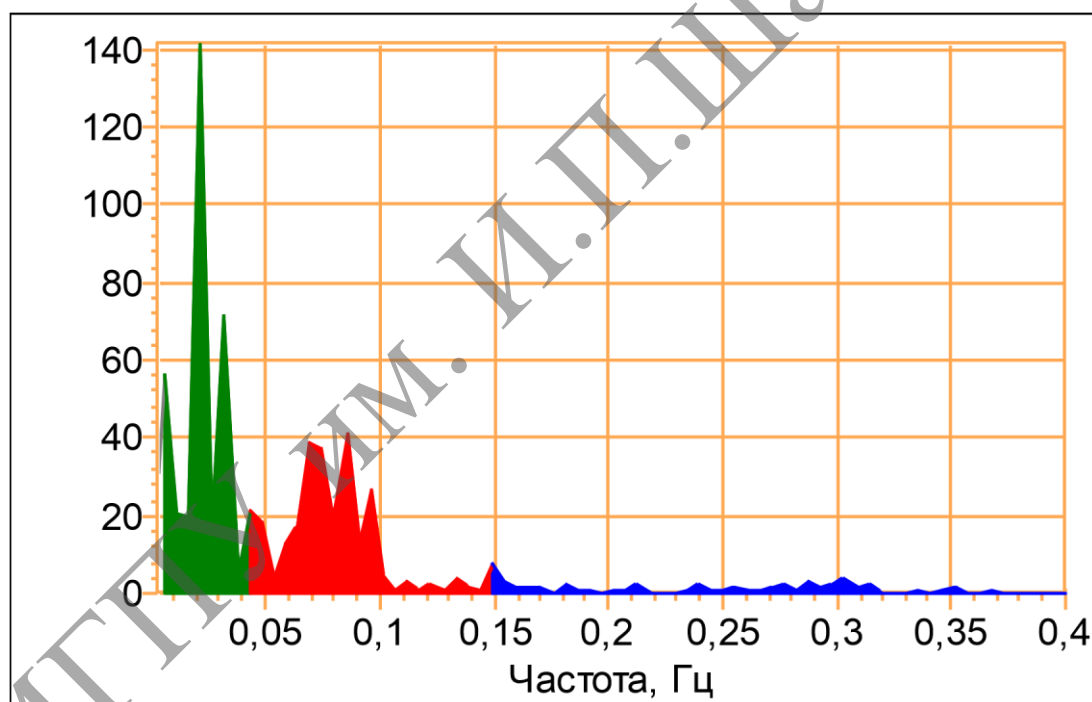
*Норадреналин (NA)*, освобождающийся из симпатических нервных окончаний, повышает частоту спонтанных возбуждений автоматических клеток синоатрикулярного узла миокарда. При стимуляции сердечных симпатических нервов ЧСС начинает повышаться, латентный период составляет 1–3 секунды. Установившийся уровень ЧСС достигается лишь через 30–60 секунд после начала стимуляции симпатических волокон.

- *Очень медленные (низкочастотные) волны (VLF)*

Самой медленной системой регуляции кровообращения является гуморально-метаболическая. Она обусловлена активностью как циркулирующих гормонов в крови, так и активных веществ в самой ткани (тканевых гормонов), а также ЦНС. *VLF* – одно колебание в минуту и реже, что соответствует диапазону частот менее 0,04 Гц (<2,4 колебаний в минуту).

*ULF* – сверхмедленные волны – волны с периодом 1–8 часов отражают активность гормональных систем и, в частности, – системы гипофиз–надпочечники.

Общий спектр (*TP*) сумма всех колебаний у спортсмена должна быть выше 3000, причем преобладать должны высокочастотные и низкочастотные волны. Физиологический смысл спектрального анализа состоит в том, что с его помощью оценивается активность отдельных уровней управления ритмом сердца (рисунок 6).



**Рисунок 6. – Спектрограмма спортсменки, гребца на каноэ, мсмк, предсоревновательный период**

Анализ *BPC* спортсменки (рисунок 6) проводился в покое и после ортостатической пробы. В результате оценки спектрограммы и показателей спектрального анализа спортсменки, гребца на каноэ,

после ортостатической пробы, показано, что общая мощность спектра нейрогуморальной модуляции умеренная. Состояние нейрогуморальной регуляции характеризуется высоким уровнем симпатических, умеренным уровнем вагальных и низким уровнем гуморально-метаболических (церебральных эрготропных) влияний в модуляции сердечного ритма. Баланс отделов вегетативной нервной системы у данной спортсменки характеризуется преобладанием активности симпатического отдела вегетативной нервной системы (рисунок 6).

*Комплексная оценка* вариабельности сердечного ритма может осуществляться по *показателю активности регуляторных систем (ПАРС)*.

*ПАРС* вычисляется в баллах по специальному алгоритму, учитывающему статистические показатели, показатели гистограммы и данные спектрального анализа кардиоинтервалов. *ПАРС* позволяет дифференцировать различные степени напряжения регуляторных систем. Показатель *ПАРС* был предложен еще в начале 80-х годов (Баевский Р.М. и др., 1964) и оказался довольно эффективным в оценке адаптационных возможностей организма. Алгоритм его вычисления постепенно совершенствовался, и к настоящему времени разработан новый алгоритм, учитывающий значения всех основных показателей вариабельности сердечного ритма. Значения *ПАРС* вычисляются в баллах от 1 до 10.

На основании анализа значений *ПАРС* могут быть диагностированы следующие функциональные состояния:

- Состояние оптимального напряжения регуляторных систем, необходимое для поддержания активного равновесия организма со средой (*ПАРС*=1–2).
- Состояние умеренного напряжения регуляторных систем, когда для адаптации к условиям внешней среды организму требуются дополнительные функциональные резервы. Встречается чаще при эмоциональном стрессе (*ПАРС*=3–4).
- Состояние умеренного напряжения регуляторных систем, которое связано с активной мобилизацией адаптационных механизмов, в том числе повышением активности симпатико-адреналовой системы и системы гипофиз–надпочечники (*ПАРС*=5–6).

- Состояние перенапряжения регуляторных систем, для которого характерна недостаточность защитно-приспособительных механизмов, их неспособность к адекватной реакции организма на воздействие факторов окружающей среды. Функциональные резервы организма мало участвуют в адапционном ответе ( $ПАРС=7-8$ ).

- Состояние истощения (астенизации) регуляторных систем, при котором активность управляющих механизмов снижается (недостаточность механизмов регуляции) и появляются характерные признаки патологии. Специфические изменения отчетливо преобладают над неспецифическими ( $ПАРС=9-10$ ).

При этом выделяются три зоны функциональных состояний, для наглядности представляемых в виде светофора:

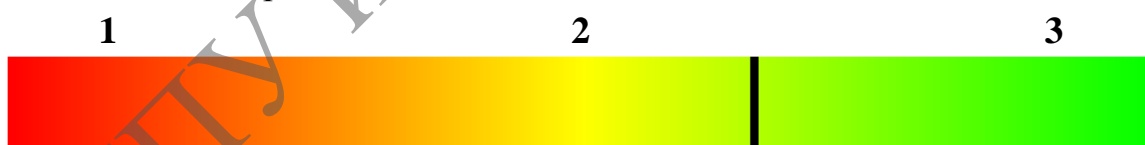
- Зеленый цвет (3) – все в порядке, не требуется мероприятий по профилактике и лечению.

- Желтый цвет (2) – необходимо проведение оздоровительных и профилактических мероприятий, на основании результатов дополнительной диагностики.

- Красный цвет (1) – необходима дополнительная диагностика состояния спортсмена, с выявлением возможных заболеваний, и их лечение.

Выявление зеленой, желтой и красной зон здоровья позволяет в виде экспресс-диагностики исследовать функциональное состояние человека с точки зрения риска развития болезни.

На рисунке 7 изображен цветной вариант результата комплексной оценки ВРС спортсменки-каноистки.



**Рисунок 7. – Комплексный анализ ВРС каноистки, мсмк, предсоревновательный период**

Проба проводилась лежа, с использованием аппарата «Полиспектр». Продолжительность записи сердечного ритма 3 мин (185 с). Зарегистрировано 235 комплексов *QRS* с нормальной частотой сердечного ритма. На ортостатическую пробу зарегистрирована ответная реакция, свидетельствующая о значительном снижении

адаптационных резервов организма. Текущее функциональное состояние спортсменки удовлетворительное. Уровень функционирования физиологической системы близок к нормальному.

Р.М. Баевским предложена следующая рабочая классификация состояний организма по степени напряжения регуляторных систем:

1. Состояние полной или частичной адаптации организма к внешним условиям, которая сопровождается минимальным (или оптимальным) напряжением механизмов регуляции.

2. Состояние напряжения, которое проявляется мобилизацией защитных механизмов, в том числе повышением активности симпатoadреналовой и других систем.

3. Состояние перенапряжения, для которого характерны недостаточность адаптационных механизмов, неспособность обеспечить оптимальную адекватную реакцию организма на воздействие факторов внешней среды.

4. Состояние срыва (полома) механизмов адаптации, в котором можно выделить две стадии: а) истощения (астенизации) регуляторных механизмов с преобладанием неспецифических изменений; б) преморбидное состояние с преобладанием специфических изменений.

В состоянии напряжения учащается пульс, уменьшается дисперсия кардиоинтервалов с малым вариационным размахом и большой амплитудой моды. Эти изменения соответствуют высокому уровню активности симпатoadреналовой системы, повышенной синхронизации различных звеньев управления. Состояние перенапряжения характеризуется одновременным усилением активности симпатической и парасимпатической систем, одновременной активацией автономных и центральных звеньев управления. Состояние истощения (астенизация) регуляторных механизмов отличается снижением активности симпатoadреналовой системы и заметным рассогласованием различных звеньев системы управления. В.С. Загурским в 1993 году предложены следующие оценочные нормативы показателей ритма сердца спортсменов, полученных на основе анализа *BPC* (таблица 13).

Таблица 13. – Оценочные нормативы показателей ритма сердца у спортсменов (Загурский В.С., 1993)



Показатели функционального состояния сердца				
Оценка ИН	Mo, с	АМо, %		ARR, с
Высокая	1,06–1,20	16–22	0,37–0,48	20–29
Выше средней	0,97–1,05	23–29	0,31–0,36	30–44
Средняя	0,90–0,96	30–35	0,23–0,30	45–65
Ниже средней	0,81–0,89	36–40	0,17–0,22	66–100
Низкая	0,80–0,70 и <	41–50 и >	0,10–0,16 и <	101–100 и >

Примечание – *ИН* – индекс напряжения

Если  $Mo=0,75-1,00$  с,  $ARR=0,20-0,48$  с, регистрируется нормотонический тип регуляции или удовлетворительная адаптация.

Если  $Mo < 0,75$  с и  $ARR < 0,20$  с – симпатический тип регуляции или неудовлетворительный тип адаптации (с состоянием напряжения, перенапряжения или срыва механизмов адаптации).

Если  $Mo > 1,00$  с и  $ARR > 0,48$  с – ваготонический тип регуляции и высокий уровень адаптации.

Увеличение  $AR-R$  более 0,6 с или уменьшение  $AR-R$  до 0,10–0,15 с, может быть ранним признаком переутомления.

Для оценки ВРС используются также функциональные тесты: ортопроба и дыхательная проба.

- Ортопроба (титл-тест)

После 15 мин отдыха спортсмен встает из положения лежа и РКГ записывается 5 мин в положении стоя.

При анализе переходного периода важен следующий параметр: отношение минимального значения  $RR$ -интервала, обычно в районе 15 удара от начала вставания ("дно ямы"), к самому длинному  $RR$ -интервалу, обычно около 30-го удара – так называемый коэффициент 30:15.

Реакцию обследуемого на ортостатическую пробу, с учетом коэффициента 30:15, можно разделить на нормальную, сниженную, парадоксальную и высокую (избыточную). У молодых (до 40 лет) здоровых людей нормальной реакцией на ортопробу следует считать коэффициент 30:15 – от 1,25 до 2,0. Низкий коэффициент 30:15, до 1,25, оценивается как вагусная недостаточность. ЧСС после переходного процесса снижается не более чем на 30% от исходного уровня. Высокая (избыточная) реакция, коэффициент 30:15, более 2,0, оценивается как высокая симпатическая активность.

- *Дыхательная проба*

При дыхании происходит последовательное торможение и возбуждение ядра блуждающего нерва, передающееся к синусовому узлу через соответствующие нервные окончания. Это сопровождается укорочением кардиоинтервалов на вдохе и удлинением их на выдохе. При оценке проводится запись фоновой ритмограммы в течение 1,5 мин. Далее проводится дыхательная проба (4 сек – вдох и 6 сек – выдох).

Патологические реакции *ВНС* на дыхательную пробу свидетельствуют о вегетативной дисфункции. Для нормальной активности парасимпатического отдела *ВНС* характерно увеличение *RR max* от 0,05 до 0,10 с, а для нормальной активности симпатического отдела – уменьшение *RR min* от 0,05 до 0,10 с. Увеличение *RR max* и уменьшение *RR min* на величину более 0,10 с свидетельствует о повышении активности парасимпатического или симпатического отделов *ВНС* соответственно, а увеличение *RR max* и уменьшение *RR min* на величину менее 0,05 с – о снижении их активности.

*Пародоксальная реакция обоих отделов ВНС: RR max – уменьшается, RR min – увеличивается* [9].

Оценка спектральной мощности *ВРС* подтверждает усиление парасимпатической активности и снижение централизации управления сердечным ритмом по мере роста показателя спортивной формы.

Достижение 95–100% уровня спортивной формы обеспечивается резким возрастанием активности автономного контура регуляции сердечного ритма, изменениями вегетативного статуса от симпатикотонии к ваготонии.

Изучение вопросов вегетативного регулирования юных спортсменов используется в качестве основы для выбора того или иного направления физической активности, вида спорта и/или спортивной специализации.

А для этого необходимо знать комплексную характеристику физических и психологических особенностей детей, имеющих исходную ваготонию и симпатикотонию. Заключение о вегетативном статусе детей и спортсменов-ребцов на байдарках и каноэ осуществлялось нами на основании результатов спектрального анализа вариабельности сердечного ритма с использованием

ортостатической пробы. Данные о ВРС детей и юных спортсменов получали при обследовании на программно-техническом комплексе «Полиспектр», с оценкой результатов по рекомендациям Европейского общества кардиологов и СевероАмериканского общества по электростимуляции и электрофизиологии [3]. Проводилась активная ортостатическая проба по А.М. Вейну [3]. Определялись спектральные компоненты: *высокочастотные (High Frequency – HF)*, *низкочастотные (Low Frequency – LF)* и *очень низкочастотные (Very Low Frequency – VLF)*; *индекс вагосимпатического взаимодействия LF/HF* [2, 9]. Для оценки *физической работоспособности (ФР)* детей-неспортсменов (1 группа) и юных спортсменов (2 группа) использовался тест *PWC-170* [4]. Исследования проводились утром, в понедельник, после 2 дней отдыха. Использовали результаты психологического и психофизиологического тестирования.

При проведении анализа данных ВРС спортсменов гребцов на байдарках и каноэ установлено следующее:

С ростом тренированности у спортсменов растут: *Mo, dX, SDNN, CV, RMSSD, pNN50; Aмо, ИИ, ИВР, ВПР и ПАПР* – значительно уменьшаются.

Проведено комплексное многолетнее обследование более ста подростков в возрасте 10–17 лет, занимающихся и не занимающихся греблей на байдарках и каноэ [19] (таблица 14).

Таблица 14. – Особенности исходного вегетативного статуса юных гребцов на байдарках и каноэ

Показатель	Вегетативный статус	
	Ваготоник (В)	Симпатотоник (С)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Физические качества</i>		
Быстрота	–	+
Мышечная сила	–	+
Выносливость	+	–
Работоспособность	+	–
Продолжение таблицы 14		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>

<i>Психологические качества</i>		
Эмоциональная устойчивость	+	–
Социализация	низкая	высокая
Тип личности	интроверт	экстраверт
Тревожность	низкая	высокая
<i>Психофизиологические качества</i>		
Быстрота реакции	–	+
Моторика	мелкая	крупная

При проведении активной ортостатической пробы в 1 группе отмечено увеличение показателя *VLF* и, соответственно, снижение *HF* и *LF*. При проведении активной ортостатической пробы во 2 группе отмечено увеличение показателя *HF* и снижение *VLF* и *LF*. Полученные результаты объяснимы с позиций двухконтурной иерархической регуляции сердечного ритма. Согласно которой, чем выше уровень управления, тем больше период медленноволновых составляющих сердечного ритма (*VLF*), отражающих активность надсегментарных центров регуляции *ВНС* [1, 3].

Установлено, что исходное состояние вегетативной нервной системы исследованной группы детей, занимающихся спортом, характеризуется парасимпатикотонией в покое и активизацией надсегментарного уровня регуляции симпатического отдела *ВНС* при проведении ортостатической пробы. Ортостатическая проба оказывает умеренное влияние на состояние вегетативной нервной системы (симпатическая активность адекватно возрастает) и может быть рекомендована при проведении отбора юных гребцов, для исследования вегетативного статуса спортсменов.

Изучение физических качеств детей показало, что они также имеют четкие различия в зависимости от типа исходного вегетативного тонуса: при ваготонии отмечены более низкие скоростные и силовые параметры, но более высокие значения физической работоспособности, а также толерантности мышц к статическим нагрузкам субмаксимальной интенсивности. У детей с ваготонией мелкая моторика развита лучше, чем крупная, а при симпатикотонии развитие крупной моторики преобладает над мелкой.

Корреляционный анализ изученных параметров позволил получить системные портреты детей в зависимости от исходного

вегетативного тонуса: ваготонику свойственна большая эмоциональная устойчивость и продолжительность физической работы при меньшей силе и скорости как психических, так и физических реакций (таблица 15).

Таблица 15. – Исходные результаты спектрального анализа ВСР в группах наблюдения ( $M \pm m$ )

Показатель и	Группы наблюдения			
	В покое		Ортостатическая проба	
	Группа 1, n=57	Группа 2, n=45	Группа 1, n=57	Группа 2, n=45
HF,%	39,54±1,23	30,26±1,12	25,54±0,92*	34,52±1,25
LF,%	31,50±1,21	31,89±0,87	29,32±1,09	29,28±1,43
VLF,%	28,76±0,89	37,73±1,05	35,02±1,15	36,08±1,17
HF/LF	0,80±0,76*	1,05±0,67	1,14±1,07*	0,84±0,98

Примечание – \* $p < 0,05$

Исходные данные *ВРС* в группах указывали на преобладание в покое активности парасимпатического отдела *ВНС* у юных спортсменов (таблица 15), что характерно для спортсменов и свидетельствует об их правильном отборе [5].

Физический, психический и вегетативный компоненты системной деятельности организма тесно взаимосвязаны. Психологические характеристики детей с исходной ваготонией характеризуются высокими показателями интроверсии, личностной тревожности, неуверенности в себе, заниженной самооценкой, при хорошей способности к самоконтролю. Ваготоники медленно включаются в любой вид деятельности, однако способны длительно выполнять монотонную работу при сохранении высокой степени произвольного внимания. Эти дети лучше чувствуют себя на «вторых» ролях, выбирают партнерские формы взаимоотношений. В целом для ваготоников характерен пассивный тип социализации, высокая подчиняемость и дисциплинированность, выбор индивидуальных форм работы. При исходной симпатикотонии, напротив, отмечаются более высокие значения экстраверсии, психической активности, импульсивности, и даже агрессивности. Симпатотоники легко включаются в любой вид деятельности, часто

не доводя начатое дело до конца. Они лучше чувствуют себя в роли лидера, готовы подчиняться авторитарному стилю взаимодействия, им необходим твердый внешний контроль. Тревожность у симпатотоников низкая и обусловлена ситуативными факторами, а самооценка часто завышена. Системный портрет симпатотоника указывает на большую силу и скорость его реакций при меньшей эмоциональной устойчивости и продолжительности физической работы. В целом для симпатотоников характерен активный тип социализации, низкая подчиняемость, выбор групповых форм работы.

Поэтому для обеспечения нормального функционирования вегетативной нервной системы физические и психические методы в двигательном режиме должны быть объединены в целостную систему.

В структуре селекционного отбора важно учитывать вегетативный статус юного спортсмена. Следует также учитывать, что занятия спортом, при правильном подходе к назначению тренировочных нагрузок, позволяют обеспечить дифференцированную тренировку вегетативных структур. Занятия спортом помогают осуществить выход всех эмоций, как гиперстенических, по своей сути, что важно, для активных, импульсивных симпатотоников. Отбор в греблю предполагает выбор людей с подвижной структурой активности физиологических и психофизиологических процессов. Выбор юных спортсменов с исходным вегетативным статусом симпатотоника означает, что в дальнейшем возможно развитие гиперкинетического варианта кровообращения у спортсмена; тренировки смешанного характера, предусматривающие равномерные нагрузки, снижают риск развития вегетативной дисрегуляции.

Отбор в греблю юного спортсмена с исходным ваготоническим вариантом вегетативного статуса предпочтителен, предполагает эмоции уединения и спокойствия во время тренировок, что наиболее важно для детей ваготоников. Такое реагирование всех эмоций значительно снижает риск развития дисрегуляции вегетативной нервной системы, а, следовательно, и нарушений здоровья.

Психофизические особенности детей в зависимости от исходного вегетативного тонуса определяют необходимость дифференциации программ тренировки. На этапе формирования мотивации к занятиям активный и хорошо координированный симпатотоник получит большее удовольствие от динамических упражнений. Тогда как размеренная и логичная статика покажет

сильные стороны ваготоника. Напротив, на этапе тренировки слабого звена симпатотоникам будут необходимы статические упражнения, а ваготоников разовьют только динамические упражнения аэробного характера. В итоге такой принцип тренировки «слабого звена» с опорой на сильные качества позволяет обеспечить устойчивое поддержание вегетативного гомеостаза, что значительно расширяет адаптационные возможности организма, резервы здоровья и повышает вероятность достижения высокого спортивного результата.

### **1.3 Особенности оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы квалифицированных гребцов на байдарках и каноэ**

Сравнивая показатели ЭКГ квалифицированных гребцов на байдарках и каноэ в покое, во время и после выполнения физической нагрузки, определяют функциональное состояние сердца у спортсмена. ЭКГ у спортсмена в состоянии покоя имеет некоторые особенности. Эти особенности возникают по следующим причинам:

- изменение вагосимпатического баланса у тренированного спортсмена в сторону увеличения тонуса блуждающего нерва или снижения тонуса симпатического нерва. В связи с этим отмечаются такие особенности, как синусовая брадикардия, синусовая аритмия (дыхательного типа), уменьшение амплитуды зубца *P*, удлинение интервала *PQ* и другие изменения;

- наличие гипертрофии миокарда приводит к увеличению амплитуды зубцов желудочкового комплекса, главным образом зубца *R*, а также к некоторому увеличению продолжительности желудочкового комплекса. У спортсменов продолжительность желудочкового комплекса определяется почти всегда на верхней границе нормы (0,06–0,08 с; 0,8–0,12 с);

- повышение интенсивности обмена в гипертрофированном миокарде является причиной повышения амплитуды зубца *T* у спортсменов, в отличие от здоровых нетренированных людей [9].

На ЭКГ спортсменов могут определяться и другие изменения зубца *T* в стандартных и грудных отведениях. При этом зубец *T* чаще очень низкий, ниже 1/3 зубца *R*, на изолинии или даже отрицательный – его вершина направлена вниз; обменные процессы в сердце нарушены. В ряде случаев изменения зубца *T* сочетаются со

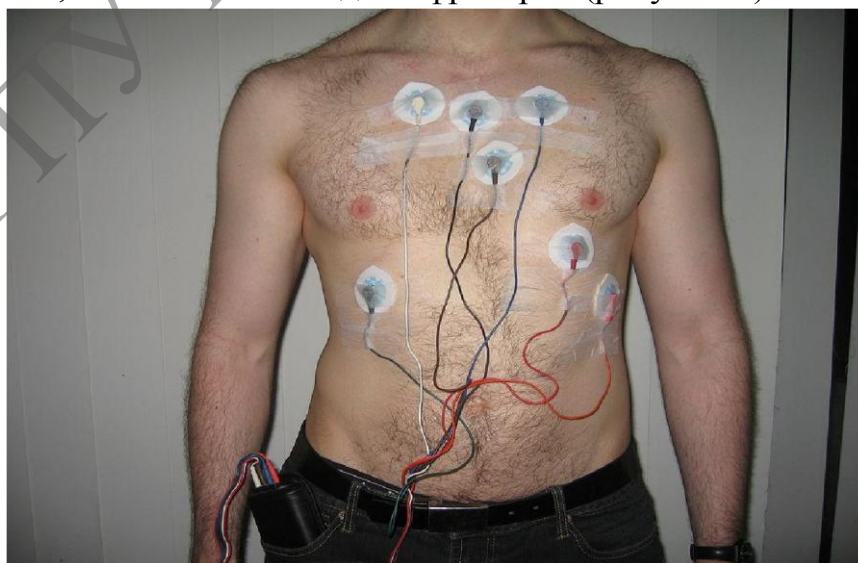
снижением сегмента *ST*, при этом спортсмены могут жаловаться на боли в области сердца, возникающие во время тренировки или после других физических нагрузок [9].

Наличие кардиальных жалоб, изменений на ЭКГ патологического характера является противопоказанием для занятий спортом до полной нормализации указанных параметров [124]. В целом каждая страна использует принятый отраслевым министерством охраны здоровья населения перечень противопоказаний для занятий спортом (ПРИЛОЖЕНИЕ В). Противопоказания касаются в первую очередь патологии сердца и сосудов, как наиболее значимых для прогноза жизни.

Для точной диагностики различных патологических и предпатологических состояний у спортсменов применяются углубленные методы исследования ССС.

В последние годы активно используются так называемые событийные регистраторы (*event recorder*), позволяющие записывать только определенные участки ЭКГ в период возникающих симптомов и жалоб. Продолжительность записи при данном типе рекордеров значительно увеличивается, максимально до 14 месяцев при использовании имплантированных рекордеров типа *Reveal* с петлеобразной регистрацией ритма.

*Холтеровское мониторирование ЭКГ.* Суть метода холтеровского мониторирования ЭКГ (*ХМ*) состоит в длительной регистрации ЭКГ в условиях свободной активности обследуемого с последующим анализом полученной записи на специальных устройствах, так называемых дешифраторах (рисунок 8).





**Рисунок 8. – Холтеровское мониторирование ЭКГ с электродами, предназначенными для записи кардиосигналов, установленными на теле пациента**

Спортсмены являются особой профессиональной группой с регулярными повышенными нагрузками на сердечно-сосудистую систему и высоким риском кардиальных осложнений, самым грозным из которых является *внезапная сердечная смерть (ВСС)*. При обследовании 70 юных спортсменов 14–16 лет, более 2 лет активно занимающихся различными видами спорта, и контрольной группы из 35 здоровых детей того же возраста, не занимающихся спортом, Vitasalo M. и соавт. выявили более выраженную синусовую брадикардию у спортсменов, по сравнению с их сверстниками, не занимающимися спортом. Средняя ночная ЧСС у спортсменов составила 55 уд/мин, в контрольной группе – 60 уд/мин; минимальная ЧСС у спортсменов – до 35 уд/мин, чего не отмечалось в контрольной группе. У 14% юных спортсменов были зарегистрированы паузы ритма более 2000 мсек. АВ блокада 1 степени выявлялась у 23% спортсменов (11% в контроле), второй степени – у 20% спортсменов и у 3% в контроле. Что касается частоты тахиаритмий, то она существенно не различалась у спортсменов и здоровых сверстников, но была достаточно высокой в обеих группах (60% у спортсменов и 57% в контрольной группе). Для спортсменов возраста 16–18 лет характерно усиление выраженности ночной брадикардии, высокие значения разницы дневной и ночной ЧСС [9].

Различные виды спорта создают для организма уникальные варианты стрессорных нагрузок, моделировать которые в условиях стандартизированных нагрузочных проб часто бывает просто невозможно. В исследовании авторы проводили ХМ у 7 хорошо тренированных парашютистов непосредственно во время выполнения прыжков. В момент непосредственно прыжка у двух спортсменов на фоне постоянно возрастающей ЧСС (до 170–200 уд/мин) было отмечено внезапное появление медленных суправентрикулярных ритмов с ЧСС 60–90 уд/мин. Данное наблюдение позволило авторам сделать вывод о возможном внезапном преобладании парасимпатических влияний на ритм сердца в момент максимальной симпатической активности.

Отмечены различия в  $QT$  динамике у тренированных спортсменов. Как мужчин, так и у женщин значения  $slope QT/RR$  были достоверно ниже, чем у неспортсменов [35]. Это свидетельствует о достаточно значительном влиянии интенсивных физических нагрузок на возникновение сердечных аритмий и требует пристального контроля состояния сердечно-сосудистой системы у лиц, занимающихся спортом.

У спортсменов с частотой *желудочковых экстрасистол* (ЖЭС) при  $ХМ > 2000$  за 24 ч показан отвод от занятий спортом на 3–6 месяцев, исключение заболеваний миокарда, при необходимости лечение и возврат в спорт на основании контрольных  $ХМ$  и других клиничко-инструментальных данных [75]. В случае выявления у спортсменов при проведении  $ХМ$ , желудочковой тахикардии, *атриовентрикулярных (АВ) блокад* высоких степеней необходим отвод от всех видов спортивной деятельности и дообследование для решения вопроса о необходимости лечения и возможности дальнейших занятий спортом [75].

Использование  $ХМ$  при обследовании спортсменов, несомненно, дает врачу возможность оценить влияние физических нагрузок на сердечный ритм, помогает диагностировать значительный спектр сердечных аритмий, не выявляемый другими методами. Перспективным направлением исследований в данной области является определение клинической и прогностической значимости выявляемых изменений ритма сердца у спортсменов, определения изменений, связанных с физиологическими особенностями «спортивного» сердца. Особенно существенным является определение параметров вегетативной регуляции суточного ритма сердца спортсменов на разных этапах тренировочного процесса, что в сочетании с изменениями  $ЭКГ$  позволит объективно диагностировать ранние проявления и факторы риска развития сердечных аритмий и заболеваний сердечно-сосудистой системы в целом.

*Метод фонокардиографии (ФКГ)* – способ регистрации звуковых явлений, возникающих при работе клапанов сердца. Звуковые явления возникают главным образом в связи с захлопыванием или открытием атриовентрикулярных и полулунных клапанов сердца и напряжением самого миокарда. Звуковые колебания, возникающие при функционировании сердца, воспринимаются микрофоном и трансформируются через приставку в электрические колебания, которые подаются на прибор (усилитель),

где после усиления записываются регистрирующим устройством в виде кривой – фонокардиограммы.

*Фонокардиограмма* здорового человека представляет прямую линию, на которой видны собранные в колебания характерного вида, отображающие 1-й и 11-й тоны сердца.

Кроме того, иногда удается зарегистрировать 3-й, 4-й и 5-й тоны.

Первый тон сердца на фонокардиограмме записывается 6–10 колебаниями различной частоты и общей продолжительностью 0,12–0,14 с. Группу этих колебаний можно подразделить на несколько категорий, из которых практическое значение имеют четыре вида осцилляции. Вначале следует 2–3 колебания низкой частоты, совпадающие с восходящим коленом зубца *R* электрокардиограммы. Это предсердная часть первого тона, обусловленная систолой предсердий. Затем идет главный сегмент, начинающийся одновременно с нисходящим коленом зубца *R* или *S*. Главный сегмент первого тона состоит из 1–2 высоких и широких осцилляций. Частота колебаний этого сегмента соответствует 120 Гц и отображает результат захлопывания атриовентрикулярных клапанов. Третья часть тоже состоит из 1–2 высоких осцилляций, напоминающих главный сегмент первого тона. Эти колебания возникают за счет мышечного компонента. Заканчивается первый тон 2–3 низкочастотными колебаниями, связанными с растяжением стенок крупных сосудов: аорты и легочной артерии.

При оценке функционального состояния миокарда в спортивно-медицинской практике большое значение придается оценке звучности тонов сердца. Известно, что глухие тоны сердца достаточно часто отмечаются у спортсменов. По данным С.П. Летунова и Л.О. Серкиной (1939), глухие тоны у тренированных спортсменов отмечаются в 5,5 раза чаще, чем у здоровых лиц, не занимающихся спортом. Глухие тоны могут быть обусловлены рядом причин:

- толщиной грудной стенки при значительном развитии мышц;
- состоянием вегетативной иннервации.

Известно, что повышение тонуса блуждающего нерва ведет к ослаблению 1-го тона в связи с замедлением скорости нарастания внутрижелудочкового давления. Эти экстракардиальные факторы (внесердечные) приводят к ослаблению звучности тонов здорового сердца.

Наряду с этим, глухие тоны сердца могут быть связаны с пониженной сократительной способностью миокарда при заболеваниях сердечной мышцы (например, пороках сердца или миокардитах). Правильная оценка тонов имеет большое практическое значение, аускультация (выслушивание) не всегда позволяет сделать верные выводы. Это можно сделать более точно с помощью *ФКГ*. Глухие тоны на *ФКГ* регистрируются с низкой амплитудой. Если глухость тонов (низкая амплитуда) связана с увеличением тонуса блуждающего нерва, то после физической нагрузки, когда будет преобладать влияние симпатического нерва, амплитуда повышается. Если глухость тонов связана со значительным развитием мышечной массы, то у таких спортсменов показатели *ФКГ* будут нормальными, а на *ЭКГ* будет регистрироваться гипертрофия миокарда. Если глухость тонов связана с заболеваниями сердца, после нагрузки амплитуда тонов не увеличивается и к тому же другие показатели, характеризующие сердечно-сосудистую систему, будут изменены. Кроме 1-го и 2-го тонов у здоровых спортсменов может регистрироваться функциональный систолический шум. Этот шум можно определить и аускультативным методом. Однако аускультативно не всегда удается отдифференцировать функциональный шум от органического, который наблюдается, например, при заболеваниях сердца.

*ФКГ* позволяет определить характер систолического шума (функциональный или органический). Систолический шум на *ФКГ* представляет собой группу зубцов (осцилляции), расположенных между 1-м и 2-м тонами сердца. Для функционального систолического шума характерна небольшая амплитуда колебаний, не превышающая  $S$  амплитуды 1-го тона, небольшая длительность (1/4–1/2 длительности систолы). Органические же шумы большой амплитуды сливаются с 1-м и 2-м тонами.

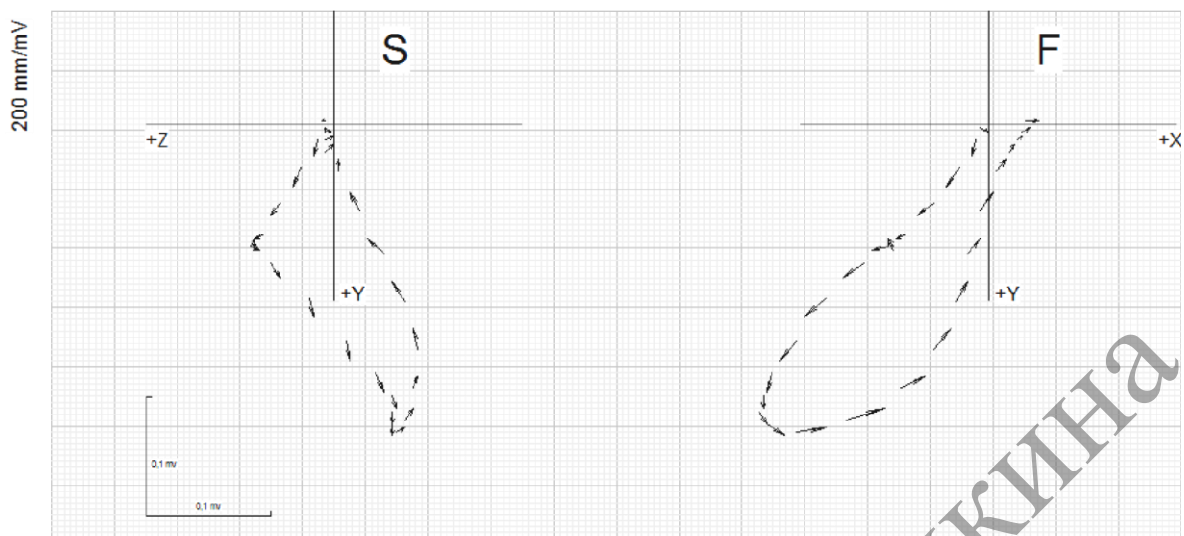
*Функциональные сердечные шумы* – систолические. Систолический шум функционального происхождения возникает при изгнании крови в сосудистое русло в местах значительного изменения ширины сосуда по отношению к желудочкам (например, начало легочной артерии); возникновению шума способствует увеличение объемной скорости кровотока, которая определяется ударным объемом крови, длительностью периода изгнания крови из желудочка и степенью периферического сопротивления сосудов. Функциональный систолический шум бывает наиболее выраженным

при аускультации в положении лежа. Аускультативно функциональный шум имеет мягкий, нежный характер, интенсивность шума – слабая или средняя. После физической нагрузки функциональный шум значительно ослабевает или исчезает совсем [9].

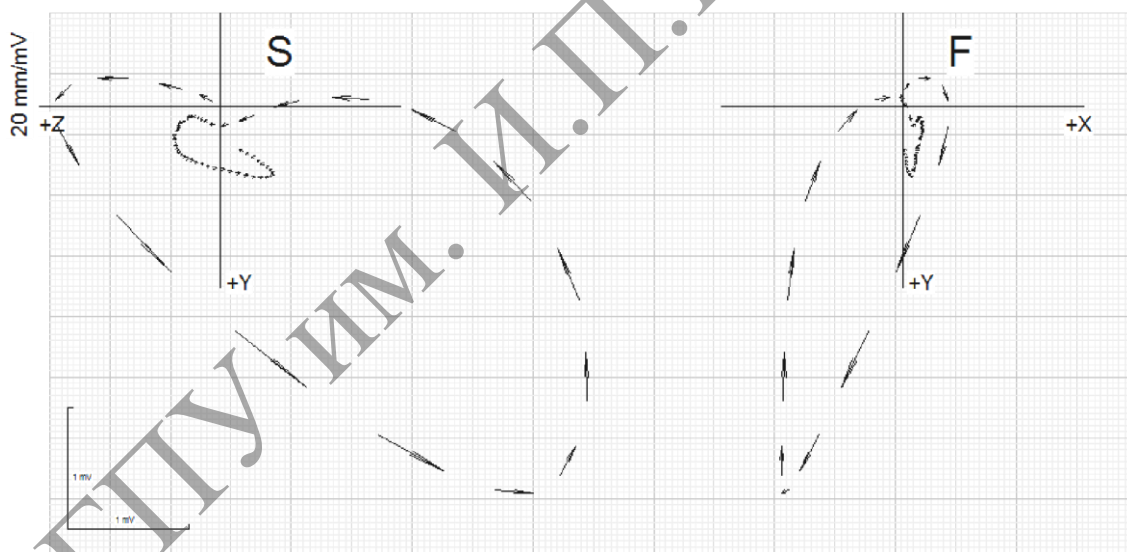
*Векторэлектрокардиография (ВЭКГ)* – метод регистрации электродвижущей силы сердца, векторный анализ электрических проявлений сердечной деятельности. В каждый момент времени разные участки сердца продуцируют *электродвижущую силу (ЭДС)*. ЭДС сердца в определенный момент можно изобразить суммарным вектором, т.е. отрезком прямой, который по направлению и величине соответствует алгебраической сумме векторов ЭДС сердца в данный момент [9].

Если эти векторы проецируются на одну плоскость в линии – это запись ЭКГ. В случае регистрации одновременно в трех взаимноперпендикулярных плоскостях и фиксации на неподвижной бумаге получается не кривая линия, а петля или пространственное изображение ЭДС сердца – *векторкардиограмма*. Если представить, что известны не только величины направления векторов для периода *QRS*, но и для промежуточных моментов, то, соединив концы всех векторов сплошной линией, можно получить кривую, изображающую непрерывное изменение величины направления электродвижущей силы сердца в период, соответствующий комплексу *QRS*. Эта замкнутая кривая фактически является траекторией, которую описывает конец вектора, или, иначе, *векторкардиограммой* для периода *QRS*. Можно также построить векторкардиограмму для зубцов *P* и *T*, если известны направления и величины векторов для нескольких последних моментов в течение периода регистрации зубцов.

*Векторкардиограмма* здорового человека состоит из изоэлектрической точки и трех петель. На рисунках 9, 10 – изображение векторкардиограммы спортсмена высокой квалификации, гребца на байдарке.



**Рисунок 9. – Векторкардиограмма гребца на байдарке, мсмк, базовый период. Комплекс Р-Р. Процесс возбуждения предсердий**



**Рисунок 10. – Векторкардиограмма гребца на байдарке, мсмк, базовый период. Комплекс Q-T. Процесс деполяризации и реполяризации желудочков**

По результатам анализа векторкардиограммы спортсмена байдариста (рисунки 9, 10) установлено, что адаптация сердечной мышцы к предъявляемым нагрузкам протекает благоприятно.

Спортсмен имеет высокий уровень функциональных возможностей сердца к выполнению работы аэробного и анаэробного характера; достаточный уровень метаболического обеспечения миокарда. Повышение электрической активности предсердий можно расценивать как недовосстановление на предшествующую нагрузку, с одной стороны, и как индивидуальную особенность адаптации – с другой.

Изоэлектрическая точка на *ВЭКГ* – это проекция изоэлектрической линии электрокардиограммы, т.е. точка, из которой начинаются и заканчиваются движения всех векторов, или петель.

Петля *P* является результатом регистрации электрической активности предсердий; по размерам она меньше всех петель. На экране петля *P* отображается в виде круга диаметром 1–2 мм, лежащего в той же плоскости, что и петля *QRS*. Время регистрации петли *P* соответствует времени регистрации зубца *P* электрокардиограммы, т.е. не превышает 0,08–0,1 с. Петля с трудом поддается анализу вследствие ее слияния с изоэлектрической точкой.

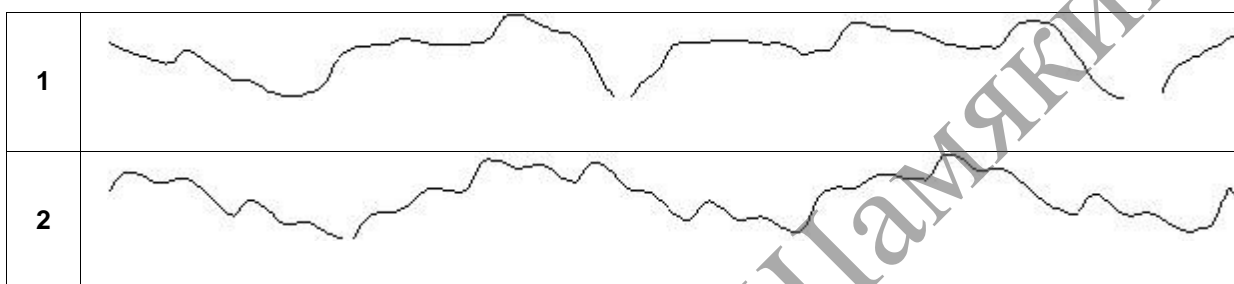
Петля *QRS* наибольшая из всех петель. Она является результатом регистрации электрической активности желудочков. Имеет форму веретена или капли, уширенным и асимметричным основанием примыкает к основанию петли *P* и изоэлектрической точке. Ширина петли соответствует 1/3–1/4 ее длины. Величина максимального вектора петли равняется 6–20 мм. Время регистрации 0,08–0,1 с.

Петля *T* шагает в пределах петли *QRS*. Угол отклонения петли *T* от петли *QRS* не должен превышать 35–44°. Величина петли колеблется от 2 до 10 мм.

Результат *ВЭКГ* дает несколько большую информацию об электрических явлениях в сердце и тем самым о его морфологическом и функциональном состоянии, чем результат стандартной *ЭКГ*.

*Реография (РГ)* – метод исследования сердечно-сосудистой системы, основанный на регистрации изменений электрического сопротивления тела при прохождении через него тока высокой частоты. Изменения сопротивления обусловлены ритмической деятельностью сердца и движением крови по сосудам. Различают центральную (реокардиограмму) и периферическую реограмму. На основании анализа реокардиограммы можно судить о длительности периода напряжения и суммарной длительности механической систолы.

Большое значение имеет возможность с помощью реографии определить величины ударного и минутного объемов крови. Амплитуда реограммы при увеличении скорости распространения пульсовой волны во время мышечной работы существенно возрастает. У новичков и спортсменов средней подготовленности после нагрузки отмечается снижение амплитуды реограммы как работающей, так и ненагруженной конечности. У спортсменов высокого класса амплитуда реограммы работающих конечностей возрастает (рисунок 11).



**1 – РГ гребца на байдарках, мс, базовый период;**

**2 – РГ гребца на байдарках, мсмк, базовый период Рисунок 11. –  
Реограмма гребцов на байдарках**

*Эхокардиография (ЭхоКГ)* – обязательный метод исследования, применяемый при отборе спортсменов.

Метод *ультразвуковой эхокардиографии* основан на отражении импульсного ультразвукового луча на границе двух сред (в месте их соприкосновения). Создается луч ультразвука при прохождении переменного электрического тока через пьезоэлектрический кристалл. Созданный таким путем ультразвуковой пучок направляется через тело и проникает в те структуры сердца, которые попадают в поле действия этого луча. При достижении анатомических барьеров (границы сред) часть энергии отражается обратно. Отраженный звук (эхо) принимается пьезоэлектрическим кристаллом и после преобразования в электрическую энергию отражается на осциллографе. Общий пробег ультразвукового луча в теле человека составляет 20–25 см. Метод безболезнен, необременителен для обследуемого, безвреден; позволяет определить размеры стенок полостей сердца, объем полостей и состояние клапанного аппарата.

*Многофакторная экспресс-диагностика энергообеспечения по ЭКГ (методика проф. С.А. Душанина). Методика С.А. Душанина*



основана на биологической закономерности электрического обеспечения натриевого насоса на клеточном уровне в миокарде в условиях относительного покоя. Проводится запись ЭКГ в 7 однополюсных грудных отведениях или регистрируется ЭКГ в трех отведениях:  $RV_2$ ,  $RV_3$  и  $RV_6$ , по 5–7 кардиоциклов. В каждом отведении измеряют амплитуду зубцов  $R$  и  $S$  (в мм), находят их средние величины в одном отведении, затем рассчитывают  $R$  в процентах к сумме ( $R+S$ ).

*Оценка энергетического метаболизма:*

$RV_2$  – оцениваются потенциальные возможности организма к максимальному накоплению молочной кислоты (лактата) в крови, т.е. оцениваются анаэробно-гликолитическая мощность и емкость (скоростная и скоростно-силовая выносливость).

$RV_3$  – оценивается возможность к максимальному расходованию креатинфосфата, иначе, состояние алактатного (креатинфосфатного) источника энергопродукции при кратковременной работе до изнеможения (быстрота, динамическая сила).

$RV_6$  – оценивается мощность (максимизация производительности функциональных систем) или МПК (общая выносливость).

После оценки анаэробной и аэробной производительности рассчитывается метаболическая мощность физической нагрузки на пороге анаэробного обмена – *аэробная экономичность ( $W$  ПАНО), (%)*:

$$(W \text{ ПАНО}), (\%) = RV_6\% / (RV_6\% + RV_2\%) \times 100\%;$$

$$\text{ЧСС ПАНО} = RV_6\% + RV_2\% + V \text{ ПАНО};$$

$$OME = RV_6\% + RV_2R \% + RV_3R \% + V \text{ ПАНО}.$$

*Общая метаболическая емкость (OME)* характеризует объем совокупности аэробных и анаэробных метаболических изменений при мышечной работе с интенсивностью на уровне МПК.

По формуле  $RV_2\%/3$  рассчитывается *анаэробно-гликолитическая мощность* – максимальный уровень лактата (ммоль/л) (таблица 16).

После физических нагрузок или тренировки показатели энергопродукции могут оставаться такими же, что и до тренировки, или снизиться, но не более чем на 10%. Если показатели после

нагрузки снижаются более 10%, отмечают, какой вид деятельности необходимо корректировать.

Таблица 16. – Модельные характеристики анаэробной и аэробной производительности для спортсменов циклических видов спорта (по С.А. Душанину)

Спортивная квалификация	$RV_3$ , %	$RV_2$ , %	$RV_6$ , %	$W$ ПАНО, %	ЧСС ПАНО, уд/мин	ОМЕ, у.е.
1 разряд	До 30	До 30	До 60	До 60	До 150	До 150
Мастер спорта	30–35	30–35	60–75	60–70	150–160	150–200
МСМК	>35	>35	>75	>70	>170	>200

У подростков 14–16 лет при отборе в греблю на байдарках и каноэ мы отмечали чаще снижение относительных показателей анаэробнокреатинфосфатного механизма, анаэробно-гликолитического механизма, показателя частоты сердечных сокращений на уровне порога анаэробного обмена (*ЧСС ПАНО*), несколько реже – аэробной экономичности (*W ПАНО*), аэробной мощности и общей метаболической емкости.

Обращает на себя внимание тот факт, что абсолютные показатели по каждому параметру существенно не изменяются в возрастном интервале от 12 лет до 21 года, что, естественно, не соответствует общепринятым представлениям о возрастных изменениях процессов биоэнергетики. Это связано, по нашему мнению, с природой полученных данных, которые вычисляются на основании отношений амплитуд зубцов *R* и *S* в отведениях *V3*, *V2*, *V6* дифференциальной электрокардиограммы, отражающей только электрическую активность миокарда. Из этого следует, что методика не может использоваться для сравнения лиц различных возрастных групп. В то же время, в одной возрастной группе она позволяет с достаточной степенью вероятности (не менее 95%) провести первичный скрининг для выявления юных спортсменов с различными вариантами напряжения сердечно-сосудистой системы, низкой тренированностью, высоким утомлением и иными видами предпатологических и патологических состояний.

*Многофакторная экспресс-диагностика по методу проф. Душанина С.А.* позволяет без нагрузочных тестов, применения аппаратуры для эргоспирометрии, инвазивных методов исследования

получить ориентировочное представление о допустимости выполнения физических упражнений и выделить среди юных гребцов группу относительного риска. Следует определить нуждающихся в углубленном медицинском обследовании и особом подходе к дозированию режимов и объемов физических нагрузок.

Данная методика находится в тесной коррелятивной связи с параметрами вегето-сосудистого равновесия как в покое, так и после выполнения физической нагрузки, что дает возможность прогнозирования реакции организма на физическую нагрузку. Следует учитывать, что анаэробная мощность тесно взаимосвязана с суммарным эффектом вегетативной регуляции (*SDNN*), (*TP*), активностью парасимпатического отдела *BHC* (*HF*, *RMSSD*), и особенно симпатического звена, что проявляется при стрессе (*ULF*, *VLF*, *LF*). Практически теми же факторами определяется и обратная зависимость аэробного звена энергопродукции. Следовательно, методика С.А. Душанина в комплексе с исследованием вегетативного гомеостаза спортсменов позволяет проводить скрининговые исследования производительности юных спортсменов на этапах селекционного отбора.

#### **1.4 Анализ состояния нервно-мышечного аппарата квалифицированных гребцов на байдарках и каноэ**

Морфофункциональные предпосылки силовых способностей определяют индивидуальное своеобразие специальной силовой подготовленности, относительно большую предрасположенность к скоростно-силовой или объемной работе.

Основными предпосылками силовых способностей являются состав мышц, тотальные размеры и состав тела, возможности энергообеспечения физической активности, топография мышечного развития.

Генетическая обусловленность содержания быстрых мышечных волокон, относительной мышечной силы, скорости двигательной реакции, максимальной частоты и скорости движений, максимальных анаэробной мощности и емкости лактаcidной энергетической системы в значительной мере определяют врожденный характер уровня скоростно-силовых способностей человека.

Фраза «Великими спринтерами рождаются» имеет научную основу.

Композиция мышц, т.е. соотношение в них медленных и быстрых мышечных волокон, генетически predetermined. Так, соотношение быстрых и медленных волокон в одних и тех же мышцах у монозиготных близнецов практически одинаково. Коэффициент наследования для процента медленных (или быстрых) волокон равен 0,99 у мужчин и 0,92 у женщин. Мышечная мощность обнаруживает очень большую зависимость от генотипа. Так, максимальная мощность, определяемая тестом Маргария у монозиготных и дизиготных близнецов, имеет коэффициент наследственности почти 0,98.

Вместе с тем, процентное соотношение двух подтипов быстрых мышечных волокон (*II-A* и *II-B*) не обладает таким «родственным» сходством, что указывает на возможное взаимопревращение их под влиянием средовых факторов, в частности, в результате тренировки.

Число, размеры и относительное содержание (плотность) митохондрий, активность мышечных ферментов мало зависят или вообще не зависят от генотипа и весьма чувствительны к средовым влияниям (тренировке).

*Мышечная сила*, выраженная в абсолютных показателях (Ньютонах), мало зависит от наследственных факторов. *Относительная «общая сила»* (на массу тела) имеет довольно высокий коэффициент наследственности (0,6), что свидетельствует об определенной обусловленности данного функционального признака генетическими механизмами.

*Максимальная мышечная сила* непосредственно определяет проявление скоростно-силовых способностей в режиме отягощений, составляющих 50% от максимума. *Максимальная мышечная сила* зависит от мышечной массы, а она, в свою очередь, существенно определяет величину суммарной мощности гребли.

Чем больше мышечных волокон одновременно задействовано в работе, тем быстрее двигается мышца. Сила мышц находится в прямой зависимости от силы импульсов, посылаемых центральной нервной системой. Однако в организме предусмотрены механизмы защиты от чрезмерных мышечных напряжений – это сухожильные рецепторы, которые при критических нагрузках «останавливают» мотонейроны во избежание травм. Сухожильные рецепторы блокируются лишь в экстремальных условиях, тогда мышцы способны преодолевать экстремальные нагрузки. Запас максимальной мышечной силы обеспечивает эффективность работы в наиболее

напряженных силовых режимах гребли, предупреждая локальную ишемию мышц и риск травматизации сухожилий.

В таблице 17 приведены показатели мышечной силы у гребцов на байдарках, в зависимости от квалификации.

По наблюдениям авторов [23], в группе детей с более *низкой квалификацией (НК)*, куда вошли дети, имеющие 1 и 2 разряды, и группе, с более *высокой квалификацией (ВК)*, куда вошли мастера спорта, показатели мышечной силы значительно различались (таблица 17).

Таблица 17. – Показатели мышечной силы у гребцов на байдарках (дети 10–18 лет) и контрольной группы

Показатель	Возраст, лет	Контрольная группа		Спортсмены НК		Спортсмены ВК	
		Дев., n=104	Мальч., n=182	Дев., n=26	Мальч., n=86	Дев., n=23	Мальч., n=86
1	2	3	4	5	6	7	8
Кистевая мышца ± кг	10–12	24,1±0,2	27,1±0,8	24,9±0,4	28,3±0,3	28,3±0,4	34,2±0,3
	13–15	26,7±0,3	28,2±0,3	28,6±0,3	32,3±0,3	33,2±0,1	39,2±0,3
	16–18	28,7±0,2	31,1±0,3	29,6±0,3	34,1±0,3	34,2±0,3	42,3±0,4

Продолжение таблицы 17

1	2	3	4	5	6	7	8
Спинальная мышца ± кг	10–12	72,1±0,6	82,6±0,6	78,2±0,7	84,3±0,7	79,2±0,8	86,3±0,8
	13–15	82,7±0,9	93,2±0,1	86,3±0,8	94,1±0,8	94,1±0,9*	99,2±0,3
	16–18	90,2±0,8	98,6±0,9	106,4±0,8*	115,2±0,9*	104,2±0,3	125,3±0,9

Примечание – \*p<0,05

Выявлено влияние биомеханических свойств мышц на физиологические характеристики их работы. Л.Л. Куузе и М.А. Пяэсуке (1982) выяснили, что увеличение демпфируемости мышц сопровождалось уменьшением вертикальной скорости выпрыгивания вверх с места. Это объясняется тем, что при увеличении демпфируемости в напряженной мышце она медленнее освобождается от механического напряжения после сокращения. Это обуславливает уменьшение частоты движений при циклических локомоциях.

Также энергетические расходы увеличиваются при больших величинах декремента и большей жесткости расслабленной мышцы, так как при каждом цикле движений они создают момент сопротивления синергистам.

При оценке функционального состояния мышцы необходимо учитывать ее жесткость как при расслаблении, так и при максимальном произвольном напряжении. В своих работах Уфлянд Ю.М. (1965) и Вайн А.А. (1980) указывают, что работоспособность мышц зависит от разницы в жесткости напряженной и расслабленной мышцы. Оценивая жесткостные свойства по частоте колебаний (метод затухающих колебаний), можно одну и ту же разницу получить при разной частоте колебаний расслабленной и напряженной мышцы. Поэтому было предложено уровень силовой подготовленности оценивать индексом, вычисленным по формуле:

$$I_v = (v_H - v_P) / v_P$$

где  $v_H$  — частота колебаний напряженной мышцы, Гц;  $v_P$

— частота колебаний расслабленной мышцы, Гц.

Введение этого индекса не уменьшает информативность отдельных характеристик  $v_H$  и  $v_P$ , так как каждая из них имеет ценность при диагностике состояния нервно-мышечного аппарата человека. По аналогии был разработан индекс для оценки силы сопротивления при растяжении мышцы по формуле:

$$I_\theta = 1 + (\theta_P - \theta_H^2) / [\theta_H(1 + \theta_P)],$$

где  $\theta_p$  – декремент затухания расслабленной мышцы;  $\theta_n$  – декремент затухания напряженной мышцы.

Результаты исследования годичной динамики индексов показали, что биомеханические свойства мышц во многом зависят от тренировочных средств и нагрузок. При усиленной силовой подготовке увеличиваются индексы жесткости и уменьшаются индексы демпферных свойств. На графике (рисунок 12) представлены показатели движения гребца на велоодометре.



**Рисунок 12. – Показатели акселерометрии гребца на байдарках**

На графике записано ускорение по оси Z (линия 1), возникающее на магнитном датчике при свободном вращении колеса велосипеда из-за несбалансированности этого колеса. В качестве датчика импульсов использовался магнитный датчик велоодометра.

Непосредственно силовые способности гребца реализуются через мышечные усилия, которые, в свою очередь, создают силы, действующие на весло и лодку. Различные силовые способности в различной степени могут раскрываться в специфической деятельности гребца. Их полной реализации препятствует, в первую очередь, координационная сложность техники гребли. Показано, что более

подготовленные спортсмены полнее раскрывают при гребле свой потенциал скоростно-силовых способностей и силовой выносливости, примерно на 80–85%. Другим фактором, ограничивающим раскрытие силовых способностей, является характер двигательной деятельности гребца. Максимальная мышечная сила может быть проявлена либо при предельной величине отягощения, либо при максимальном изометрическом напряжении мышц. Хотя при наиболее напряженном силовом стартовом режиме гребец реализует не более 60% максимальной силы мышц, обеспечивающих выполнение гребка.

*Функциональное состояние мышц (ФСМ)* в равной мере определяется скоростью напряжения, максимальной силой и скоростью расслабления. Как известно, скорость произвольного напряжения мышц находится в прямой зависимости от функционального состояния высших регуляторных систем и выступает как важнейший системообразующий фактор координации движений и технического мастерства спортсменов, которое тоже вносит существенный вклад в уровень специальной физической работоспособности.

Отбор для занятий греблей на байдарках и каноэ в течение длительного периода осуществлялся нами по общепринятым критериям: высокий рост, высокий торс, значительный размах рук, массивность костного и мышечного аппарата.

Массивный и прочный скелет, высокий процент (более 50%) мышечной ткани создает условия в развитии и передаче усилий с лопасти весла на опору, обеспечивая большую надежность и жесткость биомеханической конструкции: гребец–лодка [13, 15]. Оценка физического развития и простейшие исследования силы мышц использовались нами в процессе многолетнего наблюдения за юными спортсменами, при селекционном отборе.

При отборе детей для занятий греблей на байдарках и каноэ мышечная сила оценивается по показателям *динамометрии (кистевая сила)* и исследования *становой силы* (таблица 18).

При оценке результатов наблюдения следует отметить четко выраженную тенденцию увеличения роста тела в длину у юниоров. Особенно это заметно просматривалось на примерах индивидуальной динамики роста.

Косвенное суждение о развитии силы мышц гребцов получили по динамике величин становой и кистевой силы. Общеизвестна роль крупных мышечных групп верхнего плечевого пояса для гребли на



байдарках. Наибольший прирост абсолютной и относительной становой и кистевой силы наблюдался в возрасте 18–19 лет в группе юниоров.

Увеличение относительной силы мышц и уровня атлетизма, оцениваемого по индексу Кетле, с возрастом обусловлено быстрыми темпами совершенствования нервной регуляции произвольной мышечной деятельности. Увеличение силы мышц верхнего плечевого пояса положительно коррелировало с изменением биохимического состава и морфологической структуры мышц [14].

Таблица 18. – Обобщенные показатели физического развития, мышечной силы гребцов на байдарках в соревновательном периоде годового цикла тренировки за период 2008–2014 годы (данные авторов)

Во зр ас т, ле т	П ол	Показатели физического развития			Показатели динамометрии		Показатели становой силы		И нд ек с Ке тл е, г/с м
		Ро ст, см	Ве с, кг	Ж Е Л, мл	А бс оль но си ль ю т и на ки я ст си и, па ла	От но си ль те но ль й на ки я ст си и, ла	ст А ан бс ов о лая ют си на ла, а кг	ст ан на О тов я но ая си си ла, ль %	
15 14	М	173,8 159,3	66,4 52,3	4130 2950	38 27	57 51	115 87	174 167	382 328
	Д	176,9 163,5	69,5 58,3	4300 3500	49 38	71 65	134 111	194 191	418 394
17 16	М	179,4 170,3	75,4 63,3	5130 4260	56 42	74 66	160 128	213 203	419 401
	Д	182,0 175,2	77,6 63,5	5350 4695	63 46	81 68	215 135	279 201	425 406
19 18	М	173,8 159,3	66,4 52,3	4130 2950	38 27	57 51	115 87	174 167	382 328
	Д	176,9 163,5	69,5 58,3	4300 3500	49 38	71 65	134 111	194 191	418 394

23 20	М	179,4	75,4	5130	56	74	160	213	419
		170,3	63,3	4260	42	66	128	203	401
	Д	182,0	77,6	5350	63	81	215	279	425
		175,2	63,5	4695	46	68	135	201	406

Положительная динамика *ЖЕЛ*, *индекса Кетле* достаточно тесно коррелируют с аэробными возможностями организма в условиях мышечной деятельности на выносливость. При этом с возрастом и ростом подготовленности увеличение *ЖЕЛ*, *индекса Кетле*, атлетизма, абсолютной и относительной силы способствуют более эффективной утилизации кислорода и быстрому устранению кислых продуктов обмена, предотвращая сдвиг *pH* крови в кислую сторону и тем самым способствуя проявлению высокой работоспособности в условиях интенсивной двигательной активности [9].

Гребля на байдарках и каноэ относится к виду спорта с преимущественным проявлением многофакторного физического качества выносливости, обеспечивающего высокую работоспособность организма за счет морфофункциональной специализации скелетных мышц, повышения их силовых и окислительных свойств [3, 6].

В процессе комплексного контроля над состоянием нервномышечной системы гребцов нам довелось установить контроль над тоническим напряжением тестируемых мышц как в состоянии покоя, так и при выполнении произвольных движений с физической нагрузкой. Происходящие с возрастом структурные изменения в моторном отделе *ЦНС* создают возможность мобилизовать большее число моторных единиц при выполнении специфической работы и способствуют совершенствованию межмышечной координации [11].

Для осуществления отбора в греблю на байдарках и каноэ, где, наряду с качеством выносливости, значительную роль играет скоростно-силовой компонент, актуально исследование мышечной силы пояса верхних и нижних конечностей, непосредственно конечностей, а также мышц передней поверхности живота, спины.

#### 1.4.1 Анализ нервно-мышечной проводимости

*Электронейромиография (ЭНМГ)* – метод измерения электрической активности мышц, т.е. сарколемных потенциалов действия (Р. Энока, 1998). В настоящее время метод электронейромиографии может быть эффективно использован при решении ряда важных проблем физиологии профессионального спорта.

*Электронейромиограф* – аппарат для стимуляции, регистрации и анализа биоэлектрической активности мышц и нервов (рисунок 13).

Система *MuscleLab 4020 e* – разработана фирмой *Ergotest Technology* и является аппаратно-программным комплексом, позволяющим решать различные задачи физиологии и биомеханики. Эта телеметрическая система имеет модульный принцип, конфигурация которого меняется в зависимости от задач исследования. Любая ЭНМГ-система имеет электроды, отводящие биопотенциалы, усилитель этих потенциалов и регистрирующее устройство.



**Рисунок 13. – Аппаратно-программный комплекс MuscleLab**

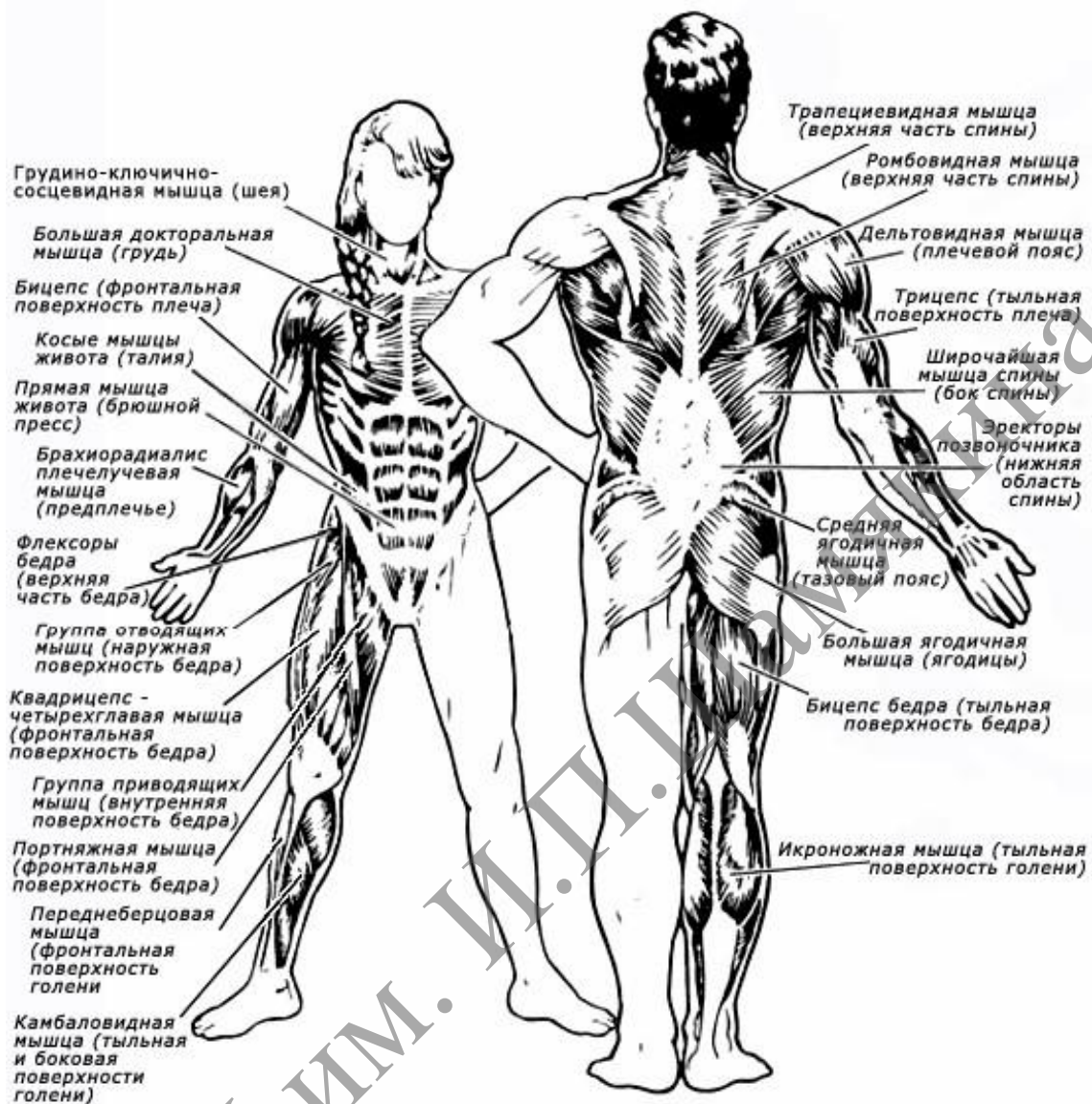
Как правило, при исследованиях в спорте применяют накожные электроды, один из которых устанавливают на брюшке мышцы, а другой – на месте соединения мышцы с сухожилием.

Записывается ЭНМГ не всей мышцы, а ее определенного участка. Естественно, что при этом регистрируется не потенциал действия отделенного мышечного волокна, а многих других

одновременно активных двигательных единиц. При регистрации множество потенциалов действия накладываются друг на друга, поскольку отдельный потенциал длится порядка 0,5 мс, а ЭНМГ регистрируется в течение нескольких секунд. Поэтому такой тип регистрируемой ЭНМГ называется *интерференционной*.

Для получения количественных оценок записи ЭНМГ обрабатывают. Регистрация ЭНМГ дает важную информацию о механизмах регуляции спортивных движений и позволяет анализировать силу, распределение электроактивности разных мышц в процессе осуществления двигательных действий, характерных для того или иного вида спорта.

Выбор мышц определяется задачами исследования. Обычно ЭНМГ записывается с тех скелетных мышц, которые являются «ведущими» для исследуемого спортивного движения. У гребцов на байдарках и каноэ запись ЭНМГ обычно осуществляется с 23 основных мышечных волокон (рисунок 14).



**Рисунок 14. – Группы скелетных мышц, исследуемые методом ЭНМГ у гребцов на байдарках и каноэ**

*Интеграционная ЭНМГ* позволяет более надежно определять амплитуду, важную для анализа силовых проявлений сокращающейся мышцы при различных режимах ее работы в упражнениях и тренировочной работе.

При исследовании сложно-координированных движений записывается ЭНМГ большого числа мышц, при изучении простых по технике движений регистрируются биотоки нескольких мышц.

Биомехаников при анализе *интеграционной ЭНМГ* больше интересует время активности мышцы, т.е. длительность ее работы от момента активизации двигательных волокон до момента прекращения их активности. В этом случае, получая *интеграционную ЭНМГ* от ряда мышц, участвующих в выполнении двигательного действия, можно оценить, как координационно построено то или иное действие. Последовательность потенциалов действия отдельной двигательной единицы можно представить как гармоническую функцию, т.е. при анализе в частотной области ее можно рассматривать как отдельную гармонику в частотном спектре.

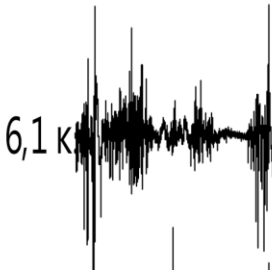


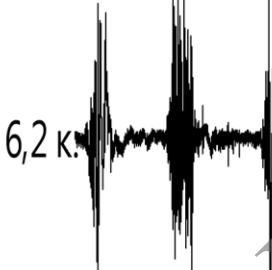

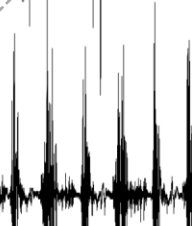






*Интерференционная ЭНМГ* включает сигналы от сотен потенциалов действия, поэтому спектр такого сигнала содержит много гармоник. Если изобразить спектр мощности *интерференционной ЭНМГ*, то он будет иметь выраженный пик на преобладающей частоте сигналов потенциалов действия, что, возможно, свидетельствует о синхронизации работы двигательных единиц в мышце при выполнении двигательного действия. Известно, что при снижении скорости разряда двигательной единицы увеличивается продолжительность потенциала действия, а значит – уменьшается его частота. Это вызывает смещение частоты пика в сторону более низких частот, т.е. если смотреть на графике спектральной функции, влево. Такое смещение – одно из первых проявлений утомления мышцы. По-видимому, работа мышцы с преобладающим силовым проявлением может сместить пик спектра влево, а работа скоростной направленности – вправо, в область более высоких частот.

Можно определить синергизм и антагонизм в работе мышцгибателей и мышц-разгибателей в ходе выполнения упражнения (рисунок 15).

В гребле регистрация *ЭНМГ* обычно производится при выполнении статической, циклической (динамической) и сложнокоординированной двигательной деятельности. Величина статических усилий обычно выбирается с учетом индивидуального максимума и составляет 25, 50, 75 и 100 процентов его величины. В некоторых случаях статическое напряжение мышц осуществляется посредством удержания стандартного груза. В ходе циклической работы в гребле часто исследуются естественные локомоции: сложнокоординированные точностные движения в лодке, на гребном

тренажере, технические элементы и комбинации. Особый интерес представляет методика «следящих» движений, предусматривающая изменение двигательной активности спортсмена в соответствии с параметрами, назначаемыми зрительным или звуковым сигналом, например, на старте.

МГТУ им. И.П.Шамякина

<b>Ступени</b>  <b>Расположение</b> <b>кривых</b> <b>на рисунках</b>	<b>1 ступень</b> 2 мин, темп – 68–70, вес утяжеления – 9 кг	<b>2 ступень</b> 1 мин, темп – 76–80, вес утяжеления – 10 кг	<b>3 ступень</b> 30 сек, темп – 80–90, вес утяжеления – 11 кг
1 канал (кривая)  пр., Бицепс, Кожно- мышечный, С5 С6		7,1 к. 	8,1 к. 
2 канал (кривая)  пр., Трицепс, Лучевой, С6 С7 С8 Т1		7,2 к. 	8,2 к. 
3 канал (кривая)  пр., Квадрицепс бедра (медиальная головка, Бедренный, L2-L4)		7,3 к. 	8,3 к. 
4 канал (кривая)  пр., Широкая мышца спины, Заднегрудной, С6-С8		7,4 к. 	8,4 к. 



**Рисунок 15. – Запись электронейромиографии 4 групп скелетных мышц гребца на байдарках при тестировании на гребном тренажере «Dansprint»**

Визуальный анализ амплитуды потенциалов ЭНМГ позволяет установить «ведущие» и «вспомогательные» мышцы при выполнении того или иного спортивного движения. Визуально можно также определить порядок активации и выключения разных мышц при осуществлении двигательного действия. Наличие высокоамплитудной и высокочастотной *электронейромиограммы* или отсутствие таковой позволяет дифференцировать отдельные фазы движения.

Визуальная оценка электроактивности мышц может быть существенно дополнена результатами количественной обработки ЭНМГ, в том числе и компьютерного анализа по специализированным программам. Оценка координационных отношений мышц применяется при анализе взаимодействия между произвольно активируемыми и покоящимися мышцами.

*Координационные взаимоотношения мышц* выражают в величинах *коэффициента реципрокности (КР)* и *коэффициента синергии (КС)*. *Коэффициент реципрокности* отражает взаимодействие мышц в системе агонист-антагонист и показывает степень активации мышцы-антагониста в процентах по отношению к активности мышцы-агониста. Он вычисляется по формуле:

$$КР = \frac{\text{Амплитуда ЭНМГ антагониста}}{\text{Амплитуда ЭНМГ агониста}} \cdot 100\%$$

(при напряжении 1 агониста) / (при напряжении 1 антагониста)

*Коэффициент синергии* применяется для оценки степени активации покоящейся мышцы по отношению к произвольно напрягаемой мышце. *КС* отражает процессы иррадиации возбуждения в мышцах, находящихся в состоянии относительного покоя, и высчитывается по формуле:

$$КС = \frac{\text{Амплитуда ЭНМГ покоящейся мышцы}}{\text{Амплитуда ЭНМГ напрягаемой мышцы}} \cdot 100\%$$

Величина коэффициентов реципрокности и синергии у здоровых лиц обычно не превышает 15%. В разгибателях верхних и нижних конечностей коэффициент реципрокности и синергии больше, чем в сгибателях.

Анализ основных колебаний потенциалов ЭНМГ осуществляется путем подсчета амплитуды и частоты только тех потенциалов, конфигурация которых включает пересечение нулевой линии. В зависимости от задачи работы измеряют либо амплитуду стандартного числа наибольших по величине потенциалов действия, либо среднюю амплитуду колебаний на определенном участке ЭНМГ. В интерференционной электронейромиограмме количество основных колебаний варьирует в диапазоне от 50 до 110 колебаний в секунду и зависит от величины напряжения исследуемой мышцы и ее структуры.

Анализ поворотов колебаний ЭНМГ – автоматическая компьютерная оценка количества значимых пиковых потенциалов действия и их амплитуды. За «поворот» (турн) кривой ЭНМГ принимается изменение направления потенциала в пределах одной фазы без пересечения изолинии. Учитываются только значимые потенциалы, т.е. те, амплитуда которых равна 100 мкВ и более. Количество «поворотов» (турнов) всегда больше по сравнению с числом основных колебаний и у здоровых людей составляет 150–400 в одну секунду. Средняя амплитуда турнов находится в диапазоне 350–450 мкВ. Оценка поверхностной ЭНМГ методом «поворотов» проводится при выполнении дозированной мышечной нагрузки или развитии максимального произвольного мышечного усилия. Для полного изучения активности мышцы обычно анализируют 20 различных односекундных участков.

В условиях компьютерной обработки ЭНМГ количество и амплитуда турнов предьявляются в графической форме в виде гистограммы турновых интервалов, амплитуды турнов, скатерограммы отношений амплитуды турнов к частоте турнов в одну секунду и гистограммы пиков турно-амплитудных отношений. Такой графический анализ позволяет получить довольно полные и детальные данные о характере биоэлектрической активности мышц в состоянии покоя и в процессе выполнения физических нагрузок.

Гистограмма междурновых интервалов показывает число интервалов (ось ординат) стандартизированной длительности, зарегистрированных на односекундном участке или усредненных на

20 односекундных участках. У здоровых спортсменов продолжительность интервалов равняется 2,5–3,9 мс. Гистограмма амплитуды турнов показывает количество турнов фиксированной амплитуды, зарегистрированной на участке ЭНМГ длительностью в одну секунду. При развитии значительных по величине мышечных усилий наблюдается смещение высокоамплитудных столбцов влево. Сдвиг гистограммы вправо характерен для умеренных по силе сокращений мышц. У лиц, занимающихся разными видами спорта, средняя амплитуда столбцов составляет 230–560 мкВ.

*Скатерограмма* амплитуды и частоты турнов позволяет сопоставить динамику этих двух параметров на одном графике, где средняя амплитуда турнов является функцией их частоты. На оси ординат отмечается средняя амплитуда турнов, на оси абсцисс средняя частота турнов, имеющих в односекундном паттерне ЭНМГ.

Конфигурация точек на скатерограмме, характеризующая амплитудночастотную зависимость турнов, выглядит как специфическое облако.

*Гистограмма* пиков турно-амплитудных отношений характеризует изменения отношения количества поворотов ЭНМГ к средней амплитуде ЭНМГ за 1 секунду и применяется в диагностике функционального состояния мышц. Средняя амплитуда ЭНМГ возрастает пропорционально величине мышечного усилия, поскольку эти два параметра связаны прямо пропорциональной зависимостью. В то же время количество поворотов ЭНМГ растет пропорционально усилию только до 40% от максимального, что соответствует состоянию «насыщения» ЭНМГ, и остается относительно постоянным при дальнейшем увеличении мышечного напряжения. Величины пиков отношений турн-амплитудных параметров являются чувствительным показателем в оценке состояния мышечного аппарата спортсменов.

Интегрирование ЭНМГ позволяет определить площадь электронейромиограммы на ее фиксированном временном участке, т.е. меру выраженности активности мышц во времени при той или иной двигательной деятельности. Площадь ЭНМГ отражает суммарную электрическую активность мышцы и пропорциональна величине развиваемого мышечного усилия. Она выражается в относительных единицах или в мВ\*с (мВ, умноженные на секунды). Интегрирование ЭНМГ может эффективно использоваться при оценке

активности мышц, обеспечивающих выполнение основных и «специально-подготовительных движений в гребле.

Наиболее надежно ЭНМГ регистрируется при изометрическом режиме работы мышцы. При других режимах колебания длины мышцы изменяют расположение электродов относительно активных волокон, что приводит и к ее некоторому изменению.

*Автокорреляционный анализ* является удобным методом для выявления состояния утомления и тремора, при которых обычно наблюдается ритмическая модуляция амплитуды поверхностной ЭНМГ.

*Кросскорреляционный анализ* применяется для изучения взаимосвязи между ЭНМГ разных мышц. Этот вид анализа эффективен при исследовании взаимосвязи биоэлектрической активности мышц в системе агонист-антагонист, позволяя характеризовать механизмы их супраспинального и межсегментарного контроля. Особенно важен кросскорреляционный анализ в изучении координации мышц-антагонистов в момент подготовки к выполнению движения и в начальный период его осуществления. При изменении функционального состояния организма спортсмена меняются и кросскорреляционные отношения между активностью разных мышц, что позволяет проводить отбор спортсменов с наиболее активными характеристиками показателей ЭНМГ.

Различные экспериментальные данные свидетельствуют также, что в процессе формирования сложного по координации двигательного навыка, происходит экономизация биоэлектрической активности скелетных мышц, обеспечивающих выполнение определенного технического приема. Это доказывает, что применение поверхностной ЭНМГ в гребле на байдарках и каноэ будет способствовать наиболее быстрому и эффективному освоению и корректировке технической составляющей спортивного мастерства.

## **1.5 Оценка эргометрических и энергетических показателей**

Определение баланса и обмена энергии основано на фундаментальном законе сохранения энергии. То есть, учитывая все

потери, энергия передвижения лодки с гребцом равна метаболической энергии, производимой гребцом.

Поскольку единственным источником энергии живого организма являются окислительные процессы, с помощью метода непрямой калориметрии можно определить энергетические траты организма в разных условиях и при разных видах деятельности. Используя метод непрямой калориметрии, на основе анализа выдыхаемого воздуха, определяют дыхательный коэффициент, который представляет собой отношение количества выделяемого углекислого газа к количеству потребленного кислорода. Поскольку энерготраты организма пропорциональны величине потребленного кислорода, то о них можно приближенно судить по объему кислорода, поглощаемого в единицу времени,  $V_{O_2}$ , л/мин или мл/кг/мин.

С помощью метода непрямой калориметрии затраты энергии определяются с достаточной степенью точности лишь при относительно низкой интенсивности мышечной деятельности, когда поставка энергии, необходимой организму, обеспечивается только аэробными механизмами энергообеспечения. Когда активизируются анаэробные поставщики энергии, и образуется кислородный долг, определение энерготрат организма методом непрямой калориметрии проводится, наряду с определением содержания лактата в крови.

Для получения индивидуальных характеристик аэробной энергетической системы в настоящее время широко используются различные спирогазометрические комплексы, дающие наиболее полное представление о физиологических процессах, происходящих в организме спортсмена. В настоящее время эргоспирометрическое тестирование является диагностической методикой, позволяющей проводить тестирование физической работоспособности, оценить текущее состояние и изменения в работе кислородтранспортной системы спортсменов при различных режимах мышечной деятельности. Для тестирования кардиореспираторной выносливости спортсменов используются следующие аппаратно-программные комплексы: *Oxycon Mobile*, *Oxycon Pro*, *Cardiovit AT-104PC*, *Metamax* и другие.

Одним из представителей современных спирогазометрических комплексов является аппарат *Oxycon Mobile*, который предназначен для использования как в помещении, так и в полевых условиях. Классические эргоспирометрические исследования предполагают использование какого-либо типа эргометра. Однако использование

стационарных эргометров не позволяет в полной мере смоделировать актуальную нагрузку в различных ситуациях.

*Oxycan Mobile* позволяет проводить кардиореспираторные исследования непосредственно в условиях реальной физической нагрузки или при тестировании на гребном тренажере. Небольшой по габаритам прибор крепится непосредственно на испытуемом с помощью системы ремennого крепления. Данные исследования передаются по телеметрии в режиме реального времени на персональный компьютер испытателя на расстоянии до 1 км или, при потере телеметрической связи, сохраняются на встроенную карту памяти. После сохранения результатов исследования можно произвести их оценку с помощью специального программного пакета.

Для регистрации ЧСС во время тестирования спортсменов в большинстве случаев используется нагрудный пульсометр, например, *POLAR*, передающий сигнал ЧСС с пары электродов, укрепленных в нагрудном поясе, на приемник, регистрирующий частоту сердечных сокращений. В некоторых случаях также можно использовать пояса *Garmin*, на которые можно закрепить непосредственно сам приемопередатчик сигнала *POLAR*.

Ниже представлена краткая характеристика основных параметров, регистрируемых спирогазаметрическими комплексами.

1. *Потребление кислорода (ПК)*. Количество кислорода, поглощенное организмом в течение определенного отрезка времени. В диапазоне аэробных нагрузок ПК линейно зависит от мощности циклической работы и связано линейными зависимостями с частотой сокращений сердца (ЧСС) и легочной вентиляцией (ЛВ). ПК является наиболее надежным показателем текущих энергозатрат организма, поэтому измерение этого показателя является важным методом в диагностике общей и специальной работоспособности спортсменов.

2. *Максимальное потребление кислорода (МПК,  $V_{O2max}$ )*. Максимальные размеры аэробного энергообразования оцениваются по величине максимального потребления кислорода – МПК. МПК является наиболее точным показателем аэробной производительности.

3. *Порог анаэробного обмена*. Это точка равновесия продукции и элиминации лактата, переходная зона от аэробного типа энергообеспечения нагрузки к анаэробному, когда транспортируемый в мышцы кислород не удовлетворяет потребность в нем для окисления субстратов. Это компенсируется образованием большого количества энергии путем анаэробного гликолиза, что ведет к

увеличению образования молочной кислоты, которая в сочетании с бикарбонатом натрия, нейтрализующим кислоту, образуют лактат натрия, воду и диоксид углерода.

4. *Частота сердечных сокращений.* ЧСС надежно отражает уровень интенсификации аэробных реакций как всего организма в целом, так и непосредственно сердечно-сосудистой системы. В основе использования ЧСС при дозировании нагрузок лежит линейная зависимость между мощностью работы и увеличением ЧСС.

5. *Кислородный пульс (КП).* Важной характеристикой согласованности и экономичности работы кардиореспираторной системы при физической нагрузке служит *кислородный пульс (КП)*, то есть отношение скорости потребления кислорода ( $V_{O_2}$ ) к частоте пульса. КП показывает, сколько кислорода транспортируется к потребляющим кислород тканям, и в первую очередь – к работающим мышцам, за одно сердечное сокращение.

6. *Дыхательный коэффициент (ДК)* – величина, отражающая самую суть газообмена: соотношение количества потребленного кислорода и выделенного углекислого газа. Этот показатель отражает сразу несколько никак между собой не связанных (или слабо связанных) процессов в организме:

- величина ДК напрямую зависит от того, какую пищу потребляет человек;
- величина ДК отражает вентиляционно-перфузионные отношения в легких;
- ДК существенно увеличивается при включении анаэробногликолитического источника энергии для осуществления мышечной деятельности.

При напряженной мышечной работе меняются все три обстоятельства, ведущие к изменению ДК, причем все три в одну сторону – увеличения ДК: окисляемые субстраты по мере увеличения интенсивности нагрузки все в большей мере представлены углеводами; вентиляционно-перфузионное отношение нередко возрастает, а активация гликолиза неминуемо приводит к появлению углекислоты.

7. *Минутная вентиляция легких (VE)* – параметр, отражающий количество воздуха, вентилируемого за 1 мин.

8. *Вентиляционные эквиваленты  $Ve/VCO_2$  и  $Ve/VO_2$ .* Под вентиляционным эквивалентом по кислороду принято понимать

отношение вдыхаемого воздуха (л/мин) к количеству потребляемого кислорода (л/мин), а под эквивалентом по углекислому газу – отношение вдыхаемого воздуха (л/мин) к количеству выдыхаемого углекислого газа. Повышение дыхательных эквивалентов свидетельствует о повышении активности респираторной системы.

Многими авторами в различных видах спорта установлено, что *МПК* существенно меняется с возрастом [69]. *МПК*, как правило, увеличивается с ростом квалификации спортсмена и достигает значительных величин у мастеров плавания, лыжников, конькобежцев и гребцов. *МПК* у гребцов на байдарках и каноэ достигает до 67 мл/мин/кг [36].

Применение газоанализаторов пригодно не только для исследования аэробных возможностей спортсменов, но также может использоваться и для исследования параметров анаэробной энергопродукции. Одними из основных показателей анаэробной производительности являются *алактатный кислородный долг (АКД)* и *лактатный кислородный долг (ЛКД)*, которые регистрируются при помощи газоанализатора.

В условиях кислородного дефицита активируются анаэробные реакции ресинтеза *АТФ*. В результате этих процессов в клетках и крови накапливаются недоокисленные продукты распада. Устранение продуктов анаэробного распада может происходить по большей части либо путем их полного окисления до конечных продуктов – углекислоты и воды, либо ресинтезом из них исходных веществ. Этот восстановительный избыток кислородного потребления получил название *кислородного долга*.

Вопрос о биохимической природе *кислородного долга* имеет большое значение для спортивной практики. В зависимости от *мощности и продолжительности нагрузки*, а также индивидуальных различий в протекании метаболических реакций соотношение биохимических процессов, приводящих к образованию и «оплате» кислородного долга, может претерпевать значительные изменения. Выбор конкретных тренировочных упражнений, последовательность их использования в тренировочном занятии, число повторений упражнений, величина пауз отдыха часто находятся в непосредственной связи с определением вклада различных энергообразующих процессов в энергетику соревновательных нагрузок. Однако определение *кислородного долга* очень трудоемко и требует длительного времени, поэтому в большинстве случаев



исследование параметров анаэробной энергопродукции производится при помощи эргометрических методов.

Для получения индивидуальных характеристик анаэробной энергетической системы может использоваться аппаратура фирмы «*Dansprint Ergometer*» с программным обеспечением (рисунок 16). Данная система позволяет считывать 10 точек на каждом гребном движении, частота передачи данных – 20 точек в секунду.



1 – для каное, 2 – для байдарки

Рисунок 16. – Система «*Dansprint Ergometer*»

Сегодня известны такие модели гребных эргометров, как *Dansprint PRO Kayak* (Дания), *KayakPro* (США), *SpeedStroke* (США), *Stroke2max Kayak* (ЮАР), *Paddlelite* (Германия), *Vasa Kayak* (США), *WebaKayak* (Австрия), тренажер Ефремова (Россия) и др.

При анализе полученных результатов процесс определения *МПК* и экономичности работы является стандартизированным. Наиболее надежным критерием достижения спортсменом своего истинного *МПК* является выход кривой потребления кислорода на плато, т.е. отсутствие роста потребления кислорода при росте скорости/мощности. Косвенными индикаторами достижения *МПК* считаются *дыхательный коэффициент* выше 1,1 усл. ед. и концентрация *лактата* в крови выше 8 ммоль/л.

Показатель *ПАНО* более точно отражает текущий уровень аэробных способностей спортсмена, чем *МПК* и, как правило, более интересен тренерам. В тоже время процедура расчёта *ПАНО* более субъективна. В программном обеспечении, прилагаемом к

газоанализатору, *ПАНО* определяется автоматически; часто определение *ПАНО* проводят с использованием анализа нескольких параметров: уровня лактата в капиллярной крови, изменения в динамике вентиляции легких и значения дыхательного коэффициента.

Показано, что в среднем по популяции концентрация лактата в крови при *ПАНО* составляет 4 ммоль/л. При этом могут наблюдаться достаточно широкие вариации (2–5 ммоль/л), следовательно, полагаться только на параметр концентрации лактата не корректно и его необходимо сопоставлять с анализом вентиляционных порогов.

При наличии артефактов в показателях, зафиксированных во время теста газоанализатором или вентилометром (спортсмен начал разговаривать, неплотно прилегала маска и т.п.), вентиляционные пороги можно скорректировать, используя показатели *концентрации лактата и дыхательного коэффициента*.

На кривой динамики изменения вентиляции легких при постепенно возрастающей нагрузке выделяется два порога – 1-й и 2-й, которые также называют аэробным и анаэробным порогом соответственно. Данные пороги определяются по *методу V-slope* и являются наилучшими маркерами *ПАНО*.

Лишь комплексная оценка указанных параметров позволяет определить индивидуальный уровень *ПАНО* спортсмена с максимальной точностью (рисунок 17).

*Дыхательный коэффициент* – отношение объема выделяемого из организма углекислого газа к объему поглощаемого за то же время кислорода. Значение данного параметра выше 1,0 говорит о выделении неметаболического углекислого газа, что косвенным образом является индикатором *ПАНО*. В то же время нужно помнить, что дыхательный коэффициент – показатель инертный и, как правило, точно не совпадает с определенным у спортсмена уровнем *ПАНО*.

Максимальная мощность, регистрируемая при проведении испытаний в данном виде тестирующей процедуры, соответствует той части свободной энергии распада *АТФ* и *КрФ*, которая преобразуется в полезную механическую работу с максимальной эффективностью. Поэтому это параметрическое измерение с полным правом может служить количественной оценкой максимума алактатной анаэробной мощности. Константа скорости начального нарастания мощности гребка в исполняемом лабораторном тесте или, в более упрощенном виде, градиент мощности оценивают скорость развития процесса активации мышечного сокращения в ответ на прилагаемый стимул.

Поэтому этот параметр, выводимый из анализа эргометрической кривой изменения мощности гребка, может служить количественной оценкой алактатной анаэробной эффективности.

МГТУ им. И.П.Шамякина



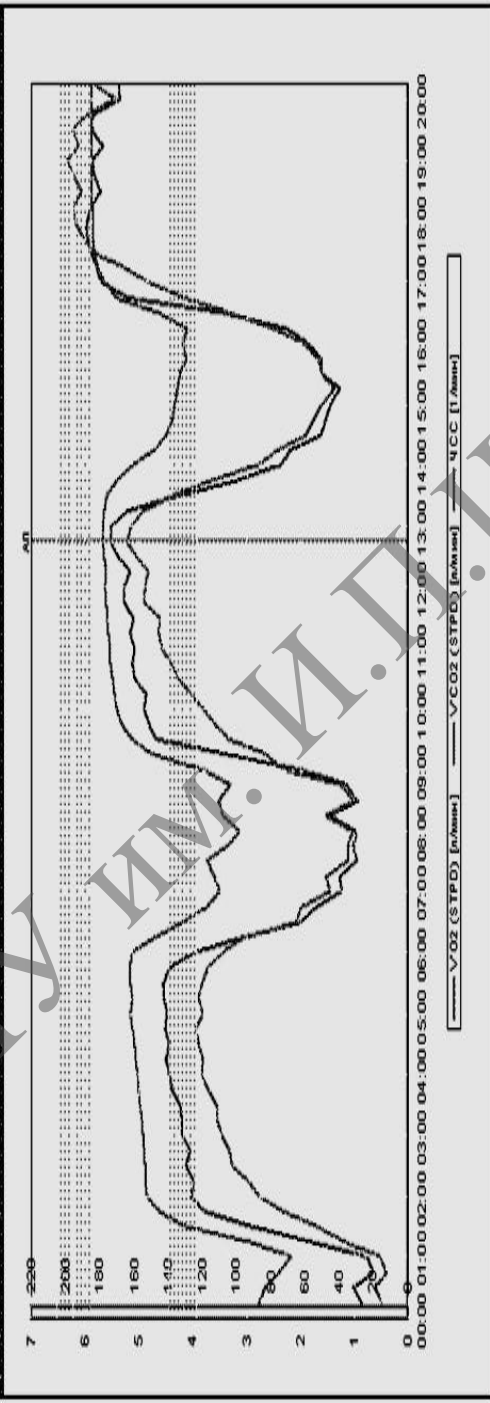
## Резюме Теста (Время, Врем. Гр.)

Фамилия: МСМК Белько, Виталий  
ID: 630  
Возраст: 22 Years  
Пол: мужской  
Дата: 08.02.2012, 13:06  
Длительность теста: 0:20:10  
Оператор: Administrator  
Карен-тестный прибор: Metamax B  
Нагрузочный прибор: Нет

Вес: 90 кг  
Рост: 192 см  
Lean Body Weight: 2.18 M<sup>2</sup>  
BSA: 24 кг/м<sup>2</sup>  
BMI: 24 кг/м<sup>2</sup>

Протокол нагрузки:  
Уровень нагрузки: 150 Вт  
Температура: 18.8 °C  
Давление: 1028 мбар

График обзора Карен-теста



Summary Table 1

Параметр	Unit	А	УГО (гр)
Время	Время	0:12:45	0:17:52
VE	л/мин	176	182
VE (STPD)	л/мин	130.3	174.6
VE (STPD) (корр.)	л/мин	81	106.6
VCO2 (STPD)	л/мин	5.220	6.118
VCO2 (STPD) (корр.)	л/мин	3.6	4.6
V'O2AFC	л/мин	310	32.4
V'E (STPD)	л/мин	233	26.4
V'E (STPD) (корр.)	л/мин	258	27.7
VE (STPD) (корр.)	л/мин	0.95	1.03

Создано: 08.02.2012 08:05:08

ба йд ар ка х, мс м к, с оп ре де ле ни ем ет ри че ск о го те ста гр еб ца на график эр го сп Ри су но к 17

Время удержания максимальной мощности гребка отражает ту часть от общих запасов  $Kp\Phi$  в работающих мышцах, которая может быть использована для поддержания максимальной скорости ресинтеза  $AT\Phi$ , т. е. этот показатель может быть идентифицирован как эффективная алактатная анаэробная мощность.

Константа скорости снижения мощности гребка или градиент падения мощности отражает снижение алактатной анаэробной эффективности при развитии локального утомления в работающих мышцах. В том случае, когда скорость креатинфосфокиназной реакции не способна обеспечить ресинтез  $AT\Phi$  с интенсивностью, соответствующей мощности задаваемого упражнения, поддержание необходимой скорости освобождения свободной энергии метаболических процессов происходит за счёт анаэробного гликолиза. Определение концентрации молочной кислоты в крови сразу после завершения контрольного упражнения может рассматриваться в качестве количественной оценки неэффективности алактатного анаэробного процесса на завершающей стадии тестирования в состоянии локального мышечного утомления. Общее количество механической работы, выполняемой за время проведения теста, служит количественной оценкой суммарной алактатной анаэробной емкости. Общее количество механической работы эквивалентно общим затратам креатинфосфата на выполнение эргометрического теста с максимальной мощностью, доступной для спортсмена.

Наш многолетний опыт по тестированию общей и специальной работоспособности гребцов показал, что применение эргоспирометрии как метода оценки общей, так и специальной работоспособности позволяет гарантированно давать объективную оценку эффективности тренировочного процесса и проводить отбор талантливых спортсменов.

Под постоянным многолетним наблюдением у нас находилась группа спортсменов – гребцов на байдарках и каноэ высокой квалификации, что позволило оценивать не только общую и специальную работоспособность, но и их взаимосвязь. Наблюдение за элитными спортсменами, определение показателей  $\Phi CO$ , значимых для общей и специальной работоспособности гребцов, является основой качественного отбора в определенный вид спорта.

*Специальная работоспособность* нами оценивалась по следующим показателям:  $VO_2$ , л/мин при ЧСС: 120, 140, 155, 170, 180,

185 уд/мин и *мощности работы* при фиксированных ЧСС: 120, 140, 155, 170, 180, 185 уд/мин.

Спортсмену предлагалось выполнить специфичные гребковые движения по 1 минуте с повышающей мощностью работы с использованием гребного тренажера для байдарки и каноэ и системы «*Dansprint Ergometer*».

*Общая работоспособность* исследовалась по стандартным RAMP-протоколам, с шагом 25 W/мин.

Подробно проводилась оценка потребления кислорода, уровня МПК, лактата, показателя оксигенации крови, уровня ПАНО и других стандартных показателей эргометрии.

Повышение функционального состояния и специальной работоспособности высококвалифицированных гребцов на байдарках определяется развитием координационных механизмов адаптации кардиореспираторной системы при выполнении специальной работы максимальной интенсивности. Об этом свидетельствует значимая взаимосвязь между эргометрическими критериями работоспособности (динамика скорости (мощности)), показателями адаптации кардиореспираторной системы и энергетического метаболизма к нагрузке, при выполнении 4-минутного теста на тренажере «*Dansprint Ergometer*» гребцами высокой квалификации.

Оценка физической работоспособности подростков гребцов может проводиться также с использованием *велозэргометрической пробы (ВЭМП)*.

*Мощность нагрузки* при проведении ВЭМП устанавливается, исходя из величины *должного основного обмена (ДОО)*. Подобный подход позволяет наиболее полно учесть индивидуальные особенности юного спортсмена, т.к. величина ДОО вычисляется с учетом возраста, пола, массы и роста. Кроме того, принимается во внимание и тот факт, что ДОО является интегральным показателем интенсивности окислительных процессов в тканях и, следовательно, наиболее адекватно отражает интенсивность метаболических процессов в организме [124].

*Мощность нагрузки* для юношей устанавливается по формуле:  $ДОО \times 0,1$ .

Принято считать, что физические возможности мужчин на 25% выше, чем у женщин, поэтому для девушек мощность нагрузки устанавливается по формуле:  $ДОО \times 0,075$ .

Нет необходимости оценивать физическую работоспособность, рассчитывая *МКП* тем или иным косвенным способом, т.к. это вносит дополнительную ошибку.

Проще и точнее определять % фактической ЧСС от максимальной ЧСС для данного возраста. Если % ЧСС от максимальной при данной мощности нагрузки (определяемой по величине *ДОО*) менее 83% – состояние физической работоспособности выше среднего значения, от 83 до 94% – среднее значение, а выше 94% – ниже среднего значения. Показатели, приведенные в таблице 19, могут служить ориентировочной нормой для оценки физической работоспособности юношей гребцов при отборе в греблю на байдарках и каноэ.

Некоторые из эргометрических показателей юношей 14–15 лет, полученные в результате обследования юных гребцов по результатам *ВЭМП*, по данным авторов, представлены в таблице 19.

Таблица 19. – Эргометрические показатели, значимые при отборе в греблю на байдарках и каноэ (данные авторов)

Показатель	В покое, М±m	В нагрузке, М±m
Мощность, Вт		157±24,4
ЧСС, уд/мин	87,6±11,5	180,6±12,3
%, ЧСС от макс.		88,5±5,5
САД, мм рт. ст.	112±12	162±23
ДАД, мм рт. ст.	70±8	61±20
МПК л/мин		2,6±0,37
МПК мл/мин/кг		44,6±4,7

Выявленные уровни развития показателей мощности, емкости и эффективности аэробных и анаэробных процессов энергообеспечения высококвалифицированных гребцов могут служить биоэнергетическими модельными характеристиками спортсмена. Нормативные шкалы биоэнергетических критериев на основе оценки общей и специальной работоспособности пловцов позволяют выявить сильные и слабые стороны их функциональной подготовленности и вносить соответствующие коррективы в тренировочный процесс.

Эффективность управления тренировки тесно связана с моделированием, а именно использование моделей для определения

различных характеристик функционального состояния, при оценке как общей, так и специальной работоспособности.

В заключение необходимо отметить, что дальнейший прогресс мировых достижений в гребле за счет развития аэробной мощности себя полностью исчерпал. Повышение аэробной емкости и экономичности также не может быть главным, а тем более единственным направлением спортивного совершенствования у гребцов экстра-класса, поскольку предельные по объему нагрузки на уровне *ПАНО* и в аэробной зоне, как правило, уже достигнуты на предыдущих этапах многолетней подготовки. В современных условиях регулярный мониторинг состояния спортсмена методом эргоспирометрии с обязательным периодическим включением проб для определения специальной работоспособности необходим, поскольку анаэробные нагрузки являются более «острым» средством воздействия на организм спортсмена.

## **1.6 Методика использования стационарной и мобильной аппаратуры для получения индивидуальных функциональных параметров спортсмена**

В спортивной деятельности постоянно совершенствуются методики контроля подготовки спортсменов на основе анализа и обобщения практического опыта и специально организованных исследований. Одним из способов повышения эффективности тренировочного процесса является использование в практической деятельности тренера объективных данных биомеханического анализа сложных спортивных движений.

Технические средства контроля, позволяющие реализовать экспресс-анализ структуры спортивного упражнения и на его основе оперативное управление тренировочным процессом, должны иметь высокое быстродействие и осуществлять углубленный анализ биомеханических параметров движений.

Таким требованиям соответствует современная *микропроцессорная техника*. Микропроцессоры, применяемые в вычислительных системах, позволяют создавать на базе персонального компьютера *автоматизированные системы (АС)*,



позволяющие мгновенно определить биомеханические параметры движения спортсмена и на основе их анализа выдавать необходимые методические рекомендации. Таким образом, внедрение АС в текущий тренировочный процесс способствует совершенствованию биодинамической структуры соревновательных движений и повышению эффективности управления спортивной тренировкой.

Результат в гребле на байдарках и каноэ, при прочих равных условиях, в конечном итоге является следствием реализации спортсменом-ребцом техники гребли, характеризующейся определенным перемещением тела во времени и пространстве. На обеспечение этого биомеханического процесса фактически направлены все процессы, задействованные в спортивно-двигательной деятельности.

Для анализа техники гребли, с целью повышения эффективности процесса ее формирования и совершенствования, параметры движения спортсмена необходимо зарегистрировать, измерить и проанализировать. С этой целью в настоящее время применяются различные методы, среди которых наибольшее распространение получили *бесконтактные оптико-электронные компьютеризированные системы*. С их помощью определяются координаты опорных точек тела спортсмена и на их основе рассчитываются кинематические характеристики движения.

Объективная биомеханическая информация о спортивнодвигательной деятельности человека и его движениях, особенно на уровне спорта высших достижений, представляет собой самостоятельную научную ценность. Наиболее популярными методами, основанными на использовании средств АС, являются *биомеханическая кинематография и биомеханическая видеоциклография* с соответствующими системами для количественного анализа изображений.

*Видеоанализ спортивного движения* позволяет оценить и посчитать *кинематические параметры* любого двигательного акта (*скорость, ускорение, объем движения в суставе, траекторию перемещения участка тела*). Анализ кинематических параметров может быть осуществлен в ключевые моменты конкретного движения. По данным признакам возможно сравнение технического выполнения спортивного движения или его составляющих.

Программное обеспечение позволяет проводить оценку соревновательной деятельности даже при условии анализа отснятого

ранее видеоматериала. Данная технология может использоваться для профилактики спортивного травматизма, улучшения спортивной техники. Представляет интерес сравнение одного и того же элемента в разные временные периоды, прохождения участка разными спортсменами. Система позволяет документировать не только технику выполнения, но так же индивидуальные особенности двигательного стереотипа спортсмена. Система позволяет сравнивать технику движений, выбирать оптимальный ее вариант.

Анализ подготовки высококвалифицированных спортсменов показывает, что уровень развития скоростно-силовых качеств в значительной степени определяет техническое мастерство спортсмена. Уровень развития скоростно-силовых качеств наилучшим образом обеспечивает рациональную структуру двигательного действия и значительно повышает качество выполнения упражнения.

Совершенствование спортивно-технического мастерства в соотношении с развитием специфических скоростно-силовых качеств позволяет овладеть рациональной и эффективной структурой двигательных действий. В процессе многолетней спортивной подготовки взаимосвязь физических качеств и техники не остается постоянной, и на разных этапах спортивного совершенствования существует своя структура взаимосвязи.

Основные средства и методы, направленные на развитие и совершенствование скоростно-силовых качеств, зачастую используются без учета индивидуальных биомеханических параметров техники, что в конечном результате приводит к нерациональному совершенствованию спортивно-технического мастерства. Учет закономерностей данных взаимосвязей позволит дифференцированно подходить к выбору и распределению тренировочных средств. С другой стороны, это позволит выявить причину ошибок в технике, разработать методику их преодоления и, что более важно, методику их предупреждения.

*Программное обеспечение Dartfish* позволяет не только проводить анализ биомеханических характеристик того или иного движения, но и использовать для дальнейшего наглядного представления материала различные спецэффекты (рисунок 18).



**Рисунок 18. – Применение системы Dartfish в легкой атлетике**

Модуль *Анализера Dartfish* предлагает комплекс возможностей, которые помогут наблюдению и пониманию действий спортсмена.

Данная система может работать практически с любым видеоизображением, соответственно, можно проводить анализ ранее отснятых материалов. *Dartfish* позволяет сравнивать до 4 клипов одновременно и смещивать 2 клипа. Система позволяет сохранять все произведенные вычисления.

Для выявления индивидуальных биомеханических особенностей спортсмена можно использовать набор рисовальных и текстовых инструментов, которые помогут увеличить наблюдение, осуществить измерение дистанции, расстояния, углов, времени и добавить текстовые комментарии к видеоклипам. Инструменты существуют для того, чтобы увеличить эффективность рисунков, таких, как автоматическое прослеживание и замирание в уместных позициях в видеоклипе. Текстовые или аудиокomментарии могут быть добавлены к анализу, чтобы сэкономить время, комментарии могут быть импортированы из уже существующих результатов.

Одним из наиболее значимых параметров в биомеханическом анализе техники движений в большинстве видов спорта является

измерение углов в суставах при выполнении того или иного движения.

Также в ряду наиболее важных параметров исследования можно выделить измерение расстояния в перпендикуляре к камере. Точность измерения зависит от многих факторов, например, таких, как расстояние между камерой и исполнителем, точность перпендикулярности между опорой камеры и планом, на котором выполняется действие и т.п.

Система *Dartfish* позволяет использовать секундомеры, чтобы оценить продолжительность действия и измерить время в различных секциях действия/гонки.

Особенно актуально может быть применение этой системы во время тренировок. Для этого следует воспользоваться функцией *InTheAction*. Функция *InTheAction* разделяет свойства *Анализера*, такие, как совместный экран, смешанное сравнение видео и возможность добавления рисунков.

*SimulCam* – это спецэффект, отображающий позицию движения двух спортсменов, которая произошла в разное время, но в одном и том же месте. Спецэффект формируется как видеоклип с двумя спортсменами. Тренер при просмотре этого видеоклипа может сравнить скорость, стиль, траекторию и позицию одного спортсмена относительно другого. Спецэффект *SimulCam* может быть использован для разного типа соревнований, при селекционном отборе, для сравнения стиля и визуализации относительных траекторий и скоростей спортсменов.

*StroMotio* – это элемент отображения статичных фаз движения спортсмена, объекта, спортивного снаряда или их групп с целью последующей демонстрации телезрителям данной последовательности в виде короткого видеоклипа. Эффект *StroMotio* напоминает наблюдение за спортсменом через стробоскоп. Тренер при просмотре видеоклипа *StroMotio* видит всю эволюцию движения спортсмена во времени и пространстве. Спецэффект выводится в виде панорамной прокрутки статической картинке со всеми фазами движения спортсмена или в виде клипа, где все фазы спортсмена «замораживаются» разворачиваясь в пространстве. Эффект *StroMotio* позволяет наблюдать эволюцию движения спортсмена и его технику.

Для определения рационального метода дозирования и оперативного контроля временных характеристик, оценки воздействия нагрузки заданной интенсивности используется функция

видеонаблюдения «Лидирование спортсмена». «Лидирование спортсмена» отмечает действие спортсмена по отношению к соперникам, отслеживает скорость передвижения, тесно связанную с мощностью выполнения двигательной деятельности, при одновременном наблюдении за изменением темпа и ритма движений, показателя ЧСС.

При общей физической подготовке результаты эффекта «Лидирование спортсмена» протоколируются с учетом времени преодоления стандартных отрезков, а в гребле – с сопровождающего лодку катера, на котором установлен *GPS-навигатор*, позволяющий определять скорость перемещения спортсмена и пройденное расстояние. На катере также установлен *цифровой анемометр*, позволяющий следить за изменениями скорости и направления воздушного потока. При этом ориентиром скорости специальной тренировочной нагрузки должна быть, прежде всего, средняя соревновательная скорость планируемого результата (в % от нее) и уровень максимальной скорости на данный этап времени.

В частности, при увеличении скорости лодки от низких ее значений, первоначально существует линейная зависимость между скоростью, ЧСС и развиваемой спортсменами мощностью, незначительное же увеличение мощности при движении на околосоревновательной скорости достигается за счет более значительного увеличения мощности двигательного действия и повышения ЧСС.

### **1.7 Биохимический контроль тренировочных и соревновательных нагрузок гребцов на байдарках и каноэ**

Тренировочные и соревновательные нагрузки, как частный случай адаптации, имеют в своей основе, в первую очередь, метаболические изменения, которые необходимы для последующих морфологических и функциональных превращений [1, 3].

Без исследования биохимических аспектов мышечной деятельности не может быть понимания сути тренировки, эффективного планирования и управления тренировочным процессом, для достижения высокого уровня специальной работоспособности спортсменов, качественного селекционного отбора.

С другой стороны, изучение метаболических эффектов тренировочных нагрузок и исследование механизмов биохимической адаптации к ним создает основу для поиска способов повышения работоспособности и оценки степени подготовленности организма к напряженной мышечной деятельности.

На современном этапе развития спорта высоких достижений особую актуальность приобретает проблема систематического биохимического контроля изменений метаболических процессов в организме спортсменов под воздействием физических нагрузок в тренировочной и соревновательной деятельности на протяжении как годичного, так и многолетних циклов подготовки [1, 2].

Анализ результатов исследования, проведенного на этапе предсоревновательного периода, позволил нам выделить две группы спортсменов, гребцов на байдарках, которые по-разному реагировали на тренировочные нагрузки данного периода: 1 группа – спортсмены с высоким уровнем развития восстановительных процессов; 2 группа – спортсмены со сниженным уровнем развития восстановительных процессов (таблица 20).

В подготовительном периоде годичного цикла подготовки спортсменов 16–18 лет, гребцов на байдарках, применяли нагрузки смешанного характера, преимущественно аэробной направленности. Изменения биохимических показателей в процессе еженедельного наблюдения, проводимого в понедельник и четверг, утром, до еды, отличались незначительными отклонениями от условной нормы.

В предсоревновательном периоде годичного цикла подготовки спортсменов, специализирующихся в гребле на байдарках, применяли нагрузки аэробно-анаэробной направленности. В данном периоде подготовки спортсмены обеих групп в первом и втором микроциклах на фоне нагрузок имели достаточно высокие значения уровня мочевины при низких величинах концентрации гемоглобина в крови. Такая реакция организма свидетельствовала о наличии усталости и недостаточном развитии адаптационных возможностей организма спортсменов.

Таблица 20. – Динамика гематологических показателей юных гребцов на байдарках в подготовительный и предсоревновательный периоды подготовки ( $\bar{x} \pm \sigma$ )

Показатели	Гребцы на байдарках, 1 группа, n=14		Контроль- ная группа, n=10	Гребцы на байдарках, 2 группа, n=11	
	Подготови- тельный период	Предсорев- новательный период		Подготови- тельный период	Предсорев- новательный период
Гемоглобин, г/л	147,43±3,86	156,3±3,24	148,14±3,05	145,0±3,57	143,34±3,19
Гематокрит, %	45,24±0,94	45,12±0,92	44,14±0,87	43,33±1,01	45,62±1,04
Мочевина, ммоль/л	4,79±0,12	5,78±0,11	4,79±0,10	4,67±0,07	7,14±0,13

Примечание –  $p \leq 0,05$

В третьем и четвертом микроциклах у спортсменов 1 группы наблюдали увеличение концентрации как мочевины, так и гемоглобина в крови, что указывало на наличие тренировочного эффекта под воздействием интенсивных нагрузок и высокую скорость развертывания адаптационных процессов. Иную картину наблюдали у спортсменов 2 группы, у которых были зарегистрированы высокие значения содержания мочевины в крови на фоне сниженных величин концентрации гемоглобина в крови, что свидетельствовало о том, что нагрузки, выполняемые спортсменами, были высокими и неадекватными их функциональным возможностям. При этом скорость развертывания адаптационных и восстановительных процессов была на среднем уровне.

В двух последних микроциклах перед основными соревнованиями у спортсменов 1 группы наблюдали снижение содержания мочевины при увеличении концентрации гемоглобина,

которые колебались в пределах нормативных величин не только после дня отдыха, но и утром после выполнения физических нагрузок.

Такие значения показателей указывали на высокую скорость развертывания адаптационных и восстановительных процессов в организме, а также на степень наивысшей готовности спортсменов 1 группы. У спортсменов 2 группы в данных микроциклах содержание мочевины в крови в предсоревновательный период повысилось, но при этом концентрация гемоглобина в крови оставалась достаточно низкой, что свидетельствовало о снижении скорости протекания восстановительных процессов и неадекватной уровню переносимости физических нагрузок реакции биохимических сдвигов.

Таким образом, во время планирования и распределения тренировочных нагрузок в каждом микроцикле годового цикла подготовки спортсменов нужно учитывать особенности протекания адаптационных реакций каждого спортсмена, в том числе по биохимическим показателям.

Во многих исследованиях, проводимых в последние годы, наблюдалась тесная связь между переносимостью аэробных нагрузок в течение длительного времени и активностью окислительных ферментов митохондрий [90, 92].

В настоящее время для определения характеристик митохондриальных функций используются клинические, биохимические (оценка уровней пирувата и лактата, антиоксидантной активности, продуктов перекисного окисления липидов крови) и молекулярно-генетические методы (выявление мутаций митохондриальной ДНК и ядерных мутаций, приводящих к нарушению синтеза митохондриальных белков). Однако в современной диагностике митохондриальных нарушений ведущее место занимают морфологические методы исследования [24].

Активность митохондриальных ферментов (сукцинатдегидрогеназы – СДГ,  $\alpha$ -глицерофосфатдегидрогеназы –  $\alpha$ -ГФДГ, лактатдегидрогеназы – ЛДГ) в мышечных волокнах является достаточно надежным показателем окислительного потенциала [25, 26].

СДГ – основной энергетический фермент, который катализирует окисление янтарной кислоты, позволяет с высокой степенью достоверности судить о функциональной активности всего митохондриального аппарата. Локализуется на внутренней мембране митохондрий.



$\alpha$ -ГФДГ – фермент, отражающий работу глицерофосфатного челночного механизма по транспорту электрон-эквивалентов из цитоплазмы в митохондрии, а также обмен фосфолипидов.

ЛДГ – фермент, катализирующий обратимое восстановление пировиноградной кислоты до молочной в процессе гликолиза.

Доступными и информативными для динамической оценки интенсивности аэробных окислительных процессов в организме юных спортсменов являются цитохимические тесты на активность этих ферментов, определяемых в лимфоцитах периферической крови (количественный цитохимический метод, модифицированный Нарциссовым, 1969–1993 гг.). После ряда исследований получены данные о достоверной корреляции функциональной активности митохондрий лимфоцитов, отражающие полисистемную митохондриальную недостаточность с тестом на «рваные» красные волокна в биоптатах скелетных мышц [5].

Имеются данные, что ферментный статус лимфоцитов отражает состояние ферментного статуса клеток практически всех тканей организма: мозга, миокарда, печени, почек, селезенки, тимуса, мышц, слизистой оболочки желудка и кишечника [27].

Поэтому для исследования митохондриальной активности всех тканей организма возможно применение практически неинвазивной методики – цитохимического анализа активности митохондриальных ферментов, предложенного Нарциссовым Р.П.

Увеличение абсолютного числа митохондрий в тканях, в частности феномен «рваных красных волокон» (*RRF*) в скелетных мышцах, является проявлением компенсаторных способностей организма, позволяющих справиться с тем или иным функциональным дефектом [1, 4].

По сравнению с исследованием биоптата определение ферментативной активности в лимфоцитах является неинвазивной методикой, что значительно облегчает ее применение в педиатрической и спортивной практике. Анализ гистохимических, гистологических показателей биоптатов скелетной мышцы, а также цитохимических характеристик ферментов биоэнергетического обмена лимфоцитов периферической крови показывает, что процесс пролиферации митохондрий является неспецифическим механизмом тканевой адаптации к функциональной недостаточности органов и систем [1, 9].

Окислительная способность мышц определяется как количеством митохондрий, так и активностью окислительных ферментов в них.

Окислительный метаболизм клеток зависит от адекватного снабжения их кислородом. В состоянии покоя потребности организма в АТФ относительно невелики, поэтому потребность в кислороде также минимальна. Соответственно увеличению интенсивности нагрузки возрастает и потребность в энергии [25].

Для спортсменов, задействованных в тех видах спорта, которые требуют наибольшей мышечной работы и энергетических затрат, очень важным и информативным является показатель уровня *динамики лактата и пирувата до и после физической нагрузки*.

Содержание *лактата и пирувата* в биологических средах служит косвенным критерием энергетического гомеостаза, своего рода показателем направленности гликолитических превращений углеводов. Баланс указанных веществ определяет *критерий соотношения (КС) – лактат/пируват* – в биологических средах, а повышение показателя *КС* расценивается как свидетельство преобладания анаэробного гликолиза над аэробным [28].

В связи с этим целесообразно говорить о таком понятии, как *порог лактата*. *Порог лактата* – момент начала аккумуляции лактата в крови во время физической нагрузки, увеличивающейся интенсивности сверх уровней, характерных для состояния покоя. *Порог лактата* считается надежным показателем потенциальных возможностей спортсмена выполнять физические нагрузки, требующие проявления выносливости. Увеличение интенсивности физической нагрузки приводит к более быстрому накоплению *лактата*. Согласно определению, *порог лактата* должен отражать взаимодействие между аэробной и анаэробной энергетическими системами.

По мнению некоторых исследователей, при помощи определения *порога лактата* возможно отследить значительный сдвиг в сторону анаэробного гликолиза, вследствие которого и образуется лактат. Поэтому значительное повышение уровня *лактата* крови, при увеличении усилия, определяет анаэробный порог или *порог анаэробного обмена (ПАНО)* [25].

Наиболее важными для юных спортсменов являются процессы обратного превращения *лактата* в *пируват*. Это происходит с помощью фермента *лактатдегидрогеназы сердечного типа (ЛДГС)*, в

состав которого входит витамин В<sub>1</sub> (тиамин). В свою очередь, пируват превращается в ацетил-коэнзим с помощью фермента *пируватдегидрогеназы (ПДГ)*. При недостатке указанных ферментов юные спортсмены могут выполнять длительные упражнения только на уровне аэробной зоны и кратковременную работу на уровне анаэробного порога при использовании жиров как источника энергообеспечения [1, 29].

При селекционном отборе следует учитывать разную степень адаптации к значительным физическим нагрузкам спортсменов, специализирующихся в гребле на байдарках, что может быть связано с разным уровнем развития аэробных и анаэробных возможностей, заложенных в предыдущих циклах подготовки, которые являются резервом эффективности адаптации к тренировочным и соревновательным нагрузкам.

### **1.8 Комплексная оценка функционального состояния спортсменов**

В организме спортсмена под влиянием многолетних тренировочных и соревновательных нагрузок происходит функциональная перестройка. Больше всего она заметна в перестройке мышечно-суставного аппарата и сердечно-сосудистой системы.

Первостепенным фактором, лимитирующим работу мышц, является функциональное состояние *сердечно-сосудистой системы*. Под влиянием физической нагрузки в *ССС* происходят как мгновенные, так и долговременные изменения. Все эти изменения, в конечном счете, направлены на достижение оптимального обеспечения всего организма энергией.

Поэтому при нагрузочном тестировании спортсменов наиболее универсальным и интегральным является показатель *максимального потребления кислорода*, отражающий функциональные возможности сердечно-сосудистой и дыхательной систем в энергообеспечении всего организма во время максимальной физической нагрузки [1, 2].

Собственные исследования доказывают, что во время физических упражнений наблюдается выраженная корреляция между показателями: *общий размер сердца (гипертрофия в покое), объем*

физической работы, МПК, минутный объем крови (МОК), ударный объем, конечный диастолический объем (КДО).

Для сглаживания вариаций размеров тела принято индексировать абсолютные показатели ССС (УО, МОК, КДО) площадью поверхности тела, которая вычисляется, исходя из роста, веса и пола. И тогда УО превращается в ударный индекс (УИ), МОК – в сердечный индекс (СИ), КДО – в конечный диастолический индекс (КДИ).

Чем выше квалификация спортсмена в циклических видах спорта, тем больше СИ и больше увеличение УИ. В формировании УИ имеют большое значение объем циркулирующей крови, сократимость миокарда, артериальное давление (АД), сосудистое сопротивление, время изоволемиического сокращения (РЕР) и время изгнания левого желудочка (VET).

Регулярные продолжительные спортивные тренировки ведут к нарастанию массы сердца, что сопровождается увеличением КДИ, гипертрофией межжелудочковой перегородки и задней стенки левого желудочка.

Гипертрофия миокарда у спортсменов ведет не только к увеличению УИ, но и большому максимальному СИ и низкой ЧСС в покое. За счет этого удлиняется время диастолы как в спокойном состоянии, так и во время субмаксимальных физических нагрузок, что улучшает перфузию миокарда.

Повышенные мышечные нагрузки вызывают пролиферацию капилляров в скелетных и сердечной мышцах с увеличением количества капилляров и их размеров, что ведет к увеличению капиллярного кровотока, объема циркулирующей крови и *индекса доставки кислорода* ( $D_{O_2I}$ ).

Физиологические изменения ССС зависят от направленности тренировочного процесса, интенсивности и объема тренировок, спортивного стажа, пола, возраста, генетических факторов и размеров тела.

Интенсивность тренировочного процесса в гребле на байдарках и каноэ чаще всего измеряется по отношению к уровню порога анаэробного обмена, который в свою очередь определяется по результатам лабораторных тестов под контролем газообмена и/или измерения концентрации лактата в капиллярной крови. По результатам обследования производится расчет или коррекция

индивидуальных тренировочных пульсовых зон, которые впоследствии используются для наиболее эффективного управления тренировочным процессом.

Одним из наиболее перспективных направлений повышения эффективности тренировочного процесса высококвалифицированных спортсменов служит оценка интенсивности физической нагрузки на основе использования ЧСС в качестве индикатора напряженности.

Объективность этого показателя, его информативность подтверждается многими исследованиями, в которых определена взаимосвязь ЧСС с другими физиологическими показателями. В частности, установлена линейная зависимость ЧСС от скорости потребления кислорода. Это говорит о том, что ЧСС является универсальным индикатором физической нагрузки.

При мышечной работе на увеличение ЧСС влияет множество факторов:

- уровень тренированности спортсмена;
- пол и возраст;
- интенсивность тренировочной нагрузки;
- эмоциональный фон;
- положение тела и другие факторы.

Наиболее яркая выраженность сдвигов в работе системы кровообращения зависит от мощности выполняемой работы. ЧСС возрастает в линейной зависимости, но перед достижением максимальных величин ЧСС в зоне субмаксимальных аэробных нагрузок (по физиологической классификации циклических аэробных упражнений Коца Я.М.) скорость прироста ЧСС замедляется.

Нарушение линейной зависимости между ЧСС и уровнем выполняемой работы при значениях, близких к максимальной аэробной мощности, значительно у нетренированных людей.

ЧСС в покое у спортсменов, тренирующих выносливость, может достигать 40 уд/мин, а при равных ударных возможностях сердца у спортсменов-профессионалов ЧСС на 10–20 уд/мин ниже, чем у менее тренированных спортсменов, что связано с парасимпатическими тормозными влияниями на функцию автоматизма сердца.

Снижение ЧСС (брадикардия) повышает экономичность работы, т.к. снижаются энергетические запросы сердца. В результате тренировки выносливости максимальная ЧСС так же, как и ЧСС в покое, снижается и у высококвалифицированных спортсменов

составляет 185–195 уд/мин, что на 10–15 уд/мин ниже, чем у спортсменов.

Снижение ЧСС покоя и максимальной ЧСС у спортсменов профессионалов компенсируется за счет увеличения ударного и минутного (*МО*) объема кровообращения. Если у нетренированного человека в покое, *УО* составляет в среднем 70 мл, а максимальный уровень *УО* не превышает 120–130 мл, то у высококвалифицированных спортсменов (ЧСС в покое – 40–45 уд/мин) – *УО* равен 100–120 мл, а максимальный уровень *УО* составляет 190–210 мл.

На характер изменений сердечного ритма во время мышечной работы влияет пол и возраст спортсменов. Известно, что в условиях одинакового потребления кислорода, *ЧСС покоя* у женщин на 10–12 ударов выше, чем у мужчин. В результате продолжительных тренировок различия показателей *ЧСС* между мужчинами и женщинами несколько сглаживаются (особенно при кратковременной и интенсивной работе).

На показатели *ЧСС* влияет и положение тела человека. В положении лежа в покое и при выполнении одинаковых умеренных и субмаксимальных нагрузок *ЧСС* несколько ниже, чем в положении сидя и стоя. В вертикальном положении при одинаковом уровне потребления кислорода, *ЧСС* больше при выполнении работы руками, чем ногами.

Современные технико-измерительные возможности позволяют изучать деятельность сердечно-сосудистой системы во время выполнения тренировочных и соревновательных заданий. Актуальны также комплексные исследования функционального состояния организма спортсменов, осуществляемые в режиме безнагрузочного тестирования.

Интегральный подход в оценке *функционального состояния организма спортсменов (ФСО)* реализован в современном многофункциональном аппаратном мониторинге, с помощью «Системы интегрального мониторинга «СИМОНА 111». «СИМОНА 111» предназначена для неинвазивного измерения различных физиологических показателей центральной и периферической гемодинамики, транспорта и потребления кислорода, функции дыхания, температуры тела, активности вегетативной нервной системы и метаболизма (ПРИЛОЖЕНИЕ А).

### 1.8.1 Безнагрузочное тестирование функционального состояния спортсменов с помощью «Системы интегрального мониторинга «СИМОНА 111»

Оценка *ФСО* с применением «СИМОНА 111» проводится по трем основным интегральным показателям, в состав которых входят следующие показатели функционального состояния *ССС*:

*ВОЛ* – *волемический статус*, преднагрузка левого желудочка, объем циркулирующей крови. Норма  $0\pm 20\%$ . При гиповолемии  $<-20\%$ . При гиперволемии  $>20\%$ .

*ИСИ* – *индекс состояния инотропии* ( $l/c^2$ ). Норма зависит от пола и возраста, оценивается по центильным таблицам. Характеризует максимальное ускорение крови при выбросе из левого желудочка в аорту. Увеличивается при улучшении и снижается при ухудшении сократимости миокарда.

*ИСМ* – *индекс сократимости миокарда* ( $103 * l/c$ ). Норма зависит от пола и возраста, оценивается по центильным таблицам. Характеризует среднюю скорость выброса крови из левого желудочка в аорту. Увеличивается при улучшении и снижается при ухудшении сократимости миокарда.

*ИНО* – *инотропия* – сократимость левого желудочка. Норма  $0\pm 20\%$ . При гипоинотропии  $<-20\%$ . При гиперинотропии  $>20\%$ . Увеличивается при улучшении и снижается при ухудшении сократимости миокарда.

*ФВ* – *фракция выброса левого желудочка*. Норма  $60\pm 3\%$ .

*НИПСС* – *пульсовой индекс периферического сосудистого сопротивления* ( $10\sim 3 * \text{дин} * \text{сек} / \text{см}^5 / \text{м}^2$ ). Характеризует постнагрузку (периферическое сосудистое сопротивление).

*УИРЛЖ* – *ударный индекс работы левого желудочка* ( $г * \text{м} / \text{уд} / \text{м}^2$ ). Норма зависит от пола, возраста и температуры тела. Отражает суммарный баланс волемического статуса и сократимости левого желудочка. Положительно коррелирует с работоспособностью.

*КДИ* – *конечный диастолический индекс левого желудочка* ( $\text{мл} / \text{м}^2$ ). Норма зависит от пола и возраста. При нормоволемии,

низкий КДИ отражает сниженную диастолическую функцию левого желудочка. При улучшении этой функции КДИ увеличивается.

*АДср* – среднее артериальное давление (мм рт. ст.). Норма связана с возрастом. Отражает давление крови внутри капилляров – гемодинамически значимое давление крови.

*УИ* – ударный индекс (мл/удар/м<sup>2</sup>). Норма зависит от пола, возраста и температуры тела. Определяет вместе с АДср гемодинамический статус индивидуума.

*СИ* – сердечный индекс (л/мин/м<sup>2</sup>). Норма зависит от пола, возраста и температуры тела. Отражает объем перфузионного кровотока крови. Коррелирует с работоспособностью.

*ЧСС* – частота сердечных сокращений (уд/мин).

*DO<sub>2</sub>I* – индекс доставки кислорода (мл/мин/м<sup>2</sup>). Прямо пропорционально зависит от содержания кислорода в артериальной крови (СаО<sub>2</sub>) и перфузионного кровотока (СИ). Коррелирует с работоспособностью.

*ИБ* – интегральный баланс. Норма 0+100%. Представляет собой сумму процентных отклонений от нормы всех вышеуказанных показателей. Чем больше отклонение в отрицательную сторону, тем меньше адаптационные возможности ССС к физическим нагрузкам.

Чем больше отклонение в положительную сторону, тем больше интегральный баланс (*ИБ*) ССС. У спортсменов высокого уровня в спокойном состоянии на пике спортивной формы *ИБ* может достигать 300–700 у.е., а сразу же после соревнований или изнурительных тренировок может опускаться до минус 400 у.е., но в течение нескольких часов или суток снова возвращаться на прежний уровень. По показателю *ИБ* можно судить об эффективности восстановительных мероприятий и физиологической стоимости нагрузки.

*КР* – кардиальный резерв. Норма 5±1 условных единиц (у.е.). Отражает соотношение продолжительности фаз сердечного цикла (время диастолы, *PER*, *VET*). У хорошо тренированных спортсменов в спокойном состоянии может достигать десяти, а при максимальных физических нагрузках может снижаться до единицы. *КР* при физических нагрузках расходуется (уменьшается) для поддержания высокого *ИБ*. После соревнований или тренировок *КР* всегда ниже, чем у отдохнувшего спортсмена. Т.е. *КР*, как и *ИБ*, отражает



физиологическую стоимость нагрузки. При увеличении *KP* увеличивается и *AP*.

*AP* – адаптационный резерв. Норма  $500 \pm 100$  у.е. Отражает суммарный баланс *ИБ* и *KP*. У спортсменов высокого уровня в спокойном состоянии на пике спортивной формы *AP* может достигать 1500 у.е. Сразу же после соревнований или изнурительных тренировок *AP* может снижаться до 200 у.е., но в течение нескольких часов или суток возвращаться на исходный уровень.

Вышеуказанные показатели входят в три группы функциональных показателей сердечно-сосудистой системы:

1 – центральная гемодинамика: гемодинамические регуляторы (*ВОЛ*, *ИСИ*, *ИСМ*, *ФВ*, *ПИПСС*), работа левого желудочка (*УИРЛЖ*), диастолическая функция (*КДИ*), гемодинамический статус (*АДср*, *УИ*).

2 – периферическая гемодинамика: перфузионный кровоток (*СИ*, *ЧСС*), транспорт кислорода ( $DO_2I$ ).

3 – интегральные показатели сердечно-сосудистой системы: *ИБ* (интегральный баланс или текущее функциональное состояние), *KP* (кардиальный резерв), *AP* (адаптационный резерв) [1, 2].

Состояние сердечно-сосудистой системы определяется состоянием миокарда и мощностью резервных компенсаторных механизмов, способных поддержать на достаточном уровне кровообращение в целом [188]. Поэтому наиболее эффективной, на наш взгляд, компенсаторной реакцией гемодинамики у спортсменов в ответ на физическую нагрузку является использование не хронотропного, а инотропного резерва сердца, что выражается в более выраженном увеличении *ИСМ*.

Анализируя данные, характеризующие реакции кардиореспираторной системы у спортсменов-гребцов и обследуемых контрольной группы на нагрузки в режимах аэробной мощности и аэробной емкости, в качестве «фона» мы выбрали показатели внешнего дыхания, газообмена и кардиогемодинамики, установленные в покое и непосредственно после физической нагрузки. Представленные данные свидетельствуют, что у спортсменов, развивающих выносливость, эффективность внешнего дыхания и газообмена в условиях мышечной работы выше, чем у других обследуемых, что было видно по показателям потребления

кислорода ( $D_{O_2I}$ ,  $Ca_{O_2}$ ,  $СИ$ ). Динамика прироста показателя  $ИСМ$  в покое оказалась более выраженной у спортсменов-гребцов, специализирующихся на дистанциях от 1000 м, чем у спринтеров (короткий и средний спринт) и обследуемых контрольной группы.

Данные ряда авторов [97, 210] свидетельствуют о том, что  $ИСМ$  при тренировках в режимах аэробной мощности и аэробной емкости увеличился у стайеров и спринтеров в среднем на 11,5 и 13 ед. (соответственно), тогда как у обследуемых контрольной группы увеличился только на 9,3 и 10,0 ед. Прирост  $ИСМ$  в контрольной группе составлял в среднем 0,155 ед/мм рт. ст., а у спортсменов был значительно выше (0,181–0,204 ед/мм рт. ст.). При исследовании динамики  $ЧСС$  у спортсменов, имеющих большой стаж спортивной деятельности (выше 8 лет) и уровень квалификации от мастера спорта международного класса, уровень  $ЧСС$  был меньше, а  $ИСМ$  выше, чем у спортсменов, со стажем в спорте менее 8 лет и уровнем спортивной квалификации от мастера спорта и ниже. При этом у обследуемых контрольной группы не выявлено достоверной корреляции между  $ИСМ$  и уровнем физической работоспособности, тогда как у спортсменов высокой квалификации коэффициент корреляции между указанными показателями тем больше, чем выше уровень  $PWC 170$  (Вт/кг), и составлял у спортсменов, тренируемых на выносливость и у спринтеров (средний спринт) соответственно +0,77 и +0,75 ( $p < 0,02$ ), а у спринтеров (короткий спринт) он был равен +0,40 ( $p < 0,05$ ). Известно, что  $ИСМ$  отражает напряжение миокарда, преимущественно определяющее уровень потребляемой сердцем энергии [178].

В практике спортивной медицины часто сравнивают динамику индекса напряжения миокарда ( $ИНМ$ ) и показателей работы левого желудочка ( $АД$ ,  $УИРЛЖ$ ,  $ЧСС$ ), часто применяемых при оценке функционального состояния сердечно-сосудистой системы в экспериментальных исследованиях [155]. В проведенном нами исследовании кардиогемодинамики гребцов на байдарках и каноэ при оценке уровня показателя  $ИСМ$  у обследуемых показано, что более выраженный прирост  $ИСМ$  при тренировках на выносливость у спортсменов происходит на фоне меньшего прироста  $ИНМ$ .

В наших исследованиях при анализе характера изменения сердечной деятельности при мышечной работе можно отметить качественно более выгодное для деятельности сердца изменение кардиогемодинамики у спортсменов, развивающих выносливость. Это

выражается в увеличении *УИ* в конце предсоревновательного периода. Отмечается некоторое снижение показателя *УИ* у обследуемых контрольной группы и у спринтеров, специализирующихся в коротком спринте.

Прирост *СИ* при этом происходит у контрольной группы только за счет увеличения *ЧСС*. У спринтеров на короткие дистанции (гребцы на байдарках и каноэ – 200 м) *ЧСС* остается без изменений, в то время как у спортсменов, тренируемых на выносливость, *ЧСС* в результате тренировок на выносливость становится меньше, т.е. спортсмены используют не хронотропный, а инотропный резерв сердца, что подтверждается при анализе динамики *ИСМ*.

Уровень прироста *ИСМ* при физической работе сохраняет свою направленность к росту как при тренировках в режимах аэробной мощности, так и при воздействии тренировочных нагрузок в режиме аэробной емкости.

Наибольший прирост *ИСМ* в сочетании с приростом  $D_{O_2I}$  наблюдался у спортсменов-гребцов при тренировках в режиме аэробной емкости (+0,224 ед/мм рт. ст.).

У спортсменов, тренируемых на выносливость, в отличие от спортсменов, развивающих в большей мере скоростно-силовые качества, и обследуемых контрольной группы *вегетативный индекс* при физической нагрузке не снизился, а повысился, что свидетельствует об увеличении симпатического тонуса. Более выраженное увеличение симпатического тонуса по сравнению с данными, полученными после периода отдыха в течение 3–4 суток, сопровождалось относительным снижением *АД среднего* во время физической нагрузки. К этому следует добавить умеренное увеличение *ИНМ* и даже некоторое его снижение, характеризующее адекватное потребление кислорода миокардом, что подтверждают данные о качественно более выгодном для деятельности сердца характере изменений кардиогемодинамики у спортсменов, при адекватном восстановлении.

В проведенных исследованиях установлена корреляционная связь между уровнем прироста *ИСМ* у спортсменов и уровнем физической нагрузки и работоспособности: у спортсменов-спринтеров (короткий спринт) коэффициент корреляции составлял +0,63, у спортсменов спринтеров (средние дистанции – 500 м) составлял +0,60, у спортсменов, специализирующихся на дистанции от 1000 м

составлял +0,79. Следовательно, при физической нагрузке у спортсменов, особенно у тех, кто тренируется на выносливость и обладает большей физической работоспособностью, формируется комплекс кардиореспираторных реакций, направленных на поддержание наиболее эффективного уровня функционирования газотранспортной системы.

В контрольной группе выполнение физической нагрузки сопровождалось отрицательным градиентом *ИСМ*, т.е. менее выраженным увеличением этого индекса в течение первых 24–48 часов после нагрузки, чем при аналогичной нагрузке у квалифицированных спортсменов в условиях тренировочных сборов.

Вместе с тем, *ИНМ* у обследуемых контрольной группы, был значительно выше. Иными словами, выявилась разобщенность в динамике указанных индексов. К этому следует добавить заметное увеличение *ЧСС*, *АД* и *АД среднего* выраженные при физической в большей степени нагрузке у спортсменов контрольной группы, чем у квалифицированных спортсменов. Тенденция к уменьшению *КДИ* за счет только роста *АД среднего* свидетельствует о гиподинамии миокарда, а более выраженное увеличение *ЧСС* на фоне возросшего *ИНМ* и относительного уменьшения *ИСМ* свидетельствует о снижении эффективности сердечной деятельности у недостаточно тренированных спортсменов во время физической работы.

Об этом же свидетельствует уровень *вегетативного индекса G. Kerdo*; отмечалось относительное уменьшение симпатического тонуса у обследуемых контрольной группы при физической работе, что согласуется с отмеченным выше увеличением *АД среднего*. Необходимо подчеркнуть, что на роль уровня симпатического тонуса в снятии вазоконстрикторных импульсов на сосуды скелетной мускулатуры указывали уже ряд авторов [191]. Вероятно, перераспределение крови в сосудистых зонах с увеличением их объема, при исходном гиперкинетическом типе кровообращения у обследуемых контрольной группы, приводит к ограничению прироста *АД среднего* во время физической нагрузки (таблица 21).

Таблица 21. – Оценка функционального состояния (ФС) квалифицированных спортсменов гребцов на байдарках и каноэ по итогам исследования показателей кардиогемодинамики с применением аппаратного комплекса «СИМОНА111»

(данные авторов)

Показатели	Оценка функционального состояния спортсменов		
	Высокое ФС	Среднее ФС	Низкое ФС
<b>DO<sub>2</sub>I</b> , мл/мин/м <sup>2</sup>	900–1100 и выше	700–900	Ниже 700
<b>CaO<sub>2</sub></b> , мл/100 мл	22–23	20–21	18–19
<b>SpO<sub>2</sub></b> , %	от 98 и выше	96–97	Ниже 96
<b>СИ</b> , л/мин/м <sup>2</sup>	ДН – 3,5–4,0 ПН – 4,5–5,0 и выше	ДН – 3,0–4,0 ПН – 4,5–5,0	ДН – ниже 3,0 ПН – 3,0–4,0
<b>ЧСС</b> , 1/мин	ДН – 55–65 ПН – 70–80	ДН – 45–70 ПН – 75–85	ДН – 70–85 ПН – 60–90
<b>Адср</b> , мм Нq	75–85	86–95	96–100 и выше
<b>УИ</b> , мл/удар/м <sup>2</sup>	55–65	66–75	76 и выше
<b>ИСМ</b> , 1000/сек	ПН – снижение до 40–50%, ДН – повышение выше исходного на 30–40%	ПН – снижение до 50–60% или повышение до 30–40%, ДН – повышение выше исходного на 30–40%	ПН – повышение до 50–60%, ДН – снижение ниже исходного на 50–60%
<b>ИСИ</b> , 1/сек <sup>2</sup>	ПН – снижение до 40–50%, ДН – повышение выше исходного на 30–40%	ПН – снижение до 50–60% или повышение до 30–40%, ДН – повышение выше исходного на 30–40%	ПН – повышение до 50–60%, ДН – снижение ниже исходного на 50–60%
<b>КДИ</b> , мл/м <sup>2</sup>	Выше 100	90–99	Ниже 90
<b>КНМ</b> , у.е.	ПН – повышение выше исходного до 30–40%	ПН – повышение выше исходного до 50–60%	ПН – повышение выше исходного до 50–60%, при снижении ИСМ и ИСИ

Примечание – ДН – до нагрузки, ПН – после нагрузки

*ИНМ*, косвенно характеризующий уровень потребления кислорода миокардом, у обследуемых контрольной группы заметно повысился при тренировках в режиме аэробной мощности.

Исходя из этого, можно предположить, что относительное уменьшение *ИСМ* и малый прирост *АД среднего* являются не столько результатом несостоятельности адекватного обеспечения энергетических затрат повышенного напряжения миокарда, сколько защитной реакцией в условиях адаптации к физической нагрузке, направленной против срыва деятельности сердечно-сосудистой системы. Об этом свидетельствует также ряд клинико-экспериментальных исследований [178].

Меньшая затрата адаптационных механизмов во время физической нагрузки среди здоровых людей наблюдается у спортсменов, которым свойственна более высокая активация симпатoadrenalовой системы с быстрым восстановлением в период покоя и отдыха. При этом у них отмечена и меньшая «физиологическая стоимость» работы [191], вычисляемая нами как разница между оценкой текущего функционального состояния в баллах до и после нагрузки.

Большая эффективность внешнего дыхания у обследуемых спортсменов при физических нагрузках подтвердилась при расчете величины *СИ*. Показатель *СИ* у высококвалифицированных спортсменов был достоверно выше, чем у менее квалифицированных спортсменов (таблица 21).

Анализ результатов фоновых показателей деятельности сердечно-сосудистой системы выявил меньший уровень *ЧСС* у квалифицированных спортсменов в условиях покоя, что является результатом систематических спортивных тренировок и связано с изменением вегетативной регуляции сердечной деятельности и преобладанием парасимпатических влияний на сердечный ритм [147].

Установлено, что не столько уровень легочной вентиляции, сколько качество регуляции и соотношение прироста индекса доставки кислорода в ткани ( $D_{O_2I}$ ) и частота дыхания (*ЧД*) влияют на эффективность газообмена и ее взаимосвязь с физической работоспособностью спортсменов, тренируемых на выносливость

Достоверных различий в уровне *АД* у обследуемых нами не обнаружено. *АД среднее* у гребцов, с квалификацией от мастера спорта международного класса (1 группа), оказалось меньше, чем у гребцов с квалификацией ниже мастера спорта (2 группа), что

косвенно свидетельствует об относительном снижении периферического сопротивления сосудов у последних. Величины *СИ* у спортсменов первой и второй групп существенно не различались, что согласуется с данными ряда авторов [130, 132, 138, 146].

Особое внимание при нагрузках силового характера следует обратить на прирост показателя *УИ*, отражающего уровень и стабильность центральной гемодинамики спортсмена. Следует отметить, что расчетная величина показателя *кардиального резерва (КР)*, отражающего соотношение диастолы и периода напряжения, у высококвалифицированных спортсменов оказалась достоверно выше, чем у обследуемых с квалификацией ниже мастера спорта.

Установлено, что при физических нагрузках увеличивается объем циркулирующей крови (*ОЦК*), повышается показатель гематокрита, возрастает содержание гемоглобина и количество эритроцитов [155], повышается концентрация митохондрий [196]. Кроме того, значительно возрастает общая резистентность организма и переносимость больших физических нагрузок.

Показано также, что адаптация к выполнению физической нагрузки в режимах как аэробной емкости, так и аэробной мощности сопровождается увеличением продолжительности переносимости физической работы при меньшем увеличении *ЧСС* [200]. Поскольку восстановление энергетических ресурсов миокарда происходит в период диастолы, то большая часть кислорода, потребляемая нормально сокращающимся сердцем необходима для развития напряжения миокарда в фазу систолы [131, 139].

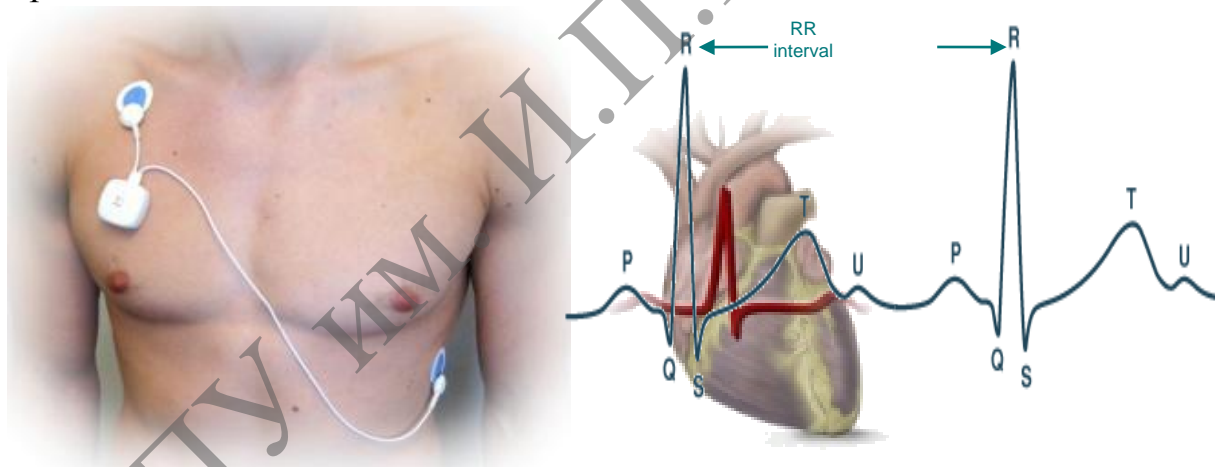
### **1.8.2 Оценка функционального состояния гребцов на байдарках и каноэ в условиях тренировочных и соревновательных нагрузок**

Учитывая возрастание уровня современных диагностических возможностей, актуален вопрос о совершенствовании подходов к определению функционального состояния *ССС* при регулярных физических нагрузках, путем комплексной оценки *ФСО* адекватным набором исследований, которые могут явиться диагностически доступными при массовом обследовании спортсменов.

Аппаратные средства контроля *ЧСС* и *ВРС*, применяемые в спорте высших достижений, разнообразны. Требования,

предъявляемые к ним: надежность, высокая информативность, возможность получения результатов в течение тренировки, возможность программной обработки и сохранения результатов, наличие дистанционной системы управления. В частности, *Firstbeat BODYGUARD* (Финляндия) (рисунок 19) является индивидуальным средством контроля каждого спортсмена (закрепляется на грудной клетке спортсмена), обеспечивает запись *R-R* интервалов в течение длительного времени, до 5 суток.

Система контроля *FCO* спортсменов *Firstbeat BODYGUARD* позволяет оптимизировать тренировки. Система отслеживает распределение нагрузки по зонам интенсивности. Одна из функций системы *Firstbeat BODYGUARD* – определение индивидуальной зоны тренировочной нагрузки. Наблюдая за показателями контроля эффективности тренировочного процесса (максимальная *ЧСС*, % *МПК*) и *ЕРОС* (повышенное потребление кислорода во время и после тренировки) в режиме реального времени, тренер может оценить возможности каждого спортсмена и его вклад в тренировочный процесс.



**Рисунок 19. – Прибор Firstbeat BODYGUARD (Финляндия) для оценки ВРС методом анализа интервала R-R**

Возможности программы *Firstbeat BODYGUARD* (Финляндия):

- наблюдение за восстановлением – помогает предупредить возникновение синдрома переутомления и выстраивать тренировочный процесс наиболее оптимальным образом на индивидуальной основе для каждого спортсмена;



- анализ тренировочного процесса – помогает тренеру в контроле выполнения спортсменом поставленной задачи в данном тренировочном занятии;

- оценка и наблюдение за функциональным состоянием организма спортсмена – помогает оценить факторы, помимо физической нагрузки, которые вызывают стресс в организме спортсмена;

- осуществление ночной записи для анализа восстановления во время сна;

- позволяет автоматизировать процесс выдачи заключения и получить рекомендации по коррекции тренировочного процесса (снижение или повышение интенсивности тренировочного процесса в зависимости от функционального состояния организма спортсмена).

Анализируется ответная реакция организма на нагрузку (по данным *BPC*), в том числе проводится оценка аэробной выносливости (процент *МПК*, оценка максимальной частоты сердечных сокращений), анаэробной составляющей (анализ *BPC*, уровень кислородного долга). Проводится оценка физиологических порогов (аэробных и анаэробных).

Возможности аппаратного исследования с использованием системы *Firstbeat BODYGUARD* позволяют оценить возрастные особенности спортивной работоспособности и диагностировать варианты гиперкинетической реакции кардиогемодинамики на нагрузку.

Спортивная тренировка способствует росту физической работоспособности. Юные спортсмены, по сравнению с детьми, не занимающимися спортом, показывают большую работоспособность. При этом, чем старше юные спортсмены, чем продолжительнее стаж занятий спортом, тем больше различия между спортсменами и неспортсменами, а также между одаренными и менее успешными атлетами. По мере развития организма его физическая работоспособность повышается. В спорте это выражается в повышении скорости движения на дистанции, увеличении продолжительности и интенсивности гребли, даже в относительно небольшом возрастном диапазоне (таблица 22).

Таблица 22. – Работоспособность и кислородный запрос во время гребли в максимальном темпе на байдарке на дистанции 200 м у подростков (по В.С. Мищенко, 1969)

Показатели	Возраст, лет		
	13	14	15–18
Время гребли (с)	70,7 ± 0,5	66,0 ± 0,6	61,5 ± 0,6
Число гребков в минуту	81,3 ± 0,4	82,0 ± 0,6	93,0 ± 0,7
Кислородный запрос, мл/мин	3360 ± 40	3562 ± 48	4070 ± 60
мл/кг/мин	62,4 ± 0,3	64,0 ± 0,4	68,0 ± 0,45

Для оценки адаптации сердечно-сосудистой системы спортсменов резерва к заданной нагрузке мы провели исследования в реальных условиях тренировки байдаристов на воде. В обследовании участвовали 10 гребцов на байдарках в возрасте 16–18 лет. Нагрузкой служила работа на воде в режимах аэробной емкости и аэробной мощности. Состояние спортсменов во время работы контролировали с применением датчиков системы *Firstbeat BODYGUARD*. Во время работы регистрировалась ЧСС, % МПК, уровень кислородного долга во время и после тренировки и в капиллярной крови определялся лактат. Длительность индивидуально дозированной физической нагрузки составляла от 60 до 87 минут, максимальная ЧСС к моменту окончания воздействия от 168 до 197 уд/мин (таблица 23).

Таблица 23. – Динамика показателей функционального состояния гребца на байдарках 16 лет в режимах аэробной емкости и аэробной мощности

Показатели	Исходные данные	Время нагрузки, мин					
		15	26	57	68	81	89
ЧСС, уд/мин	72	156	167	185	188	192	182
Лактат, ммоль/л	1,9	3,5	3,7	5,8	7,9	9,8	14,6
МПК, %	-	63	68	76	82	86	89
КД, мл/кг	-	14,6	19,8	28,9	42,1	86,2	103,8

Анализ регистрируемых и определяемых показателей по одному из спортсменов (таблица 23), позволил установить, что ответная реакция организма спортсмена на нагрузку соответствовала тренировочному заданию. Увеличение ЧСС, уровня кислородного долга происходило адекватно; нагрузка выполнялась в режимах аэробной емкости и аэробной мощности. Снижение ЧСС к концу нагрузки свидетельствовало об адаптации организма спортсменов к данному воздействию. Ликвидация кислородного долга после нагрузки произошла в течение 15 минут, что свидетельствует о должной адаптации организма спортсмена к нагрузкам.

### **1.9 Теоретические предпосылки оценки и моделирования функционального состояния спортсменов**

Принимая во внимание утверждения специалистов [10, 19] о существенных различиях уровня функционального состояния спортсменов-гребцов, специализирующихся в коротком, среднем спринте, на дистанциях 1000 м, 5000 м, нами был выполнен сравнительный анализ основных функциональных показателей спортсменов-гребцов на байдарках и каноэ различных специализаций.

В комплексном лабораторном обследовании изучались физиологические показатели спортсменов-гребцов в сравнительном аспекте. Для определения факторной структуры функционального состояния высококвалифицированных гребцов были подвергнуты статистической обработке результаты обследования 36 гребцов на байдарках и каноэ высшей квалификации, членов национальной команды Республики Беларусь, прошедших комплексное обследование (таблица 24).

Таблица 24. – Факторная структура функционального состояния спортсменов-гребцов на байдарках и каноэ высокой квалификации

<b>Показатели</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>	<b>F5</b>
<b>Жировая ткань, %</b>	0,048	-0,016	0,49	-0,18	0,17
<b>Мышечная ткань, %</b>	0,014	0,18	0,39	0,07	0,015

$DO_2I$ , мл/мин/м <sup>2</sup>	-0,05	0,61	-0,02	0,06	0,06
$CaO_2$ , мл/100 мл	-0,02	0,34	0,01	0,81	0,04
$SpO_2$ , %	-0,21	0,11	0,06	0,02	0,09
$СИ$ , л/мин/м <sup>2</sup>	-0,03	0,24	0,09	0,05	0,16
ЧСС, уд./мин	-0,01	-0,03	-0,02	-0,12	0,17
АДср., мм Нг	-0,03	-0,16	-0,41	0,03	0,11
ИСМ, 1000/сек	0,11	0,01	0,44	0,13	0,18
ИСИ, 1/сек <sup>2</sup>	0,09	0,16	0,46	0,11	0,14
КДИ, мл/м <sup>2</sup>	0,01	0,06	-0,23	0,55	0,18
КНМ, у.е.	0,04	-0,06	0,12	-0,67	0,17
КР, у.е.	0,06	0,05	-0,05	-0,01	0,44
АР, у.е.	0,07	0,02	-0,04	0,02	0,42
Лактат (ступенчатый тест), мМоль/л	-0,65	-0,17	0,09	0,31	0,04
$VO_2max$ , л/мин	-0,84	0,01	0,11	0,24	0,11
$VO_2max/кг$ , л/мин/кг	-0,64	0,01	-0,28	0,21	0,15
ЧСС ПАНО, уд./мин	0,49	0,07	-0,28	0,41	0,12
$V$ ПАНО, м/сек	0,67	0,08	-0,11	-0,18	0,15
$VO_2$ ПАНО, %	0,68	-0,03	-0,11	0,48	0,18
<b>Относительные значения показателей в факторе, %</b>	<b>16,7</b>	<b>15,8</b>	<b>15,1</b>	<b>9,7</b>	<b>9,4</b>

Факторный анализ позволил выделить 5 факторов, характеризующих структуру функционального состояния гребцов на байдарках и каноэ. Обобщенный вклад выделенных факторов в общую дисперсию выборки составил 66,7%. Доля неучтенных факторов составила 33,3%.

*F1* – фактор в общей дисперсии составил наибольший факторный вес (16,7%) и объединил показатели: *уровня анаэробного порога в процентном отношении к МПК, скорость гребли на уровне ПАНО, концентрации лактата в ступенчатом тесте, выполненном «до отказа»,* – и интерпретирован как *эффективность метаболических процессов образования энергии.*

*F2* – фактор (факторный вес 15,8%) объединил показатели: *максимального (абсолютного и относительного) потребления кислорода,  $DO_2I$  – индекса доставки кислорода,  $CaO_2$  – содержания кислорода в артериальной крови,  $СИ$  – сердечного индекса,* отражающего показатель скорости доставки кислорода в ткани.

Взаимодействие показателей отражает фактор *мощности аэробного механизма энергообеспечения*.

F3 – фактор (факторный вес 15,1%) объединил показатели: *состояние инотропии миокарда (ИСИ и ИСМ) и компонентного состава тела (относительный процент жировой и мышечной ткани)* – был интерпретирован как *скоростно-силовой потенциал*.

F4 – фактор (факторный вес 9,7%) объединил показатели: *КДИ – конечный диастолический индекс (показатель преднагрузки миокарда) и КНМ – коэффициент напряжения миокарда в максимальном тесте*, был интерпретирован как фактор *анаэробной работоспособности спортсмена*.

F5 – фактор (факторный вес 9,4%) составил показатели *адаптационного резерва (АР) и кардиального резерва (КР)*, что позволило его интерпретировать как фактор *эффективности восстановительных процессов* (таблица 24).

Установлено, что, несмотря на различную специализацию спортсменов, не выявлено достоверных межгрупповых отличий в показателях, характеризующих уровень функционального состояния сердечно-сосудистой системы в покое, на пике нагрузки в ступенчатом тесте, на гребном тренажере, выполненном "до отказа", и в период восстановления.

По уровню общей работоспособности (время работы в тесте), критериям мощности, устойчивости и экономичности аэробного механизма энергообеспечения не было зарегистрировано межгрупповых отличий.

По показателю *ПАНО* байдаристы-мужчины достоверно превосходили каноистов-мужчин. Однако, принимая во внимание выявленное различие и отмеченную тенденцию при сопоставлении показателей *VO<sub>2max</sub>*, *ЧСС ПАНО*, можно говорить лишь об имеющейся тенденции к более высокому уровню экономичности аэробного механизма энергообеспечения в группах спортсменов-гребцов на байдарках (мужчин) и спортсменов-гребцов на каноэ (мужчин) по сравнению с женщинами-гребцами. Результаты факторного анализа свидетельствуют, что наиболее значимыми факторами, определяющими уровень функционального состояния высококвалифицированных гребцов, являются: *эффективность метаболических процессов образования энергии* (факторный вес 16,7%), *мощность аэробного механизма энергообеспечения* (15,8%),

скоростно-силовой потенциал мышц (15,1%), уровень анаэробной работоспособности (9,7%) и эффективность процессов восстановления (9,4%).

По показателям анаэробной работоспособности у каноистов (мужчин), байдаристов (мужчин) и женщин-ребцов на байдарках и каноэ не выявлено достоверных межгрупповых отличий. Однако наблюдается отчетливая тенденция более высокого развития лактацидного механизма энергообеспечения по критерию мощности (пиковая мощность, концентрация лактата в эргометрическом тесте) в группе каноистов-мужчин. Данные отличия, по-видимому, связаны с объемом и интенсивностью текущей тренировочной и соревновательной деятельности гребцов. Установлено, что по показателям длины и массы тела нет существенных различий у спортсменов различных специализаций. Анализ показателей компонентного состава тела выявил достоверные различия между группами спортсменов мужского и женского пола; в среднем объем мышечной массы женщин-ребцов на байдарках и каноэ на 3,48% отставал от объема мышечной массы мужчин, а объем жировой массы женщин-ребцов на байдарках и каноэ на 6,82% превосходил объем жировой массы мужчин-ребцов на байдарках и каноэ в среднем, при анализе годового цикла подготовки.

Результаты предварительных исследований позволили установить, что по большинству эргометрических и функциональных критериев работоспособности достоверных отличий между спортсменами различных специализаций зарегистрировано не было, что свидетельствует о высоких требованиях современного спортивного отбора к уровню работоспособности и функциональной подготовленности высококвалифицированных гребцов независимо от специализации.

Результаты выполненного факторного анализа свидетельствуют, что наиболее значимыми факторами, определяющими уровень функционального состояния высококвалифицированных футболистов, являются: эффективность метаболических процессов образования энергии, мощность аэробного механизма энергообеспечения, скоростно-силовой потенциал мышц, уровень анаэробной работоспособности и эффективность процессов восстановления.

### **1.9.1 Оценка показателей функционального состояния**

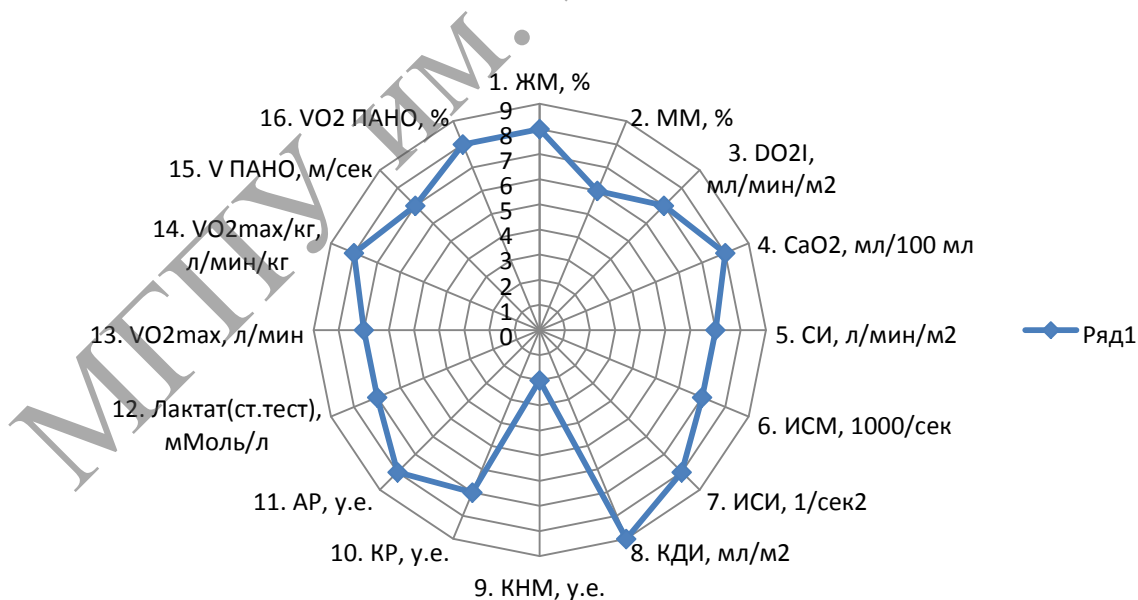
## спортсменов в баллах

Перевод количественных показателей  $\Phi CO$  спортсменов-гребцов на байдарках и каноэ позволил выделить ряд факторов, значимых для успешной профессиональной деятельности спортсменов.

Выделенные факторы ( $F1-F5$ ) характеризуют значимость физиологических систем организма в структуре функционального состояния высококвалифицированных спортсменов-гребцов на байдарках и каноэ.

Использование системы 10-балльных шкал позволяет оценить величину каждого показателя в структуре значимого фактора. Используя шкалы оценок, рассчитывают средние арифметические суммы баллов группы показателей, характеризующих каждый фактор. Балльные оценки суммируются по каждому из значимых факторов, далее рассчитывается среднее арифметическое суммы баллов, характеризующее индивидуальный уровень развития каждого фактора ( $F1-F5$ ) у конкретного спортсмена.

Алгоритм расчета индивидуального состояния спортсмена включает оценку значимых функциональных показателей по общей шкале балльных оценок (рисунок 20).



**Рисунок 20. – Профиль балльной оценки показателей работоспособности и физиологических систем организма спортсмена**

На рисунке 20 представлена диаграмма факторной оценки спортсмена, с учетом суммы баллов за набор показателей за каждый фактор, в том числе, алгоритм расчета:

$$F1 = VO_2 \text{ ПАНО, \% (8)} + V \text{ ПАНО, м/с (7)} + \\ + \text{Лактат (ступенчатый тест), ммоль/л (8)} = 23.$$

Расчет суммы показателей:

$$F2 = VO_{2max}, \text{ л/мин (7)} + VO_{2max}/\text{кг, л/мин/кг (8)} + \\ + DO_{2I}, \text{ мл/мин/м}^2 \text{ (7)} + CaO_2, \text{ мл/100 мл (8)} + CI, \text{ л/мин/м}^2 \text{ (7)} = 37.$$

Расчет суммы показателей:

$$F3 = ИСМ, 1000/с (7) + ИСИ, 1/с^2 (8) + ЖМ, \% (8) + ММ, \% (6) = 29.$$

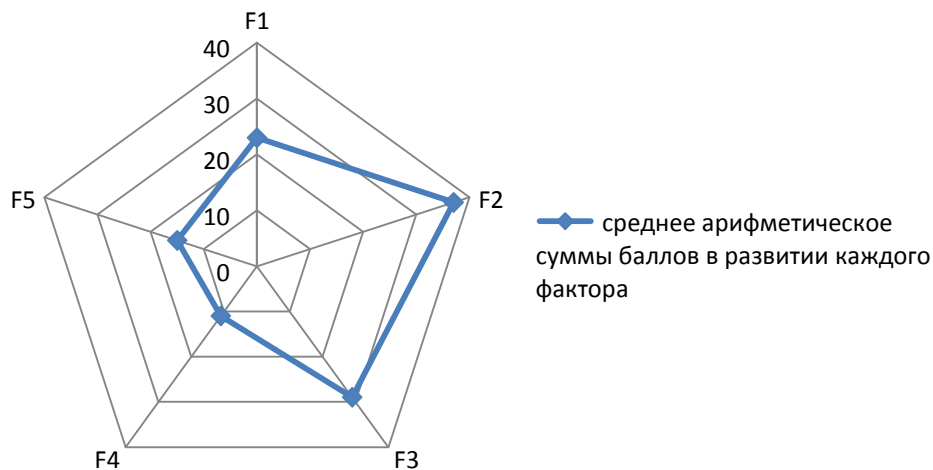
Расчет суммы показателей:  $F4 = КДИ, \text{ мл/м}^2 \text{ (9)}$

$+ КНМ, \text{ у.е. (2)} = 11.$  Расчет суммы показателей:

$$F5 = КР, \text{ у.е. (7)} + АР, \text{ у.е. (8)} = 15.$$

Исходя из выше изложенного, за модельные значения могут быть приняты показатели, соответствующие оценке 8–10 баллов. Однако для учета иерархии значимости вклада выявленных факторов и формирования суждения о возможности повышения уровня функциональной готовности спортсменов, гребцов высокой квалификации, целесообразно использование коэффициентов, вносящих поправку на значимость фактора в структуре функционального состояния. С этой целью применяется нормированная модель структуры функционального состояния гребцов.





**Рисунок 21. – Профиль среднестатистической балльной оценки уровня развития факторов, характеризующих функциональное состояние гребца на байдарках**

Для определения нормированной модели структуры функционального состояния сумму значимых весов в факторной структуре приводили к 100%. Таким образом, вес каждого фактора в структуре нормированной модели составил:  $F1=28,3\%$ ,  $F2=24,0\%$ ,  $F3=19,7\%$ ,  $F4=14,3\%$  и  $F5=13,7\%$  (рисунок 21).

В развитии функциональной специализации организма при работе на выносливость важную роль играют не только гиперфункция миокарда, но и гемодинамический фактор. Перераспределение кровотока и увеличение его интенсивности в работающих мышцах ( $DO_2I$ ) способствуют как удовлетворению их потребностей в кислороде, так и удалению анаэробных метаболитов. Периферические сосудистые реакции являются одним из важнейших показателей адаптации органов кровообращения и организма в целом к работе на выносливость. Они носят локальный дифференцированный характер, определяемый мощностью выполняемой работы, и более четко отражают специфику функциональной специализации организма в процессе его приспособления к работе на выносливость, чем такие показатели, как пульс, МПК, артериальное давление, ударный индекс.

### **1.9.2 Принципы отбора юных спортсменов в греблю на байдарках и каноэ**

При отборе детей и подростков для занятий греблей на байдарках и каноэ необходимо использовать следующие основные критерии:

- 1) возраст, благоприятный для начала занятий греблей: на каноэ – оптимально в 11–13 лет; на байдарках – в 10–12 лет;

2) состояние здоровья и темпы биологического развития

организма – в соответствии с возрастом;

3) соответствие морфотипа (длина тела, длина туловища, длина руки, ширина плеч, размах рук, состав тела) требованиям данного вида спорта и специализации;

4) развитие специальных физических способностей и специфических качеств («чувство воды», «чувство весла», тяговые усилия в воде);

5) характеристики энергообеспечения – высокий уровень аэробной и анаэробной производительности;

6) сформированность потребностно-мотивационных характеристик и достаточные уровни двигательной активности;

7) социально-педагогические условия и психофизиологические компоненты;

8) экспертная оценка тренера.

По степени достоверности прогноза развития показателей в первую очередь выделяются морфологические особенности (длина тела, длина туловища, длина руки, ширина плеч, размах рук) занимающихся греблей; характеристики подвижности в плечевых суставах, имеющие высокую стабильность тенденции индивидуального развития и ценность в прогностическом плане.

Перспективность юных гребцов-каноистов и байдаристов во многом зависит как от начальных результатов, выражающих состояние комплексной характеристики, так и от темпов изменения специальных показателей в процессе многолетней специфической двигательной деятельности.

У юных гребцов показатели морфофункционального состояния и специальной физической подготовленности изменяются с возрастом, носят гетерохронный и неравномерный характер, многие показатели переменны и имеют асимметричность распределения результатов. Ведущим фактором изменчивости данных характеристик в возрасте 9–11 лет является паспортный возраст, в 12–15 лет – биологический возраст, в 16–18 лет – морфофункциональное состояние юных спортсменов.

В возрасте 11–13 лет начали заниматься большинство (63,6%) сильнейших спортсменов гребцов каноистов мира; в возрасте 10–12 лет – большинство байдаристов [14]. Средний возраст выполнения

разрядов в гребле на байдарках и каноэ в РБ составил: третьего разряда – 12,8 лет, второго – 14,6 лет, первого – 16,3 лет, кандидата в мастера спорта – 17,8 лет, мастера спорта – 18,9 лет, мастера спорта международного класса – 21,3 лет. По мере повышения спортивного мастерства удлиняется период подготовки в рамках одной квалификационной группы. Большая часть мировой элиты по гребному спорту успешно соревнуется в возрасте 20–30 лет, а наибольшая результативность достигается в 23–26 лет. Свои лучшие результаты сильнейшие гребцы мира достигают индивидуально в промежутке 7–12 лет интенсивной тренировочной деятельности.

Выявлены три типа становления спортивного мастерства сильнейших гребцов на байдарках и каноэ мира: ускоренный, усредненный и замедленный. Выбор данных вариантов обусловлен возрастом начала занятий спортом, особенностями подготовки и, прежде всего, типом биологического созревания организма и спецификой адаптации к физической нагрузке.

По результатам собственных наблюдений авторов, установлены характеристики гребцов на байдарках и каноэ, значимые для отбора в избранный вид спорта, с учетом специализации спортсменов.

Установлено, что у высококвалифицированных каноистов скорость гребли на дистанции 200 м во многом обусловлена:

- развитием показателей *окружности грудной клетки (ОГК)* ( $r_s=+0,570$ );
- высоким уровнем показателя – длина руки ( $r_s=+0,564$ );
- шириной плеч ( $r_s=+0,537$ );
- темповыми характеристиками гребли ( $r_s=+0,534$ ).

Скорость гребцов на каноэ на дистанции 500 м во многом обусловлена:

- высоким уровнем показателя – длина руки ( $r_s=+0,678$ ); □
- высоким уровнем показателя – длина тела, при измерении, стоя на коленях, руки вытянуты вверх ( $r_s=+0,614$ );
- высоким уровнем показателя – размах рук ( $r_s=+0,547$ ); □
- высоким уровнем показателя – длина туловища ( $r_s=+0,533$ ).

Скорость гребцов на каноэ на дистанции 500 м во многом обусловлена:

- высоким уровнем относительных характеристик *МПК*

( $r_s=+0,670$ ) и ЖЕЛ ( $r_s=+0,574$ );

- степенью длины проката лодки ( $r_s=+0,596$ ); □ высоким уровнем показателя – размах рук ( $r_s=+0,570$ ); □ высоким уровнем показателя – длина руки ( $r_s=+0,540$ ).

Уровень развития скоростных способностей и специальной выносливости – важный компонент подготовки юных гребцов-каноистов и байдаристов. Их значимость на различных дистанциях с возрастом существенно меняется: на 200 м проявляется доминирование значимости скоростных способностей; на 500 м прослеживается паритет компонентов скоростных способностей и специальной выносливости; а на 1000 м определяющим фактором результативности гребцов-каноистов является скоростная и силовая выносливость. С возрастом отчетливо прослеживается тенденция повышения взаимосвязи показателей специальной подготовленности, а также отмечается рост суммарного влияния выявленных ведущих компонентов.

Для достижения высоких спортивных результатов нужны определенные морфологические и физиологические предпосылки. Наиболее информативным физиологическим показателем является уровень максимального потребления кислорода.

### **1.9.3 Психофизиологические критерии отбора**

Профиль гребцов на байдарках и каноэ высокого класса определяется не только оптимальной формой и строением тела, функциональным совершенством органов и тканей, но также психофизиологическими особенностями, структурой психической деятельности. Темперамент и характер спортсмена имеют иногда большее значение, чем форма его тела. Психологические и психофизиологические показатели обладают значительной вариабельностью. В качестве критериев спортивного отбора и спортивной ориентации предложено довольно много морфологических показателей, меньше физиологических и еще меньше психологических. Эмпирические исследования по оценке психологических и психофизиологических качеств в формировании личности успешного спортсмена пока не многочисленны, однако в целом они подтверждают наличие корреляции между спортивным

результатом и определенными чертами личности спортсмена. Среди количественных методов изучения личности спортсменов следует выделить *16-факторный анализ по Кэттеллу (16-pp)*, *Миннесотский многофакторный личностный тест (mmr1)*, *опросник Айзенка (ep1)*.

*Опросник Айзенка (ep1)* позволяет определить такие параметры темперамента, как *экстраверсия – интроверсия*, а также *эмоциональная стабильность, нестабильность и нейротизм*. *Экстраверсия и интроверсия* тесно связаны с процессами возбуждения и торможения. Была найдена определенная зависимость между экстраверсией и интроверсией и сильным и слабым типами нервной системы по И.П. Павлову [149]. Психофизиологические исследования данных параметров темперамента объясняют, в частности, их нейрофизиологический механизм, который можно свести к отношениям между системами головного мозга – передней (программирующей) и задней (гностической). Было показано также, что лица с разной степенью экстраверсии – интроверсии обладают разной степенью обучаемости и профессионального мастерства.

О влиянии свойств личности по *тесту 16-факторного анализа по Кэттеллу (16-pf)* на спортивную деятельность можно судить по математическому анализу используемых данных. Применяв факторный анализ, Кэттелл выделил 16 основных факторов личности человека. Профиль личности спортсменов-олимпийцев отличается от средних данных (средние данные между стэнами 5 и 6 по 10-балльной системе).

Глубокое знание психофизиологических особенностей спортсменов высокого класса связано с изучением функции *высшей нервной деятельности (ВНД)*, особенности которой в значительной степени определяют спортивное достижение высоких результатов в любой сфере деятельности. На современном уровне развития спорта среди высококвалифицированных спортсменов побеждает тот, кто обладает не только высокой тренированностью, но еще и соответствующими свойствами и типом *ВНД*.

Комплексность модельных характеристик спортсменов высокого класса определяет проведение спортивного отбора и спортивной ориентации на основании учета особенностей строения и функций различных систем организма человека, и прежде всего имеющих консервативный, наследственный характер. Однако в настоящее время в силу недостаточной разработанности вопросов наследственной обусловленности различных характеристик человека

в практике используются, главным образом, так называемые модельные характеристики представителей различных видов спорта. Они составлены на основе данных, полученных при изучении особенностей различных систем организма спортсменов высокого класса, и на предположении, что имеющаяся у них наследственная предрасположенность к данному виду спорта должна проявиться в различных медико-биологических показателях.

В настоящее время больше внимания уделяется проблемам отбора, чем ориентации. Это связано с меньшей разработанностью медико-биологических основ спортивной ориентации, так как именно в этом разделе особенно важны данные генетических исследований. Определенную роль играют также экономические и социальные соображения: чем выше квалификация спортсмена, тем дороже становится его подготовка (индивидуальный тренер, врач, массажист, дорогой инвентарь, длительные сборы и т.д.); выступление спортсмена экстра-класса социально значимо не только для него самого, но и для спортивного общества, страны, честь которой он защищает.

Большая приспособленность модельных характеристик для практики отбора объясняется также тем, что они, как правило, получены при изучении спортсменов высокого класса, данные которых не всегда применимы для других атлетов. Определенные ограничения на использование таких моделей накладывает тот факт, что в различные периоды становления спортсмена, требования, предъявляемые к тем или иным системам организма, существенно различаются, как и влияние их на спортивный результат.

Так, в гребле на байдарках и каноэ наибольших успехов на начальном этапе подготовки достигают юноши и девушки с высоким физическим развитием.

После этапа специализированной тренировки, с использованием тренировочных нагрузок, требующих проявления выносливости, большое значение приобретают физиологические характеристики.

На уровне высшего спортивного мастерства возрастает важность психических и психофизиологических особенностей атлетов.

В связи с такой динамикой ведущих факторов, определяющих спортивный результат, основываться при отборе и ориентации только на результатах юного спортсмена явно недостаточно.

При проведении отбора (и соответственно при создании модельных характеристик спортсменов) считается, что юные гребцы различного амплуа (байдарка и каноэ; различные дистанции) отличаются друг от друга как морфологически, так и функционально и психологически. Существует понятие об «индивидуальном стиле деятельности». Как показано некоторыми исследованиями [154], одного и того же высокого результата спортсмены могут достигнуть различными путями, иногда противоположными, которые, однако, объединяет то, что тренировка проводится в соответствии с индивидуально-типологическими особенностями спортсменов (например, морфологическими или психологическими), с учетом их основных качеств. Это дает основание предположить, что отбор и ориентация являются в определенной степени вынужденными мероприятиями, во многом обусловленными отсутствием в настоящее время индивидуализации подготовки спортсмена вообще и его тренировки в частности.

Поэтапное использование комплекса оценки перспективности юных гребцов существенно улучшает качество отбора и спортивной ориентации, значительно повышает эффективность спортивного совершенствования, снижает финансовые затраты на подготовку высококвалифицированных спортсменов. Данный подход позволяет целенаправленно отбирать контингент, обладающий устойчивой мотивацией к достижению высоких спортивных результатов в гребном спорте, психологической и функциональной готовностью к перенесению больших физических нагрузок, достаточными резервами адаптации к специфике соревновательной деятельности в данном виде спорта.

### **1.10 Заключение по разделу**

Длинный путь к высоким достижениям в виде спорта целенаправленно формирует специфические макроморфологические проявления, такие, как развитие лабильных компонентов массы тела (мышечной и жировой), развитие мышц отдельных сегментов конечностей и туловища.

Комплексный контроль с использованием различных тестов должен решать педагогические, медицинские, физиологические, психологические, биоэнергетические задачи, то есть характеризовать все компоненты функционального состояния организма. Истинным

критерием тренированности спортсмена может служить только спортивный результат [9, 19]. Поэтому целью функциональной диагностики в спортивном отборе может быть лишь оценка степени адаптации организма к обычным условиям жизни и к экстремальным воздействиям, т.е. к физическим нагрузкам.

Наиболее перспективным путем оценки функционального состояния гребцов на байдарках и каноэ является не анализ отдельных показателей адаптации к физической нагрузке, а изучение комплекса факторов мощности, емкости, эффективности, мобилизации и реализации физических нагрузок в спортивные качества общей и специальной, в том числе дистанционной, выносливости, скоростные, скоростно-силовые. При обследовании по результатам неспецифического тестирования следует оценивать такие факторы работоспособности, как емкость, мощность и эффективность [57]. Из регистрируемых показателей выбираются максимальные величины показателей  $FCO$ , а также рассчитывается их отношение к количеству и качеству выполненной работы. По результатам тестов на воде следует оценивать факторы специфической работоспособности: мобилизация (скорость активации физиологических функций) и реализация качеств гребца (степень использования имеющихся возможностей в специфической работе) [88].

Наиболее значимыми факторами, определяющими уровень спортивного мастерства гребцов на байдарках и каноэ, являются: уровень специальной выносливости и резервных возможностей кардиореспираторной системы, технического мастерства и возможности реализации техники в скоростных упражнениях, а также мощность метаболических (аэробных и анаэробных) процессов образования энергии.

## **II. СИСТЕМА МНОГОЛЕТНЕЙ ПОДГОТОВКИ ГРЕБЦОВ НА БАЙДАРКАХ**

В соответствии с современными представлениями [206], спортивная тренировка представляет собой специализированный педагогический процесс, основанный на использовании физических упражнений с целью совершенствования различных качеств,



способностей, сторон подготовленности, обеспечивающих спортсмену достижение наивысших показателей в избранном виде спорта или какой-либо конкретной его дисциплине.

В связи с этим целью спортивной подготовки является достижение максимально возможного для данного индивидуума уровня технико-тактической, физической и психологической подготовленности, обусловленного спецификой вида спорта и требованиями достижения максимально высоких результатов в соревновательной деятельности.

Постановка цели предполагает решение в процессе подготовки основных задач:

- освоение техники и тактики избранного вида спорта;
- обеспечение необходимого уровня развития двигательных качеств, возможностей функциональных систем организма, несущих основную нагрузку в данном виде спорта;
- воспитание должных психологических качеств;
- приобретение теоретических знаний и практического опыта, необходимых для успешной тренировочной и соревновательной деятельности;
- комплексное совершенствование и проявление в соревновательной деятельности различных сторон подготовленности спортсмена [192, 207].

Рациональное построение многолетней подготовки спортсменов осуществляется на основе учета следующих факторов:

- оптимальных возрастных границ, в пределах которых обычно достигаются наивысшие результаты в избранном виде спорта;
- продолжительности систематической подготовки для достижения этих результатов;
- преимущественной направленности тренировки на каждом этапе многолетней подготовки;
- паспортного возраста, в котором спортсмен приступил к занятиям, и биологического возраста, в котором началась специальная тренировка;
- индивидуальных особенностей спортсмена и темпов роста его мастерства [192].

При этом многолетний процесс тренировочной и соревновательной деятельности спортсмена строится на основе следующих методических положений [164]:

- единая педагогическая система, обеспечивающая рациональную преемственность задач, средств и методов, организационных форм подготовки всех возрастных групп. Основным критерием эффективности многолетней подготовки является наивысший спортивный результат, достигнутый в оптимальных возрастных границах для данного вида спорта;

- целевая направленность по отношению к высшему спортивному мастерству в процессе подготовки всех возрастных групп;

- оптимальное соотношение различных сторон подготовленности спортсмена в процессе многолетней тренировки;

- неуклонный рост объема средств общей и специальной подготовки, соотношение между которым постепенно изменяется. Из года в год увеличивается удельный вес объема средств специальной подготовки по отношению к общему объему тренировочной нагрузки и соответственно уменьшается удельный вес общей подготовки;

- поступательное увеличение объема и интенсивности тренировочных и соревновательных нагрузок. Каждый период очередного годового цикла должен начинаться и завершаться на более высоком уровне тренировочных нагрузок по сравнению с соответствующим периодом предыдущего годового цикла;

- строгое соблюдение постепенности в процессе использования тренировочных и соревновательных нагрузок, особенно в занятиях с детьми и подростками, т.к. всесторонняя подготовленность неуклонно повышается лишь в том случае, если тренировочные и соревновательные нагрузки на всех этапах многолетнего процесса полностью соответствуют биологическому возрасту и индивидуальным возможностям спортсменов;

- одновременное воспитание физических качеств спортсменов на всех этапах многолетней подготовки и преимущественное развитие отдельных качеств в периоды, наиболее благоприятные для этого.

## **2.1 Система многолетней подготовки гребцов на**

## байдарках в структуре олимпийского цикла

В зависимости от направленности многолетняя подготовка гребцов условно делится на 3 этапа [164]:

- 1 этап – отбора и начальной подготовки;
- 2 этап – специализированной подготовки (который подразделяется на два периода – начальной и углубленной специализации);
- 3 этап – достижения высшего спортивного мастерства.

Основными задачами спортивной подготовки в группах *начальной подготовки (НП)* являются:

- выявление задатков и способностей детей;
- укрепление здоровья и закаливание организма юных спортсменов;
- содействие всестороннему физическому развитию юных спортсменов;
- развитие основных физических качеств; □ обучение основам техники гребли; □ повышение интереса к занятиям спортом.

Продолжительность этапа составляет 1–2 года, возраст занимающихся – 10–12 лет.

Для групп начальной подготовки периодизация учебного процесса носит условный характер, а годичный цикл планируется как сплошной подготовительный период. Основной формой организации занятий с юными спортсменами является урок с четко выраженными частями. Основным методом обучения должен быть групповой метод, а преобладающим методом тренировки – игровой метод.

В *учебно-тренировочных группах (УТГ)* 1–3 года обучения юные гребцы проходят этап начальной специализации. При невыполнении требований перехода в группы спортивного совершенствования обучение может быть продолжено свыше 3 лет (15 лет и старше). На данном этапе основными задачами являются:

- дальнейшее повышение уровня всестороннего физического развития, совершенствование основных физических и психологических качеств;
- совершенствование основных элементов техники гребли;

- изучение соревновательной тактики;
- приобретение опыта участия в соревнованиях;
- выполнение первого спортивного разряда по избранному виду.

Продолжительность этапа составляет до 3 лет, возраст занимающихся – 12–15 лет.

Во время обучения в учебно-тренировочных группах закладываются основы соревновательной деятельности. Значительно увеличивается объем тренировочной нагрузки во всех видах подготовки, при этом в планировании учебно-тренировочного процесса предусматривается постепенное увеличение относительной доли нагрузок *специальной физической подготовки (СФП)*.

Продолжается разносторонняя двигательная подготовка, однако, ее средства сужаются, что позволяет более целенаправленно развивать необходимые специальные физические качества. Параллельно продолжается совершенствование основ техники гребного спорта. При этом игровой метод занятий, эстафеты, игры и различные формы соревнований продолжают занимать существенное место в тренировочном процессе [58–64].

В *группах спортивного совершенствования (СПС)* спортсмены проходят этап углубленной специализации. Основными задачами в этих группах являются:

- повышение уровня специальной подготовленности;
- совершенствование основных физических и психологических качеств;
- совершенствование техники гребли;
- изучение соревновательной тактики;
- приобретение опыта участия в соревнованиях;
- выполнение функций инструктора-общественника и получение звания судьи по спорту;
- выполнение разрядных норм и требований мастера спорта по избранному виду гребли.

На данном этапе значительно увеличивается объем специальных средств физической подготовки (до 60% от общего объема). Гребцы участвуют в соревнованиях на различных дистанциях и в различных классах лодок (одиночки, двойки, четверки). Формируется

устойчивый навык выполнения гребного цикла. Продолжительность этапа – до 2 лет, возраст занимающихся – 15–17 лет.

При планировании учебно-тренировочного процесса для групп спортивного совершенствования предусматривают увеличение количества применяемых в тренировке специальных средств физической подготовки. Такой объем работы может быть выполнен только при условии применения специальных тренажерных устройств и раннего выхода на воду (март-апрель) в подготовительном периоде. Большинство используемых тренировочных воздействий жестко связано с планируемым уровнем развития физических качеств и с существующими модельными характеристиками высококвалифицированных гребцов.

Процесс обучения в группах высшего спортивного мастерства направлен на подготовку гребцов к достижению максимально возможного для них спортивного результата. Основными задачами обучения на данном этапе являются:

- достижение максимального уровня физической, технической, тактической, психологической и интегральной подготовленности;
- индивидуализация техники гребли;
- реализация оптимальных тактических вариантов на соревнованиях;
- участие в ответственных международных соревнованиях;
- выполнение функций помощника тренера;
- выполнение разрядных норм и требований мастера спорта международного класса.

Возраст занимающихся – 18 лет и старше.

При планировании учебно-тренировочного процесса для *групп высшего спортивного мастерства* предусматривают значительное увеличение объема применяемых в тренировке средств специальной физической подготовки гребцов. Для выполнения запланированного объема специальной работы необходимо проводить учебно-тренировочные занятия на воде в течение 8–9 месяцев в год. При этом объемы специальной и общей тренировочной нагрузки различной интенсивности должны соответствовать планируемому уровню спортивного результата и иметь индивидуальные параметры, которые

определяются на основе динамики объемов нагрузки, выполненных в УТГ и СПС, и текущего состояния спортсмена.

Таким образом, только рациональное построение многолетнего процесса спортивной подготовки способствует адекватной адаптации организма спортсменов к возрастающим тренировочным нагрузкам, достижению высоких спортивных результатов и эффективному сохранению спортивного долголетия.

На этапе высшего спортивного мастерства предполагается достижение максимальных результатов в избранном виде спорта и соревновательных дисциплинах. В этой связи значительно увеличивается доля средств специальной подготовки в общем объеме тренировочной работы, резко возрастает соревновательная практика. Основная задача этапа – максимальное использование средств, способных вызвать бурное протекание адаптационных процессов. Суммарные величины объема и интенсивности тренировочной работы достигают максимума, широко планируются занятия с большими нагрузками, увеличивается количество занятий в недельных микроциклах, резко возрастают соревновательная практика и объем специальной психологической, тактической и интегральной подготовки.

Принципиально важным моментом является обеспечение условий, при которых период максимальной предрасположенности спортсмена к достижению наивысших результатов (подготовленный ходом естественного развития организма и функциональных преобразований в результате многолетней тренировки) совпадает с периодом самых интенсивных и сложных в координационном отношении тренировочных нагрузок. При таком совпадении спортсмену удастся добиться максимально возможных результатов, которые в противном случае оказываются значительно ниже. Продолжительность и особенности подготовки к высшим достижениям во многом зависят от специфических особенностей формирования спортивного мастерства не только в различных видах спорта, но и в отдельных видах соревнований одного вида, при этом пол спортсмена в значительной мере определяет темпы роста достижений [199].

В группах высшего спортивного мастерства проходят обучение спортсмены в возрасте 18 лет и старше, мастера спорта, являющиеся финалистами Национального чемпионата, демонстрирующие

стабильные спортивные результаты в различных классах судов, имеющие устойчивую психическую подготовленность.

Отбор и комплектование производится на основании:

- пригодности и перспективности занимающихся по шкалам оценок физического развития гребцов на байдарках и соответствующего возраста;
- соответствия спортсмена удовлетворительному уровню специальной и общей физической подготовленности при переводе из СПС-свыше 2 лет и хорошего уровня подготовленности при переводе из СПС-2 по шкалам оценок результатов в контрольных упражнениях для СПС-свыше 2 и СПС-2 соответственно;
- эффективности и экономичности двигательного навыка в технике гребли.

Переходный период у спортсменов в группах высшего спортивного мастерства начинается сразу после завершения выступлений на главных соревнованиях предыдущего сезона (примерно в августе) [120].

Основная задача данного этапа – обеспечить планомерное снижение тренировочных воздействий в связи с необходимостью завершения волнообразного процесса формирования спортивной формы в третьей завершающей фазе временной ее утраты. Проводятся мероприятия по активному отдыху, углубленный медосмотр, диспансеризация и лечение, поддержание физической активности с использованием средств *ОФП* и *СФП* [120].

Подготовительный период, с учетом фаз формирования спортивной формы, имеет несколько этапов: общеподготовительный (октябрь–декабрь) и специальноподготовительный (декабрь–февраль).

На подготовительном этапе используется все многообразие тренировочных средств общей и специальной подготовки с соблюдением необходимого процентного соотношения тренировочных нагрузок различной избирательной направленности воздействий на организм.

Основной задачей общеподготовительного этапа является постепенное увеличение объема нагрузок общей и специальной направленности в тренировочных микроциклах до уровня 70–80% по отношению к максимально планируемому в данном годичном цикле.

При этом в дальнейшем, на специальноподготовительном этапе, продолжается последовательное увеличение объема выполняемых

недельных тренировочных нагрузок до их максимума (95–100%) с постепенным увеличением в общем объеме тренировочных средств доли нагрузок с использованием специальных средств подготовки [120].

Соревновательный период с учетом фаз формирования спортивной формы имеет два (или три) этапа: предсоревновательный (май-июнь), соревновательный (июнь–июль) и этап непосредственной предсоревновательной подготовки к главным стартам сезона (июль–август).

Основной задачей этапа предсоревновательной подготовки является планомерное увеличение интенсивности специальных тренировочных нагрузок при их сохраняющемся объеме, что обеспечивается выполнением всего многообразия упражнений специальной подготовки.

Для соревновательного этапа ведущая задача состоит в последовательном увеличении количества занятий, проводимых контрольным и соревновательным методом, а также участие спортсменов в соревнованиях различного уровня. В этой связи на данном этапе предусматривается снижение до 60–70% общего объема средств в тренировочных микроциклах по отношению к выполненному максимальному объему, и значительное расширение соревновательной практики за счет участия в нескольких проходящих соревнованиях [120].

В качестве основной задачи на этапе непосредственной предсоревновательной подготовки определяется формирование действенной и надежной стратегии и тактики прохождения соревновательной дистанции применительно к участию в главных стартах сезона. При этом на основе разработанных технико-тактических вариантов прохождения соревновательных дистанций выполняются соответствующие по направленности специальноподготовительные тренировочные упражнения. Проводится непосредственная отработка соревновательных прохождений в моделируемых условиях предстоящих соревнований, что позволяет подготовить спортсмена к максимально возможному результату на соревнованиях.

Гребля на байдаках предъявляет чрезвычайно высокие требования к уровню развития скоростно-силовых способностей, общей и специальной выносливости. Начало напряженных тренировок совпадает по времени с интенсификацией пубертатного



процесса, что требует особого учета уровня биологической зрелости. Поэтому одним из важнейших аспектов совершенствования системы подготовки спортивных резервов является научное обоснование построения и содержания тренировочных нагрузок, которые должны быть адекватны возрастным особенностям и текущему уровню подготовленности.

Следует знать, что специфика подросткового возраста в значительной мере определяется биологическим фактором, т.е. процессом полового созревания [159, 165]. В этот период активизация желез внутренней секреции настолько сильна, что оказывает значительное действие на все без исключения органы и системы организма, прежде всего мышечную, дыхательную, сердечнососудистую [31, 75].

По данным ряда авторов [148, 160, 177], в период полового созревания у детей и подростков наблюдается наиболее интенсивное развитие двигательных качеств. У мальчиков 12–14 летнего возраста наблюдаются наиболее высокие темпы в развитии гибкости, достаточно высокие темпы прироста становой и статической силы, при умеренных темпах прироста скоростно-силовых качеств. Имеется тесная связь степеней полового созревания с показателями силы. Установлено, что из числа школьников одного паспортного возраста те учащиеся, которые находились на более высокой стадии полового созревания, имели и более высокий уровень развития моторики [149]. Результаты исследований [74, 76] показали, что величина показателей силы мышц школьников в период полового созревания зависит, прежде всего, от степени половой зрелости: чем выше степень полового созревания, тем больше сила мышц. Имеется высокая степень взаимосвязи между темпами полового созревания и развитием выносливости.

Приведенные факты указывают на целесообразность построения тренировочного процесса, в том числе и в гребле, с учетом не только паспортного, но и биологического возраста занимающихся детей и подростков.

Анализ специальной литературы показывает, что требования к организации учебно-тренировочного процесса должны основываться на системе отбора и прогнозирования спортивных способностей с учетом чувствительных (сенситивных) и критических периодов в развитии организма [201]. Наряду с природной одаренностью детей и подростков, повышение тренированности в значительной степени

зависит от условий и периодов развития, а для полной реализации закономерностей развития организма подростков необходимо делать акцент на тренировке определенных качеств, вступивших в сенситивный период. Пренебрежение акцентированным вниманием на развитие физических качеств в отмеченные периоды не будет способствовать получению желаемого эффекта от рекомендованной тренировочной нагрузки, так как иная тренировочная программа не позволит в полной мере реализовать биологические закономерности развития организма спортсменов.

Показано, что первым качеством, реализуемым в процессе тренировки, является быстрота (возраст 7–16 лет), далее скоростносиловые способности (9–18 лет), затем сила (12–19 лет), и лишь потом выносливость (14–20 лет) [209].

Следует отметить, что с учетом специфики гребного спорта сила и выносливость являются основными физическими качествами для гребцов [194]. В возрасте 7–8 лет мальчики и девочки имеют практически одинаковую силу большинства мышечных групп, однако, в дальнейшем, с каждым годом, разница в силе увеличивается и достигает максимума к 17–18 годам. Необходимо подчеркнуть, что наиболее значительный рост показателей относительной мышечной силы происходит в 13–14 лет, что объясняется быстрыми темпами совершенствования нервной регуляции произвольной мышечной деятельности.

На разных этапах развития организма с возрастом увеличивается и точность пространственной оценки движений, способность дифференцировать интервалы времени в движении, находить оптимальную длительность мышечных усилий и т.п. [166]. С учетом вышесказанного можно заключить, что формирование соотношения различных мышечных групп, характерного для взрослого человека, завершается к 16–17 годам. В свою очередь, для понимания возрастных особенностей развития нервно-мышечного аппарата в онтогенезе следует иметь в виду и особенности двигательного режима с учетом специфики вида спорта, который обеспечивает включение в работу соответствующих мышечных групп. Так, имеются сведения, что высокие темпы прироста силы у подростков зависят от оптимально подобранных величин отягощения [125].

Следует отметить, что в период полового созревания происходит интенсивное расширение функциональных возможностей

сердечнососудистой и дыхательной систем [75], а систематические занятия спортом в этот период имеют огромное значение для достижения высокого уровня выносливости вследствие совпадения естественного роста организма с направленным педагогическим воздействием [135].

Выделяют различные *режимы нагрузок*, рассматривая их по диапазону предельной длительности:

1. *Тренировка с короткими периодами нагрузки – менее 30 с.* Основное влияние таких нагрузок направлено на развитие силы и скорости и приводит к увеличению количества миофибрилл, активизации АТФ-азы и креатинфосфокиназы.

2. *Тренировка с периодами нагрузки 1–3 мин* имеет основное воздействие на развитие аэробной производительности и локальной мышечной выносливости. В нижнем диапазоне этой группы нагрузок наблюдается отчетливое преобладание гликолиза и накопление лактата.

3. *Тренировка с периодами нагрузки 4–10 мин* с задействованием в работе большого объема мышечной массы; основной функциональный эффект – увеличение аэробной мощности, характеризуемой величиной МПК, мощности показателей центральной регуляции, внешнего дыхания, газотранспортной функции в целом, а также буферных систем и компенсации ацидоза.

4. *Тренировка с периодами 1–3 часа.* Основной функциональный эффект – улучшение окислительных способностей мышечных клеток, метаболической производительности организма.

В гребле на байдарках основными соревновательными дистанциями являются 200, 500 и 1000 м, т.е. нагрузка на организм по времени находится в диапазоне от 30 с до 5 мин.

Необходимо отметить, что классификация физических нагрузок по интенсивности и длительности строится с учетом метаболических характеристик. При этом некоторые специалисты считают, что дети не способны работать в анаэробном режиме энергообеспечения вследствие возрастных физиологических особенностей роста и развития организма [127]. Преобладание симпатической иннервации в возрасте 14–15 лет способствует высокой реактивности и неустойчивости функциональной системы, вследствие этого достаточно тяжело четко разделить нагрузки по зонам мощности, а

основное внимание следует уделить развитию аэробной производительности, подвижности и быстроты.

Однако уже в возрасте 18–19 лет, по данным физиологических исследований В.Д. Каверина (1975), величина изменений газообмена по количеству поглощаемого во время работы кислорода, отнесенного на килограмм веса, мало отличается от наблюдаемого у взрослых гребцов [17].

Вместе с тем имеются данные, что при выполнении одинаковой тренировочной программы юные гребцы, биологический возраст которых соответствовал паспортному, имели преимущество в темпах развития силовых способностей и приросте спортивного результата по сравнению со спортсменами, отстающими в биологическом развитии. Однако при этом они способны добиваться значительных спортивных успехов в будущем. Авторы указывают, что этот факт необходимо учитывать при формировании учебно-тренировочных групп ДЮСШ [139].

Как отмечают Л.М. Шкуматов, Е.А. Мороз [90], подготовка спортсменов высокого класса, способных конкурировать на самых престижных соревнованиях, занимает, как правило, от 5 до 15 и более лет. На всех этапах подготовки происходит отбор перспективных и выбраковка бесперспективных спортсменов, при этом в различных видах спорта критерии отбора существенно различаются. Следует отметить, что подготовка высококлассного гребца занимает 10 лет. Наиболее распространёнными критериями диагностики являются: уровни результатов в определённом возрасте, темпы их роста, антропометрические, силовые и эргометрические характеристики, волевые и другие качества организма и личности.

Принципиально важным для спортивной практики является тот факт, что в настоящее время остро осознаётся нехватка теории и концепции для подготовки спортивной элиты. Как следствие, в спортивной науке возникают теоретические конструкции, претендующие на роль заменителей допинга и других, опасных для физического и нравственного здоровья спортсменов, технологий подготовки атлетов высокого класса.

Оценка перспективности может существенно измениться при ретроспективном анализе. Так, антропометрические данные вполне пригодны для определения спортивной перспективности, однако их значения не могут быть стабильными и порой существенно меняются на разных этапах подготовки. В гребле на байдарках и каноэ

олимпийскими чемпионами становились и почти двухметровый гигант В. Парфенович, и человек среднего роста В. Ренейский. Опытный тренер при наборе детей в свою группу обращает внимание не только на телосложение, но и на другие качества, способные в совокупности помочь достигнуть высокого спортивного результата: переносимость тренировочных нагрузок, динамика восстановления, развитие физических качеств и систем энергообеспечения и целый ряд других.

В.Б. Иссурин указывает, что гребля на байдарках и каноэ характеризуется огромной мышечной работой, активностью большей части мускулатуры плечевого пояса, туловища и рук, поэтому силовые качества, особенно верхнего плечевого пояса и рук, вносят существенный вклад в спортивный результат гребца. Анализ специальной литературы показывает, что проблема силовой подготовки юных спортсменов далека от окончательного решения, особенно при несовпадении паспортного и биологического возраста, так как объём силовых упражнений в гребном спорте должен достигать значительных величин.

Признанный алгоритм подготовки элитных гребцов можно схематично представить в следующей последовательности: развитие аэробных возможностей, развитие и реструктуризация мышц, выполняющих основное соревновательное движение [207, 208].

Чаще всего схемы подготовки гребцов предполагают в основном аэробную и силовую подготовку с существенным ограничением роли анаэробного гликолиза как механизма ресинтеза АТФ. Во многих видах спорта, в том числе в гребле на байдарках и каноэ, отсутствие заметного роста скорости прохождения дистанции на крупнейших соревнованиях последних десятилетий даёт основание предполагать, что уже достигнут или близок предел физиологических возможностей. Поэтому чемпионами могут стать гребцы или экипажи, имеющие идеальную технику движений, достигшие к моменту главного старта наивысших физиологических кондиций организма и способности реализовать их в полной мере в нужный момент.

В конечном счёте, следует признать, что подготовка высококвалифицированных гребцов является комплексной педагогической, медико-биологической, научно-технической и социально-экономической проблемой, где одним из важнейших моментов выступает диагностика спортивной перспективности,

которая, в свою очередь, всё же носит вероятностный характер, при необходимости глубокого анализа динамики состояния, анализа спортивных достижений конкретного спортсмена.

### 2.1.1 Педагогический контроль (тестирование)

Одним из основных источников информации для педагогического контроля является тестирование. Под тестом следует понимать любое измерение или испытание, проводимое на человеке, с целью определения его состояния. Выделяют несколько типов тестов, которые применяются в спорте: тесты для определения двигательных способностей спортсмена, его физиологических параметров, психических качеств, технических и тактических навыков. В педагогическом контроле *специальной физической подготовки* используются преимущественно двигательные тесты (моторные). Существуют различные классификации тестов СФП.

*Так, по классификации [191], все тесты для оценки СФП разделены на шесть групп:*

- непрерывная специфическая работа предельной длительности;
- специфическая работа на достижение наибольшей интенсивности за определенный отрезок времени;
- непрерывная работа соревновательного характера на дистанциях, отличных по величине от основной;
- повторение специфической работы на отрезках дистанции, одинаковых по длине, со строго ограниченными паузами отдыха;
- участие в соревнованиях и контрольное прохождение дистанции;
- работа на эталонном и основном отрезках дистанции и сравнение результатов.

В *первой группе тестов* нагрузка (интенсивность) задается по скорости, темпу или мощности, а об уровне подготовленности судят по длительности выполнения заданной работы. Причем, работоспособность спортсмена может определяться в различных зонах мощности: при работе в зоне субмаксимальной мощности задается интенсивность 90% от максимальной, при работе в зоне большой мощности – 50% от максимальной. Тесты первой группы используются для определения уровня развития общей выносливости. *Тесты второй группы* характеризуют скоростные качества.

*Тесты третьей группы* позволяют оценить специальную подготовленность на отдельных участках соревновательной дистанции.

*Тесты четвертой группы* используются для оценки специальной выносливости.

*Тесты пятой группы* являются интегральным показателем подготовленности спортсмена. По динамике результатов соревнований трудно судить об уровне развития отдельных качеств спортсмена. Поэтому необходимо использовать комплекс тестов для характеристики различных сторон подготовленности спортсмена.

В *тестах шестой группы* спортивные результаты на соревновательных дистанциях сравниваются с результатом на эталонном отрезке, что используется для оценки специальной выносливости [191].

Согласно требованиям стандартизации тестов, упражнения, используемые для оценки *СФП*, должны быть просты в выполнении и достоверно характеризовать то качество, которое тестируется. Каждый тест должен быть проверен на валидность, надежность и объективность. Валидность предполагает соответствие теста оцениваемому свойству спортсмена. Надежность теста характеризуется степенью совпадения результатов при повторном тестировании одного и того же испытуемого приблизительно в одних и тех же условиях. Объективность означает, что оценки по тесту у одного и того же испытуемого не должны зависеть от людей, проводящих тестирование. Если объективность теста низка, то сопоставление результатов тестирования может быть сведено к сопоставлению ошибок людей, которые производили тестирование.

Условно в педагогическом контроле принято выделять три типа состояний спортсмена. Перманентное состояние, которое сохраняется длительно; текущее состояние, которое изменяется под влиянием одной или нескольких тренировок; и оперативное состояние, изменяющееся в процессе тренировки. В соответствии с различными состояниями спортсмена различают и формы педагогического контроля: этапный, текущий и оперативный. Определение уровня *СФП* спортсмена является задачей этапного контроля. В задачу текущего контроля входит определение состояния спортсмена, наступающего вследствие одного или нескольких тренировочных занятий и соревнований. Оперативный контроль осуществляется для

экспресс-оценки состояния непосредственно во время или после тренировки.

Для тестирования функциональной подготовленности спортсменов исходят из модели чемпиона, в которой представлены характеристики сильнейших спортсменов в ответственных соревнованиях. Из этой модели выводятся спортивно-важные качества, или модель мастерства, включающая характеристики специальной физической, технической и тактической подготовки спортсменов, находящихся в спортивной форме. Отсюда определяют наиболее информативные показатели функциональной подготовленности, или шире – модель спортивных возможностей, в которую входят функциональная и психологическая подготовленность, морфологические особенности, возраст и спортивный стаж. Подобный подход позволяет определить целевые задачи подготовки спортсмена и его собственные спортивные перспективы.

Для оценки индивидуальных особенностей адаптации организма к работе необходимо комплексное тестирование, позволяющее получить сведения о различных морфофункциональных и психофизиологических показателях конкретного человека. В тренировочном процессе используют различные виды контроля, в ходе которых исследуют состояние различных органов и систем организма спортсмена.

- *Оперативный, или текущий, контроль*, отражающий ежедневные реакции организма спортсмена на выполняемые физические нагрузки по наиболее вариативным показателям (*ЧСС, тест Самочувствие-Активность-Настроение (САН), способность решения тактических задач, состояние внимания* и пр.).

- *Этапный контроль*, проводимый 5–6 раз в год, с использованием менее динамичных показателей (*МПК, максимальная анаэробная мощность, индекс Гарвардского степ-теста, оценка временных интервалов* и пр.).

В пределах многолетнего естественного педагогического эксперимента на каждом этапе годичного цикла подготовки авторами проводилось тестирование уровня физической подготовленности гребцов на байдарках. Применение контрольного прохождения комбинации отрезков и силовых тестов позволяло определить степень



тренированности и динамику становления спортивной формы. Результаты тестирования отображены в таблице 25.

Полученные данные позволяют констатировать, что реализуемый тренировочный процесс позволил наблюдать положительную динамику по всем исследуемым параметрам в течение олимпийского макроцикла 2000–2004 гг.

Так, в *тесте «2×10 км»*, отражающем уровень специальной выносливости гребцов на байдарках, были получены следующие среднегрупповые результаты: 47,35±0,41 мин в сезоне 2000–2001 гг.; 47,14±0,39 мин в 2001–2002 гг. (прирост – 0,44%); 47,06±0,45 мин в 2002–2003 гг. (прирост – 0,61%) и 46,34±0,43 мин в 2003–2004 гг. (прирост – 2,13%).

Результаты в *тесте «2×5 км»*, характеризующем уровень мощности и емкости аэробных возможностей спортсменов, имели положительную динамику. Исходный среднегрупповой показатель 22,28±0,26 мин, полученный в сезоне 2000–2001 гг., затем поступательно улучшался: 22,21±0,27 мин в 2001–2002 гг. (прирост – 0,31%); 22,16±0,32 мин в 2002–2003 гг. (прирост – 0,54%) и 22,06±0,29 мин в последний год четырехлетия (прирост – 0,99%).

Результаты в *тесте «3×2 км через 10 мин отдыха»*, характеризующем аэробную мощность, выявили улучшение этого показателя в течение олимпийского макроцикла на 0,79% (2001–2002 гг.), 1,31% (2002–2003 гг.) и 1,71% (2003–2004 гг.), в сравнении с исходным результатом сезона 2000–2001 гг.

Таблица 25. – Динамика показателей специальной работоспособности высококвалифицированных гребцов на байдарках в олимпийском цикле 2000–2004 гг.

Показатели	Годы			
	2000–2001	2001–2002	2002–2003	2003–2004
Тест спец. выносливость 2×10 км (мин); время на 1×10 км	47,35 ± 0,37	47,14 ± 0,39	47,06 ± 0,35	46,34 ± 0,31

Тест аэроб. мощность + емкость 2×5 км (мин); время на 1×5 км	22,28 ± 0,28	22,21 ± 0,27	22,16 ± 0,32	22,06 ± 0,29
Тест аэроб. мощность 3×2 км через 10 мин; время на 1×2 км	7,59 ± 0,04	7,53 ± 0,03	7,49 ± 0,05	7,46 ± 0,03
Тест ПАНО 3×1000 м (мин) в режиме повтора:				
1 прохождение	4,05 ± 0,06	4,02 ± 0,05	4,00 ± 0,04	3,58 ± 0,02
2 прохождение	3,58 ± 0,05	3,56 ± 0,03	3,54 ± 0,03	3,51 ± 0,02
3 прохождение	3,45 ± 0,07	3,43 ± 0,04	3,42 ± 0,05	3,40 ± 0,01
Тест запас дист. скорости; 1×250 м (с)	50,21 ± 0,82	49,57 ± 0,87	48,94 ± 0,84	48,38 ± 0,71
Тест сил. выносливость: 4 мин 20 кг (жим) (раз)	349,13 ± 21,52	366,57 ± 19,84	371,54 ± 17,58	376,92 ± 18,52
Тест скор. сил. выносл.: 2 мин 30 кг (жим) (раз)	150,24 ± 9,89	162,67 ± 8,91	174,54 ± 9,32	178,39 ± 9,54

Следует отметить, что *этапный контроль* включал проведение специального прохождения дистанции с реализацией определено запланированной скорости. В нашем случае тест «3×1000 м» применялся для оценки работоспособности на уровне *ПАНО*.

Отмеченная положительная динамика в течение всего многолетнего макроцикла позволяет убедиться в том, что уровень физической работоспособности спортсменов неуклонно повышался из года в год, дополняя результаты тестирования уровня *ПАНО* на гребном тренажере с использованием газоанализатора.

Особый интерес для нас представлял *тест «1×250 м»*, фиксирующий запас дистанционной скорости, что имеет большое значение в повышении результатов на основной соревновательной дистанции. Данные проведенного тестирования показывают, что в течение 4 лет подготовки мы наблюдали улучшение среднегруппового

результата:  $50,21 \pm 2,14$  с,  $49,57 \pm 2,37$  с,  $48,94 \pm 2,64$  с и  $48,38 \pm 2,64$  с соответственно (при годовом приросте на 1,27%, 2,53% и 3,64%).

Анализ динамики *силовой подготовленности* гребцов (*тест «Жим штанги 20 кг в течение 4 мин» и «Жим штанги 30 кг в течение 2 мин»*) выявил, что по уровню силовой и скоростно-силовой выносливости спортсмены экспериментальной группы ежегодно улучшали свои результаты: на 4,99%, 6,42%, 7,96%; и на 8,27%, 16,17%, 18,74% соответственно, что, на наш взгляд, явилось закономерным результатом повышения объема и интенсивности средств силовой подготовки в течение четырехлетнего макроцикла.

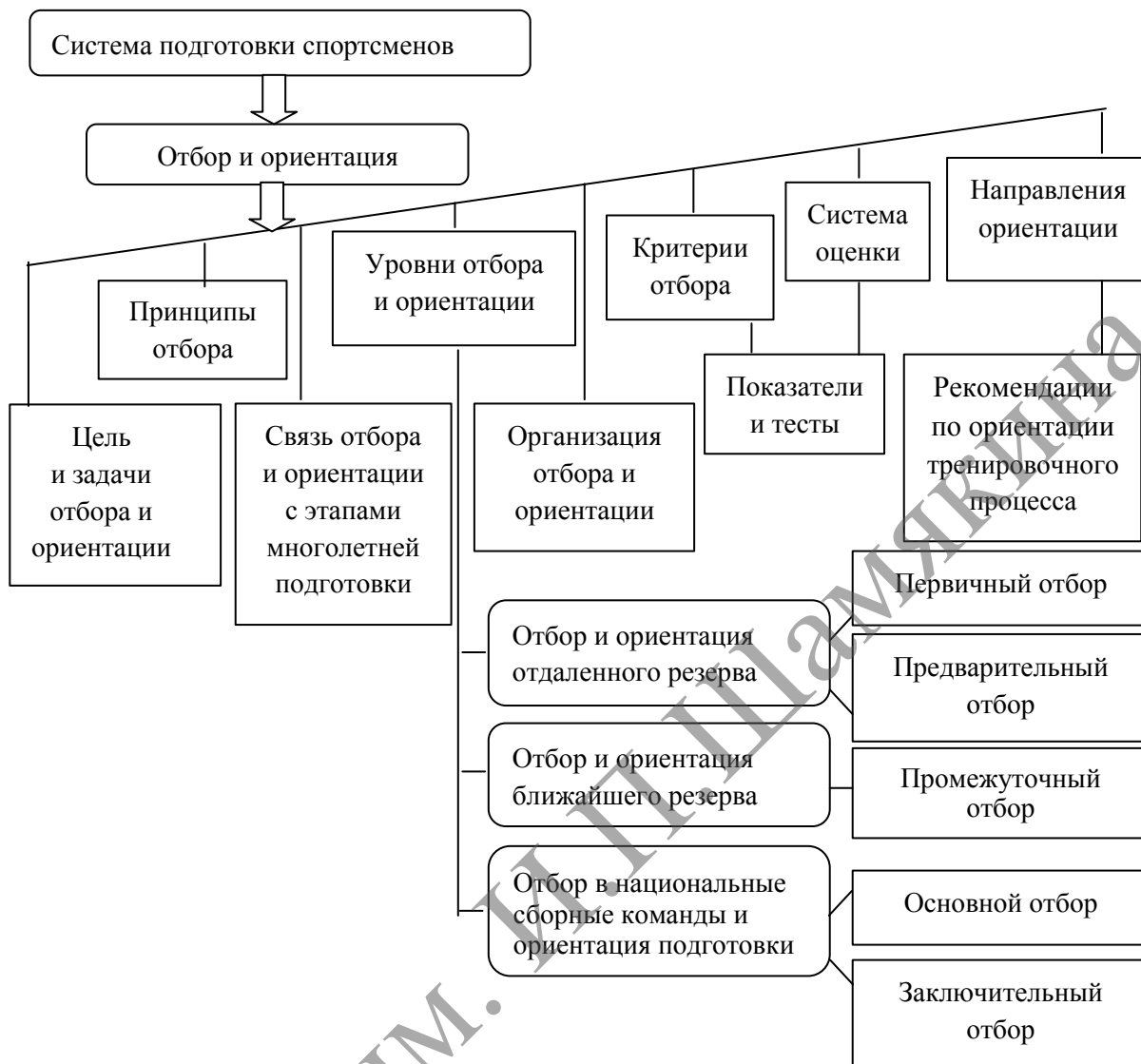
Таким образом, в процессе многолетнего исследования была изучена динамика основных показателей, характеризующих уровень физической подготовленности и функционального состояния высококвалифицированных гребцов на байдарках.

### **2.1.2 Система отбора юных спортсменов как составная часть подготовки спортсменов**

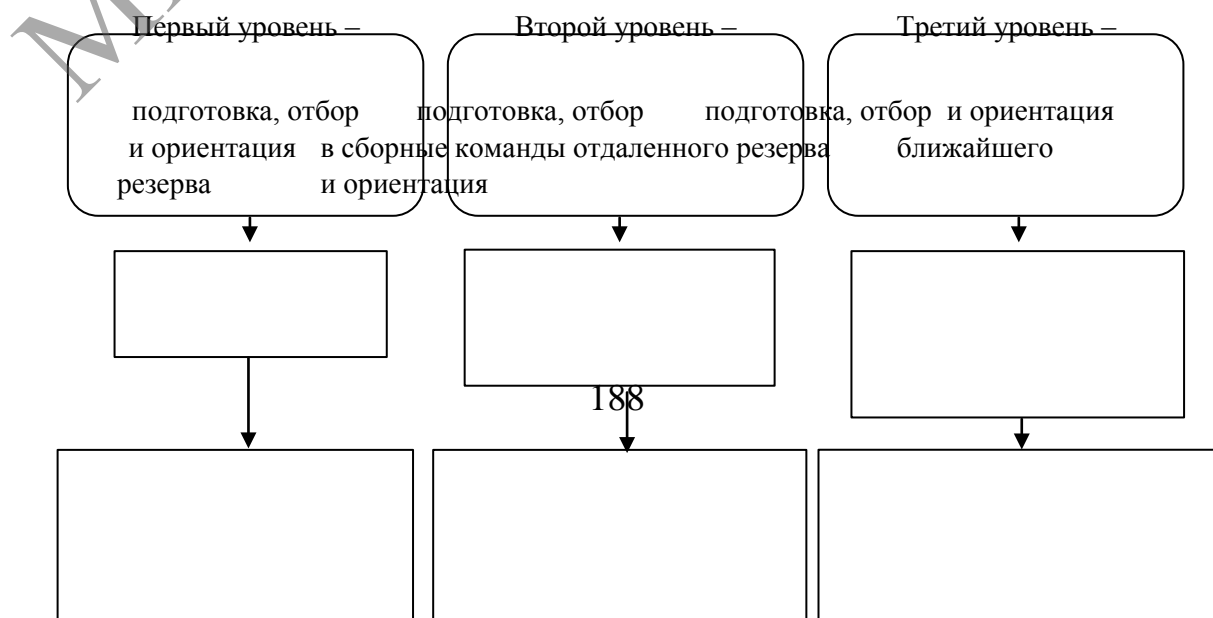
Анализ и обобщение научных знаний позволили рассмотреть отбор и ориентацию как элемент системы подготовки спортсменов [91] (рисунок 22).

Этапы отбора отвечают современным требованиям развития всей системы многолетней подготовки, которые легли в основу разработки технологии многоступенчатого отбора и ориентации спортсменов. Для обеспечения максимального эффекта в многолетнем процессе подготовки гребцов определены направления планомерного достижения высшего спортивного мастерства [91].

Отбор и ориентация спортсменов имеет ряд важных элементов, которые могут быть представлены как каждый отдельно, так и во взаимодействии друг с другом, дифференцируя и интегрируя их. Сформулированы основные принципы спортивного отбора. Для организации и осуществления спортивного отбора были предложены три уровня подготовки спортсменов (рисунок 23).



**Рисунок 22. – Структура научных знаний «Отбор и ориентация подготовки спортсменов в процессе многолетнего совершенствования» (по данным Шинкарук О.А., 2011)**



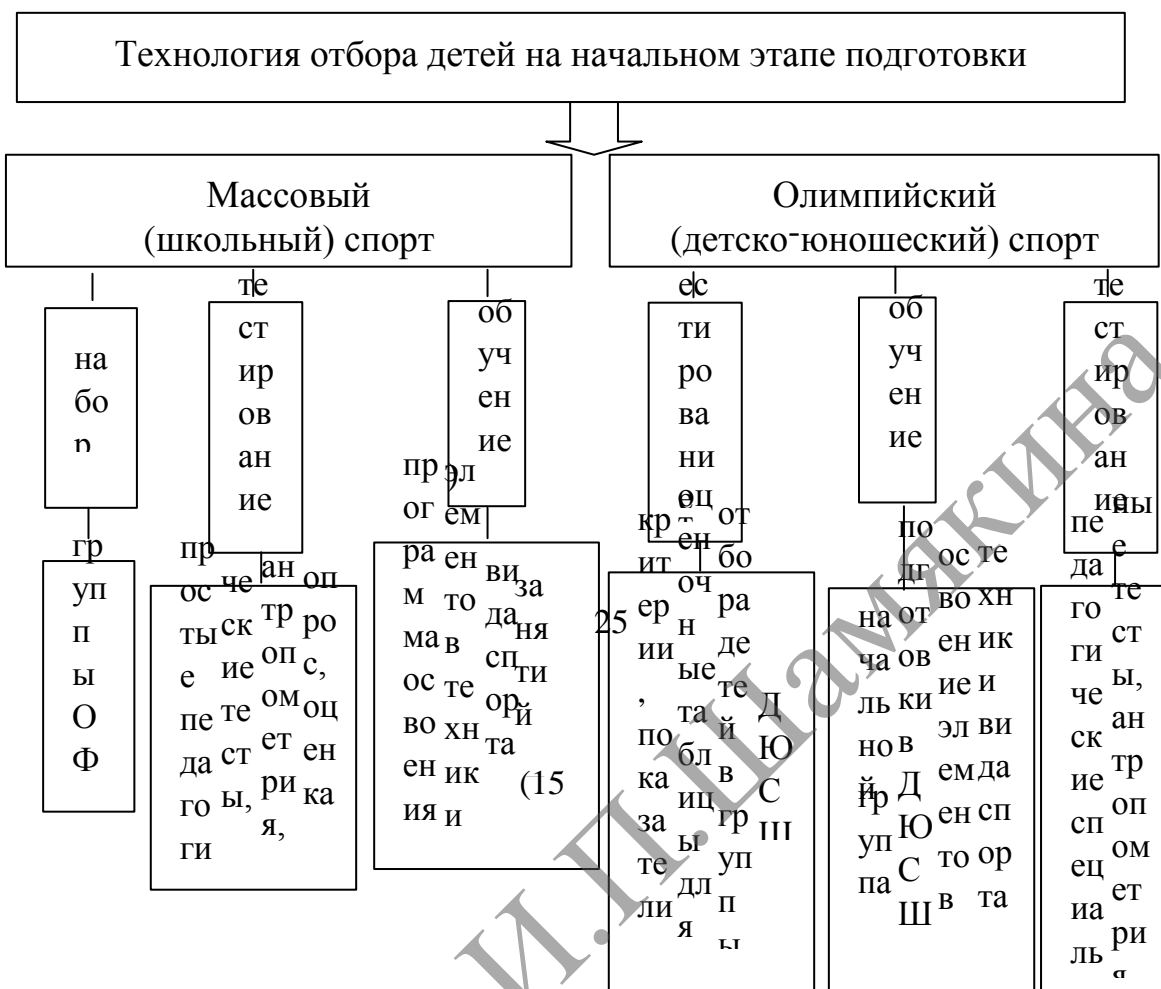
Этап начальной реализации	Этап базовой подготовки	Этап максимальной подготовки	Этап индивидуальной подготовки
Первичный отбор – отбор, вторая установка целесообразности спортивного совершенствования в данном виде спорта	Промежуточный отбор – оценка возможности достижения высокого мастерства в конкретных спортивных дисциплинах	–	Основной ступень – оценка перспектив достижения высшего мастерства, обеспечивающего успехи в крупнейших соревнованиях
Этап сохранения достижений			
Заключительный отбор, первая ступень – оценка перспектив продвинутого мастерства жителя сохранения			
Этап предварительной подготовки высшим достижениям	Этап подготовки к результатам	Этап постепенного снижения базовой подготовки	Этап базовой подготовки
Предварительный отбор – определение перспектив успешного спортивного совершенствования	Основной отбор – оценка перспектив достижения результатов международного класса	Заклучительный отбор, первая ступень – оценка вероятной продолжительности занятий спортом на фоне снижения мастерства и степени его снижения	Заклучительный отбор, вторая ступень –
Ориентация на совершенствование			
Ориентация на базовую специальную	Ориентация на подготовку в соответствии с избранной	Ориентация на специализацию подготовки, углубленную на разностороннюю	Ориентация на максимальную реализацию индивидуальных

подготовку функциональных резервов спортивной специализацией

**Рисунок 23. – Общая схема организации спортивного отбора и процесса многолетней подготовки на примере гребли на байдарках и каноэ (по данным Шинкарук О.А., 2011)**

Для обеспечения качественной многолетней работы спортсмена и тренера, направленной на реализацию максимальных возможностей, необходимым является соблюдение соответствия этапов и задач подготовки системе отбора, направлениям ориентации и обеспечение их взаимодействия.

В основу селекционного отбора заложено изучение задатков и способностей спортсменов, индивидуальных особенностей формирования их мастерства с учетом специфики вида спорта, построения рациональной тренировки спортсменов на каждом уровне и этапе отбора. Обоснован последующий отбор в специализированные группы; разработаны критерии отбора и ориентации юных спортсменов на начальном этапе; предложена программа подготовки [91] (рисунок 24).



**Рисунок 24. – Отбор детей на начальном этапе подготовки (по данным Шинкарук О.А., 2011)**

Селекционный отбор предусматривает последовательность действий на первом этапе в системе детско-юношеского спорта и последующий отбор контингента, перспективного для спорта высших достижений, в специализированные группы ДЮСШ. Это является качественно новым подходом к подготовке и отбору спортсменов на начальном этапе [91].

Подготовка юного спортсмена-ребца осуществляется через основные структурные элементы подготовки: детско-юношескую спортивную школу, школу спортивного профиля, училище олимпийского резерва, центр олимпийской подготовки, школа высшего спортивного мастерства.

На основе многолетних исследований и собственных наблюдений были определены информативные критерии отбора детей

в греблю на байдарках и каноэ на начальном этапе многолетней подготовки. Среди них: оптимальный возраст начала занятий спортом; состояние здоровья; антропометрические показатели; соответствие паспортного возраста биологическому; уровень проявления двигательных качеств, обусловленных природными задатками; мотивация; освоение техники движений и проявление специализированных восприятий; специфические требования вида спорта [91] (рисунок 25).



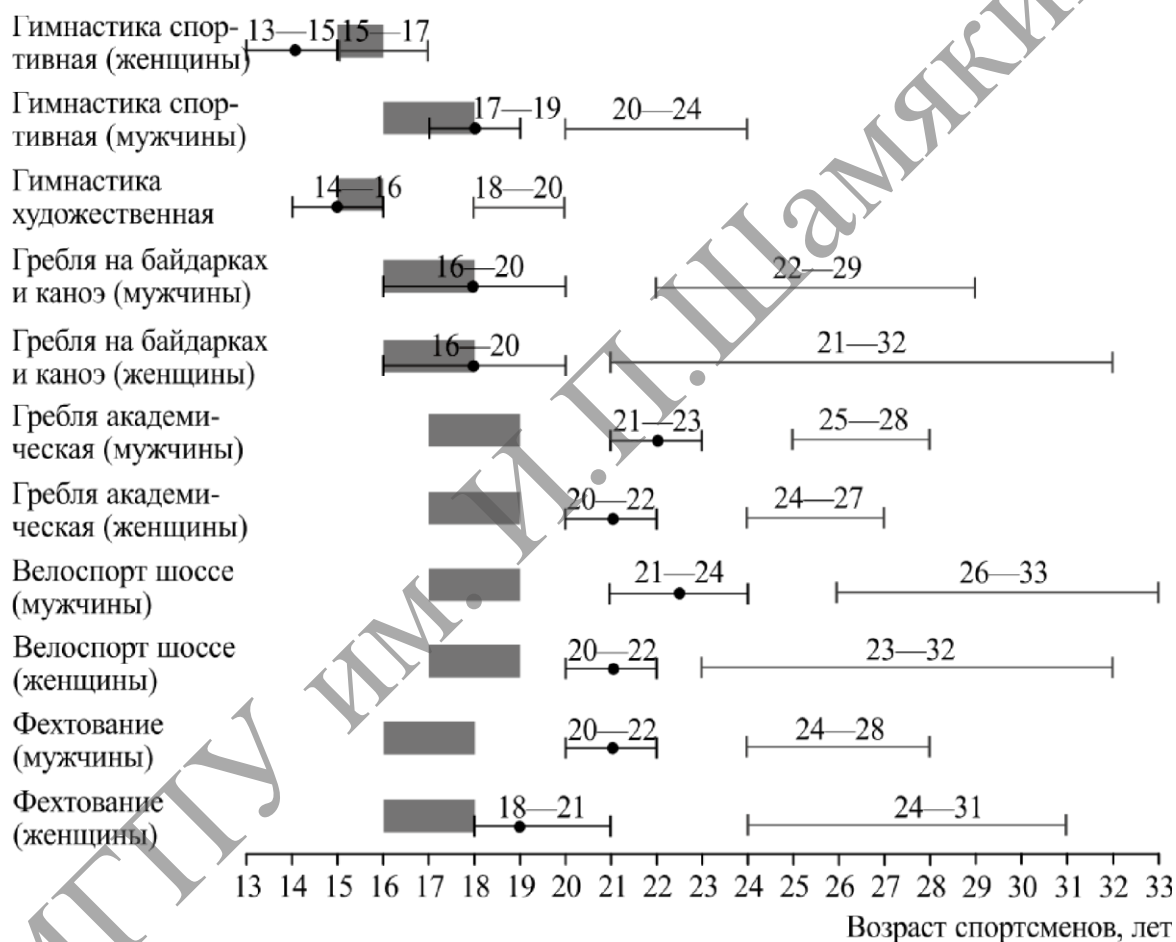
**Рисунок 25. – Критерии отбора юных спортсменов на начальном этапе подготовки (гребля на байдарках и каноэ) (по данным Шинкарук О.А., 2011)**

При построении подготовки, отбора спортсменов ближайшего резерва и их ориентации одним из критериев является оптимальный возраст демонстрации первых спортивных успехов на международной арене. Отбираются дети в подростковом возрасте (чаще в 10–14 лет, до



18 лет); подростковый период сопровождается диспропорцией в развитии органов и систем, перестройкой эндокринного аппарата, что приводит к ухудшению протекания адаптационных процессов, снижению работоспособности, замедлению восстановительных реакций после нагрузок.

По итогам I Юношеских Олимпийских игр (2010 г.) и II Юношеских Олимпийских игр (2014 г.), где в большинстве видов спорта возраст участников приходился на 16–17 лет, обоснование данного критерия было актуальным (рисунок 26).



— зона Юношеских Олимпийских игр;  
 — зона первых успехов;  
 — зона наивысших результатов

**Рисунок 26. – Возрастные зоны демонстрации первых спортивных успехов и наивысших достижений спортсменами высокой квалификации и участников Юношеских Олимпийских игр**

Анализ возраста спортсменов, принимавших участие в I и II Юношеских Олимпийских играх, и возраста начала демонстрации наивысших достижений спортсменами, которые уже достигли успеха в спорте и являются чемпионами или призерами Олимпийских игр, свидетельствует о несоответствии возрастной зоны участников Юношеских Олимпийских игр и начала демонстрации первых успехов в спорте высших достижений.

Демонстрация первых серьезных спортивных результатов в гребле на байдарках и каноэ приходится на возраст 18–24 года, который не попадает в возрастную зону Юношеских Олимпийских игр. Это, в свою очередь, может привести к тому, что тренеры, форсируя подготовку юных спортсменов к этим и другим статусным соревнованиям, ставят под сомнение успешность и длительную карьеру спортсмена на этапе максимальной реализации индивидуальных возможностей. Правильный отбор и ориентация подготовки позволит тренеру рационально построить тренировочный процесс и обеспечить эффективное выступление на соревнованиях с учетом индивидуальных особенностей спортсмена.

Основной задачей отбора и ориентации на уровне высшего спортивного мастерства является оценка перспектив достижения спортсменами высокого мастерства в конкретных дисциплинах и видах соревнований.

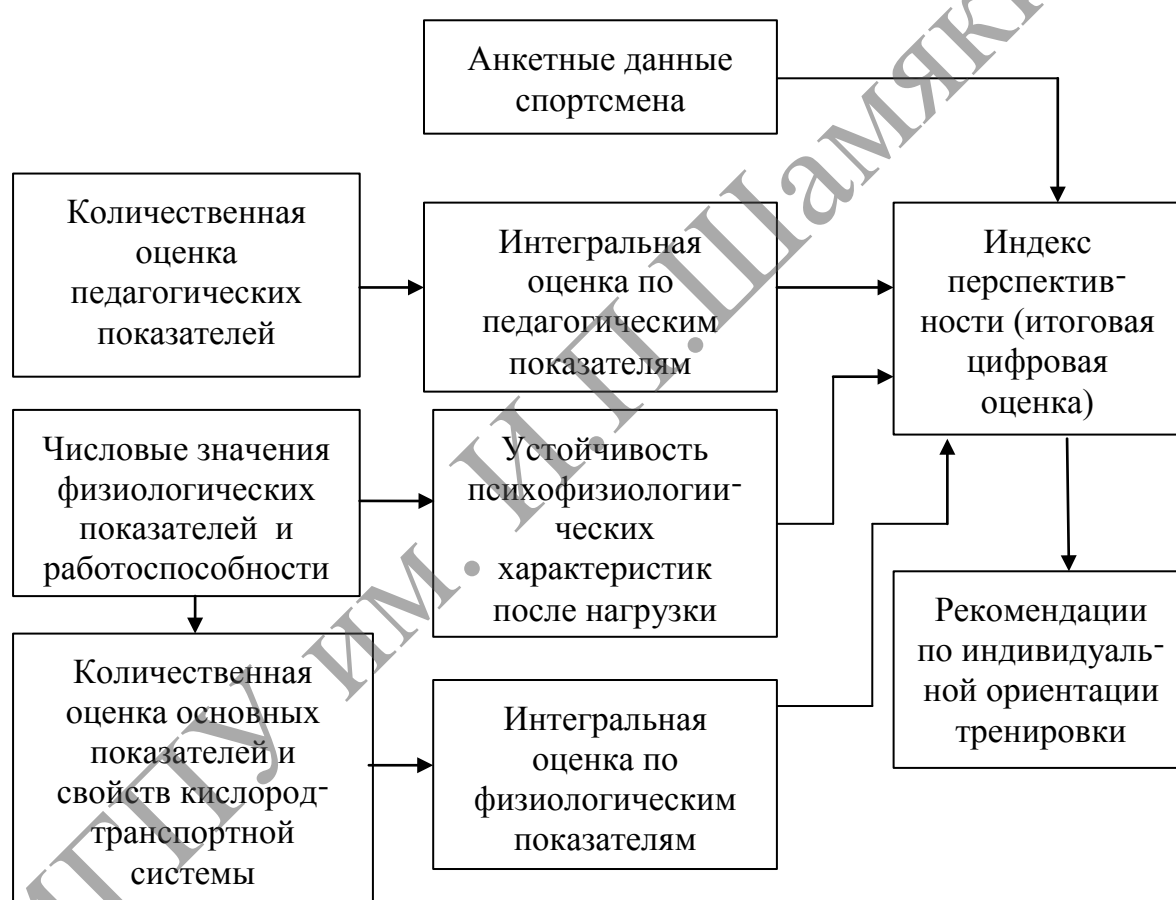
Основными критериями отбора в данный период являются:

- устойчивая мотивация к достижению высокого мастерства;
- отсутствие отклонений в состоянии здоровья, которые могли препятствовать успешному спортивному совершенствованию;
- психологическая и функциональная готовность к большим нагрузкам;
- высокий уровень адаптивных резервов функционирования систем и механизмов, обеспечивающих физическую активность;
- прирост двигательных качеств;
- возможность совершенствования важнейших элементов техники, тактической и психологической подготовленности [91].

Была разработана комплексная система отбора, которая принципиально отличается от программ отбора, используемых ранее, а именно разработкой дифференцированных шкал для спортсменов разного пола, возраста и вида спорта, периода подготовки в годичном цикле. Такая система позволяет оценить состояние отдельных

компонентов двигательной функции и двигательный потенциал спортсмена в целом, предусматривает ориентацию тренировочного процесса на последующих этапах подготовки [91].

Результаты в тестах, представленные в интегральных оценках, выражаемых в баллах, характеризуют потенциальные возможности спортсменов, прошедших предварительную подготовку и имеющих определенную спортивную квалификацию. Это дает возможность выявить из этой категории тех спортсменов, кто способен в ближайшие годы войти в состав национальных команд и продемонстрировать результаты международного уровня (рисунок 27).



**Рисунок 27. – Алгоритм оценки перспективности спортсмена и ориентации его подготовки (по данным Шинкарук О.А., 2011)**

Система тестов включает четыре блока показателей. Выделяют педагогический блок (характер предшествующей подготовки, темпы

роста спортивного мастерства, уровень развития специальных физических качеств, характерные для вида спорта), морфологический, физиологический и психофизиологический блок, каждому из которых соответствует интегральная оценка. По результатам проведенных исследований, с учетом пола, возраста и вида спорта, разработаны шкалы, позволяющие перевести зарегистрированные у каждого спортсмена показатели в общую систему баллов. Такой подход дает возможность выявить преимущества и недостатки спортсмена в отдельных регистрируемых показателях и рассчитать оценки в баллах по каждому из блоков показателей отдельно, а затем – рассчитать общую оценку – индекс перспективности (рисунок 27).

Важнейшим показателем, свидетельствующим об эффективности подготовки на этапах максимальной реализации индивидуальных возможностей и сохранения достижений (третий уровень отбора), является способность спортсменов продемонстрировать в главных стартах олимпийского цикла наивысшие спортивные результаты. Для тех, кто впервые участвует в крупных международных стартах, это – личный рекорд, а для опытных спортсменов, которые уже несколько лет подряд выступают на высоком уровне, включая и Олимпийские игры, как минимум, – результат, несущественно отличающийся от наивысшего личного достижения.

На третьем уровне для обеспечения эффективного управления подготовкой спортсменов высокого класса сформулированы основные положения формирования контингента для национальной команды:

- контингент кандидатов на подготовку в национальной команде формируется группой независимых экспертов;
- оцениваются спортивные достижения каждого спортсмена, его потенциал в плане дальнейшего роста результатов, возраст, состояние здоровья;
- остальной контингент готовится на уровне республиканских и областных школ высшего спортивного мастерства.

Для отбора спортсменов в национальную команду РБ по гребле на байдарках и каноэ обоснованы и апробированы следующие критерии отбора:

- выполнение индивидуального плана подготовки за предыдущий и текущий годы и соответствие поставленным задачам;

- опыт участия в международных соревнованиях;
- стабильность и надежность участия в чемпионатах Европы и мира, международных соревнованиях;
- высокий уровень технической подготовленности (вариативность техники, выполнение сложных элементов, обеспечивающих высокое место в турнирной таблице);
- функциональное состояние организма спортсмена;
- психологическая устойчивость и проявление психологических качеств, ведущих в виде спорта, высокая мотивация;
- соответствие индивидуальным или групповым модельным характеристикам, нормативам, утвержденным международной и национальной федерациями, международный рейтинг;
- состояние здоровья (отсутствие травм и хронических заболеваний);
- заключение и рекомендации комплексной научной группы.

Реализация технологии отбора и ориентации, программы подготовки спортсменов позволила подвести спортсменов к соревнованиям в состоянии наивысшей готовности, завоевать олимпийские медали в гребле на байдарках и каноэ на Играх XXVIII Олимпиады в Афинах, XXIX Олимпиады в Пекине, XXX Олимпиады в Лондоне, чемпионатах мира и Европы.

Основа отбора в греблю – сравнение показателей временных характеристик прохождения дистанции спортсменами, с лучшими мировыми показателями (таблицы 26–52).

Таблица 26. – Лучшие мировые результаты прохождения дистанции 200 м (с сайта Федерации каноэ Республики Беларусь, данные на 2014 год)

Пол	Класс	Время	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
М	K1	33,961	2014	CAN	DE JONGE, Mark	Moskow (RUS)
М	K2	30,500	2014	SRB	GRUJIC, Nebojsa NOVACOVIC, Marko	Moskow (RUS)
М	K4	29,023	1997	HUN	KAJNER, Gyula FEHERVARI, Vince PAGER, Zoltan BEE, Istvan	Plovdiv (BUL)

M	C1	38,137	2014	UKR	CHEBAN, Yurii	Moskow (RUS)
M	C2	35,350	2014	RUS	KOROVASHKOV, Alexey SHTYL, Ivan	Moskow (RUS)
M	C4	32,753	1997	ROU	VINTURIS, Robert AVERIAN, Ionel CIUCU, Marian MARDALE, Cristian	Duisburg (GER)
W	K1	37,898	2014	NZL	CARRINGTON, Lisa	Moskow (RUS)
W	K2	35,869	2014	HUN	KÁRÁSZ, Anna VAD, Ninetta	Moskow (RUS)
W	K4	33,778	1997	ROU	LIMBĂU, Mariana IONIȚĂ, Raluca TOMA, Sanda RADU, Elena	Plovdiv (BUL)
W	C1	46,419	2014	CAN	VINCENT-LAPOINTE, Laurence	Moskow (RUS)

Таблица 27. – Лучшие мировые результаты прохождения дистанции 500 м (с сайта Федерации каноэ Республики Беларусь, данные на 2014 год)

Пол	Класс	Время	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
M	K1	1.35,630	2008	CAN	Van KOEVERDEN, Adam	Poznań (POL)
M	K2	1.26,873	2008	BLR	PIATRUSHENKA, Raman MAKHNEU, Vadzim	Poznań (POL)
M	K4	1.19,650	2002	SVK	RISZDORFER, Michal RISZDORFER, Richard VLČEK, Erik BAČA, Juraj	Szeged (HUN)
M	C1	1.45,614	2002	RUS	OPALEV, Maxim	Szeged (HUN)
M	C2	1.35,829	2014	RUS	KOROVASHKOV, Alexey SHTYL, Ivan	Moskow (RUS)
M	C4	1.29,956	2002	HUN	MALOMSOKI, Sandor KOZMANN, Gyorgy BELICZA, Bela IVAN, Gabor	Szeged (HUN)

W	K1	1.47,066	2011	GER	REINHARDT, Nicole	Szeged (HUN)
W	K2	1.37,071	2011	AUT	SCHURING, Yvonne SCHWARZ, Viktoria	Szeged (HUN)
W	K4	1.28,219	2014	HUN	SZABO, Gabriella KOZÁK, Danuta KÁRÁSZ, Anna VAD, Ninetta	Moskow (RUS)
W	C2	1.59,976	2013	HUN	AKACS, Kincső LAKATOS, Zsanett	Welland (CAN)

Таблица 28. – Лучшие мировые результаты прохождения дистанции 5000 м (с сайта Федерации каноэ Республики Беларусь, данные на 2014 год)

Пол	Класс	Время, с	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
M	K1	18.00,040	2009	NOR	LARSEN, Eirik Veras	Poznań (POL)
M	C1	20.27,350	2010	GER	KUSCHELA, Kurt	Szeged (HUN)
W	K1	20.10,100	2009	RSA	HARTLEY, Bridgitte	Račice (CZE)

Таблица 29. – Лучшие мировые результаты прохождения дистанции 1000 м (с сайта Федерации каноэ Республики Беларусь, данные на 2014 год)

Пол	Класс	Время	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
M	K1	3.22,485	2011	GER	HOFF, Max	Belgrade (SRB)
M	K2	3.06,792	2014	GER	RENDSCHMIDT, Max GROSS, Marcus	Brandenburg (GER)
M	K4	2.46,724	2014	CZE	HAVEL, Daniel TREFIL, Lukáš DOSTÁL, Josef ŠTĚRBA, Jan	Moskow (RUS)
M	C1	3.44,578	2014	GER	BRENDEL, Sebastian	Moskow (RUS)

M	C2	3.28,340	2014	ROU	DUMITRESCU LAZAR,Liviu Alexandru MICHALACHI, Victor	Moskow (RUS)
M	C4	3.10,701	2014	RUS	SHAMSHURIN, Kirill ISHMUKHAMEDOV, Rasul MELANTYEV, Victor REVUKHIN, Ilya	Moskow (RUS)
W	K1	3.49,423	2014	NZL	HATTON, Teneale	Moskow (RUS)
W	K2	3.31,741	2011	HUN	CSIPES, Tamara SZABO, Gabriella	Belgrade (SRB)
W	K4	3.13,296	2003	HUN	RASZTOTSKY, Eszter DEKANY, Kinga FAZEKAS, Krisztina JANICS, Natasa	Gainesville (USA)

Таблица 30. – Десятка лучших мировых результатов по гребле на байдарках и каноэ, мужчины, К1, 200 м (с сайта Федерации каноэ Республики Беларусь, данные на 2014 год)

Место	Время	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
1	33,961	2014	CAN	De JONGE, Mark	Moscow (RUS)
2	33,980	1992	FRA	LASAK, Olivier	Szeged (HUN)
3	34,311	2013	LTU	NAVAKAUSKAS, Ignas	Kazan (RUS)
Место	Время	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
4	34,372	2014	HUN	DUDAS, Miklos	Szeged (HUN)
5	34,431	2012	SRB	NOVAKOVIC, Marko	Zagreb (CRO)
6	34,489	1997	POL	KOTOWICZ, Grzegorz	Mechelen (BEL)
7	34,516	2006	GER	RAUHE, Ronald	Racice (CZE)
8	34,644	2013	SWE	OSTROM, Petter	Duisburg (GER)
9	34,702	2013	RUS	NIKOLAEV, Aleksandr	Welland (CAN)
10	34,770	2011	POL	SIEMIONOWSKI, Piotr	Szeged (HUN)



Таблица 31. – Десятка лучших мировых результатов по гребле на байдарках и каноэ, мужчины, К2, 200 м (с сайта Федерации каноэ Республики Беларусь, данные на 2014 год)

Место	Время	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
1	30,500	2014	SRB	GRUJIC, Nebojsa NOVAKOVIC, Marko	Moscow (RUS)
2	31,182	2013	RUS	POSTRIGAY, Yury DYACHENKO, Alexander	Duisburg (GER)
3	31,440	2014	GER	RAUHE, Ronald LIEBSCHER, Tom	Racice (CZE)
4	31,500	2013	RUS	POSTRIGAY, Yury DYACHENKO, Alexander	Kazan (RUS)
5	31,529	2014	GER	RAUHE, Ronald LIEBSCHER, Tom	Milan (ITA)
6	31,532	2010	FRA	HYBOIS, Arnaud JOUVE, Sebastien	Poznan (POL)
7	<i>31,570</i>	<i>2007</i>	<i>BLR</i>	<i>PIATRUSHENKA, Raman MAKHNEU, Vadzim</i>	<i>Gerardmer (FRA)</i>
8	31,596	2012	GBR	HEATH, Liam SCHOFIELD, Jonathon	Zagreb (CRO)
9	31,637	2013	RUS	NIKOLAEV, Aleksandr TAMONOV, Mikhail	Welland (CAN)
10	31,754	2014	RUS	LUKANTSOV, Evgenii TAMONOV, Mikhail	Szeged (HUN)

Таблица 32. – Десятка лучших мировых результатов по гребле на байдарках и каноэ, мужчины, К4, 200 м (с сайта Федерации каноэ Республики Беларусь, данные на 2014 год)

Место	Время	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
1	29,023	1997	HUN	KAJNER, Gyula FEHERVARI, Vince PAGER, Zoltan	Plovdiv (BUL)

				BEE, Istvan	
2	29,800	1995	GER	ZABEL, Mark GUNTHER, Jan REINECK, Thomas WOHLLEBE, Andre	Milan (ITA)
3	29,820	2002	RUS	ZAROUBIN, Roman IVANIK, Aleksandr TOURCHENKOV, Denys GOROBIY, Oleg	Mechelen (BEL)
4	29,893	2006	BLR	<i>PIATRUSHENKA, Raman</i> <i>ABALMASAU, Aliaksei</i> <i>TURCHYN, Dziamyan</i> <i>MAKHNEU, Vadzim</i>	<i>Racice (CZE)</i>
5	29,965	2006	SRB	DENADIC, Milan FILIPOVIC, Ognjen SIBINKIC, Bora ZORIC, Dragan	Szeged (HUN)
6	30,060	2013	RUS	LYAPUNOV, Kirill NIKOLAEV, Aleksandr KONONYUK, Artem KHARITONOV, Oleg	Kazan (RUS)
7	30,154	2002	SVK	CHORVATH, Martin KUZEL, Rastislav BELOVIC, Ladislav LIPTAK, Juraj	Seville (ESP)
8	30,180	1999	BLR	KALESNIK, Siarhei KALESNIK, Dzmitry VERAKSICH, Siarhei KARALENKA, Ivan	Mechelen (BEL)
9	30,204	2007	BLR	PIATRUSHENKA, Raman ABALMASAU, Aliaksei TURCHYN, Dziamyan MAKHNEU, Vadzim	Zagreb (CRO)
10	30,210	2001	HUN	FEHERVARI, Vince BEE, Istvan HORVATH, Gabor HEGEDUS, Robert	Poznan (POL)

Таблица 33. на байдарках и каноэ, мужчины, C1, 200 м (с сайта Федерации каноэ Республики Беларусь, данные на 2014 год)

Место	Время	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
1	38,137	2014	UKR	CHEBAN, Jurii	Moscow (RUS)
2	38,383	2001	CUB	BALCEIRO, Ledys	Seville (ESP)
3	38,462	2013	AZE	DEMYANENKO, Valentin	Duisburg (GER)
4	38,608	2013	RUS	KRAITOR, Andrey	Welland (CAN)
5	38,690	1992	HUN	KOLONICS, Gyorgy	Szeged (HUN)
6	38,752	2012	AZE	DEMYANENKO, Valentin	Zagreb (CRO)
7	38,787	2014	LTU	ZUSTAUTAS, Henrikas	Szeged (HUN)
8	38,950	2013	LTU	SHUKLIN, Jevgenij	Kazan (RUS)
9	38,975	2006	RUS	OPALEV, Maxim	Racice (CZE)
10	39,048	2009	AZE	DEMYANENKO, Valentin	Dartmouth (CAN)

Таблица 34. – Десятка лучших мировых результатов по гребле на байдарках и каноэ, мужчины, C4, 200 м (с сайта Федерации каноэ Республики Беларусь, данные на 2014 год)

Место	Время	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
1	32,753	1997	ROU	VINTURIS, Robert AVERIAN, Ionel CIUCU, Marian MARDALE, Cristian	Duisburg (GER)
2	33,241	2006	BLR	<i>RABCHANKA, Dzmitry VAITSISHKIN, Dzmitry SHCHARBAK, Kanstantsin VAUCHETSKI, Aliaksandr</i>	<i>Racice (CZE)</i>
3	33,470	2009	RUS	ULEGIN, Sergey KOSTOGLD, Aleksandr MELANTYEV, Viktor LIPKIN, Nikolay	Brandenburg (GER)

– Десятка лучших мировых результатов по гребле

4	33,528	1997	RUS	KONOVALOV, Andrey LADOSHA, Vladimir POLZOUNOV, Vladislav KOSTOGLD, Aleksandr	Plovdiv (BUL)
<b>Место</b>	<b>Время</b>	<b>Год</b>	<b>Страна</b>	<b>Фамилия, имя</b>	<b>Место</b>
5	33,650	2002	RUS	OPALEV, Maxim KROUGLYAKOV, Roman ULEGIN, Sergey KOSTOGLD, Aleksandr	Seville (ESP)
6	33,675	1999	RUS	KROUGLYAKOV, Roman LADOSHA, Vladimir FOMITCHEV, Konstantin KABANOV, Andrey	Milan (ITA)
7	33,711	2013	RUS	SHAMSHURIN, Kirill KRAITOR, Andrey KOVALENKO, Alexander LIPKIN, Nikolay	Kazan (RUS)
8	33,831	2001	HUN	MALOMSOKI, Sandor GABOR, Ivan ZALA, Gyorgy VASALI, Laszlo	Poznan (POL)
9	33,832	2001	CZE	PROCHAZKA, Petr BRECKA, Jan KOZISEK, Karel FUKSA, Petr	Milan (ITA)
10	33,854	2002	RUS	KROUGLYAKOV, Roman ULEGIN, Sergey OPALEV, Maxim KOSTOGLD, Aleksandr	Szeged (HUN)
<b>Место</b>	<b>Время</b>	<b>Год</b>	<b>Страна</b>	<b>Фамилия, имя</b>	<b>Место</b>

1	37,898	2014	NZL	CARRINGTON, Lisa	Moscow (RUS)
2	38,970	1994	GER	SCHMIDT, Birgit	Milan (ITA)
3	39,100	1992	HUN	KOBAN, Rita	Szeged (HUN)
4	39,372	2012	HUN	DOUCHEV-JANICS, Natasa	Zagreb (CRO)
5	39,522	2013	NZL	CARRINGTON, Lisa	Duisburg (GER)
6	39,870	2007	FIN	RIKALA, Anne	Gerardmer (FRA)
7	39,880	1993	POL	HAJCE, Barbara	Poznan (POL)
8	39,933	2006	ESP	PORTELA, Teresa	Racice (CZE)
9	39,980	2013	CAN	RUSSELL, Michelle	Welland (CAN)
10	39,998	2011	NZL	CARRINGTON, Lisa	Szeged (HUN)

Таблица 35. – Десятка лучших мировых результатов по гребле на байдарках и каноэ, женщины, К1, 200 м (с сайта Федерации каноэ Республики Беларусь, данные на 2014 год)

Таблица 36.

на байдарках и каноэ, женщины, К4, 200 м (с сайта Федерации каноэ Республики Беларусь, данные на 2014 год)

Место	Время	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
1	33,778	1997	ROU	LIMBAU, Mariana IONITA, Raluca TOMA, Sanda RADU, Elena	Plovdiv (BUL)
2	33,939	2006	HUN	PAKSY, Timea KOVACS, Katalin JANICS, Natasa PATYI, Melinda	Racice (CZE)
3	34,317	2002	ESP	GARCIA, Maria MANCHON, Beatriz MOLANES, Sonia PORTELA, Maria Teresa	Szeged (HUN)
4	34,480	2002	HUN	JANICS, Natasa SZABO, Szilvia BOTA, Kinga PAKSY, Timea	Seville (ESP)
5	34,637	2013	BLR	<i>TSISHKEVICH, Marharyta</i> <i>PAPOK, Nadzeya</i> <i>KHUDZENKA, Volha</i> <i>LITVINCHUK, Maryna</i>	<i>Kazan (RUS)</i>

– Десятка лучших мировых результатов по гребле

6	34,650	2006	HUN	PAKSY, Timea KOVACS, Katalin JANICS, Natasa PATYI, Melinda	Szeged (HUN)
7	34,987	2005	GER	LEONHARDT, Carolin REINHARDT, Nicole WAGNER-AUGUSTIN, Katrin HORMANN, Judith	Poznan (POL)
8	35,000	2009	HUN	PAKSY, Timea KOVACS, Katalin JANICS, Natasa FAZEKAS, Krisztina	Brandenburg (GER)
9	35,049	2009	GER	LEONHARDT, Carolin WA.MUTH, Conny WAGNER-AUGUSTIN, Katrin DIETZE, Tina	Dartmouth (CAN)
10	35,151	2005	GER	LEONHARDT, Carolin REINHARDT, Nicole WAGNER-AUGUSTIN, Katrin HORMANN, Judith	Zagreb (CRO)

– Десятка лучших мировых результатов по гребле

Таблица 37.

на байдарках и каноэ, женщины, C1, 200 м (с сайта Федерации каноэ Республики Беларусь, данные на 2014 год)

Место	Время	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
1	46,419	2014	CAN	VINCENT-LAPOINTE, Laurence	Moscow (RUS)
2	47,160	2014	RUS	ANDREEVA, Irina	Szeged (HUN)
3	47,542	2013	CAN	VINCENT-LAPOINTE, Laurence	Welland (CAN)
4	47,833	2014	RUS	ANDREEVA, Irina	Mantes-en-Yvelines (FRA)
5	48,188	2010	CAN	VINCENT-LAPOINTE, Laurence	Poznan (POL)
6	48,257	2013	BLR	<b>KASTSIUCHENKA, Daryna</b>	Welland (CAN)
7	48,588	2014	BLR	<b>KASTSIUCHENKA, Daryna</b>	Mantes-en-Yvelines (FRA)
8	48,702	2014	BUL	STAMENOVA, Staniliya	Brandenburg (GER)
9	48,783	2011	CAN	VINCENT-LAPOINTE, Laurence	Duisburg (GER)
10	48,876	2011	CAN	VINCENT-LAPOINTE, Laurence	Szeged (HUN)

Таблица 38. – Десятка лучших мировых результатов по гребле на байдарках и каноэ, мужчины, K1, 500 м (с сайта Федерации каноэ Республики Беларусь, данные на 2014 год)

Место	Время	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
1	1.35,630	2008	CAN	Van KOEVERDEN, Adam	Poznan (POL)
2	1.35,892	2014	CZE	DOSTAL, Josef	Racice (CZE)
3	1.35,894	2009	SWE	GUSTAFSSON, Anders	Brandenburg (GER)
4	1.36,098	2005	AUS	BAGGALEY, Nathan	Zagreb (CRO)
5	1.36,279	2007	CAN	Van KOEVERDEN, Adam	Duisburg (GER)
6	1.36,337	2010	AUS	WALLACE, Ken	Duisburg (GER)
7	1.36,614	2009	FRA	JOUVE, Sebastien	Racice (CZE)

– Десятка лучших мировых результатов по гребле

8	1.36,688	2011	POL	TWARDOWSKI, Marek	Szeged (HUN)
9	1.36,854	2003	HUN	VERECKEI, Akos	Szeged (HUN)
10	1.36,858	2012	SWE	GUSTAFSSON, Anders	Zagreb (CRO)

Таблица 39.

на байдарках и каноэ, мужчины, K2, 500 м (с сайта Федерации каноэ Республики Беларусь, данные на 2014 год)

Место	Время	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
<i>1</i>	<i>1.26,873</i>	<i>2008</i>	<i>BLR</i>	<i>PIATRUSHENKA, Raman MAKHNEU, Vadzim</i>	<i>Poznan (POL)</i>
2	1.26,971	2002	GER	RAUHE, Ronald WIESKOTTER, Tim	Szeged (HUN)
3	1.27,040	2004	GER	RAUHE, Ronald WIESKOTTER, Tim	Athens (GRE)
4	1.27,094	2012	FRA	HYBOIS, Arnaud JOUVE, Sebastien	Zagreb (CRO)
<i>5</i>	<i>1.27,425</i>	<i>2009</i>	<i>BLR</i>	<i>PIATRUSHENKA, Raman MAKHNEU, Vadzim</i>	<i>Brandenburg (GER)</i>
6	1.27,505	2006	GER	RAUHE, Ronald WIESKOTTER, Tim	Racice (CZE)
7	1.27,583	2005	GER	RAUHE, Ronald WIESKOTTER, Tim	Zagreb (CRO)
8	1.27,709	2007	GER	RAUHE, Ronald WIESKOTTER, Tim	Duisburg (GER)
9	1.27,791	2006	GER	RAUHE, Ronald WIESKOTTER, Tim	Szeged (HUN)
10	1.27,974	2003	GER	RAUHE, Ronald WIESKOTTER, Tim	Gainesville (USA)

Таблица 40. – Десятка лучших мировых результатов по гребле на байдарках и каноэ, мужчины, C1, 500 м (с сайта Федерации каноэ Республики Беларусь, данные на 2014 год)

Место	Время	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
1	1.45,614	2002	RUS	OPALEV, Maxim	Szeged (HUN)
2	1.46,383	2004	GER	DITTMER, Andreas	Athens (GRE)



– Десятка лучших мировых результатов по гребле

3	1.46,647	2011	RUS	FEDOSENKO, Vladimir	Szeged (HUN)
4	1.46,893	2003	GER	DITTMER, Andreas	Duisburg (GER)
5	1.47,140	2008	RUS	OPALEV, Maxim	Beijing (CHN)
6	1.47,172	2003	GER	DITTMER, Andreas	Szeged (HUN)
7	1.47,187	2007	ESP	CAL, David	Duisburg (GER)
8	1.47,277	2003	GER	DITTMER, Andreas	Gainesville (USA)
9	1.47,420	2009	UZB	MENKOV, Vadim	Racice (CZE)
10	1.47,495	2012	FRA	GOUBEL, Mathieu	Zagreb (CRO)

Таблица 41.

на байдарках и каноэ, мужчины, C4, 500 м (с сайта Федерации каноэ Республики Беларусь, данные на 2014 год)

Место	Время	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
1	1.29,956	2002	HUN	MALOMSOKI, Sandor KOZMANN, Gyorgy BELICZA, Bela IVAN, Gabor	Szeged (HUN)
2	1.30,210	1989	USSR	RENEISKI, Viktor ZHURAVSKI, Nikolay GURIN, Yuriy VESHKO, Valeriy	Moscow (RUS)
3	1.30,286	2006	ROU	MIRONCIC, Florin TALPA, Gabriel SIMIONCENCU, Silviu POPA, Loredan	Racice (CZE)
4	1.30,460	1994	HUN	SZABO, Attila HOFFMANN, Ervin NOVAK, Ferenc BOLDIZSAR, Gaspar	Mexico City (MEX)
5	1.30,602	2005	ROU	POPA, Loredan SIMIONCENCU, Silviu POPESCU, Florin CHIRILA, Josif	Zagreb (CRO)
6	1.31,100	1989	USSR	RENEISKI, Viktor ZHURAVSKI, Nikolay GURIN, Yuriy VESHKO, Valeriy	Plovdiv (BUL)

– Десятка лучших мировых результатов по гребле

7	1.31,210	1989	FRA	RENAUD, Philippe BETTIN, Joel SYLVOZ, Pascal HOYER, Didier	Paris (FRA)
8	1.31,265	2007	HUN	BALAZS, Peter HORVATH, Gabor JOOB, Marton SARUDI, Pal	Duisburg (GER)
9	1.31,287	2003	RUS	ULEGIN, Sergey KOSTOGLD, Aleksandr KROUGLIAKOV, Roman OPALEV, Maxim	Gainesville (USA)
10	1.31,486	1999	RUS	KABANOV, Andrey KOVALEV, Ignat VOLKONSKI, Alexei FOMITCHEV, Konstantin	Zagreb (CRO)

Таблица 42.

на байдарках и каноэ, женщины, K1, 500 м (с сайта Федерации каноэ

Республики Беларусь, данные на 2014 год)

Место	Время	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
1	1.47,066	2011	GER	REINHARDT, Nicole	Szeged (HUN)
2	1.47,343	2002	HUN	KOVACS, Katalin	Szeged (HUN)
3	1.47,655	1996	HUN	KOBAN, Rita	Gainesville (USA)
4	1.47,741	2004	HUN	JANICS, Natasa	Athens (GRE)
5	1.48,456	2013	NZL	CARRINGTON, Lisa	Racice (CZE)
6	1.48,663	2007	HUN	KOVACS, Katalin	Duisburg (GER)
7	1.48,996	2003	HUN	KOVACS, Katalin	Gainesville (USA)
8	1.49,010	2010	HUN	KOZAK, Danuta	Trasona (ESP)
9	1.49,085	1995	CAN	BRUNET, Caroline	Mechelen (BEL)
10	1.49,140	2003	HUN	KOVACS, Katalin	Duisburg (GER)

Таблица 43. – Десятка лучших мировых результатов по гребле на байдарках и каноэ, женщины, C2, 500 м (с сайта Федерации каноэ Республики Беларусь, данные на 2014 год)

Место	Время	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
-------	-------	-----	--------	--------------	-------

– Десятка лучших мировых результатов по гребле

1	1.59,976	2013	HUN	LAKATOS, Zsanett TAKACS, Kincso	Welland (CAN)
2	2.01,028	2011	CAN	VINCENT-LAPOINTE, Laurence NICHOLSON, Mallorie	Szeged (HUN)
3	<b>2.01,420</b>	<b>2014</b>	<b>BLR</b>	<b>KASTSIUCHENKA, Daryna</b> <b>BOBR, Kamila</b>	<b>Mantes-en-Yvelines (FRA)</b>
4	<b>2.01,952</b>	<b>2014</b>	<b>BLR</b>	<b>KLIMAVA, Volha</b> <b>MAKARCHANKA, Nadzeya</b>	<b>Mantes-en-Yvelines (FRA)</b>
5	2.03,004	2013	CAN	VINCENT-LAPOINTE, Laurence CAUMARTIN, Sara-Jane	Duisburg (GER)
6	2.03,152	2014	HUN	LAKATOS, Zsanett TAKACS, Kincso	Moscow (RUS)
7	<b>2.03,519</b>	<b>2014</b>	<b>BLR</b>	<b>KASTSIUCHENKA, Daryna</b> <b>KLIMAVA, Volha</b>	<b>Racice (CZE)</b>
8	2.04,342	2012	CAN	VINCENT-LAPOINTE, Laurence NICHOLSON, Mallorie	Duisburg (GER)
9	2.04,710	2011	CAN	VINCENT-LAPOINTE, Laurence NICHOLSON, Mallorie	Duisburg (GER)
<b>10</b>	<b>2.05,105</b>	<b>2013</b>	<b>BLR</b>	<b>KASTSIUCHENKA, Daryna</b> <b>BOBR, Kamila</b>	<b>Welland (CAN)</b>

Таблица 44. на байдарках и каноэ, мужчины, K1, 1000 м (с сайта Федерации каноэ Республики Беларусь, данные на 2014 год)

Место	Время	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
1	3.22,485	2011	GER	HOFF, Max	Belgrade (SRB)
2	3.24,495	2006	NZL	FOUHY, Ben	Poznan (POL)
3	3.24,920	2004	NOR	LARSEN, Eirik Veras	Duisburg (GER)
4	3.25,092	2014	CZE	DOSTAL, JOSEF	Moscow (RUS)
5	3.25,725	2008	CAN	Van KOEVERDEN, Adam	Poznan (POL)
6	3.25,785	1996	NOR	HOLMAN, Knut	Gainesville (USA)
7	3.25,840	2004	CAN	Van KOEVERDEN, Adam	Racice (CZE)
8	3.25,897	2004	NOR	LARSEN, Eirik Veras	Athens (GRE)

– Десятка лучших мировых результатов по гребле

9	3.26,117	2011	GER	HOFF, Max	Eton Dorney (GBR)
10	3.26,187	2013	DEN	POULSEN, Rene Holten	Racice (CZE)

Таблица 45. – Десятка лучших мировых результатов по гребле на байдарках и каноэ, мужчины, К4, 1000 м (с сайта Федерации каноэ Республики Беларусь, данные на 2014 год)

Место	Время	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
1	2.46,724	2014	CZE	HAVEL, Daniel TREFIL, Lukas DOSTAL, Josef STERBA, Jan	Moscow (RUS)
2	2.47,734	2011	GER	BROECKL, Norman GLEINERT, Robert HOFF, Max MITTELSTEDT, Paul	Szeged (HUN)
3	2.49,247	2013	CZE	HAVEL, Daniel TREFIL, Lukas DOSTAL, Josef STERBA, Jan	Racice (CZE)
4	2.49,618	2011	POR	PIMENTA, Fernando RIBEIRO, Joao SILVA, Emanuel FERNANDES, David	Belgrade (SRB)
5	2.49,875	2005	SVK	RISZDORFER, Richard RISZDORFER, Michal VLCEK, Erik ERBAN, Robert	Poznan (POL)

Место	Время	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
6	2.50,377	2006	SVK	RISZDORFER, Richard RISZDORFER, Michal VLCEK, Erik ERBAN, Robert	Racice (CZE)
7	2.50,483	2001	BLR	<b>SKURKOUSKI,</b> <i>Aliaksei</i> <b>ABALMASAU, Aliaksei</b> <b>PIATRUSHENKA,</b> <i>Raman</i> <b>МАКХНЕУ, Vadzim</b>	Seville (ESP)
8	2.50,731	2013	SVK	KRAJCOVIC, Marek MICHALEK, Matej JAKUBIK, Gabor DEMIN, Viktor	Welland (CAN)
9	2.50,830	2005	POL	BAUMANN, Pawel GAWRYCH, Przemyslaw WARDOWICZ, Daniel LUCZAK, Krzysztof	Plovdiv (BUL)
10	2.50,840	2010	ITA	DALL'ACQUA, Nicola FLORIO, Matteo COLOMBI, Matia RIPAMONTI, Nicola	Moscow (RUS)

Таблица 46. – Десятка лучших мировых результатов по гребле на байдарках и каноэ, мужчины, C1, 1000 м (с сайта Федерации каноэ Республики Беларусь, данные на 2014 год)

Место	Время	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
1	3.44,578	2014	GER	BRENDEL, Sebastian	Moscow (RUS)
2	3.46,201	2004	ESP	CAL, David	Athens (GRE)
3	3.46,677	2012	GER	BRENDEL, Sebastian	Duisburg (GER)
4	3.47,084	2013	GER	BRENDEL, Sebastian	Racice (CZE)
5	3.47,155	2011	GER	BRENDEL, Sebastian	Belgrade (SER)
6	3.47,176	2012	GER	BRENDEL, Sebastian	Eton Dorney (GBR)
7	3.47,591	2003	CZE	DOKTOR, Martin	Zagreb (CRO)
8	3.48,060	2014	CZE	FUKSA, Martin	Szeged (HUN)
9	3.49,031	2002	GER	DITTMER, Andreas	Seville (ESP)
10	3.49,686	2005	GER	DITTMER, Andreas	Poznan (POL)

Таблица 47. Десятка лучших м  
на байдарках и каноэ, мужчины, С4, 1000 м (с сайта Федерации каноэ  
Республики Беларусь, данные на 2014 год)

Место	Время	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
1	3.10,701	2014	RUS	SHAMSHURIN, Kirill ISHMUKHAMEDOV, Rasul MELANTYEV, Viktor REVUKHIN, Илья	Moscow (RUS)
2	3.14,459	2006	GER	NUCK, Robert HOLTZ, Stefan BREUING, Stephan LUCK, Thomas	Racice (CZE)
3	3.15,583	2009	ROU	SIMION, Mihail DUMITRESCU, Lazar Silviu MIHALACHI, Victor COMANICI, Florin	Poznan (POL)
4	3.15,659	2007	BLR	<i>KURLIANDCHIK, Aliaksandr ZHUKOUSKI, Aliaksandr BAHDANOVICH, Andrei BAHDANOVICH, Aliaksandr</i>	Szeged (HUN)
5	3.15,722	2005	BLR	<i>RABCHANKA, Dzmitry VAITSISHKIN, Dzmitry SHCHARBAK, Kanstantsin VAUCHETSKI, Aliaksandr</i>	Plovdiv (BUL)
6	3.15,760	1989	USSR	RENEISKI, Viktor ZHURAVSKI, Nikolay GURIN, Yuriy VESHKO, Valeriy	Moscow (RUS)
7	3.15,910	1993	GER	ZERESKE, Thomas KIRCHBACH, Gunar PAPKE, Ulrich SPELLY, Ingo	Fadd-Dombori (HUN)
8	3.15,911	1997	ROU	GLAVAN, Marcel BORSAN, Antonel PASCA, Cosmin POPESCU, Florin	Plovdiv (BUL)

9	3.16,031	1998	CZE	DOKTOR, Martin NETUSIL, Petr MACHAC, Jan JIRASKY, Viktor	Duisburg (GER)
10	3.16,042	2011	HUN	SAFRAN, Matyas SAFRAN, Mihaly MIKE, Robert TOTH, Marton	Belgrade (SRB)

Таблица 48. ировых результатов по гребле на байдарках и каноэ, женщины, K1, 1000 м (с сайта Федерации каноэ Республики Беларусь, данные на 2014 год)

Место	Время	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
1	3.49,423	2014	NZL	HATTON, Teneale	Moscow (RUS)
2	3.52,461	2010	GBR	CAWTHORN, Rachel	Duisburg (GER)
3	3.52,983	2001	POL	URBANCZYK, Elzbieta	Seville (ESP)
4	3.53,041	1998	ITA	IDEM, Josefa	Duisburg (GER)
5	3.53,155	2006	HUN	BENEDEK, Dalma	Racice (CZE)
6	3.53,340	2002	HUN	KOVACS, Katalin	Seville (ESP)
7	3.53,600	1999	ITA	IDEM, Josefa	Mechelen (BEL)
8	3.53,870	1997	CAN	BRUNET, Caroline	Dartmouth (CAN)
9	3.54,022	2007	USA	JOHNSON, Carrie	Szeged (HUN)
10	3.54,040	1998	GER	FISCHER, Birgit	Copenhagen (DEN)

Таблица 49. – Десятка лучших мировых результатов по гребле на байдарках и каноэ, женщины, K2, 1000 м (с сайта Федерации каноэ Республики Беларусь, данные на 2014 год)

Место	Время	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
1	3.31,741	2011	HUN	CSIPES, Tamara SZABO, Gabriella	Belgrade (SRB)
2	3.33,784	2014	DEN	JORGENSEN, Emma Aastrand HANSEN, Henriette Engel	Moscow (RUS)
3	3.34,306	2010	HUN	CSIPES, Tamara SZABO, Gabriella	Poznan (POL)
4	3.34,659	2010	HUN	CSIPES, Tamara SZABO, Gabriella	Trasona (ESP)

– Десятка лучших м

5	3.34,935	2001	<b>BLR</b>	<b>BAKUNOVA, Alesia</b> <b>BANDARENKA, Natalia</b>	<b>Seville (ESP)</b>
6	3.35,219	2003	HUN	SZABO, Szilvia BOTA, Kinga	Szeged (HUN)
7	3.35,225	2014	<b>BLR</b>	<b>YURCHANKA, Sofiya</b> <b>GRISHINA, Aleksandra</b>	<b>Brandenburg (GER)</b>
8	3.35,460	2011	HUN	MEDVECZKY, Erika SARUDI, Aliz	Zagreb (CRO)
9	3.35,848	2009	SWE	NORDLOW, Josefin PALDANIUS, Sofia	Brandenburg (GER)
10	3.35,881	2002	GER	MUCKE, Manuela OPGEN-RHEIN, Nadine	Poznan (POL)

МГТУ ИМ. И.П.Шамякина



– Десятка лучших мировых результатов по гребле  
 Таблица 50. на байдарках и каноэ, мужчины, K1, 5000 м (с сайта  
 Федерации каноэ  
 Республики Беларусь, данные на 2014 год)

Место	Время	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
1	18.00,040	2009	NOR	LARSEN, Eirik Veras	Poznan (POL)
2	<b>18.09,000</b>	<b>2009</b>	<b>BLR</b>	<b>YURENIA, Aleh</b>	<b>Racice (CZE)</b>
3	18.43,000	2011	POR	PIMENTA, Fernando	Racice (CZE)
4	19.44,059	2013	AUS	WALLACE, Ken	Duisburg (GER)
5	19.45,700	2014	AUS	WALLACE, Ken	Racice (CZE)
6	<b>19.46,000</b>	<b>2013</b>	<b>BLR</b>	<b>YURENIA, Aleh</b>	<b>Racice (CZE)</b>
7	19.47,100	2014	GER	HOFF, Max	Brandenburg (GER)
8	19.50,998	2013	AUS	WALLACE, Ken	Poznan (POL)
9	19.51,200	2011	GER	HOFF, Max	Szeged (HUN)
10	<b>19.52,145</b>	<b>2012</b>	<b>BLR</b>	<b>YURENIA, Aleh</b>	<b>Poznan (POL)</b>

Таблица 51. – Десятка лучших мировых результатов по гребле на байдарках и каноэ, мужчины, C1, 5000 м (с сайта Федерации каноэ Республики Беларусь, данные на 2014 год)

Место	Время	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
1	20.27,350	2010	GER	KUSCHELA, Kurt	Szeged (HUN)
2	20.57,500	2009	POL	GRZYBOWSKI, Marcin	Racice (CZE)
3	21.04,060	2009	CAN	OLDERSHAW, Mark	Poznan (POL)
4	21.17,200	2011	CAN	OLDERSHAW, Mark	Racice (CZE)
5	21.48,820	2014	GER	BRENDEL, Sebastian	Brandenburg (GER)
6	22.17,864	2013	GER	BRENDEL, Sebastian	Duisburg (GER)
7	22.37,946	2013	HUN	VAJDA, Attila	Szeged (HUN)
8	22.48,162	2013	CAN	BEAUCHESNE-SEVIGNY, Gabriel	Poznan (POL)
9	22.55,509	2012	ROU	COMANICI, Florin	Zagreb (CRO)

– Десятка лучших м

10	22.55,509	2012	ROU	COMANICI, Florin	Zagreb (CRO)
----	-----------	------	-----	------------------	--------------

Таблица 52. ировых результатов по гребле на байдарках и каноэ, женщины, К1, 5000 м (с сайта Федерации каноэ Республики Беларусь, данные на 2014 год)

Место	Время	Год	Страна	Фамилия, имя	Место
1	20.10,100	2009	RSA	HARTLEY, Bridgitte	Racice (CZE)
2	20.38,160	2009	GBR	BELCHER, Lani	Poznan (POL)
3	21.59,990	2014	HUN	MEDVECZKY, Erika	Brandenburg (GER)
4	22.01,362	2013	NZL	HATTON, Teneale	Poznan (POL)
5	22.08,367	2013	NZL	HATTON, Teneale	Duisburg (GER)
6	22.15,100	2014	NZL	HATTON, Teneale	Racice (CZE)
7	22.16,900	2013	AUS	WALLACE, Bernadette	Racice (CZE)
8	22.19,816	2011	HUN	CSIPES, Tamara	Szeged (HUN)
9	22.22,457	2010	GBR	BELCHER, Lani	Trasona (ESP)
10	22.22,671	2014	GBR	BELCHER, Lani	Szeged (HUN)

Начиная с 1993 года и по 2014 год белорусскими спортсменами в составе национальной команды Республики Беларусь по гребле на байдарках и каноэ было завоевано медалей в отдельных видах программы на соревнованиях различного ранга:

**Олимпийских играх** (37 участников) – 7 медалей (2 золотые, 2 серебряные, 3 бронзовые);

**Чемпионатах мира** – 56 медалей (17 золотых, 22 серебряные, 17 бронзовых);

**Чемпионатах Европы** – 80 медалей (29 золотых, 27 серебряных, 24 бронзовых).

При отборе в национальную команду Республики Беларусь по гребле на байдарках и каноэ спортсменов из состава резерва

рассматриваются кандидатуры, показавшие результат мирового уровня.

Результат, показанный спортсменом в сезоне, должен соответствовать критериям для определения тарифных разрядов спортсменов-инструкторов национальной команды Республики Беларусь по гребле на байдарках и каноэ.

Критерии не ниже спортивных результатов, указанных в таблице 53.

Для спортсменов юниорского возраста, в первую очередь, принимаются во внимание результаты, показанные в возрастной категории (таблица 54).

Таблица 53. Критерии отбора в основной состав национальной команды Республики Беларусь по гребле на байдарках и каноэ

<b>Наименование соревнований</b>	<b>Место</b>	<b>Класс судов</b>
чемпионат мира	1–12 место	C–1, C–2; K–1, K–2
	1–8 место	K–4
	1–3 место	C–4
чемпионат Европы	1–6 место	C–1, C–2; K–1, K–2 K–4,
	1–2 место	C–4
Кубок мира (этапы)	1–6 место	олимпийские виды программы неолимпийские виды программы (кроме C–4)
	1–4 место	
чемпионат мира, Европы (молодежь до 23 лет)	1–4 место	олимпийские виды программы неолимпийские виды программы C–4
	1–3 место	
	1 место	
чемпионат мира, Европы (юниоры)	1–3 место	олимпийские виды программы
чемпионат Республики Беларусь	1–2 место	C–1, C–2; K–1, K–2 K–4
	1 место	

– Десятка лучших м

Таблица 54. – Критерии отбора в переменный состав национальной команды Республики Беларусь по гребле на байдарках и каноэ

<b>Наименование соревнований</b>	<b>Место</b>	<b>Класс судов</b>
Кубок мира (этапы)	4–8 1–3	С–1, С–2; К–1, К–2 К–4, С–4
чемпионат мира, Европы (молодежь до 23 лет)	4–7 2–3	С–1, С–2; К–1, К–2, К–4, С–4
чемпионат мира, Европы (юниоры)	4–7	С–1, С–2; К–1, К–2, К–4
чемпионат Республики Беларусь	2–4 2–3 2	С–1, К–1 С–2, К–2 К–4
Кубок Республики Беларусь	1–4 1–2	олимп. виды (кроме К–4); неолимп. виды и К–4 (кроме С–4)
первенство Республики Беларусь (молодежь до 23 лет)	1–2 1	олимп. виды; неолимп. виды и К–4; С–2, К–2
первенство Республики Беларусь (юниоры)	1–2 1	олимп. виды (кроме К–4); неолимп. виды и К–4

Спортсмены также должны иметь положительные заключения специалистов научного и медицинского сопровождения о функциональной и психологической подготовке, состоянии здоровья (по результатам обязательных медицинских обследований).

Для спортсменов 15–17 лет, претендующих на зачисление в списочный состав сборной команды – резервный состав (постоянный, переменный), обязательным является участие в двух соревнованиях на выбор:

1. Олимпийские дни молодежи.
2. Спартакиада ДЮСШ.
3. Республиканская спартакиада школьников.

Критерий зачисления юниоров в команды – меньшая сумма мест по двум лучшим результатам из двух соревнований. Данный показатель не должен превышать 6. В случае равенства показателя предпочтение отдается спортсмену с суммой мест, набранной в олимпийских видах программы. Если и в этом случае показатели равны, предпочтение отдается спортсмену с суммой мест, набранной в одиночных классах судов. При отборе в национальные и борные команды спортсменов из состава юниоров и молодежи учитываются модельные характеристики спортсменов, при этом принимается во внимание временной показатель, равный 97% модельного прохождения дистанции (таблица 55).

Таблица 55. – Временные показатели модельного прохождения дистанции

Вид программы	Национальная команда		Молодежь до 23 лет		Юниоры до 18 лет	
	модель	97%	модель	97%	модель	97%
1	2	3	4	5	6	7
К-1 жен. 200 м	0.39,5	<b>0.40,7</b>	0.41,9	<b>0.43,2</b>	0.42,7	<b>0.44,0</b>
К-2 жен. 200 м	0,37,4	<b>0.38,5</b>	-	-	-	-
К-1 муж. 200 м	0,34.5	<b>0.35,5</b>	0.34,8	<b>0.35,9</b>	0.36,4	<b>0.37,5</b>
К-2 муж. 200 м	0.31,5	<b>0.32,5</b>	0.32,6	<b>0.33,6</b>	0.34,1	<b>0.35,2</b>

С-1 муж. 200 м	0.38,5	<b>0.39,6</b>	0.39,8	<b>0.41,0</b>	0.41,6	<b>0.42,9</b>
С-2 муж. 200 м	0.36,5	<b>0.37,6</b>	-	-	-	-

Продолжение таблицы 55.

1	2	3	4	5	6	7
С-1 жен. 200 м	0.51,0	<b>0.52,5</b>	0.50,9	<b>0.52,5</b>	0.52,1	<b>0.53,7</b>
К-1 жен. 500 м	1.56,5	<b>2.01,0</b>	1.54,2	<b>1.57,7</b>	2.06,0	<b>2.09,9</b>
К-2 жен. 500 м	1.45,5	<b>1.48,7</b>	1.45,9	<b>1.49,2</b>	1.47,6	<b>1.50,9</b>
К-4 жен. 500 м	1.34,0	<b>1.36,9</b>	1.36,4	<b>1.39,4</b>	1.38,4	<b>1.41,4</b>
К-1 муж. 500 м	1.42,0	<b>1.45,1</b>	1.46,4	<b>1.49,7</b>	1.48,1	<b>1.51,4</b>
К-2 муж. 500 м	1.32,0	<b>1.34,8</b>	1.32,9	<b>1.35,8</b>	1.36,3	<b>1.39,3</b>
С-1 муж. 500 м	1.53,0	<b>1.56,5</b>	2.06,2	<b>2.10,1</b>	1.57,9	<b>2.01,5</b>
С-2 муж. 500 м	1.43,0	<b>1.46,2</b>	1.46,9	<b>1.50,2</b>	1.50,6	<b>1.54,0</b>
С-2 жен. 500 м	2.13,0	<b>2.17,1</b>	2.11,3	<b>2.15,4</b>	2.11,3	<b>2.15,4</b>
К-1 жен. 1000 м	4.06,0	<b>4.13,6</b>	4.06,8	<b>4.14,4</b>	4.14,1	<b>4.21,9</b>
К-2 жен. 1000 м	3.52,5	<b>3.59,6</b>	3.48,0	<b>3.55,1</b>	3.56,8	<b>4.04,2</b>
К-1 муж. 1000 м	3.37,0	<b>3.43,7</b>	3.35,7	<b>3.42,4</b>	3.37,9	<b>3.44,6</b>
К-2 муж. 1000 м	3.18,0	<b>3.24,1</b>	3.16,6	<b>3.22,7</b>	3.20,6	<b>3.26,8</b>
К-4 муж. 1000 м	2.55,5	<b>3.00,9</b>	3.00,1	<b>3.05,7</b>	3.03,5	<b>3.09,2</b>
С-1 муж. 1000 м	4.05,5	<b>4.13,0</b>	4.03,8	<b>4.11,3</b>	4.03,0	<b>4.10,5</b>
С-2 муж. 1000 м	3.44,5	<b>3.51,4</b>	3.38,3	<b>3.45,1</b>	3.44,1	<b>3.51,0</b>
С-4 муж. 1000 м	3.23,0	<b>3.29,2</b>	3.25,0	<b>3.31,3</b>	3.29,8	<b>3.36,3</b>

Окончательное решение по комплектованию списочного состава национальной и сборных команд Республики Беларусь по гребле на байдарках и каноэ принимается на заседании тренерского совета.

## **2.2 Спортивная ориентация и ее физиологические критерии**

Поиск талантливой молодежи, организация научно обоснованной спортивной ориентации обеспечивает будущее спорта высоких достижений.

Гребля на байдарках и каноэ, как вид спорта с ориентацией на скоростно-силовую выносливость, предъявляет специфические требования к строению тела, уровню развития отдельных двигательных качеств, функциональным возможностям организма. Так, границы спортивных достижений в гребле на байдарках и каноэ во многом определяются морфологическими особенностями спортсмена. Их необходимо учитывать при спортивной ориентации, так как некоторые характеристики телосложения слабо изменяются под влиянием тренировки.

В гребле на байдарках и каноэ, где преобладающим качеством является выносливость, предъявляются высокие требования к аэробной производительности. Согласно данным В.Б. Шварца, величина *МПК* на 80% зависит от генетических факторов и лишь на 20% от влияния внешней среды, в частности, тренировочного процесса. Поэтому определение *МПК* у юных гребцов может быть использовано для прогноза их будущих результатов в упражнениях на выносливость.

Многие выдающиеся гребцы отличаются развитой способностью преодолевать кислородный дефицит. Возможность «терпеть» гипоксемические и гиперкапнические сдвиги, в 2–3 раза превышающие подобные изменения у спортсменов менее высокой квалификации, также является критерием отбора гребцов, показателем устойчивости организма к нагрузкам в условиях анаэроба, способности преодолевать кислородную недостаточность. Наиболее простой способ оценки – метод гипоксемических проб (задержка дыхания, дыхание в замкнутое пространство, дыхание газовыми смесями и т.д.), более сложный – определение максимального кислородного долга в реальных условиях тренировки.

В гребле спортивный результат в значительной степени определяется уровнем развития силы определенных групп мышц. Следовательно, исследование мышечной силы, состояния нервномышечной проводимости показано на этапах отбора гребцов. Показателем скоростно-силовой подготовленности гребцов на короткие дистанции является импульс силы за единицу времени. Он характеризует способность спортсмена проявлять большие усилия в кратчайшее время и может служить тестом для контроля уровня специальной подготовленности спринтера. С возрастом, по мере спортивного совершенствования, величина импульса силы повышается.

Быстроту и скоростно-силовые качества относят к числу консервативных проявлений двигательных способностей человека, т.е. слабо изменяющихся под влиянием спортивной тренировки и в значительной степени, наследуемых. Юные спортсмены, отличающиеся значительными «взрывными усилиями», сохраняют это качество в процессе дальнейшей подготовки. Поэтому способность к концентрации усилий в режиме старта рассматривают как критерий для положительного прогноза потенциальных способностей к занятиям греблей, с ориентацией на короткие дистанции. Но генетическая информация может быть реализована только в том случае, если она в каждом возрастном периоде будет оптимально взаимодействовать с определенными условиями тренировочного процесса. Установлено, что эффективность спортивного совершенствования значительно выше, если направленность тренировочного процесса соответствует индивидуальным анатомо-физиологическим особенностям спортсмена в данный возрастной период.

Развитие двигательных качеств у спортсменов 12–16 лет находится в линейной зависимости от их биологического возраста. Индивидуальные темпы развития детей одного и того же паспортного возраста могут превышать возможности их сверстников, что является косвенной причиной завышения их истинных способностей. Высокий спортивный результат в детские и юношеские годы может быть обусловлен не спортивной одаренностью, а генетически более ранними сроками биологического созревания. Таким образом, акцент при спортивном отборе на детей-акселератов не всегда целесообразен. Нередко подростки с замедленными темпами индивидуального развития являются потенциально более способными, но их одаренность может проявиться позднее. В греблю, как вид спорта со



значительной кардиальной нагрузкой, лучше отбирать «поздно стартующих» детей и подростков, уменьшая тем самым риск развития кардиальной патологии. Спортивные достижения определяются, с одной стороны, уровнем исходных результатов (собственные временные показатели как процент от модельных), а с другой – темпами прироста их в ходе спортивного совершенствования. В связи с неодинаковыми темпами прироста между исходными показателями и конечными достижениями не всегда есть полное соответствие. Поэтому необходимо учитывать не только исходный уровень достижений, но и темпы прироста функциональных возможностей, развития двигательных качеств. Установлено, что результаты юных пловцов, легкоатлетов, гребцов, достигнутые к концу 2–3-го года занятий, не зависят от первоначальных исходных результатов. Следовательно, в данном случае не исходный спортивный результат, а индивидуальные темпы развития функциональных возможностей в большей степени взаимосвязаны с прогнозными показателями.

Более высокие темпы прироста спортивных достижений имеют место при так называемом дифференцированном спортивном совершенствовании, т.е. при условии избирательного подхода к юным спортсменам, с учетом их индивидуальных морфологических и функциональных данных, особенностей развития. Принцип индивидуализации имеет широкий спектр действия. Предложенные нами принципы диагностики предрасположенности человека к успешной деятельности в гребле на байдарках и каноэ могут быть использованы для создания диагностических комплексов, направленных на оценку потенциала в развитии и проявлении физических качеств и других признаков, значимых в условиях спортивной деятельности, в подборе наиболее оптимальных видов спорта, а также для составления рекомендаций по сохранению здоровья, по оптимизации тренировочного процесса, питания спортсменов.

Воспитание будущего спортсмена – это не только индивидуальное развитие специальных физических качеств, но и формирование личности и характера будущего спортсмена. Дальнейшие исследования будут посвящены проблеме отбора в спорт высших достижений с учетом психологических и психофизиологических характеристик спортсменов.

## 2.3 Прогнозирование успешности спортсмена

Уровень результатов в современном спорте настолько высок, что для их достижения спортсмену необходимо обладать редкими морфофункциональными данными, уникальным сочетанием комплекса физических и психических способностей, находящихся на предельно высоком уровне развития. Такое сочетание даже при самом благоприятном построении многолетней подготовки и наличии всех необходимых условий встречается очень редко. Рост достижений в спорте обусловлен, в том числе поиском уникальных дарований, в которых генетически заложены способности к тому или иному виду деятельности. Значение качественного отбора, который в настоящее время приобретает приоритетное направление, становится совершенно очевидным.

В настоящее время отмечается повышение интереса ученых различных областей к проблеме научного прогнозирования, в том числе не осталась в стороне физическая культура и спорт. Это обусловлено стремительным повышением значимости спорта в социальной и политической жизни общества, поиск инноваций в подготовке высококвалифицированных спортсменов к крупнейшим международным соревнованиям, необходимость прогнозирования различных заболеваний спортсменов, разработка отечественными и зарубежными учеными новейших методов исследования двигательной одаренности человека.

Прогнозирование и отбор в спорте является комплексной психолого-педагогической и медико-биологической проблемой, что обуславливает необходимость использования методологии комплексного подхода в ее решении.

В системе спортивной подготовки вообще и практике отдельных видов спорта в течение длительного опыта и в результате многочисленных исследований сложилась определенная периодизация отбора, которая определяет направленность пяти этапов. На первом этапе (начальном) устанавливается целесообразность занятия в конкретном виде спорта. На втором (предварительном) выявляются способности к эффективному спортивному совершенствованию. Третий (промежуточный) выявляет способности переносить высокие тренировочные и соревновательные нагрузки, достижения высоких спортивных результатов. В четвертом (основном) выявляются качества для достижения результатов

международного класса. На пятом (заключительном) этапе выявляются качества для сохранения достигнутых результатов, а также их повышения и целесообразность дальнейшей карьеры спортсмена.

На каждом этапе спортивного отбора проводится морфологическое, функциональное и психологическое тестирование, оценка психофизиологических особенностей, изучается мотивация, толерантность к длительным тренировкам и соревновательным нагрузкам, способность к максимальной реализации своего спортивного мастерства. На основании результатов исследований оценивается состояние здоровья спортсмена, антропометрические характеристики и физическая работоспособность, особенности и свойства нервной системы, деятельность основных функциональных систем организма и способность их переносить высокие физические и нервно-эмоциональные нагрузки, оценивается способность к восстановлению. Все эти данные являются основой для содержания следующего этапа подготовки спортсмена.

Система отбора и прогнозирования успешности у гребцов на байдарках и каноэ есть совокупность специально вовлеченных элементов, взаимопроникающих, взаимодействующих между собой, в целях выявления наиболее перспективных спортсменов, способных показать высокие результаты на крупных международных соревнованиях.

### **III. УПРАВЛЕНИЕ ТРЕНИРОВОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ГРЕБЦОВ НА БАЙДАРКАХ**

Управление тренировочным процессом возможно лишь при наличии систематической информации о влиянии тренировочных нагрузок на функциональное состояние спортсменов [188]. Результаты исследований, полученные в процессе отбора перспективных спортсменов, показали, что склонность спортсменов к различным видам спорта на основе учета природной предрасположенности к развитию отдельных физических качеств позволяет отобрать юных спортсменов задолго до реализации этих качеств в определенном виде спорта и в конкретной дисциплине.

В то же время анализ процесса подготовки юных спортсменов в период углубленной специализации обнаруживает неопределенности, связанные с недостаточной изученностью особенностей кумулятивного влияния напряженных физических нагрузок на растущий организм. Очевидно, что тренировочные программы, не соответствующие адаптационным возможностям растущего организма, снижают потенциал развития его систем и, в частности, системы дыхания.

В связи с этим мы обратили внимание на некоторые особенности адаптации организма юных спортсменов, специализирующихся в гребле на байдарках и каноэ, где развитие системы дыхания детерминирует возможность достижения высокого спортивного результата, и на этой основе постарались обосновать физиологические критерии оптимальности воздействий долговременных тренировочных программ.

Исследования показали, что изменения реактивности системы дыхания на химические и нейрогенные раздражители у юных спортсменов, особенно в определенные возрастные периоды (13–16 лет), более выражены, чем у лиц зрелого возраста (19–26 лет). Значительная часть индивидуальных физиологических особенностей реагирования на нагрузку у спортсменов зрелого возраста обусловлена реализацией содержания тренировочных программ в юном возрасте. Эти данные указывают на сущность механизмов большой пластичности растущего организма при долговременных воздействиях напряженных физических нагрузок. При этом отмечается предрасположенность к повышению резистентности к сдвигам дыхательного гомеостаза в ущерб темпам прироста мощностных и мобилизационных характеристик системы.

При длительном применении нагрузок, стимулирующих такой характер реализации функциональных возможностей организма, имеет место взаимное потенцирующее действие нейрогенных и гуморальных стимулов реакций системы дыхания, формируется четко выраженный гипокинетический тип реакции на нагрузки, что является одним из ведущих факторов снижения тренирующего воздействия последующих тренировочных нагрузок. Углубление такой тенденции у подростков свидетельствует об отклонении от оптимального процесса адаптации. Оптимальный режим спортивной тренировки на выносливость характеризуется умеренным снижением чувствительности к химическим раздражителям при сохранении уровня нейрогенных компонентов реакции. На этом основании

разработаны нормативные зоны и динамика физиологических показателей адаптации.

Физиологические критерии оптимальности процесса тренировки юных спортсменов могут основываться на контроле соотношения прироста в процессе тренировки мощности дыхания и повышения экономизации ее функций, в сочетании с учетом скорости (и степени) изменения реактивности системы на нейрогуморальные факторы – адекватные для системы раздражители (гипоксические, «рабочие» стимулы). Разработаны практические способы их количественной оценки, анализа адаптации организма. Эти данные дают основание для прогнозирования резервных возможностей развития функциональных систем организма юных спортсменов к возрасту высших спортивных достижений и являются в достаточной степени информативным инструментом, который позволяет контролировать целенаправленное формирование оптимальной структуры функциональной подготовленности. Оптимальная структура функциональной подготовленности на различных этапах многолетней подготовки спортсмена, в свою очередь, детерминирует максимальную реализацию потенциальных возможностей конкретного спортсмена в конкретном виде спорта.

Принято считать, что интегральным показателем состояния тренированности спортсменов является спортивный результат [190]. Хотя спортивный результат и отражает состояние специальной работоспособности, но не позволяет в полной мере оценить различные стороны подготовленности. Только комплексный контроль даёт объективную оценку подготовленности спортсмена, позволяет определять ведущие факторы, за счёт которых достигнут результат, и наметить коррективы на следующий этап подготовки.

### **3.1 Структура специальной физической подготовленности гребцов на байдарках**

По мнению ряда авторов, специальная подготовленность гребцов определяется общей скоростной, силовой и специальной выносливостью [200]. Уровень скоростных возможностей зависит от силы, быстроты, координации движений, гибкости. Гребец должен обладать хорошими скоростными возможностями, которые предполагают развитие силы, быстроты, гибкости, налаживание оптимальных взаимоотношений между отдельными параметрами

специальной и технической подготовленности [200]. Под быстротой гребца понимается способность совершать гребки в минимальное время, развивать высокий темп гребли. При этом проявление быстроты оценивают по времени двигательной реакции, по форме динамограммы и по записи тензограммы, по частоте движений.

*Гребная механическая система (ГМС)* – совокупность материальных тел (гребцы, весла, лодка), находящихся в таком взаимодействии, при котором положение или движение каждого тела зависит от положения или движения всех остальных. *ГМС* находится в постоянном механическом взаимодействии с окружающей средой (водой, воздухом) [111].

Внешние по отношению к *ГМС* силы – силы взаимодействия *ГМС* с окружающей средой. К ним относятся:

- сила гидростатического давления;
- сила сопротивления воды продвижению корпуса лодки;
- сила давления воды на лопасть весла;
- сила тяжести *ГМС*; □ сила сопротивления воздуха.

Внутренние по отношению к *ГМС* силы – силы взаимодействия элементов *ГМС* между собой. К ним относятся:

- сила тяги гребца (приложена к рукоятке весла);
- сила давления гребца на подножку;
- сила инерции тела гребца (приложена к рукоятке весла или к подножке);
- силы веса отдельных звеньев *ГМС* и другие силы.

Внешние по отношению к телу гребца силы – силы взаимодействия тела гребца с другими элементами *ГМС*. К ним относятся:

- реакция рукоятки весла;
- реакция банки;
- реакция подножки; □ сила сопротивления воздуха; □ сила тяжести тела гребца.

Внутренние по отношению к телу гребца силы – силы взаимодействия отдельных частей тела спортсмена. К ним относятся:

- мышечные усилия;
- усилия в связках;
- реакции суставов;
- силы инерции отдельных звеньев тела гребца.

Средняя дистанционная скорость – отношение длины пройденной дистанции ко времени, показанному на дистанции. Средняя скорость в цикле гребка – отношение пути, пройденного лодкой в цикле, к продолжительности цикла.

Суть передвижения лодки по воде заключается в быстром подтягивании ее спортсменом к веслу (опоре). Тот факт, что весло обеспечивает эффективную опору лишь в короткий отрезок времени от начала гребка, определяет и требования к характеру работы нервномышечного аппарата спортсмена, т.е. спортсмен должен развить максимальное усилие за минимально короткое время от момента погружения лопасти весла в воду. Такое развитие усилий при деятельности, связанной с работой на выносливость, может эффективно обеспечить только баллистический тип движений [64], при котором активность мышц быстро нарастает и быстро снижается, а затем следует фаза расслабления. Наиболее быстрое нарастание усилия до максимума возможно только после предварительной подготовки *нервно-мышечного аппарата и центральной нервной системы*. Подготовка нервномышечного аппарата должна заключаться в предварительном растяжении всех мышечных групп, участвующих в гребке. Необходимость предварительного растяжения мышц перед гребком объясняется влиянием растяжения на величину и скорость развития усилия в основном движении. Основное движение увеличивается в результате того, что мышца, накопив упругую энергию в предварительном движении, отдает ее в последующей преодолевающей работе, а также за счет увеличения скорости нервного импульса, снижения порога возбуждения и вовлечения в работу большого числа двигательных мышц. Кроме того, предварительное растяжение мышц способствует последующему рефлекторному их сокращению, поэтому начало гребка будет выполняться автоматически.

Таким образом, основой эффективной работы спортсмена является правильно выполненная подготовка к гребку (занос), которая обеспечивает баллистический тип напряжения мышц с использованием реактивных сил. Условия, обеспечивающие правильную подготовку, очевидно, будут определяться скоростями движения различных звеньев тела, их ускорениями, угловыми положениями, траекториями.

Проведенный анализ гидромеханических закономерностей работы весла и физиологических механизмов работы мышц спортсмена позволили определить теоретические основы

совершенной техники гребли на байдарках и каноэ, которые являются общими для этих видов гребли [119].

В цикле гребка предлагается выделять два основных периода:

- подготовка к гребку, □
- разгон и прокат лодки.

Границами этих периодов являются моменты касания лопастью воды и ее извлечения. Подготовка начинается с момента полного извлечения лопасти из воды. При этом в каноэ спортсменом выполняется сгибание нижней руки в локте и окончательное выпрямление туловища. Затем движение нижней руки плавно изменяется, с вертикального положения, переходит на горизонтальное – вперед по ходу лодки. В этот момент верхняя рука, слегка согнутая в локте, медленно поднимается вверх. Как только кисть нижней руки выйдет вперед, обе руки продолжают двигаться вперед вместе при опережающем движении нижней руки. Таким образом, двигаясь, руки полностью выпрямляются в локтях и начинают тянуть за собой туловище и таз гребца. Благодаря такому движению происходит растяжение всех мышц, участвующих в работе. По мере достижения руками, крайнего переднего положения, необходимо плавно изменить направление движения рук с горизонтального на вертикальное, обеспечивающее быстрое опускание лопасти в воду. Именно в момент касания лопастью воды ее скорость должна быть наибольшей. Нарушение этого требования резко снижает эффективность гребка [63].

При выполнении подготовки в гребле на байдарках растяжение мышц туловища и спины осуществляется только за счет максимального выведения вперед нижней руки при сохранении всех основных моментов, описанных для каноэ.

Как только лопасть весла коснулась воды, начинается второй период цикла гребка – разгон и прокат лодки. Такое название этого периода соответствует задачам, решаемым спортсменом.

Не изменяя направления движения, лопасть погружается в воду. Благодаря быстрому погружению и рациональным углам наклона ее к горизонту, обеспечивается эффективная опора. За счет незначительного смещения лопасти вперед по ходу лодки в фазе захвата происходит как бы дотяжка мышц гребца до состояния, обеспечивающего возможность их последующего максимально быстрого и мощного сокращения. Первыми должны включаться в движение мышечные группы таза и туловища, причем мышцы ног



должны быть напряжены, чтобы не было разгибания в тазобедренном суставе. Необходимость включения именно в начале движения больших и мощных мышц таза и туловища объясняется тем, что эти мышцы в состоянии развить усилие, достаточное для наиболее быстрого разгона лодки. Длительность их сокращения должна ограничиваться достижением максимального усилия. Последующее подключение мышц спины происходит в момент достижения максимального усилия мышцами таза и туловища. При этом мышцы рук в течение всего разгона должны обеспечивать только жесткую связь с опорой (веслом). Характер работы мышц таза, туловища и спины во время разгона должен быть взрывным и поочередным. Разгон заканчивается в момент развития мышцами спины максимального усилия, а затем начинается прокат, во время которого весло свободно находится в воде и происходит плавное выпрямление туловища по мере продвижения лодки.

Предложенное теоретическое обоснование техники гребли на байдарках и каноэ позволяет выявлять и изучать основные параметры движений с целью повышения их эффективности.

По данным исследований [111], сильнейшие гребцы на байдарках и каноэ используют компоненты техники, изначально обеспечивающие эффективность гребка (таблица 56).

Таблица 56. – Характеристика техники гребли на одноместной байдарке, длина лодки 5,2м – гребца 1 (мсмк) и гребца 2 (мс)

Характеристика техники	Гребец 1	Гребец 2
Время цикла, с $t_{ц}$	0,48	0,54
Темп, с $T$	1,1–1,3	1,6
Скорость лодки, м/с $V$	6	5
Прокат лодки, м $L_{л}$	12	9,4
Длительность фаз: $t_1$ $t_2$ $t_3$ $t_4$	0,45–0,55 с 0,7–0,8 с 0,25–0,4 с 0,35 –0,45 с	0,5 с 0,8 с 0,3 с 0,4 с

Примечание.  $t$  – время цикла, с ( $t_{ц} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 = 0,54$ )

Скорость отдельных движений гребцов довольно высока. Так, при гребле на байдарках время цикла у сильнейших спортсменов составляет 1,2 секунды, начало проводки – 0,07 секунды, проводка – 0,24 секунды, конец проводки – 0,08 секунды, занос – 0,79 секунды. Усилия на лопасти достигают 18–25 кг. За 4 минуты спортсмен выполняет большую механическую работу, равную 5000–8000 кгм или 21–33 кгм в секунду. Энергетические затраты составляют 75–110 ккал в секунду. При темпе 100–130 гребков в минуту общее количество гребков на дистанции 1000 метров равняется 400–430. Время опорной фазы составляет 0,35–0,42 секунды, безопорной – 0,2 секунды, а время захвата воды – 0,06–0,09 секунды [59].

Динамический анализ движений показал, что механическая работа, совершаемая гребцом, зависит от соответствия фиксируемой силы и перемещения именно той материальной точки, к которой эта сила приложена [111]. Например, работу тянущей руки определяют по показателям тянущего усилия и перемещения кисти относительно лодки; работа, совершаемая против силы гидродинамического сопротивления лодки, равна произведению этой силы на пройденный лодкой путь. Обобщенным показателем перемещающих усилий спортсмена является совершаемая им работа веслом. Если представить греблю на байдарках в неподвижной лодке или на плоту, то работа весла будет равна произведению силы на величину перемещения лопасти относительно лодки или плота. Таким же образом определяется перемещение лопасти и при обычной гребле.

Величина и распределение силы реакции лопасти в процессе гребка определяется при измерении деформации стержня. Предварительно на участок наибольшей деформации накладываются тензодатчики, стержень укрепляется в местах хвата, а лопасть нагружается различными грузами для пропорциональности тензосигнала и силы, прикладываемой к лопасти.

Взаимодействие сил, возникающих на лопасти весла в различных фазах гребка, определяет величину результирующей силы (ее получают тензорегистрацией деформации стержня). В фазе захвата сила реакции лопасти еще невелика, сама же лопасть перемещается вперед, но с малым углом атаки, когда подъемная сила имеет перевес над лобовым сопротивлением более чем в 2 раза.

Фаза подтягивания – это основная пропульсивная фаза. Здесь реализуются самые выгодные углы атаки –  $45^\circ$ , фиксируется максимальное усилие на весле. Такое выгодное силовое воздействие

образуется благодаря косонаправленному обтеканию лопасти, несмотря на ее перемещение в сторону.

Фаза отталкивания – следующая по эффективности: усилия на весле уже несколько ниже, но условия силового взаимодействия лопасти по-прежнему выгодные. Двигаясь назад–вверх–внутри, лопасть имеет угол атаки 140–145°.

В фазе извлечения погружение лопасти уменьшается, усилие на весле падает, лопасть смещается вперед, сила лобового сопротивления направлена против движения лодки. Вновь значительный перевес подъемной силы обеспечивает пропульсивную ориентацию результирующей. Наряду с силой упора, неизбежно возникают вертикальная и боковая составляющие силы реакции лопасти. Передаваясь в лодку, они изменяют ее осадку и сбивают с курса.

Чтобы сила упора лопасти стала силой тяги лодки, необходимо передать ее с весла на опору гребца. Усилие на лопасти передается через стержень весла и руки гребца на грудной отдел позвоночного столба и далее через туловище и таз – на сиденье или через туловище, таз, опорное бедро и колено. На протяжении всего этого пути усилие может поглощаться в амортизирующих узлах, вызывая взаимные перемещения недостаточно жестко связанных сегментов.

Процесс передачи усилия можно оценить при помощи синхронной регистрации динамических характеристик на лопасти весла и на опоре. При этом количественным критерием эффективности передачи может служить соотношение импульсов силы, воздействующей на лопасть весла.

Важное для гребцов качество силовой выносливости – способность удерживать силу гребков на дистанции. Для повышения силовых возможностей в практике гребного спорта используются различные упражнения. В их числе гребля с грузом в лодке, с различными тормозными устройствами, гребля в командных лодках, гребля на волне от катера, гребля на мели и т.д.

Одним из основных факторов специальной физической подготовленности является специальная выносливость. В спортивной практике под выносливостью понимают способность спортсмена длительно выполнять тренировочные или соревновательные нагрузки без снижения эффективности работы. Выносливость характеризуется способностью к длительному выполнению физической работы. Физическая выносливость к определенному виду деятельности рассматривается как специальная. Обобщенное понятие специальной выносливости включает способность спортсмена эффективно

выполнять специфическую нагрузку в течение времени, обусловленного его специализацией. Уровень ее развития взаимосвязан с рядом факторов: 1) общей выносливостью; 2) скоростными возможностями; 3) продуктивностью технического мастерства; 4) подготовленностью сердечно-сосудистой системы, опорнодвигательного аппарата, состоянием нервно-мышечной проводимости.

Безусловно, критерием специальной выносливости является результат на избранной дистанции. Общеизвестным критерием скоростной выносливости считают результат на дистанции 500 и 1000 метров. Специальная выносливость гребца характеризуется способностью противостоять утомлению на соревновательной дистанции. Она зависит от аэробных и анаэробных возможностей и технической подготовленности спортсмена.

Для достижения высокого спортивного результата в гребле на байдарках большое значение имеет общая выносливость [200]. Гребля на байдарках предъявляет значительные требования к центральной нервной системе в связи со сложностью техники, необходимостью совершенствования координации движений, развития качеств двигательной деятельности. Гребец должен обладать вестибулярным анализатором, устойчивым к различным резким раздражителям.

Уровень спортивного результата зависит от взаимосвязи основных физических качеств. Взаимосвязь силы, выносливости, быстроты и других качеств спортсмена меняются с ростом спортивного мастерства. Дальнейшее их совершенствование возникает параллельно с совершенствованием функциональных свойств сердечно-сосудистой, подвижности и уравновешенности центральной и периферической нервной системы, состояния опорнодвигательного аппарата.

### **3.2 Особенности спортивной подготовки высококвалифицированных гребцов**

Проблемы подготовки спортсменов высокого класса, управление их тренировочной и соревновательной деятельностью явились предметом исследований большого количества отечественных и зарубежных специалистов [120, 203], большинство из которых отмечают, что победы на крупных международных

соревнованиях возможны при условии хорошо организованной и управляемой системы подготовки.

Сегодня системный подход к рассматриваемой проблеме позволяет выделить три основных направления: техническое, биологическое и социальное, в том числе социально – экономическое. Все они имеют свои специфические черты и закономерности. Однако система подготовки в современном спорте, наряду с социально – экономической и технической, является, прежде всего, биологической и ориентирована на четкое представление о том, что происходит с основным объектом управления – спортсменом. Организм человека, являясь естественно биологической системой, развивается на основе адаптации функциональных систем и отдельных органов. Предложенная П.К. Анохиным теория функциональных систем исходит из ведущей роли полезного для систем и организма в целом результата. В переводе на язык спорта системообразующим фактором является спортивный результат. Поэтому все подсистемы подготовки на этапе высшего спортивного мастерства (тренировочный процесс, научное, методическое и материально техническое обеспечение, финансирование) должны подчиняться задачам подготовки к крупным международным соревнованиям, добиваться наивысших результатов. Детальный анализ выступлений белорусских спортсменов при подготовке к летним Олимпийским играм свидетельствует о том, что управление подготовкой спортсменов требует совершенствования и, в первую очередь, в научно-методическом и медико-биологическом обеспечении подготовки.

Следует отметить, что без принципиальной концепции построения тренировочного процесса невозможно эффективное решение подготовки высококвалифицированных гребцов [204]. Если в 70-е годы концепция «максимальных объемов» привела к заметному росту результатов в гребле, то к концу 70-х годов сформировалась концепция «объемных и высоко интенсивных нагрузок», основной чертой которых был рост скорости гребли (выше 70% от максимальной), до 40–50% к общему километражу, при сохранении общего километража на уровне 5000–6000 км в год. Однако постоянный рост соревновательных скоростей требует поиска новых систем подготовки и в качестве конкурентных в гребном спорте появляются *новые концепции*:

- *«повышения анаэробного порога» за счет нагрузок аэробной направленности, протекающих на уровне ПАНО;*

- «полисоревновательной подготовки», где участие в соревнованиях рассматривается как системообразующий фактор;
- «повышения специальной соревновательной (дистанционной) выносливости», где одинаково важно решение двух задач (обеспечение развития механизмов энергообеспечения и отработки соревновательных режимов);
- «моделирование соревновательной деятельности» и ее компонентов (старт, финиш, скорость, темп, прокат лодки и т.п.) в ходе занятий по специальной подготовке;
- повышение роли «силовой и специальной силовой подготовки».

Во всех случаях необходимым условием эффективности функционирования каждого из этих подходов является наличие механизма построения нагрузок, индивидуально регламентированных по скорости соревновательной дистанции.

Известно, что для рационального построения тренировочного процесса необходимо некоторое повышение оптимума тренировочных нагрузок, так как недостаточные нагрузки не обеспечивают необходимого тренировочного эффекта, а нагрузки, превышающие функциональные возможности спортсмена, сопровождаются недовосстановлением и могут привести к дезадаптации. В свою очередь адаптация организма к мышечным нагрузкам обусловлена адекватной перестройкой внутри – и межсистемных отношений, изменением характера энергетического обмена, обеспечивающим повышение работоспособности, где важную роль играет его энергетический аспект – состояние метаболических процессов, так как физическая нагрузка различной интенсивности обуславливает биохимические изменения не только в мышцах, но и во всех системах и органах организма спортсменов.

Неадекватные функциональному состоянию организма (ФСО) физические нагрузки повышают белковый катаболизм, который сохраняется более длительное время. Содержание мочевины при систематических перегрузках постепенно нарастает, а повышение мочевины выше нормы свидетельствует о преобладании процессов распада, что говорит о несоответствии выполняемой нагрузки функциональным возможностям организма. При этом, возможность длительной подготовки на фоне утомления объясняется тем, что клетки наиболее интенсивно функционирующих органов (сердца, печени, почек) способны выполнять физиологические функции, не

подвергаясь обновлению, за счет имеющихся запасов белков, однако длительное угнетение пластического обеспечения органов и тканей может вызвать патологические состояния и повысить риск травматизма.

Проведенные исследования *ФСО* спортсменов-гребцов [204] показали снижение функций эффекторных звеньев иммунной системы и механизмов неспецифической резистентности, что является фактором риска возникновения у спортсменов инфекционноаллергических заболеваний. Авторы предполагают, что чрезмерное использование физических нагрузок высокой интенсивности способствует развитию синдрома эндогенной интоксикации, о котором можно судить по изменению как клеточных элементов периферической крови, так и нарушению устойчивости плазматических мембран эритроцитов.

Следует отметить, что в результате происходящих в процессе тренировки биохимических изменений в крови, вызывающих увеличение окисления источников энергии, происходит некоторая экономизация энергетического обмена в покое и более быстрое восстановление продуктов метаболизма во время отдыха в течение суток [202]. И, поскольку различная по интенсивности мышечная деятельность вызывает в организме неодинаковые биохимические сдвиги, разным является и протекание биохимических процессов в период восстановления, где, как правило, значительно больше компенсируется содержание тех субстратов, которые интенсивно расходуются во время выполнения физических нагрузок.

Следовательно, объективная информация о функциональном состоянии организма на выполненную нагрузку позволяет оценить тренировочный процесс на этапах годового цикла, что дает возможность своевременно вносить коррекцию в план подготовки и, соответственно, способствовать предупреждению явлений перетренировки и перенапряжения у спортсменов.

Необходимо добавить, что увеличение объема тренировочной и соревновательной деятельности подталкивает тренеров и спортсменов к большему вниманию к использованию средств восстановления [205]. Восстановительные процедуры и тренировочные воздействия в подготовке высококвалифицированных спортсменов все больше рассматриваются как две стороны единого процесса, где применение средств восстановления должно способствовать скорейшему восстановлению гомеостаза спортсмена. Поэтому объединение тренировочных воздействий и средств восстановления в

определенную систему является одним из важных вопросов управления процессом повышения работоспособности [201, 206].

Средства восстановления, используемые в подготовке высококвалифицированных спортсменов, можно условно разделить на три основные группы: педагогические, психологические и медикобиологические. В спорте высших достижений индивидуализация процесса тренировки спортсмена является основой педагогических средств восстановления [73, 135]. Восстановление психического напряжения в связи с высокими эмоциональными стресс-нагрузками является главной задачей психологического восстановления. К медико-биологическим средствам восстановления относятся: гигиенические (рациональный распорядок дня, полноценный сон, одежда, спортивное оборудование), физические (массаж, гидропроцедуры, электропроцедуры, магнитотерапия и др.), питание и фармакологические средства восстановления спортсменов.

В основе рационального питания спортсменов лежит теория сбалансированного питания А.А. Покровского (1975), основные принципы которой адаптированы рядом ведущих специалистов.

Следует подчеркнуть, что назначение спортсменам фармакологических препаратов требует четкого представления цели их применения, основных механизмов действия, характера влияния на эффективность тренировочного процесса, знания возможных осложнений и противопоказаний к их применению, и, самое главное, они должны отвечать антидопинговому принципу [207].

Следует отметить, что прогнозирование модельного спортивного результата, основных его параметров является главным определяющим фактором в целевом планировании всей системы подготовки гребцов высокой квалификации [121, 122]. Авторы указывают, что для совершенствования подготовки необходимо изыскивать новые, более прогрессивные методические направления в применении тренировочных режимов, смелее внедрять так называемые нетрадиционные средства нагрузок, в том числе тренажерные аппараты, на которых возможно создавать принудительные условия для выполнения модельных характеристик соревновательной деятельности.

Отмечается непрерывный рост показателей общей и специальной подготовленности спортсменов, следует сказать о необходимости четкого контроля за составляющими работоспособности. Ряд авторов [135, 141] предлагают свой подход оценки, основанный на зависимости «скорость – лактат» в трех зонах



энергообеспечения: аэробной – при концентрации лактата в крови 4 ммоль/л, в смешанной (аэробно – анаэробной) – при 8 ммоль/л, в анаэробной гликолитической – при 12 ммоль/л. Сравнительный анализ показателей общей и специальной работоспособности гребцов позволяет определить степень реализации функциональных возможностей, сформулированных в процессе тренировки.

В настоящее время для достижения высших результатов в гребле необходим высочайший уровень физической подготовки с использованием средств *ОФП* и *СФП*, где основные характеристики *тренировочных нагрузок* разделены по 5 зонам интенсивности:

1 зона – *восстанавливающая* (аэробный механизм энергообеспечения, ЧСС – до 140 уд/мин, лактат – до 2,0 ммоль/л);

2 зона – *специальная выносливость* (аэробный механизм энергообеспечения, ЧСС – 140–160 уд/мин, лактат – 2,1–4,0 ммоль/л); 3 зона – *специальная выносливость* (аэробно – гликолитический механизм энергообеспечения, ЧСС – 160–180 уд/мин, лактат – 4,1–8,0 ммоль/л);

4 зона – *соревновательная и скоростная выносливость* (преимущественно гликолитический режим энергообеспечения, ЧСС – выше 180 уд/мин, лактат – 8,1–18,0 ммоль/л);

5 зона – *быстрота, стартовая мощность* (анаэробно – алактатный (креатинфосфатный) режим энергообеспечения, ЧСС – не информативно, лактат 2,0–5,5 ммоль/л).

Принципиальной особенностью многолетней динамики результативности в гребле является отчетливо выраженная цикличность ее колебаний с максимальными подъемами в олимпийские годы. Многолетний естественный педагогический эксперимент показал, что за период с 1960 по 1976 год объем тренировочных нагрузок увеличился в 3–3,3 раза, объем скоростных упражнений – в 8,9–9,4 раза за счет увеличения числа тренировочных дней до 270–280; увеличение затрат времени – до 900–1050 часов; увеличения числа тренировочных занятий – 570 в год. Максимальный годовой прирост общего объема упражнений составил 20–22%, объем гребли с повышенной интенсивностью – 35–43%.

Преимущество лидеров обеспечивается выполнением большего объема скоростных упражнений на воде (в среднем 39,5%), значительно большим объемом упражнений в пульсовом режиме 170–180 уд/мин (на 24,6%), большими затратами времени на тренировку

на воде (20,3%) и всю тренировочную и соревновательную деятельность (14,8%).

В свою очередь, исследования В.Ф. Каверина (1975) установили, что объем тренировочных нагрузок высококвалифицированных юношей-ребцов составлял в среднем 80% объема нагрузки взрослых гребцов; при этом, соотношение общей и специальной физической подготовки равнялось соответственно 30% и 70%. Автор утверждал, что при подготовке сборной команды СССР по гребле на байдарках и каноэ спортсменам следует ориентироваться на следующие параметры тренировочных нагрузок в годичном цикле подготовки: 280 рабочих дней, 400–420 тренировок с общим количеством 760–800 часов и 3800–4000 км гребли в лодках, из которых 50% должно приходиться на подготовительный период. Работа с гоночной и максимальной интенсивностью должна составлять в среднем 13% от общего объема скоростной гребли.

Таким образом, этап высшего спортивного мастерства предопределяет и свои специфические особенности по всем направлениям подготовки:

- *развитие двигательных качеств* – характерной особенностью является индивидуализированная направленность, где в подготовительном периоде акцент смещен в сторону развития слабых сторон подготовленности, в соревновательном – развития сильных сторон. В процессе подготовки устанавливается оптимальная для каждого спортсмена модель подготовки;

- *техническая подготовка* – направлена на формирование индивидуального стиля гребли, основанного на совершенствовании элементов гребка на максимальной и дистанционной скорости, повышении мощности работы и соответствующих динамических характеристик координации, повышении вариативности двигательного навыка на различных участках дистанции и различных условиях ведения гонки;

- *тактическая подготовка* – формирование индивидуально оптимального тактического варианта ведения соревновательной борьбы;

- *соревновательная подготовка* – моделирование прохождения дистанции в целом и ее отдельных частей, участие в контрольных и подводных соревнованиях сезона;

- *теоретическая подготовка* – анализ своих планов подготовки и их выполнения, умение вносить в них индивидуальные коррективы, повышая их эффективность;
- *восстановительные мероприятия* – разработка и внедрение индивидуальных, психологических и медико-биологических средств восстановления.

### **3.3 Средства и методы подготовки гребцов на байдарках на этапе высшего спортивного мастерства**

Острейшая конкуренция на международной спортивной арене, динамика высоких спортивных результатов в последние десятилетия многими связываются с внедрением высокоэффективных средств и методов подготовки спортсменов [209].

К средствам спортивной подготовки относятся разнообразные физические упражнения, прямо или опосредованно влияющие на совершенствование мастерства спортсменов, которые условно могут быть подразделены на четыре группы: общеподготовительные, вспомогательные, специально-подготовительные и соревновательные [207].

Необходимо отметить, что тренировочные занятия, являясь первичным блоком составления планов тренировочного процесса, характеризуются в основном направленностью воздействия и величиной тренировочной нагрузки, которые зависят от места занятия в макроцикле. Однако даже в рамках одного микроцикла возможно множество вариантов сочетаний применяемых средств и методов тренировки, воздействия на отдельные особенности энергообеспечения, последовательность выполнения упражнений и других компонентов занятий, оказывающих влияние на степень и особенности воздействия.

В гребле по преимущественной направленности воздействия занятия и упражнения подразделяются на *развивающие*:

- *общую выносливость;*
- *специальную выносливость;*
- *дистанционную выносливость;*
- *силовую выносливость;*
- *скоростную выносливость;*

- *скоростно-силовые качества; □ максимальную силу; □ максимальную быстроту.*

Следует подчеркнуть, что для высококвалифицированных гребцов в фундаментальную программу годичного цикла входит моделирование целевой соревновательной скорости передвижения. В развитии циклических видов спорта, требующих преимущественного проявления выносливости, к которым относятся и гребля, к повышению среднестанционной скорости передвижения, основанной на оптимальном соотношении длины и частоты движений, дальнейший рост результатов многие связывают с повышением силовых качеств и особенно силовой выносливости [204].

В свою очередь В.Б. Иссурин [15], говоря о пропорции сдвигов различных показателей за многолетнюю подготовку, отмечает, что наиболее консервативным из них является дистанционная скорость, сдвиги которой в среднем составляют 84%. Относительно мало изменчива и реализованная эффективность техники (изменения пропульсивного коэффициента составляют в среднем 11,1%). Значительно более изменчива максимальная мышечная сила, ее прирост – 16,9%. Существенные сдвиги имеет мощность гребли – 28,7%. И, наконец, самой изменчивой и тренируемой является силовая выносливость, ее прирост составляет в среднем – 57,2%.

Анализ многолетней подготовки позволяет утверждать, что для обоснованной группировки упражнений целесообразно выделить три вида их направленности: аэробно-силовая, силовая, и специальная выносливость, тренировка, подводящая к соревнованию, или реализационная.

Анализ собственных данных, индивидуальных по каждому спортсмену, показывает, что за длительный период подготовки наибольшего прогресса удалось достичь в характеристиках специфической базовой выносливости (гребля на 14 км – сдвиг 8%) и максимальной силы (жим лежа – прирост 13%, тяга лежа – 4,7%). Этого удалось достичь при использовании таких упражнений, как: жим штанги лежа (от 80 до 130 кг), тяга штанги лежа (от 75 до 110 кг), рывок гири 1-ой рукой от плеча (32 кг), рывок штанги на вытянутых руках (25–40 кг), подъем туловища из положения сидя с отягощением 5–10 кг, тяга груза через блок (40–50 кг) и др. Следует добавить, что использование в тренировочном процессе упражнений силовой тренажерной подготовки и упражнений с отягощениями

способствовали значительному приросту силовой выносливости при имитации рабочей деятельности на каноэ (10,2%), а при гребле на дистанциях от 500 м (лактат 7–8 ммоль/л) до 2000 м (лактат 8–10 ммоль/л) – повысить уровень специальной выносливости в течение двух лет на 7%.

В то же время, отличительной особенностью динамики тренировочных нагрузок к этапу высшего спортивного мастерства является увеличение объема и интенсивности тренировочных нагрузок. При наступающей стабилизации уровня подготовки следует совершенствовать ее качество за счет избирательности основных упражнений и лучшей согласованности нагрузок различной направленности.

На этапах спортивного совершенствования на общеподготовительном этапе подготовительного периода (ноябрь – февраль), кроме средств ОФП, необходимо использовать и средства вспомогательной подготовки, которые направлены на развитие специальных двигательных качеств, метаболическое обеспечение этой деятельности, совершенствование механизмов управления. В частности, это достигается применением специальных тренажерных устройств, весел с различными площадями лопастей, изменением веса отягощений на подвижной каретке тренажера. Средства вспомогательной подготовки позволяют интенсифицировать развитие максимальной силы, скоростно-силовых способностей, силовую выносливость и направленно их развивать с учетом общей и индивидуальной соревновательной деятельности. Использование специализированных тренажеров позволяет улучшить не только силовые показатели любых групп мышц в любой фазе целостного двигательного акта, но и способствовать включению в эффективное функционирование всех органов и систем, с учетом специфики соревновательной деятельности в гребле на байдарке.

На этапах тренировочного процесса существует необходимость использования высококвалифицированными гребцами специальных подготовительных упражнений для развития наиболее значимых двигательных качеств спортсменов, при этом учитывая необходимость дифференцированного подбора упражнений с учетом индивидуальных особенностей технической подготовленности гребцов. Необходимо подбирать упражнения, позволяющие корректировать нерационально выполняемые элементы структуры двигательных действий.

Большим резервом повышения работоспособности высококвалифицированных гребцов является силовая подготовка, которая должна повысить не вспомогательный характер движений (упражнения со штангой: рывок, подъем на грудь, приседания, тяга спиной, тяга лежа на доске и т.п.), а быть направленной (т.е. необходимо использование значительного количества силовых упражнений для проработки группы мышц, несущих основную нагрузку в гребле). Вместе с тем, основой успеха на соревнованиях самого высокого уровня является сбалансированная дистанционная и силовая работа на этапах годового цикла.

Направленность на специальную силовую подготовку в гребле, оттеснила на второй план упражнения общего характера, которые в большей мере широко используются в подготовке юных спортсменов. При работе с высококвалифицированными гребцами целесообразно силовую подготовку применять в достаточном объеме в подготовительном периоде подготовки.

В настоящее время *прогресс специальной силовой подготовки в гребле на байдарках непосредственно обуславливается:*

- *получением новых знаний о требованиях, которые предъявляются к проявлению силовых способностей при напряженной деятельности гребцов;*
- *более глубоким пониманием процесса утилизации новых способностей в специфической соревновательной деятельности;*
- *разработкой нового, более эффективного тренировочного оборудования;*
- *подбором целенаправленных упражнений, их комплексированием и разработкой наиболее эффективных тренировочных режимов [120].*

Содержание специальной силовой подготовленности гребца определяется при анализе особенностей проявления различных силовых способностей. Так, непосредственно силовые способности реализуются через мышечные усилия, которые, в свою очередь, создают силы, действующие на весло, лодку и, в конечном счете, на среду, вызывая ответные силы с ее стороны. Поэтому биомеханические характеристики действия силы дополняют анализ проявления силовых способностей и намечают объективные ориентиры для использования специализированных силовых упражнений [118, 119].

*Содержание и особенности проявления специальной силовой подготовленности могут быть следующими [204]:*

- *динамическая и статическая мышечная сила.* Особенности проявления – тянущая сила, прикладываемая к веслу на старте (предельная мобилизация); удержание рабочей позы на старте (максимальное напряжение позных мышц);

- *скоростно-силовые способности.* Особенности проявления – максимальный темп гребли; быстрота нарастания силы, прикладываемой к веслу; максимальная мощность предельной нагрузки;

- *силовая выносливость (динамическая и статическая).* Особенности проявления – сохранение величины и характера приложения силы к веслу на протяжении всей дистанции; сохранение рациональной рабочей позы и удержание хвата весла на протяжении всей дистанции.

При этом необходимо учитывать, что различные силовые способности в специфической деятельности гребца могут раскрываться в различной степени. Их полной реализации препятствует, в первую очередь, координационная сложность техники и, во вторую – характер двигательной деятельности гребца [117].

Таким образом, в структуре специальной подготовленности гребца, несомненно, весьма важны скоростно-силовые способности и силовая выносливость, так как они имеют тенденцию к наибольшему раскрытию в специфической деятельности. Вместе с этим весьма велика роль и максимальной мышечной силы, несмотря на то, что непосредственно в рабочей деятельности гребца она не проявляется.

Специальная силовая подготовленность – один из нескольких факторов, определяющих результативность гребца на байдарке, и существует множество вариантов компенсации недостатков одних качеств за счет усиленного развития других, однако возможности этой компенсации не беспредельны, поэтому определение специальной силовой подготовленности должно обязательно включаться в программу этапного контроля спортивной подготовленности.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Использование новых технологий отбора и оценки производительности спортсменов-ребцов, имеющих долгосрочные перспективы в реализации задач спорта высших достижений, дает возможность совершенствовать уровень селекционной работы.

Существует много противоречий в подходе к выбору критериев отбора, и результат отбора зависит от разумного соотношения проверенных методик отбора и современных средств.

Цель отбора в спорте высших достижений – спортсмен-профессионал высокого класса, поэтому большинство технических аспектов отбора, средств физиологического динамического контроля функционального состояния организма, применяемых в процессе отбора, должны оцениваться не субъективно, а должны быть управляемыми и подчиняться возможностям контроля, быть воспроизводимыми в ситуациях тренировок и соревнований.

Объективное использование всех переменных показателей, применяемых в процессе отбора, помогает правильно оценить возможности спортсмена, лучше и точнее сделать прогноз его перспективности в условиях длительного лонгитудинального наблюдения. В современных условиях спорта высших достижений особую значимость приобретает раннее выявление наиболее одаренных, перспективных спортсменов, так как рекордные достижения демонстрируются именно теми, кто обладает наиболее оптимальными показателями, характерными для данного вида спорта. С одной стороны, спортсмены, отличающиеся по своим морфологическим, функциональным, психологическим особенностям, поразному адаптируются к условиям деятельности, с другой – целенаправленная деятельность оказывает влияние на отбор наиболее одаренных спортсменов и на формирование у них специфического морфофункционального статуса.

Среди показателей, определяющих успешность выступления в гребле, одно из основных мест занимают показатели телосложения, которые учитываются при спортивном отборе на различных этапах многолетней подготовки, выборе дистанции, комплектовании экипажей, наладке посадочного места и т.д. Такие показатели, как тотальные размеры тела, его пропорции, особенности телосложения, существенно влияют на физическую работоспособность, соревновательную деятельность, выбор спортивной специализации. Они имеют высокую наследственную обусловленность, что, наряду с учетом психологических, физиологических, биохимических факторов, дает возможность определить перспективность спортсменов. Как показывают исследования, показатели телосложения оказывают существенное влияние на формирование индивидуального стиля гребли, на совершенствование техники гребковых движений, физическую работоспособность атлетов и их спортивные достижения.



На всех этапах отбора спортсменов, кроме того, важно оценить наличие установки на успех (выполнение спортсменом поставленных задач; окружение спортсмена, психологический климат в семье и команде; анамнез жизни, взлеты и спады карьеры, их причины; биография спортсмена, его результаты и достижения; личное желание, планирование собственной спортивной карьеры).

Известно, что профильные для гребцов аэробные и анаэробные возможности на 70–80% генетически обусловлены; психологические качества имеют генетические предпосылки, состав мышечных волокон имеет наследственную основу, системы энергообеспечения физической активности, работая на основе принципа «ген-фермент», на 30% в среднем имеют генетический базис. Внедрение на этапе первичного отбора спортсменов, уже в раннем возрасте, методики генетического тестирования, объективно оправдано. Исследования последних лет в области молекулярной генетики физической активности подтвердили полезность комбинационного подхода к анализу генотипических и фенотипических особенностей физических способностей спортсменов различного пола, специализации и квалификации [94, 107, 117]. Генотипирование будущих спортсменов позволяет получить предварительную ориентировочную информацию о наследственных особенностях физической активности человека. Развернутый анализ ДНК спортсменов дает предварительную осведомленность о физических и психологических данных спортсмена, позволяет провести прогноз перспективности в выбранном виде спорта, обеспечивает возможность индивидуального подхода к сопровождению каждого спортсмена.

Предполагается, что такой фенотипический эффект определяется ассоциацией носительства генетических полиморфизмов с содержанием «медленных» и «быстрых» мышечных волокон в мышцах, особенностями кардиогемодинамики и энергетического обеспечения физической нагрузки. Исследования по изучению наследуемости физических качеств человека свидетельствуют о вкладе в прирост тренируемых качеств, в различном соотношении, факторов внешней и внутренней среды [107].

Расшифровка структуры генома человека и широкое использование методов молекулярной генетики открыли возможность выявления генетических маркеров, ассоциируемых с предрасположенностью к развитию и проявлению силы, а также к наращиванию мышечной массы. Уже имеются сведения о значимости полиморфизмов генов *ACE* (I/D), *ACTN3* (R577X), *AR* (CAG повторы),

*CNTF* (G/A), *CNTFR* (C174T), *COL1A1* (Sp1), *GDF8* (K153R), *IGF1* (CA повторы), *IGF2* (ApaI), *NR3C1* (ER22/23EK), *PPARD* (+294T/C), *PGC1A* (Gly482Ser), *UCP2* (Ala55Val), *VDR* (BsmI и FokI) в детерминации индивидуальных различий в приросте мышечной массы и силы в ответ на силовые упражнения различных типов у гребцов [94].

Генотипирование спортсменов-гребцов следует осуществлять и с включением в диагностический комплекс исследуемых генетических полиморфизмов, ассоциированных с составом мышечных волокон, кардиогемодинамикой, энергообеспечением физической нагрузки, особенностями психологических реакций. Проведенные исследования подтверждают связь носительства полиморфизмов генов, регулирующих развитие мышечных волокон, с модельными характеристиками гребца-профессионала: альфа-актинин 3 (*ACTN3*) R577X C>T (rs1815739); миостатин (*MSTN*) K153R A>G (rs1805086); ангиотензиноген (*AGT*) M268T T >C (rs699); фактор, индуцируемый гипоксией 1 альфа (*HIF1A*) P582S C >T (rs11549465).

Показано, что качество «Энергетическое обеспечение физической нагрузки» ассоциировано с носительством полиморфизмов генов, регулирующих энергетический метаболизм мышечной ткани: генов ферментов пролиферации пероксисом PPAR альфа (*PPARA*) 2498 G>C (rs4253778), PPAR дельта (*PPARD*)-87 C>T (rs2016520), PPAR гамма (*PPARG*) P12A C>G (rs1801282); коактиватора 1a PPARG (*PPARG-C1A*) Gly482Ser A>G (rs8192678); коактиватора 1b PPARG (*PPARGC1B*) A203P G>C (rs7732671); гена аденозинмонофосфатдеаминазы 1 (*AMPD1*) Q12X G>A (rs17602729), гена разобщающего белка-2 (*UCP2*), гена разобщающего белка-3 (*UCP3*).

Особенности кардиогемодинамики спортсмена, обуславливающие ударные возможности миокарда, ассоциированы с носительством генетических полиморфизмов по генам: гену ангиотензин-превращающего фермента (*ACE*), гену бета-2 адренорецептора (*ADRB2*), гену ангиотензиногена (*AGT*), ген рецептора 1 типа к ангиотензину-2 (*AGTR1*), гену рецептора 2 типа к ангиотензину-2 (*AGTR2*), гену бета-2 рецептора к брадикинину (*BDKRB2*), гену эндотелиальной NO-синтазы (*NOS3*).

Нами отмечено возрастание частоты носительства некоторых генотипов для полиморфных локусов системы энергообеспечения физической активности генов ферментов пролиферации пероксисом (полиморфизм G/C 7-го интрона гена *PPARA* (rs4253778), полиморфизм

*Gly482Ser* гена *PGC1A*), гена фермента аденозинмонофосфатдезаминазы 1 (полиморфизм *CC* гена *AMPD1*) у спортсменов-гребцов высокой квалификации. Данные косвенно свидетельствуют о возможности участия продуктов этих генов в формировании и развитии физических качеств спортсмена и их высокой значимости при отборе. Носительство генетических полиморфизмов генов серотонинергической системы: *5HT2A TT* (T102C(rs 6313)) и *5HTT SS* (L/S в промоторном регионе) у гребцов на байдарках и каноэ обуславливает их «взрывные» качества, стартовые и финишные возможности. Включение в перечень генотипируемых полиморфизмов перечисленных локусов можно рекомендовать уже на раннем этапе отбора гребцов.

При отборе очень важно не допустить значительных физических нагрузок для лиц, имеющих предпосылки развития различной жизнеугрожающей патологии, в том числе при склонности к тромбозам. Рекомендован анализ мутаций в генах *F1 (FGB)*, *F2 (FII)*, *F7 (FVII)*, *ITGB3 (GPIIIa)*, *ITGA2 (GPIa)*, *PAI1*, *MTHFR*, наличие которых значительно повышает риск тромбообразования. Тестирование мутаций в заявленных генах является непременным условием отбора, позволяет своевременно прогнозировать и предупреждать развитие синдрома внезапной коронарной смерти.

Особое внимание необходимо уделить интерпретации результатов, полученных в исследованиях по выявлению генетических маркеров, ассоциированных с фенотипами кардиогемодинамики. Для того чтобы конкретный полиморфизм гена можно было отнести к значимым генетическим маркерам, одно из необходимых условий – согласованность гипотезы с данными клинических и/или физиологических, функциональных исследований. Поэтому, наряду с генотипированием, обязательным условием отбора является диагностика функционального состояния, в первую очередь, системы кардиогемодинамики по значимым для спортсменов-гребцов показателям.

Уже на этапе первичного отбора целесообразно оценить такие показатели, как ударный индекс, сердечный индекс, индекс доставки кислорода в ткани. Исследование вариабельности сердечного ритма позволяет диагностировать гиперкинетический или гипокинетический вариант функционирования системы кровообращения и сделать прогноз.

Принципиальное значение при первичном отборе имеет оценка состояния здоровья, поскольку даже незначительные имеющиеся отклонения могут не только воспрепятствовать успешному

спортивному совершенствованию, но и серьезно усугубиться под влиянием тренировок.

Принципиально важной при первичном отборе гребцов является и оценка специфической двигательной одаренности, а именно, «чувства воды» и «страха воды». Опытный тренер может оценить эти качества в течение наблюдения за начинающим гребцом.

Совершенно очевидна необходимость при первичном отборе больше внимания уделять психологическим и психофизиологическим качествам.

Следует отметить, что несовпадение фактического уровня способностей с рекомендуемым при первичном отборе не является строгим противопоказанием. Успех в гребле определяется комплексом способностей и может проявляться достаточно поздно. Учитывать это важно потому, что результат первичного тестирования дает еще слишком мало информации о перспективности начинающего спортсмена.

Вторая, или предварительная, ступень многолетнего отбора гребцов решает задачу оценки перспектив дальнейшего совершенствования в избранном виде спорта. Предварительный отбор предусматривает углубленную оценку морфотипа и физической подготовленности юного спортсмена, по итогам которой прогнозируются его перспективы. Качественный предварительный отбор гребцов требует и оценки их технической подготовленности. Существенное значение для объективизации рассматриваемого этапа отбора имеет эффективность нервно-мышечно-двигательных дифференцировок, способность к адекватным оценкам функционального состояния, восприятию возникающих ситуаций, принятию и реализации решений, возможность терпеливо переносить нагрузки. В целом на рассматриваемом этапе необходимо очень тщательное комплексное медицинское обследование, так как около 40% юных спортсменов не имеют перспективы достижения высоких результатов в связи с состоянием здоровья. Важнейшее положение предварительного отбора – необходимость ориентироваться не столько на абсолютные показатели уровня различных качеств и способностей, сколько на темпы их прироста, прогностическая значимость которых значительно выше. Функционально перспективные гребцы обладают высокой анаэробной мощностью и функциональной подвижностью и превосходят спортсменов других групп по показателям алактатной и лактатной мощности работы, максимального кислородного долга, времени достижения уровня *МПК*. Психофизиологические особенности

у перспективных гребцов на уровне предварительного отбора свидетельствуют о высокой лабильности их нервной системы, специальные двигательные тесты – о высоком уровне общей и специальной выносливости, длительным временем удержания критической мощности нагрузки, значительным кислородным пульсом и максимальной критической мощностью нагрузки. Оценка технической подготовленности включает уже не столько визуальный контроль, сколько осуществляемую с помощью специальной аппаратуры точную регистрацию различных параметров гребковых движений. На рассматриваемом этапе отбора и ориентации гребцов внимание уделяется мотивации к достижению высокого уровня мастерства, психологической устойчивости спортсмена в условиях возрастающей напряженности тренировочной работы и присущего соревновательной деятельности эмоционального стресса. Способность настраиваться на активную соревновательную борьбу, умение мобилизовать силы на финише и в условиях жесткой соревновательной борьбы, психическая устойчивость при выполнении напряженной тренировочной работы и первостепенное ценнейшее качество спортсмена – способность демонстрировать лучшие результаты в наиболее ответственных соревнованиях как обязательное условие.

В локомоциях спортивный результат обусловлен взаимодействием двух основных эргометрических параметров: механической стоимости продвижения по дистанции и возможности организма генерировать и поставлять энергию к мышцам в размере, адекватном стоимости работы. В локомоциях механическая стоимость движения определяется сопротивлением среды (плавание, гребля, велосипедный спорт); оценка механической стоимости работы гребца, энерготраты в гребле определяются как сумма работы, затрачиваемой на каждый гребок; механическая стоимость работы состоит также из параметров пульсации скорости движения, килевой и бортовой качки. Чем выше технический уровень гребца, тем меньше в стоимость работы входят «помехи» в движении.

Предрасположенность гребцов к тем или иным вариантам тренировочной и соревновательной деятельности во многом обусловлена их морфофункциональными особенностями, эффективностью различных компонентов энергообеспечения организма, структурно-функциональными особенностями мышц, а также силой, подвижностью и уравновешенностью нервных процессов.

Система отбора спортсменов и ориентации их подготовки в многолетнем процессе обуславливает изменение соотношения значимости критериев в зависимости от этапа многолетнего совершенствования, разных задач, организационных, методических подходов к отбору. Комплекс критериев, позволяющих объективно оценивать возможности спортсменов на разных этапах: морфологический, спортивно-педагогический, социальный, функциональный, психологический, медицинский.

Для уровня «Подготовка, отбор и ориентация отдаленного резерва» определены такие критерии: оптимальный возраст начала занятий спортом; состояние здоровья; антропометрические показатели; соответствие паспортного возраста биологическому возрасту; уровень проявления двигательных качеств, обусловленных природными задатками; мотивация; освоение техники движений и проявление специализированных восприятий; специфические требования вида спорта.

Для уровня «Подготовка, отбор и ориентация ближайшего резерва»: устойчивая мотивация к достижению высокого мастерства; отсутствие отклонений в состоянии здоровья, способных воспрепятствовать успешному спортивному совершенствованию; оптимальный возраст демонстрации первых спортивных успехов и достижения наивысших результатов; психологическая и функциональная готовность к перенесению больших нагрузок; резервы дальнейшей адаптации функциональных систем и механизмов, прироста двигательных качеств, совершенствования важнейших элементов техники, тактической и психологической подготовленности.

Для уровня «Подготовка, отбор в национальные сборные команды по видам спорта и ориентация» значимы: динамика спортивного результата и спортивного мастерства; опыт, стабильность и надежность участия в международных соревнованиях; высокий уровень технической подготовленности (вариативность техники, выполнение сложных элементов); функциональное состояние организма спортсмена; психологическая устойчивость, высокая мотивация; соответствие индивидуальным или групповым модельным характеристикам, утвержденным международной и национальной федерациями, международный рейтинг; состояние здоровья (отсутствие травм и хронических заболеваний); заключение и рекомендации комплексной научной группы.

В основе технологии многоступенчатого отбора спортсменов и ориентации их подготовки – программа отбора, включающая

информативные критерии и приоритетные показатели, характерные для вида спорта, комплекс тестов для оценки возможностей спортсменов, обобщенные и дифференцированные шкалы, направления ориентации тренировочного процесса.

При формировании технологии исходили из позиции диалектики и органического единства двух сторон: формализованного подхода, основанного на количественной оценке, и содержательного подхода, основанного на выявлении компенсаторных способностей у спортсменов. Технология отбора охватывает три уровня многолетней подготовки спортсменов – отдаленного, ближайшего резерва и спортсменов высокой квалификации.

Рациональная организация отбора предусматривает коллегиальность при принятии решения о включении спортсменов в команду элиты спорта, целенаправленную работу коллектива сотрудников, тренеров, врачей, специалистов по антропологии, психологии, функциональной диагностике, генетике и связанным с ними смежным специальностям.













## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонов, А.А. Безнагрузочная оценка функционального состояния организма спортсменов / А.А. Антонов. – ГОУ ДПО «Российская медицинская академия последиplomного образования». – 2010. – 13 с.
2. Антонов, А.А. Системный аппаратный мониторинг / А.А. Антонов, Н.Е. Буров // Вестник интенсивной терапии. – 2010. – №3. – С. 8–12.
3. Ахметов, И.И. Выявление генетических факторов, детерминирующих индивидуальные различия в приросте мышечной силы и массы в ответ на силовые упражнения / И.И. Ахметов, А.И. Нетреба, А.С. Глотов, И.В. Астратенкова, Д.В. Попов, О.С. Глотов А.М. Дружевская, М.В. Асеев, О.Л. Виноградова, В.А. Рогозкин // Медико-биологические технологии повышения работоспособности в условиях напряженных физических нагрузок: Сб. статей. – М., 2007. – Вып. 3. – С. 13–21.
4. Бутченко, Л.А. В сб.: Спортивная медицина. – М.: Медицина, 1984. – С. 200–223.
5. Белоцерковский, З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / З.Б. Белоцерковский. – М.: Советский спорт, 2005. – 312 с.
6. Волков, Н.И. Биохимия спорта / Н.И. Волков // Биохимия / под ред. В.В. Меншикова и Н.И. Волкова. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – С. 267–381.

7. Волков, И.П. Контрольные нормативы при определении спортивной пригодности юных гребцов (байдарка и каноэ) / И.П. Волков, С.П. Семенов // Основы управления подготовкой юных спортсменов. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 103 с.

8. Гаврилова, Е.А. Стрессорная кардиомиопатия у спортсменов / Е.А. Гаврилова. – European Researcher. – 2012. – Том 24. – № 6–2. – С. 961–963.

9. Граевская, Н.Д. Спортивная медицина: Курс лекций и практические занятия / Н.Д. Граевская, Т.И. Долматова. – М.: Советский спорт, 2004. – 304 с.

10. Дембо, А.Г. Причины и профилактика отклонений в состоянии здоровья спортсменов / А.Г. Дембо. – М.: Физкультура и спорт, 1981. – 118 с.

11. Запорожанов, В.А. Контроль в спортивной тренировке: Монография / В.А. Запорожанов. – Киев: Здоров'я, 1988. – 143 с.

12. Ильин, Е.П. Дифференциальная психофизиология физического воспитания и спорта: Учебное пособие / Е.П. Ильин. – Л.: ЛГПИ, 1979. – 84 с.

13. Исаев, В.А. Природные антиоксиданты и адаптогены НПП «ТРИНИТА», особенности их применения в структуре подготовки высококвалифицированных спортсменов / В.А. Исаев, С.Н. Португалов, М.Ф. Томилин. – Москва, 2007. – 160 с.

14. Иссурин, В.Б. Биомеханика гребли на байдарках и каноэ / В.Б. Иссурин. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – С. 77–80.

15. Иссурин, В.Б. Блоковая периодизация спортивной тренировки: монография [текст] / В.Б. Иссурин. – М.: Советский спорт, 2010. – 288 с.

16. Иссурин, В.Б. Сравнительный анализ телосложения представителей мировой элиты гребцов на байдарках и каноэ / В.Б. Иссурин, В.Ю. Давыдов // Теория и практика физической культуры, 1994. – № 10. – С. 16–19.

17. Каверин, В.Ф. Итоги XVII чемпионата мира по гребле на байдарках и каноэ / В.Ф. Каверин, Ю.А. Дольник // Гребной спорт: Ежегодник. – М.: Физкультура и спорт, 1983. – С. 14–19.

18. Каллаур, Е.Г. Клинические и лабораторные критерии отбора детей для занятий спортом: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Минск, 2012. – 26 с.

19. Каллаур, Е.Г. Патологическая трансформация сердца у гребцов на байдарках и каноэ / Е.Г. Каллаур, В.В. Шантарович // Сб. науч. трудов Междунар. науч.-практ. конф. – Москва-Смоленск, 2013. – С. 113–120.

20. Карпман, В.Л. Сердечно-сосудистая система и транспорт кислорода при мышечной работе: актовая речь / В.Л. Карпман // Клиникофизиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов : сб., посвящ. двадцатипятилетию каф. спорт. медицины им. проф. В.Л. Карпмана / РГАФК. – М., 1994. – С. 12–39.

21. Коц, Я.М. Физиология мышечной деятельности / Я.М. Коц. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 446 с.

22. Краснопевцев, Г.М. Управление тренировочным процессом в гребле на байдарках и каноэ / Г.М. Краснопевцев, И.И. Вольнов, А.М. Лазарева, Н.А. Хромий // Материалы респ. науч.-метод. конф. ЛНИИФК. – Л., 1972. – С. 78–83.

23. Красильщиков, А.К. Критерии отбора спортсменов в гребле на байдарках и каноэ / А.К. Красильщиков, О.А. Шинкарук // Сб. науч. трудов. «Отбор, контроль и прогнозирование в спортивной тренировке». – Киев, 1990. – С. 102–111.

24. Крячко, А.В. Методика формирования техники движений у юных гребцов на байдарках 13–17 лет в учебно-тренировочных группах. Автореф. дис. ... канд. пед. наук / А.В. Крячко. – СПб.: ЛНИИФК, 1989. – 23 с.

25. Крячко, А.В. Формирование рациональной техники движений у юных гребцов-байдарочников / А.В. Крячко // Современное состояние проблемы подготовки спортсменов в водных видах спорта: Сб. науч. трудов. – СПб., 1990. – С. 176–182.

26. Макарова, Г.А. Спортивная медицина / Г.А. Макарова. – Москва: Советский спорт, 2002. – 478 с.

27. Матвеев, Л.П. Теория и методика физической культуры. Учебник для вузов / Л.П. Матвеев. – М., 2002. – Ч. 1. – 177 с.

28. Меерсон, Ф.З. Основные закономерности индивидуальной адаптации / Ф.З. Меерсон // Физиология адаптационных процессов. – М.: Наука, 1986. – С. 10.

29. Милашюз, К.М. Использование биохимических показателей организма высококвалифицированных спортсменов для определения их адаптации / К.М. Милашюз // Biologija, 1995. – №1 – Ч. 2. – С. 185.

30. Минович, Е. С помощью долгосрочных прогнозов / Е. Минович // Спорт за рубежом. – М., 1965. – № 15. – С. 6–7.

31. Минович, Е.М. По страницам международной прессы. На веслах / Е.М. Минович, Я.В. Шестоперов. – М.: Физкультура и спорт, 1967. – С. 139–140.



32. Миронова, З.С. Перенапряжение опорно-двигательного аппарата у спортсменов / З.С. Миронова, Р.И. Меркулова, Е.В. Богуцкая, И.А. Бандин. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 96 с.
33. Михайлов, В.В. Дыхание и спорт / В.В. Михайлов. – М.: Физкультура и спорт, 1983. – 102 с.
34. Мищенко, В.С. Особенности функциональных компонентов специальной выносливости гребцов-байдарочников / В.С. Мищенко, В.С. Писаный. – Киев, 1991. – 20 с.
35. Москатова, А.К. Влияние генетических и средовых факторов на развитие моторных способностей. Лекции / А.К. Москатова. – М.: ГЦОЛИФК, 1983. – 39 с.
36. Москатова, А.К. Генетическая обусловленность функциональных возможностей спортсмена / А.К. Москатова. – М., 1984. – 43 с.
37. Москатова, А.К. Отбор юных спортсменов. Генетические и физиологические критерии. Методические разработки / А.К. Москатова. – М.: ГЦОЛИФК, 1992. – 60 с.
38. Мотылянская, Р.Е. Факторы, определяющие успехи спортивного совершенствования юных спортсменов в циклических видах спорта / Р.Е. Мотылянская // Теория и практика физ. культуры, 1971. – №9. – С. 43–47.
39. Мотылянская, Р.Е. Новые методические подходы к выявлению генетически обусловленных параметров в системе спортивного отбора / Р.Е. Мотылянская, М.А. Налбандян // Теория и практика физ. культуры, 1984. – № 12. – С. 24–25.
40. Некрасов, В.П. Использование психофизиологических показателей для прогноза успешности соревновательной деятельности / В.П. Некрасов, Ю.Б. Никифоров // Теория и практика физ. культуры, 1983. – №8. – С. 7–9.
41. Некрасов, В.П., Худадов, Н.А. Психорегуляция в подготовке спортсменов / В.П. Некрасов, Н.А. Худадов. – М.: Физкультура и спорт, 1985. – 196 с.
42. Неминуший, Г.П. Исследование адаптационных реакций юных гребцов / Г.П. Неминуший, Ю.Д. Певзнер // Гребной спорт: Ежегодник. – М.: Физкультура и спорт, 1977. – С.54–58.
43. Никитюк, Б.А. Некоторые актуальные вопросы возрастной антропологии и генетики развития человека / Б.А. Никитюк // Антропология 70-х годов. – М., 1972. – С. 49–68.
44. Никитюк, Б.А. Отношение генетики развития к возрастной и педагогической антропометрии / Б.А. Никитюк // Сб. научн. трудов / под ред. Б.А. Никитюка. – М., 1974. – С. 102–118.

45. Никитюк, Б.А. Близнецовый метод в морфологии развития человека / Б.А. Никитюк // Сб. научн. трудов / под ред. Б.А. Никитюка. – М., 1974. – С. 5–20.
46. Никитюк, Б.А. Система анатомио-антропологического обеспечения современного спорта / Б.А. Никитюк // Теория и практика физ. культуры, 1980, № 10. – С. 19–21.
47. Никитюк, Б.А. Антропология в спорте / Б.А. Никитюк // В сб.: Тезисы Всесоюзн. Конф. «Критерии анатомио-антропологического контроля в спорте» (Ереван-Цахкадзор, 12–15 октября 1982 г.). – М.: спорткомитет СССР, 1982. – С. 3–9.
48. Никитюк, Б.А. Состояние специфических функций женского организма при занятиях спортом / Б.А. Никитюк // Теория и практика физ. культуры, 1984. – № 3. – С. 19–21.
49. Никитюк, Б.А. Управление адаптацией скелета спортсменов к физическим нагрузкам / Б.А. Никитюк // Теория и практика физ. культуры, 1984. – № 7. – С. 38–40.
50. Никитюк, Б.А. Антропометрические критерии спортивного отбора / Б.А. Никитюк // Теория и практика физ. культуры, 1985. – № 6. – С. 40–42.
51. Никитюк, Б.А. Генетические маркеры и их роль в спортивном отборе / Б.А. Никитюк // Теория и практика физ. культуры, 1985. – № 11. – С. 38–40.
52. Никитюк, Б.А. Акцелерация развития (причины, механизмы, проявления и последствия) / Б.А. Никитюк // Итоги науки и техники. ВИНТИ. Сер. Антропология. – М., 1989. – С. 3–76.
53. Никитюк, Б.А. Исследования по генетике развития: Темп развития и телосложение детей и подростков / Б.А. Никитюк, Л.Е. Полушина // Новые исследования по возрастной физиологии, 1973. – Ч. II. – С. 56–67.
54. Опалев, М.А. Критерии отбора и спортивной ориентации юных гребцов-каноистов: автореф. дис. ... канд. пед. наук / М.А. Опалев. – Волгоград, 2004. – 24 с.
55. Опалев, М.А. Критерии отбора юных гребцов на начальных этапах подготовки / М.А. Опалев // Проблемы и перспективы развития физической культуры и спорта в XXI веке: Сб. научн. трудов. – Вып. 2. – Волгоград: ВолГУ, 2004. – С. 155–158.
56. Опалев, М.А. Информативность показателей морфофункционального состояния и специальной подготовленности высококвалифицированных гребцов / М.А. Опалев // Научные и методические проблемы физического воспитания спорта и оздоровительной физической культуры. – Вып. 10: Материалы итог. науч. конф. препод. и сотрудников. – Волгоград: ВГАФК, 2004. – С. 20–22.

57. Очерки по теории и методике гребли на байдарках и каноэ [Текст] / Сост.: С.В. Верлин, В.Ф. Каверин, П.В. Кващук, Г.Н. Семаева. – Воронеж: Центральночерноземное книжное издательство, 2007. – 173 с.
58. Платонов, В.Н. Спортивное плавание / В.Н. Платонов. – Киев: Рад. школа, 1983. – 192 с.
59. Платонов, В.Н. Подготовка квалифицированных спортсменов / В.Н. Платонов. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 286 с.
60. Платонов, В.Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В.Н. Платонов. – К.: Олимпийская литература, 199. – 583 с.
61. Платонов, В.Н. Плавание / В.Н. Платонов. – К.: Олимпийская литература, 2000. – 495 с.
62. Платонов, В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В.Н. Платонов. – К.: Олимпийская литература, 2004. – 808 с.
63. Платонов, В.Н., Сахновский, К.П. Подготовка юного спортсмена / В.Н. Платонов, К.П. Сахновский. – Киев: Радикальная школа, 1988. – 288 с.
64. Платонов, В.Н. Теоретические аспекты отбора в современном спорте / В.Н. Платонов, В.А. Запорожанов // Отбор, контроль и прогнозирование в спортивной тренировке: Сб. науч. трудов. – Киев, 1990. – С. 5–15.
65. Попов, Н.Ст. Отбор и воспитание спортсменов / Н.Ст. Попов. – София: Един. центр подг. кадров, 1980. – 276 с.
66. Полотайко, Ю.А. Особенности физиологической реактивности кардиореспираторной системы юных спортсменов / Ю.А. Полотайко // Вестник Российского университета Дружбы народов. – Москва. – №2. – 2003. – С. 82–88.
67. Прилуцкий, П.М. Модельные характеристики высококвалифицированных спортсменов: науч. издание / П.М. Прилуцкий [и др.]; под общ. ред. П.М. Прилуцкого – Минск: ГУ «РУМЦ ФВН», 2007. – 232 с.
68. Родионов, В.А. Проблемы резервных возможностей человека // В.А. Родионов. – М.: Спорткомитет СССР, 1982. – С. 128–141.
69. Рыжкова, В.Е. Взаимосвязь некоторых показателей физического развития и функционального состояния организма гребцов старших разрядов / В.Е. Рыжкова // Врачебные наблюдения за спортсменами в процессе тренировки. – М.: Физкультура и спорт, 1966. – С. 216–224.
70. Рыжов, В.Г. Исследования объемов тренировочных нагрузок у юношей-гребцов (байдарка) / В.Г. Рыжов, Л.Г. Лешкевич, Л.В. Максимова,

Н.Р. Чаговец // Теория и практика физической культуры, 1970. – № 9. – С. 40–43.

71. Середина, А.А. Соотношение общей и специальной физической подготовки девушек-байдарочниц в подготовительном периоде / А.А. Середина // Теория и практика физической культуры, 1969. – № 11. – С. 24–26. 72. Середина, А.А. Некоторые особенности-подготовки женщин в гребле на байдарках / А.А. Середина // Гребной спорт: Ежегодник. – М.: Физкультура и спорт, 1975. – С. 15–18.

73. Силаев, А.П. Спортивный результат и показатели физического развития спортсменов в гребле на байдарках и каноэ / А.П. Силаев. – Теория и практика физической культуры, 1976. – № 4. – С. 9–11.

74. Синельникова, Э.М. Основы неврологического контроля в спорте / Э.М. Синельникова. – М.: ФИС, 1984. – 96 с.

75. Слесарев, А.Д., Вольнов, Н.И. Об отборе гребцов юношеского возраста (16–18 лет) по физическому развитию / А.Д. Слесарев, Н.И. Вольнов // Методическое письмо. Итоги выступления гребцов на байдарке и каноэ в чемпионате Европы среди юниоров 1975 года. – М., 1975. – 23 с.

76. Созин, Ю.М. Особенности отбора и начальной подготовки гребцов на байдарках и каноэ / Ю.М. Созин // Гребной спорт: Ежегодник. – М.: Физкультура и спорт, 1984. – С. 60–63.

77. Созин, Ю.М. Отбор гребцов на байдарках и каноэ на различных этапах многолетней подготовки: Автореф. дис. ... канд. пед. наук / Ю.М. Созин. – Киев, 1986. – 22 с.

78. Созин, Ю.М. Отбор гребцов и комплектование экипажей. Учебное пособие / Ю.М. Созин. – Волгоград: ВГИФК, 1991. – 48 с.

79. Тимакова, Т.С. Основные проблемы и направления разработки и создания единой системы отбора перспективных спортсменов / Т.С. Тимакова // Отбор, контроль и прогнозирование в спортивной тренировке. – Киев: КГИФК, 1990. – С. 16–27.

80. Тимакова, Т.С. Критерии управления многолетней подготовкой квалифицированных спортсменов (на примере циклических видов спорта): Автореф. дис. ... д-ра пед. наук в виде научного доклада / Т.С. Тимакова. – М., 1998. – 50 с.

81. Тимакова, Т.С. Использование некоторых медикобиологических показателей при отборе перспективных юных пловцов / Т.С. Тимакова, Н.А. Усакова, Г.Ф. Воробьев // Теория и практика физ. культуры, 1981. – № 6. – С. 28–30.

82. Тимофеев, В.Д. Основные итоги массовых обследований гребцов-байдарочников на национальных юношеских соревнованиях / В.Д. Тимофеев, И.В. Шаробайко, А.В. Малинин // Актуальные проблемы



совершенствования системы подготовки. Мат. XVI Всерос. научн.-практ. конф. – М.: ВНИИФК, 1999. – С. 180.

83. Тинтерис, М.А. Индивидуальные особенности рабочей деятельности гребцов 16–18 лет / М.А. Тинтерис // Гребной спорт: Ежегодник. – М.: Физкультура и спорт, 1978. – С. 77–79.

84. Федотов, С.Г. Методика отбора перспективной молодежи для занятий гребным спортом // С.Г. Федотов. – Метод. разраб. для студ. инст. физкультуры. – М., 1980. – 26 с.

85. Фезешери, Д. Методы тренировки юных спортсменов в гребле на байдарках и каноэ / Д. Фезешери // Гребной спорт: Ежегодник. – М.: Физкультура и спорт, 1975. – С. 42–45.

86. Фернберн, С. О гребле / С. Фернберн. – М.: Физкультура и спорт, 1958. – 183 с.

87. Холодковская, Е.И. Некоторые итоги врачебного обследования спортсменов в период тренировки / Е.И. Холодковская // Врачебные наблюдения за спортсменами в процессе тренировки. – М.: Физкультура и спорт, 1954. – С.183–194.

88. Хромий, Н.А. Экспериментальные исследования взаимосвязи биодинамических параметров и морфологических признаков для спортивной ориентации в гребле на байдарках и каноэ: Автореф. дис. ... канд. пед. наук / Н.А. Хромий. – Тарту, 1973. – 21 с.

89. Хромий, Н.А. Исследования взаимосвязей биодинамических параметров и морфологических признаков для спортивной ориентации в гребле на байдарках / Н.А. Хромий, С.Г. Клевак // Теория и практика физической культуры, 1976. – № 6. – С. 28–35.

90. Шкуматов, Л.М. Принципы диагностики перспективности в спорте высших достижений / Л.М. Шкуматов, Е.А. Мороз // Актуальные проблемы спорта высших достижений и подготовки резерва к участию в XXIX Олимпийских играх в г. Пекине (КНР): материалы Междунар. науч. конф. / Науч.-исслед.ин-т физ. культуры и спорта Республики Беларусь. – Минск, 2006. – С. 121–124.

91. Шинкарук, О.А. Отбор спортсменов и ориентация их подготовки в процессе многолетнего совершенствования: Автореф. дис. ... докт. наук по физ. восп. и спорту / О.А. Шинкарук. – Киев, 2011. – 42 с.

92. Шубина, М.Т. Влияние физической нагрузки на основные антропологические показатели и состав тела байдарочников и каноистов / М.Т. Шубина, Л.А. Санеева, Н.В. Казакова // Вопросы спортивной морфологии. – Волгоград: ВГАФК, 1986. – С. 45–49.

93. Adams, J. The Human Gene for Performance / J. Adams, K.M. Matotola, K.D. McFaden. – Can. J.Appl. Sci., 1982. – 7. – P. 36–40.

94. Ahmetov, I.I. Genes, athlete status and training – An overview / I.I Ahmetov, V.A. Rogozkin / Genetics and Sports, ed.: Collins M. // Med. Sport

Sci. – Basel, Karger. – 2009. – V.54. – P. 43–71.

95. Andrew, G.M. Effect of athletic training on exercise cardiac output / G.M. Andrew, C.A. Guzman, M.R. Becklake. – J. Appl. Physiol. – 1966. – 21. – P. 603–608.

96. Astrand, P.J. Girls swimmers / P.J. Astrand // Acta Paediatrica suppl., 1963. – P. 1–75.

97. Astrand, P.J. Aerobic work capacity during maximal performance under various conditions / P.J. Astrand // «Circulat. Res.». – 1967. – V. 20. – №3. – Suppl. – №1. – P. 453–456.

98. Astrand, P.O. Textbook of Work Physiology / P.O. Astrand, K. Rodahl. – N.-Y.: McGraw-Hill. – 2. – 1977. – 681 p.

99. Astrand, P.O. Influences of Biological Age and Selection / P.O. Astrand // Endurance in Sport. – Blackwell Scientific Publications, 1992. – P. 285–289.

100. Balyi, I. Long-term planning of athlete development, multiple periodisation modeling and normative data / I. Balyi // In: FHS, UK Quarterly Coaching Magazine, 1999. – P. 7–9.

101. Balyi, I. Sport System Building and Long-term Athlete Development in British Columbia / I. Balyi. – Canada: Sport Med. B C, 2001. – P. 285.

102. Balyi, I. The Concept of long-term Athlete Development, Strength and Conditioning Coach / I. Balyi, A. Hamilton // The Official Magazine of the Australian Strength and Conditioning Association. – Volume 3. – № 2. – 1995. – P. 5–6.

103. Balyi, I. Long-term Athlete Development: Trainability in Childhood and Adolescence – Windows of Opportunity, Optimal Trainability, National Coaching Institute British Columbia & Advanced Training and Performance / I. Balyi, A. Hamilton. – Victoria, B. C., 2004. – 425 p.

104. Basset, L.R.Jr. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance / L.R.Jr. Basset, E.T. Howley // Med. Sci. Sports Exerc. – 2000. – 32. – P. 70–84.

105. Behnke, A.R. Evaluation and Regulation of Body Build and Composition / A.R. Behnke, J.H. Wilmore. – N.-Y.: Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1974. – P. 484.

106. Benjamini, Y. Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing / Y. Benjamini, Y. Hochberg. – Journal of the Royal Statistical Society, Series B (Methodological). – 1995. – V. 57(1). – P. 289–300.

107. Bando, T. The Human Gene for Performance / T. Bando, T. Asami. – J. Hum. Ergol., 1988. – 12. – № 2. – P. 203.

108. Berg, A. Genetic Determinants of Endurance Performance / A. Berg, J. Keui // *Physiol. Chem. and Detrain.2<sup>nd</sup>. Ins. Course Physiol. and Biochem. Exerc. Detrais. Nice, 29 oct.–nov., 1984. – Basel, 1984. – P. 238–249.*
109. Blanksby, B. The relationship between anatomical characteristics and swimming performance in state age-group / B. Blanksby, J. Bloomfield, M. Ponchard // *Journal of swimming research.* – 1986. – P. 24.
110. Blomqvist, G., Saltin, B. Cardiovascular adaptations to physical training / G. Blomqvist, B. Saltin // *Ann. Rev. Physiol.* – 1983. – 4 J. – P. 169–189.
111. Blomfield, J. Anatomical and physiological differences between sprint and middle distance swimmers at the university level / J. Blomfield, P. Sigerseth // «*Sports and Phys. Fitness*». – 1965. – 76 p.
112. Bouchard, C. Genetic Determinants of Endurance Performance / C. Bouchard // *Genetic Determinants of Endurance Performance, 1992.* – P. 149–159.
113. Bouchard, C. Familial aggregation of  $VO_2$ max response to exercise training: results from the HERITAGE Family Study / C. Bouchard, P. An, T. Rice, J.S. Skinner, J.H. Wilmore, J. Gagnon, L. Perusse, A.S. Leon, D.C. Rao // *J. Appl. Physiol.* – 1999. – V. 87. – P. 1003–1008.
114. Bouchard, C. Genomic predictors of trainability / C. Bouchard. – *Exp. Physiol.* – 2012. – V. 97. – P. 347–352.
115. Bouchard, C. Individual differences in response to regular physical activity / C. Bouchard, T. Rankinen // *Med. Sci. Sports Exerc.* – 2001. – V. 33. – P.46–51.
116. Bouchard, C. Heredity and anaerobic performances An update // C. Bouchard, M. R. Boulay, J. A. Simoneau, G. Lorie, L. Perusse // *Sports Medicine.* – 1988. – № 5. – P 69–73.
117. Bouchard, C. Genetics of fitness and physical performance / C. Bouchard, R.M. Malina, L. Perusse. – Champaign, IL Human Kinetics, 1997. – 199 p.
118. Bray, M.S. The Human Gene Map for Performance and HealthRelated Fitness Phenotypes: The 2006-2007 Update / M.S. Bray, J.M. Hagberg, L. Perusse, T. Rankinen, S.M. Roth, B. Wolfarth, C. Bouchard // *Med. Sci. Sports Exerc.* – 2009. – V.41. – P.35–73.
119. Carter, J. The Human Kinetics / J. Carter // *Med. and Sci. in Sport and Exerc.* 1982. –13. – № 2. – P. 122–131.
120. Chapman, C.B. Behavior of stroke volume at rest and during exercise in human beings / C.B. Chapman, J.N. Fisher, B.J. Sproule // *J. Clin. Investigation.* – 1960. – P. 1208–1213.

121. Clausen, J.P. Effect of physical training on cardiovascular adjustments to exercise in man / J.P. Clausen // *Physiol. Rev.* – 1977. – P. 779–815.
122. Cloninger, C.R. A psychobiological model of temperament and character / C.R. Cloninger, D.M. Svrakic, T.R. Przybeck // *Arch. Gen. Psychiatry.* – 1993. – V. 50. – P. 975–990.
123. Comings, D.E. A multivariate analysis of 59 candidate genes in personality traits: the temperament and character inventory / D.E. Comings, R. Gade-Andavolu, N. Gonzalez // *Clin. Genet.* – 2000. – V. 58. – P. 375–385.
124. Congres annuell de la societe Beige., orthop. et traumatol. Bruxelles, 14-15 mai 1982 // *Acta orthopatd. Belg.*, 1983. – 49. – №1 – 2. – P. 9–10.
125. Gedda, L. Sport and Genetics. A study on Twins (351 pairs) / L. Gedda // *Acta genet., med. et gemmel.*, 1960. – V. 9. – №4. – P. 124–136.
126. Gordon, R.A. Shorter guide to Long term Athlete Development (LTAD) / R.A. Gordon. – Loughborough, ASA, 2003. – 186 p.
127. Grimm, H. Was kann die Anthropologie zur Abschaffung des biologischen Alters beitragen / H. Grimm. – Berlin, 1956. – 165 p.
128. Grimm, H. Der Beitrag der Anthropometrie zur sportlichen Leistungsdiagnostik. Mitteilungen der Arbeitsgruppe / H. Grimm, L. Scott. – Anthropologie der Biologischen Gesellschaft in DDR, 1962. – 3. – P. 128–134.
129. Grimby, G. Cardiac output during submaximal and maximal exercise in active middle-aged athletes / G. Grimby, N.J. Nilsson, B. Saltin // *J. Appl. Physiol.* – 1966. – V. 21. – P. 1150–1156.
130. Gussbacher, A., Rompe, G. Schweirz / A. Gussbacher, G. Rompe // *Z. Sportmed.*, 1983. – 31. – № 4. – P. 119–126.
131. Dragan, W.L. Association of a functional polymorphism in the serotonin transporter gene with personality traits in females in a Polish population // W.L. Dragan, W. Oniszczenko // *Neuropsychobiology.* – 2006. – V. 54. – P. 45–50.
132. Drummond, G.I. The Human Kinetics / G.I. Drummond, J.P. Harwood, C.A. Powell. – *Biol. Chem.* 244. – P. 4235–4240.
133. Dwyer, J. Hemodynamics / J. Dwyer // *J. Sports Med.*, 1983. – 23. – №3. – P. 263–272.
134. Eagleton, J.R. Extraversion and neuroticism in team sport participants, individual sport participants, and nonparticipants / J.R. Eagleton, S.J. McKelvie, A. de Man. – *Percept Mot. Skills.* – 2007. – V. 105(1). – P. 265–275.
135. Ebstein, R.R. The molecular genetic architecture of human personality: beyond self-report questionnaires / R.R. Ebstein. – *Mol. Psychiatry.* – 2006. – V. 11(5). – P. 427–445.
136. Eiben, E. Hemodynamics / E. Eiben, L. Massanyi, N. Arky // *S. Med. Sport.* – 1984. – 24. – № 1. – P. 16–17.

137. Ekblom, B. Effect of physical training on oxygen transport system in man / B. Ekblom // *Acta Physiol. Scand.* – 1969. – Suppl. 328. – P. 5–45.
138. Ekelund, L.G. Central hemodynamics during exercise / L.G. Ekelund, A. Holmgren *Circ. Res.* – 1967. – V. 20–21 (Suppl. I). – P. 133–143.
139. Falk, B. Talent identification and early development ielite waterpolo players: a 2-year follow-up study / B. Falk, R. Lidor, Y. Lander // *J. Sports Sciences.* – 2003. – 22. – P. 347–355.
140. Ferguson, S. Cardiac performance in endurance-trained and moderately active young women / S. Ferguson, N. Gledhill, V.K. Jamnik // *Med. Sci. Sports Exerc.* – 2001. – V. 33. – P. 1114–1119.
141. Fuch, R. Лимитирующие факторы при кратковременной максимальной работе / R. Fuch, Y. Reddy, F.N. Briggs. – *Acta Biochim. Biophys.*, 1981. – 221. – P. 407–409 // В кн. Наука и спорт. – М.: Прогресс, 1982. – С. 50–53.
142. Harre, D. Doctrine on training «FiS» / D. Harre. – Moscow, 1971. – P. 152.
143. Holloszy, O. The Human Kinetics / O. Holloszy, E. Coyle // *F. J. Appl. Physiol.*, 1984. – 56. – №4. – P. 831–838.
144. Howald, H. Ultrastructure and Biochemical Function of Skeletal Muscle in Twins / H. Howald // *Ann. Hum. Biol.* – 1976. – V. 3. – 245 p.
145. Hudlická, O. Growth of capillaries in skeletal and cardiac muscle / O. Hudlická. – *Circ. Res.* – 1982. – 50. – P. 451–461.
146. Ingjer, F. Capillary supply of skeletal muscle fibers in untrained and endurancetrained women / F. Ingje., P. Brodal // *Eur. J. Appl. Physiol.* – 1978. – V. 38. – P. 291–299.
147. Issurin, V. General concept of preparing young kayakers. The science and practice of training junior kayakers/canoe paddlers / V. Issurin. – Seminar on Kayakers, Izrael, November 17–19, 1994. – P. 7–12.
148. Karlsson, J. The Human Kinetics / J. Karlsson, B.J. Saltin // *Appl. Phisiol.* – 1982. – 29. – P. 598–602.
149. Kenl, J. Cardiac function / J. Kenl, A. Berg, M. Lehmann, R.S. Chavez. – *Deutsche Z. Sportmedizin*, 1982. – 12. – P. 403–407.
150. Kindermann, W. Cycle exercise / W. Kindermann, A. Shnadel. – *Deutche Z. Sportmedizin*, 1980. – 8. – P. 226–230.
151. Klissouras, V. Physiology / V. Klissouras. – *Iut. Z. angew. Physicol.*, 1972. – 30. – P. 85.
152. Kocova, A. Somatotypy a telesne slozeni veslaze / A. Kocova, Z. Jizka // *Teorie a praxe telesne vychovy*, 1979. – № 3. – P.177.

153. Krip, B. Effect of alterations in blood volume on cardiac function during maximal exercise / B. Krip, N. Gledhill, V. Jamnik // *Med. Sci. Sports Exerc.* – 1997. – V. 29. – P. 1469–1476.
154. Leyk, D. Postural effect on cardiac output, oxygen uptake and lactate during cycle exercise of varying intensity / D. Leyk, D. Essfeld, U. Hoffmann // *Eur. J. Appl. Physiol.* – 1994. – V. 68. – P. 30–35.
155. Ling, D. Association between polymorphism of the dopamine transporter gene and early smoking onset: an interaction risk on nicotine dependence / D. Ling, T. Niu, Y. Feng // *J. Hum. Genet.* – 2004. – V. 49(1). – P. 35–39.
156. Maestu, J. Associations between an alpha 2A adrenergic receptor gene polymorphism and adolescent personality / J. Maestu, J. Allik, L. Merenakk // *Am. J. Med. Genet. B. Neuropsychiatr. Genet.* – 2008. – V. 147 B (4). – P. 418–423.
157. Malina, R. *Sport and Human Genetics* Champaign, IL / R. Malina, C. Bouchard. – Human Kinetics, 1986. – P. 1018–1027.
158. Maron, B.J. Sudden deaths in young competitive athletes: analysis of 1866 deaths in the United States, 1980–2006 / B.J. Maron, J.J. Doerer, T.S. Haas et al. – *Circulation*, 2009. – 119. – P. 1085–1092.
159. Marcotte, M. Lack of genetic polymorphism in human skeletal muscle enzymes of the tricarboxylic acid cycle / M. Marcotte, M. Chagnon, C. Cote, M. C. Thibault, M. R. Boulay, C. Bouchard. – *Human Genetics.* – 1987. – V. 77. – P. 220.
160. Marisi, D.Q. Genetic and Extragenetic Variance in Motor Performance / Marisi, D.Q. – *Acta genet.med. et gemell.* – 1977. – V. 26. – P. 78–82.
161. Meinel, K., Schnabel, G. *Bewegungslehre* / K. Meinel, G. Schnabel. – Berlin: Volk und Wissen, 1976. – 112 p.
162. Melke, J., Landen, M., Baghei, E. Serotonin transporter gene polymorphisms are associated with anxiety-related personality traits in women // J. Melke, M. Landen, E. Baghei. – *Am. J. Med. Genet.* – 2001. – V. 105. – P. 458–463.
163. Mikolajczak, S. Charakterystyka morfologiczna metodach wioślary polskish / S. Mikolajczak. – *Pz. wydr. biol. nsukoriemi Univ. A. Mickiewicza. Poznaniu, Ser., antropol.*, 1971. – 1. – P. 117–173.
164. Milnor, W.R. *Hemodynamics* / W.R. Milnor. – 1982. – P. 136, 155.
165. Nittel, K. *Sportanthropometrie* / K. Nittel, H. Wutseherk. – Leipsiga. – Barth, 1972. – 214 p.

166. Neumana, J. The human performance / J. Neumana, L. Beyer. – *Medizin und Sport*, 1981. – 21. – № 10. – P. 296 .
167. Novotny, V. Moyennes caracteristiques ches les ftmmes sportives en point de vue somatometriques / V. Novotny, S. Titlbahova // XI Congres intern., med., sport, a Luxemburg du mat au juin, 1957. – 246 p.
168. Oakley, D. The athlete's heart / D. Oakley // *Heart*. – 2001. – 86. – P. 722–726.
169. Patel, D.R. Sport-related performance anxiety in young female athletes / D.R. Patel, H. Omar, M. Terry // *J. Pediatr. Adolesc. Gynecol.* – 2010. – V. 23(6). – P. 325–335.
170. Pergis, L. The human genetik / L. Pergis, G. Santilli, F. Rossi // *Ital. J. Sports Traumatol*, 1983, 5. – № 2. – P. 169–187.
171. Perusse, L. Genetic and environmental sources of variation in physical fitness / L. Perusse, G. Lorie, C. Leblanc, A. Tremblay, G. Theriault, C. Bouchard. // *Annumai in Human Biology*. –1987. – № 14. – P. 425–434.
172. Plomin, R. The genetic basis of complex human behaviors / R. Plomin, M.J. Owen, P. McGuffin. – *Science*, 1994. – 264. – P. 1733–1739.
173. Popescy, O. Masuratoru antropometrice specifice la kaiacisti si aplicatii practice all lor in scop de performanta / O. Popescy. – *Snalov*, 1963. – 150 p.
174. Pothig, D. Experimentelle Untersuchungen zum psychomotorischen Grundtempo im Alternsgang / D. Pothig, W. Ries, N. Roth, B. Pogelt // *Med. Sport* – 1985. – №25. – P. 73–78.
175. Powlaczyk, L. Wynikipornowe nioslarzy Polskich w swiclte badan morfologicznych / L. Powlaczyk // *Rocznikizauk Wyziza szkola wyrhow fizyczna*. – *Poznancu*, 1969. – №13. – P. 30–32.
176. Proctor, D.N. Influence of age and gender on cardiac output VO2 relationships during submaximal cycle ergometry / D.N. Proctor, K.C. Beck, P.H. Shen // *J. Appl. Physiol.* – 1998. – V. 84. – P. 599–605.
177. Radin, E.L. The human genetik / E.L. Radin. – *Acta Orthop. Belg.*, 1983. – 19. – № 12. – P. 225–232.
178. Rankinen, T. The human gene map for performance and healthrelated fitness phenotypes: the 2005 update / T. Rankinen, M.S. Bray, J.M. Hagberg, L. Perusse, S.M. Roth, B. Wolfarth, C. Bouchard // *Med Sci. Sports Exerc.* – 2006. – V. 38 (11). – P.1863–1888.
179. Rankinen, T. Gene-Exercise Interactions / T. Rankinen, C. Bouchard // *Progress in Molecular Biology and Translational Science*. – 2012. – V.108. – P. 447–460.
180. Rowell, L.B. Human circulation regulation during physical stress / L.B. Rowell. – *New York: Oxford University Press*. – 1986. – 432 p.

181. Rowland, T. Left ventricular response to dynamic exercise in young cyclists / T. Rowland, V. Unnithan, B. Fernhall. – *Med. Sci. Sports Exerc.* – 2002. – V. 34. – P. 637–642.
182. Rusko, H. Training for cross country skiing / H. Rusko // *Handbook of sports medicine and science. Cross country skiing.* Oxford, Blackwell Science Ltd. – 2003. – P. 62–100.
183. Saudino, K.J. Moving beyond heritability questions: New directions in behavioral genetic studies of personality / K.J. Saudino. – *Current Directives in Psychological Science*, 1997. – 4. – P. 86–90.
184. Segal, D.D. Training of young athletes / D.D. Segal // *J. Sport. Med.*, 1983, 23, № 4. – P. 411–412.
185. Sergienko, L. Genetische Grenzen sportlicher Leistung / L. Sergienko. – *Leistungssport.* – 30. – 2000. – P. 39–42.
186. Seznec, J.C. Dimensional personality assessment of the members of the French junior national team of road cycling / J.C. Seznec, J.R. Lepine, A. Pelissolo // *Encephale.* – 2003. – V. 29(1). – P. 29–33.
187. Shephard, R.J. The athlete's heart: is big beautiful? / R.J. Shephard // *Br. J. Sports Med.* – 1996. – V. 30. – P. 5–10.
188. Scher, A.T.S. Constitution of human / A.T.S. Scher // *Aft. Med. J.* – 1983, 64. – №12. – P. 456–458.
189. Schramm, E. Sportschwimmen Berlin, Germany / E. Schramm. – Sportverlag, 1987. – P. 174–193.
190. Sklad, M. Sportschwimmen / M. Sklad // *Wychowanie Fizyczne i Sport.* – 1976. – №4. – P. 13.
191. Sweetenham, B. Break point volume / W. Sweetenham. – *Australian Swimming Coach.* – Vol.15 (4), 1999. – P. 26–29.
192. Sweetenham, W. The swimmer pathway / W. Sweetenham, J. Atkinson, M. Hepwood, F. Kirby, M. Woodroffe, A. Vorontsov, D. Bishop, R. Gordon. – *Long Term Athlete Development.* Amateur Swimming Association, Loughborough, 2003. – P. 516–519.
193. Tanner, J.M. Height and constitution of human being / J.M. Tanner. – «Human Biology», Part V. – «Mir», Moscow, 1968. – P. 366–471.
194. Tanner, J.M. Growing / J.M. Tanner. – *Scientific American*, 1973. – P. 231–234.
195. Titlbachova, S. Charakteristika morfologiczna Koweit Zajmujacych sie sportem w zakresie wychowym Rozprawy Naukowe wyszi szkoly Wychnonwancie Fizycznego we Wroclawice / S. Titlbachova. – Wroclaw. – 1964, III. – P. 225–277.



196. Troup, A. Growth and developmental changes of the age-group swimmers In: Studies by the International Center for Aquatic Research / A. Troup. – Colorado Springs: US Swimming Press, 1991. – P. 25–33.
197. Tummavuori, M. Long-term effects of physical training on cardiac function and structure in adolescent cross-country skiers. A 6.5-year longitudinal echocardiographic study / M. Tummavuori. – Jyväskylä, University of Jyväskylä. – 2004. – 151 p.
198. Vella, C.A. A review of the stroke volume response to upright exercise in healthy subjects / C.A. Vella, R.A. Robergs // Br. J. Sports Med. – 2005. – V. 39. – P. 190–195.
199. Vorontsov, A.R. Multi-year training of young athletes as potential modifier of growth and development / A.R. Vorontsov. – Proceedings of the XIV FINA World Sports Medicine Congress «Sports Medicine in Aquatic Sports-XXI Century». – Moscow, 2002. – P. 58–60.
200. Vorontsov, A.R. Periodisation of multi-year preparation of young swimmers – the programme of long-term athletic development. In «Swimming III: research, training, hydro-rehabilitation» / A.R. Vorontsov. – ScienceResearch Institute for Physical Culture and Sport, St. Petersburg, (Abstract in English). – 2005. – P. 341–345.
201. Vorontsov, A.R. Patterns of growth for some characteristics of physical development, functional and motor abilities in boy-swimmers 11-18 years / A.R. Vorontsov, V.V. Dyrco, D.A. Binevsky et al. // Biomechanics Medicine in Swimming VIII // In: Keskinen K., Komi P. and Hollander P. (eds.);– University of Jyväskylä. – Finland, 1999. – P. 327–334.
202. Warburton, D.E.R. Induced hypervolemia, cardiac function,  $VO_2$ max, and performance of elite cyclists / D.E.R. Warburton, N. Gledhill, V.K. Jamnik. – Med. Sci. Sports Exerc. – 1999 – V. 31. – P. 800–808.
203. Warburton, D.E.R. Myocardial response to incremental exercise in endurance-trained athletes: influence of heart rate, contractility and the Frank-Starling effect / D.E.R. Warburton, M.J. Haykowsky, H.A. Quinney // Exp. Physiol. – 2002 – V. 87. – P. 613–622.
204. Weiss, V. Psychogenetik / V. Weiss. – Human genetik in Psychologic und Psychiatrie Fisher. Jena. – 1982. – 356 p.
205. Williams, A.G. Similarity of polygenic profiles limits the potential for elite human physical performance / A.G. Williams, J.P. Folland // J. Physiol. – 2008. – V.586. – P.113–121.
206. Williams, E.S. Electrocardiogram interpretation in the athlete / E.S. Williams, D.S. Owens, J.A. Drezner // Herzschriftmacherther Elektrophysiol. – 2012. – Vol. 23. – P. 65–71.
207. Williams, A. Talent identification in soccer / A. Williams, A. Franks. – Sports Exercise and Injury, 4. – 1998. – P. 159–165.

208. Wilmore, J.H. Physiology of Sport and Exercise: 3rd Edition. Champaign / J.H. Wilmore, D.L. Costill // J. Appl. Physiol. – 1998 – V. 84. – P. 599–605.

209. Williams, A. Talent identification and development in soccer / A. Williams // J. Sports Sciences, 18: 2000. – P. 657–667.

210. Wolfarth, B. The human gene map for performance and healthrelated fitness phenotypes: the 2004 update / B. Wolfarth, M.S. Bray, J.M. Hagberg. – Med. Sci. Sports Ex. – 2005. – V. 37(6). – P. 881–903.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### ПРИЛОЖЕНИЕ А

#### Оценка состояния спортсмена с использованием системы интегрального мониторинга «СИМОНА 111»



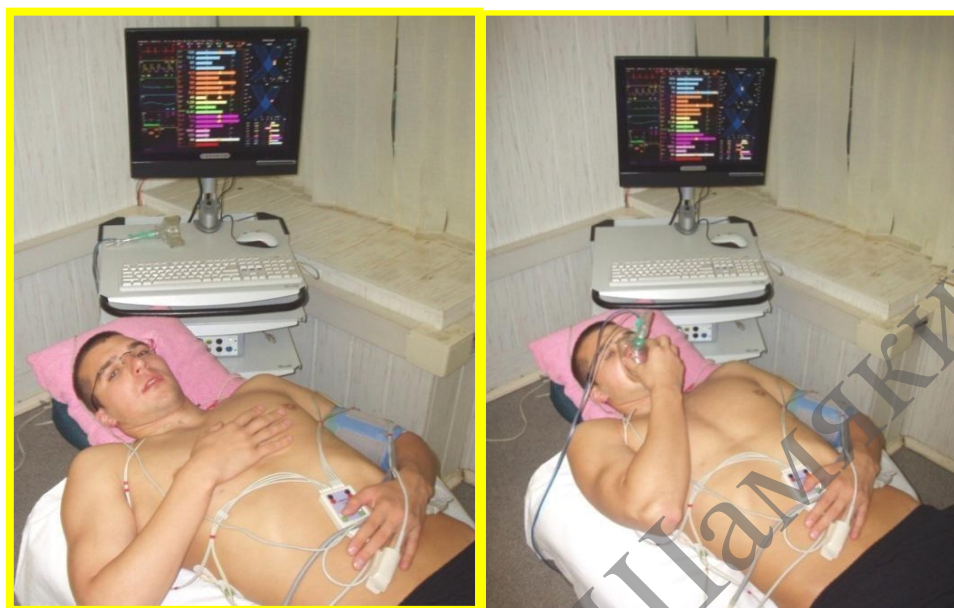
1.

2.

3.

1. Стационарный вариант. 2. Портативный вариант (основной блок). 3. Компьютер с программным обеспечением

**Рисунок 1. – Модули системы интегрального мониторинга  
«СИМОНА 111»**



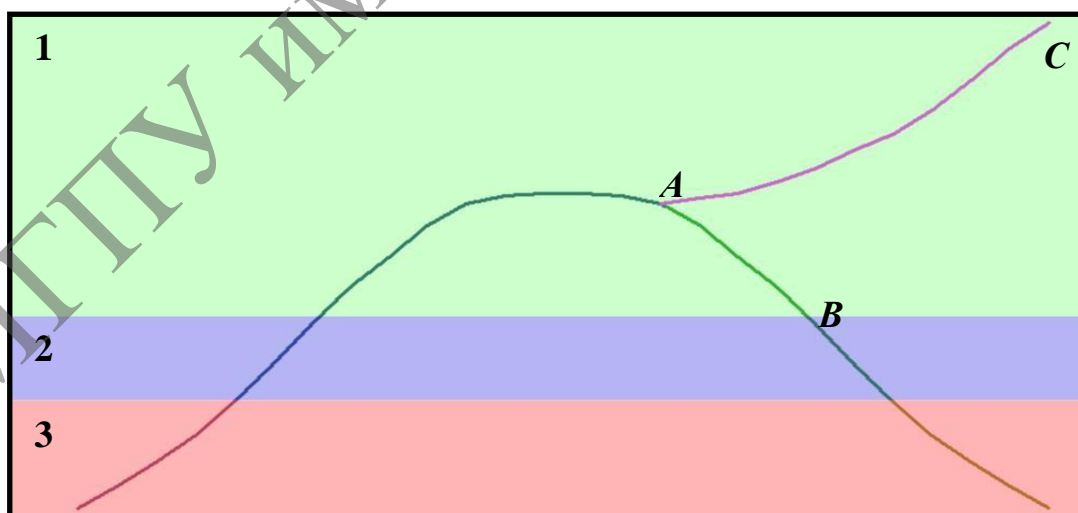
1

2

1 – безнагрузочное тестирование;

2 – тестирование с применением газоанализатора

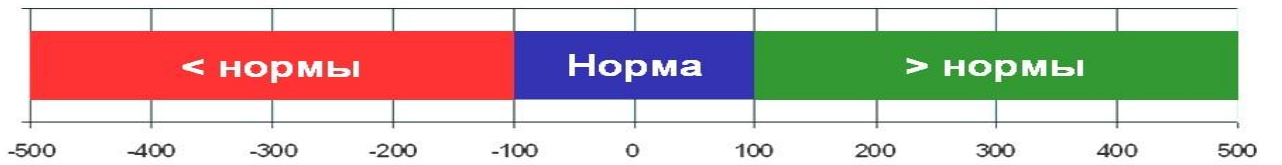
**Рисунок 2. – Тестирование спортсмена с использованием системы  
интегрального мониторинга «СИМОНА 111»**



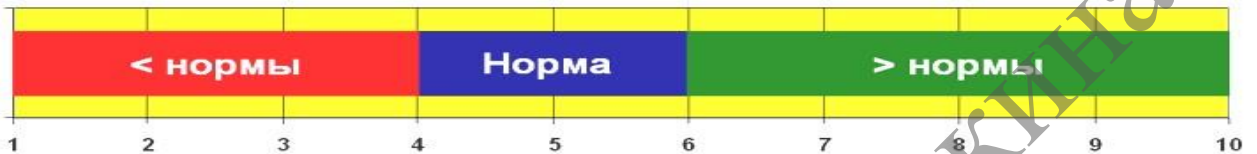
фон 1 – спортсмен (отрезок *A-B* – перетренированность, отрезок *A-C* – суперадаптация); фон 2 – здоровый человек, не

спортсмен; фон 3 – больной человек **Рисунок**

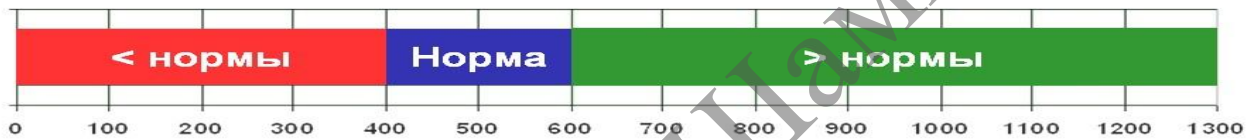
### 3. – График ФСО спортсмена



1



2



3

1 – интегральный баланс (ИБ), отражает текущее функциональное состояние; 2 – кардиальный резерв (КР), отражает резерв сердца;

3 – адаптационный резерв (АР), отражает общий резерв организма **Рисунок**

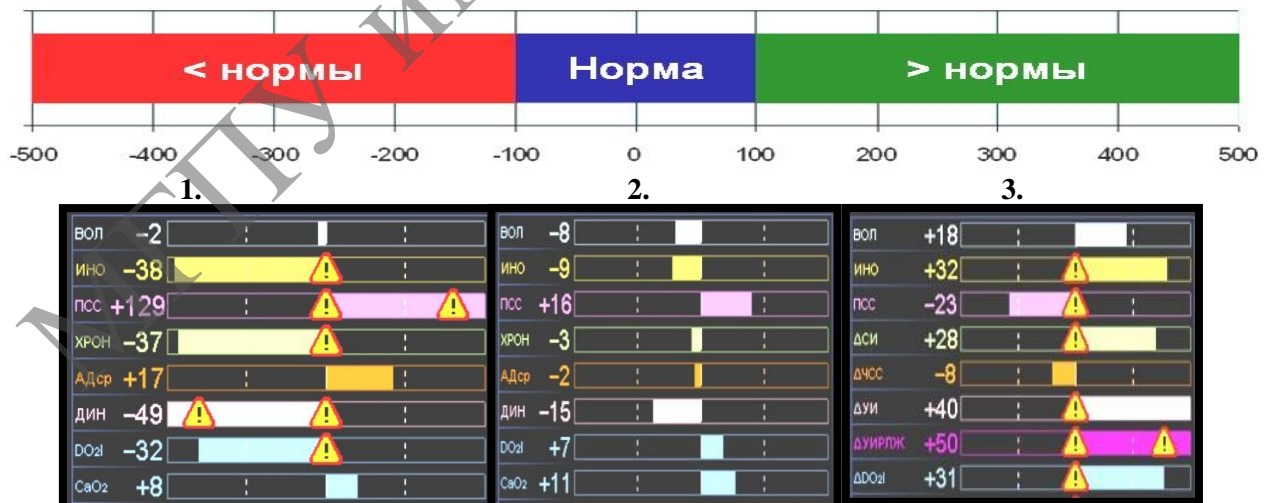
### 4. – Шкалы показателей ФСО



**Рисунок 5. – Номограмма больного человека**



Рисунок 6. – Номограмма спортсмена (байдарист, мсмк, подготовительный период)



1 – больной ИБС (ИБ=-332); 2 – здоровый, неспортсмен (ИБ=0);

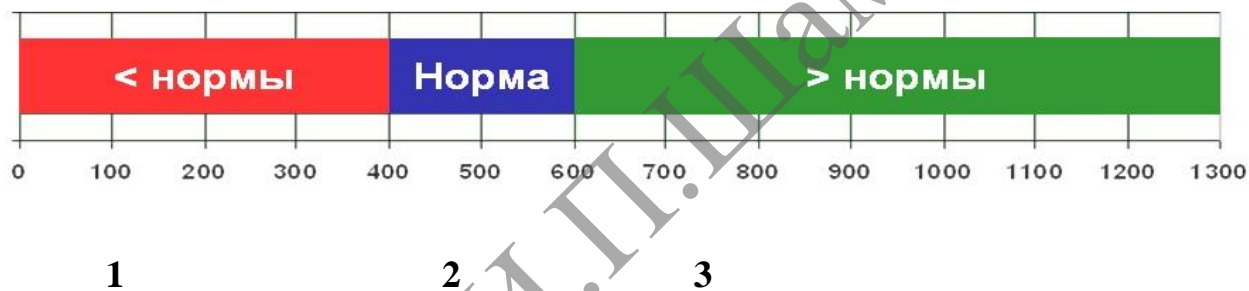


3 – спортсмен (байдарист, мсмк, подготовительный период) (ИБ=+384)

**Рисунок 7. – ИБ (интегральный баланс)**



- 1 – больной ИБС, сердечная недостаточность (КР=3,26);
- 2 – здоровый, неспортсмен (КР=5,12);
- 3 – спортсмен (байдарист, мсмк, подготовительный период) (КР=6,92) **Рисунок 8. – Кардиальный резерв (КР)**



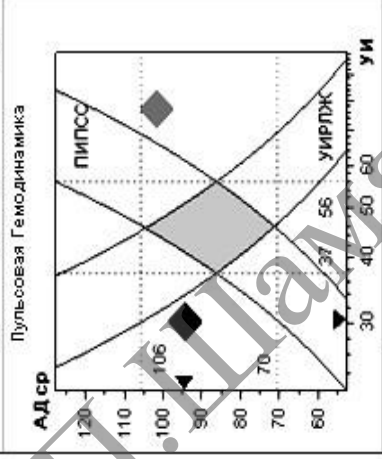
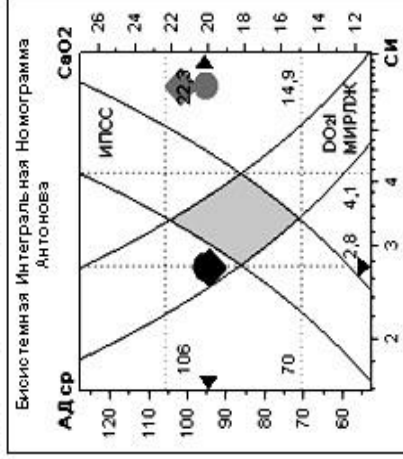
- 1 – больной ИБС, сердечная недостаточность (АР=+218);
- 2 – здоровый, не спортсмен (АР=+562);
- 3 – спортсмен (байдарист, мсмк, подготовительный период) (АР=+903)

**Рисунок 9. – Адаптационный резерв (АР)**

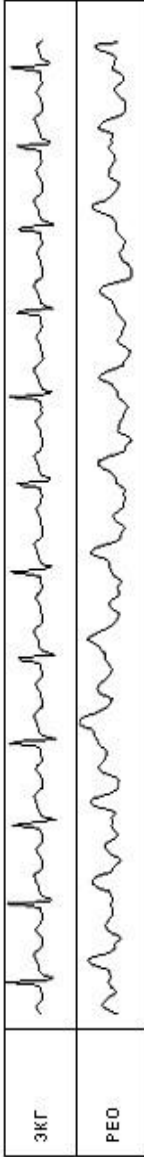
# ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕМОДИНАМИКИ И ТРАНСПОРТА КИСЛОРОДА

ДИНАМО ВОЛЕЙБОЛ		Маркин Александр Викторович		№ Вол Д 2		08.12.2010 20:23:31	
Дата рождения	28.07.1990	Возраст	20 лет	Пол	М	Вес	95
Рост	197	АДс	121	АДд	77	Температура	36,6 36,6
Дата и время прошлого исследования	08.12.2010 17:18:05						

Показатель	Тек.	Прежн.	Норма	-40%	низкий	-20%	норма	+20%	высокий	40%
DO2l	554	1239	512 .. 769							
СаOz	20,2	20,2	14,9 .. 22,3							
SpOz	98	98	94 .. 100							
ЧДД	17	18	10 .. 16							
СИ	2,7	6,1	2,8 .. 4,1							
ЧСС	90	79	59 .. 89							
УИ	30	77	37 .. 56							
АДср	95	102	70 .. 106							
ИСМ	35	48	50 .. 74							
ИСИ	0,82	0,89	0,92 .. 1,38							
ФВ	59	59	50 .. 70							
КДИ	52	131	62 .. 93							
МИРЛЖ	3,5	8,5	3,3 .. 4,9							
УИРЛЖ	39	107	44 .. 66							
КНМ	109	112	68 .. 102							
ПИПСС	242	103	117 .. 175							
ЖТК	52	56	36 .. 54							
КН	10,9	9,6	6,2 .. 9,4							
ИБ	-265	+317	-20 .. 20							
КР	3,05	3,72	4,00 .. 6,00							
Нв	150	150	126 .. 154							



Регуляторы Гемодинамики		±10%	-10%	+10%
ВОЛ	+2 +28			
ИНО	-31 +67			
АПИПСС	+66 -30			
АСИ	-20 +78			



Текущее исследование: Усреднение за 3 мин ПОСЛЕ ТРЕНИРОВКИ  
 Прошрое исследование: Усреднение за 4 мин 20 сек ДО ТРЕНИРОВКИ

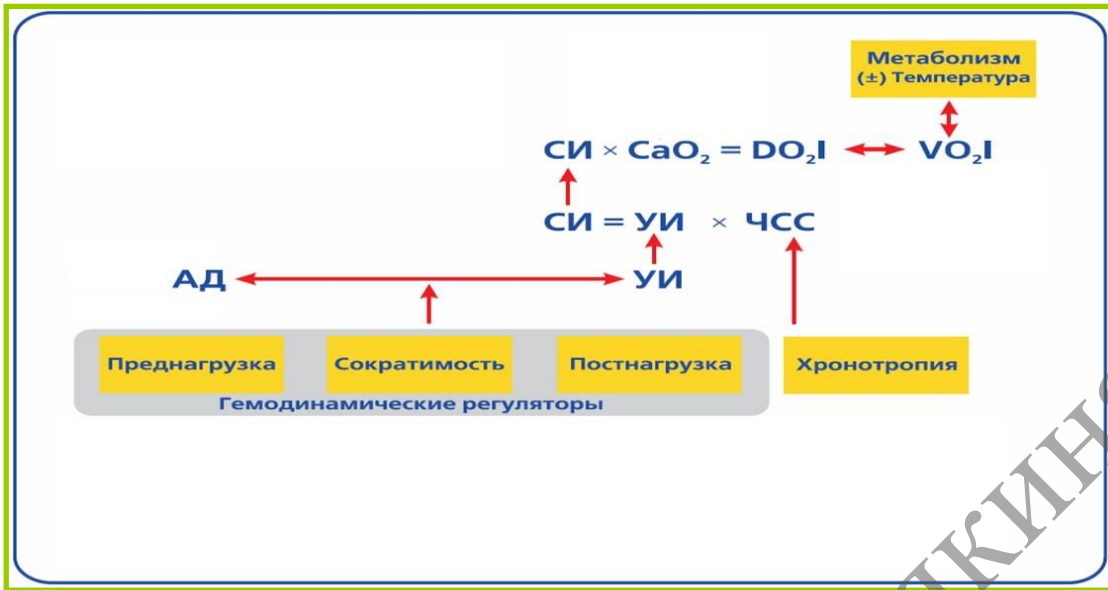


Рисунок 11. – Система гемодинамики, дыхания и метаболизма

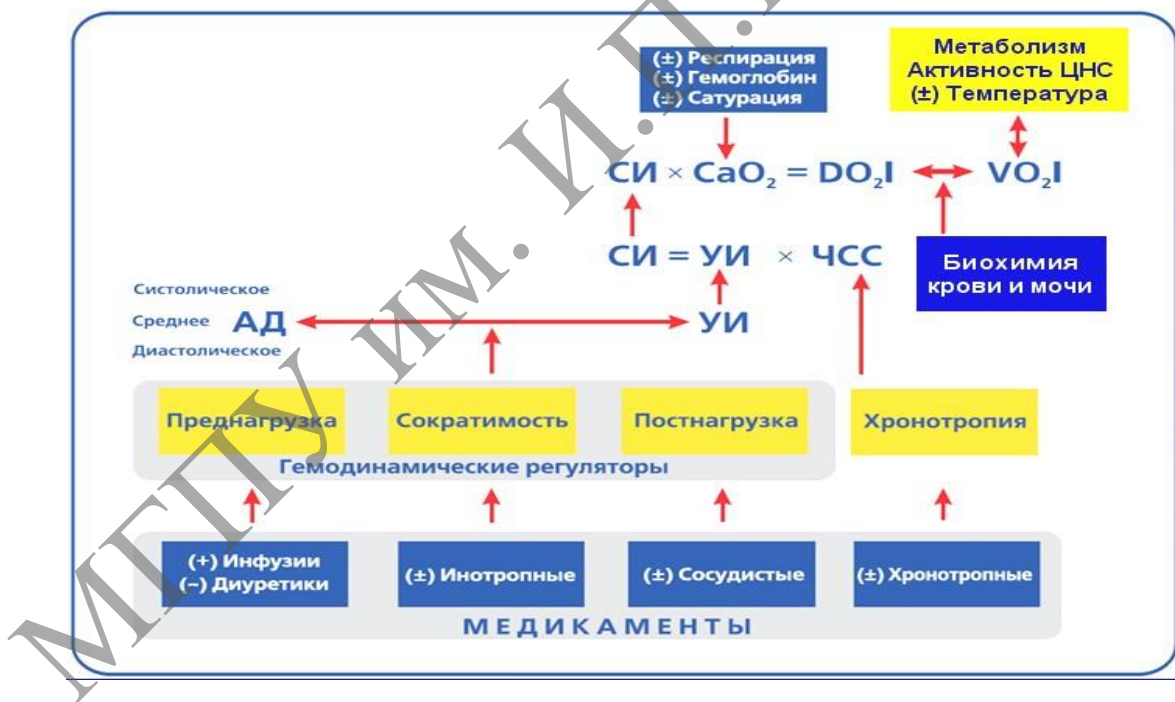


Рисунок 12. – Способы воздействия на систему гемодинамики, дыхания и метаболизма



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица 1. – Таблица Гаррис-Бенедикта для определения основного обмена человека (фактор веса «А»)

кг	кал	кг	кал	кг	кал	кг	кал	кг	кал	кг	кал
<b>Мужчины</b>											
3	107	24	296	45	685	65	960	85	1235	105	1510
4	121	25	410	46	699	66	974	86	1249	106	1524
5	135	26	424	47	713	67	988	87	1263	107	1538
6	148	27	438	48	727	68	1002	88	1277	108	1552
7	162	28	452	49	740	69	1015	89	1290	109	1565
8	176	29	465	50	754	70	1029	90	1304	110	1579
9	190	30	479	51	768	71	1043	91	1318	111	1593
10	203	31	493	52	782	72	1057	92	1332	112	1607
11	217	32	507	53	795	73	1070	93	1345	113	1620
12	231	33	520	54	809	74	1084	94	1359	114	1634
13	245	34	534	55	823	75	1098	95	1373	115	1648
14	258	35	548	56	837	76	1112	96	1387	116	1662
15	272	36	562	57	850	77	1125	97	1400	117	1675
16	286	37	575	58	864	78	1139	98	1414	118	1688
17	300	38	589	59	878	79	1153	99	1428	119	1703
18	313	39	603	60	892	80	1167	100	1442	120	1717
19	327	40	617	61	905	81	1180	101	1455	121	1730
20	341	41	630	62	918	82	1194	102	1469	122	1744
21	355	42	644	63	933	83	1208	103	1483	123	1758
22	368	43	658	64	947	84	1222	104	1497	124	1772
23	382	44	672	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Женщины</b>											
3	683	24	885	45	1085	65	1277	85	1468	105	1659
4	693	25	894	46	1095	66	1286	86	1478	106	1669
5	702	26	904	47	1105	67	1296	87	1497	107	1678
6	712	27	913	48	1114	68	1305	88	1497	108	1688
7	721	28	923	49	1124	69	1315	89	1506	109	1698
8	731	29	932	50	1133	70	1325	90	1516	110	1707
9	741	30	942	51	1143	71	1334	91	1525	111	1717
10	751	31	952	52	1152	72	1344	92	1535	112	1726
11	760	32	961	53	1162	73	1353	93	1544	113	1730
12	770	33	971	54	1172	74	1363	94	1554	114	1745

13	779	34	980	55	1181	75	1372	95	1564	115	1755
14	789	35	990	56	1191	76	1382	96	1573	116	1764
15	798	36	999	57	1200	77	1391	97	1583	117	1774
16	808	37	1009	58	1210	78	1401	98	1592	118	1784
<b>кг</b>	<b>кал</b>	<b>кг</b>	<b>кал</b>	<b>кг</b>	<b>кал</b>	<b>кг</b>	<b>кал</b>	<b>кг</b>	<b>кал</b>	<b>кг</b>	<b>кал</b>
17	818	38	1019	59	1219	79	1411	99	1602	119	1793
18	827	39	1028	60	1229	80	1420	100	1611	120	1803
19	837	40	1038	61	1238	81	1430	101	1621	121	1812
20	846	41	1047	62	1248	82	1439	102	1631	122	1822
21	856	42	1057	63	1258	83	1449	103	1640	123	1831
22	865	43	1066	64	1267	84	1458	104	1650	124	1841
23	875	44	1076	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 2. – Таблица Гаррис-Бенедикта для определения основного обмена человека (фактор возраста и роста «Б»)

см	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45
<b>Мужчины</b>													
151	614	600	587	573	560	547	533	520	506	493	479	466	452
153	624	611	597	584	570	557	543	530	516	503	489	476	462
155	634	621	607	594	580	567	553	540	526	513	499	486	472
157	644	631	617	604	590	577	563	550	536	523	509	496	482
159	654	641	627	614	600	587	573	560	546	533	519	506	492
161	664	651	637	624	610	597	583	570	556	543	529	516	502
163	674	661	647	634	620	607	593	580	866	553	539	526	512
165	684	671	657	644	630	617	603	590	576	563	549	536	522
167	694	681	667	654	640	627	613	600	586	573	559	546	532
169	704	691	677	664	650	637	623	610	596	583	569	556	542
171	714	701	687	674	660	647	633	620	606	593	579	566	552

173	724	711	697	684	670	657	643	630	616	603	589	576	562
175	734	721	707	694	680	667	653	640	626	613	599	586	572
177	744	731	717	704	690	677	663	650	636	623	609	596	582
179	754	741	727	714	700	687	673	660	646	633	619	606	592
181	764	751	737	724	710	697	683	670	656	643	629	616	602
183	774	761	747	734	720	707	693	680	666	653	639	626	612

<b>см</b>	<b>21</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>27</b>	<b>29</b>	<b>31</b>	<b>33</b>	<b>35</b>	<b>37</b>	<b>39</b>	<b>41</b>	<b>43</b>	<b>45</b>
185	784	771	757	744	730	717	703	690	676	663	649	636	622
187	794	781	767	754	740	727	713	700	686	673	659	646	632
189	804	791	777	764	750	737	723	710	696	683	669	656	642
191	814	801	787	774	760	747	733	720	706	693	679	666	652
193	824	811	797	784	770	758	743	730	716	703	689	676	662
195	834	821	807	794	780	768	753	740	726	713	699	686	672
197	844	831	817	804	790	778	763	750	736	723	709	696	682
199	854	841	827	814	800	788	773	760	746	733	719	706	692

**Женщины**

151	181	171	162	153	144	134	125	115	106	97	88	78	69
153	185	175	166	156	148	138	129	119	110	100	92	82	73
155	189	179	170	160	151	141	132	122	114	104	95	85	76
157	193	183	174	165	155	145	136	128	118	108	99	90	80
159	196	187	177	167	158	148	140	130	121	111	102	92	84
161	200	191	181	171	162	152	144	134	125	115	106	97	88
163	203	195	185	175	166	156	147	137	128	119	110	100	91

165	207	199	189	180	170	160	151	141	132	123	114	104	95
167	211	203	192	183	173	184	155	145	136	126	117	107	98
169	215	206	196	186	177	167	159	149	140	130	121	111	102
171	218	210	199	190	181	171	162	152	143	134	125	115	106
173	222	213	203	194	185	176	166	156	147	138	129	119	110
175	225	217	207	197	188	179	169	160	151	141	132	123	113
177	229	221	211	201	192	182	173	164	155	145	136	126	117
179	233	223	214	204	195	186	177	167	158	148	139	130	121
181	237	227	218	208	199	190	181	171	162	152	142	134	126
183	240	231	222	212	203	193	184	174	165	156	147	137	128
185	244	235	226	216	207	197	188	179	169	160	151	141	132
187	248	238	229	219	210	201	192	182	173	163	154	145	135

<b>см</b>	<b>21</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>27</b>	<b>29</b>	<b>31</b>	<b>33</b>	<b>35</b>	<b>37</b>	<b>39</b>	<b>41</b>	<b>43</b>	<b>45</b>
189	252	242	233	223	214	205	196	186	177	167	157	148	139
191	255	245	236	227	218	208	199	190	180	171	162	152	143
193	259	250	240	231	222	215	206	197	188	178	169	160	150
195	262	253	244	234	225	215	206	197	188	178	169	160	150
197	266	257	248	238	229	219	210	201	192	182	173	163	154
199	270	260	251	241	232	223	214	204	195	185	175	167	158

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### ПОСТАНОВЛЕНИЕ МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

30 июня 2014 г. № 49

Об установлении перечня медицинских противопоказаний к занятию видами спорта и признании утратившим силу постановления Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 27 мая 2011 г. № 47

На основании пункта 2 статьи 60 Закона Республики Беларусь от 4 января 2014 года «О физической культуре и спорте», части первой пункта 3 и части первой пункта 12 статьи 159 Кодекса Республики Беларусь об образовании, подпункта 9.1 пункта 9 Положения о Министерстве здравоохранения Республики Беларусь, утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 28 октября 2011 г. № 1446 «О некоторых вопросах Министерства здравоохранения и мерах по реализации Указа Президента Республики Беларусь от 11 августа 2011 г. № 360», Министерство здравоохранения Республики Беларусь ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Установить перечень медицинских противопоказаний к занятию видами спорта согласно приложению.

2. Признать утратившим силу постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 27 мая 2011 г. № 47 «Об установлении перечня противопоказаний к занятию спортом при приеме лиц для получения начального образования, базового образования, среднего образования в специализированных по спорту классах учреждений общего среднего образования и для получения общего среднего образования в средних школах – училищах олимпийского резерва» (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2011 г., № 71, 8/23793).

3. Настоящее постановление вступает в силу после его официального опубликования.

Министр

В.И. Жарко

СОГЛАСОВАНО  
Министр спорта и туризма  
Республики Беларусь  
А.И. Шамко  
30.06.2014

СОГЛАСОВАНО  
Министр образования  
Республики Беларусь  
С.А. Маскевич  
30.06.2014

**Приложение к постановлению Министерства здравоохранения  
Республики Беларусь 30.06.2014 № 49**

**ПЕРЕЧЕНЬ**

медицинских противопоказаний к занятию видами спорта

**ГЛАВА 1**

**МЕДИЦИНСКИЕ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ЗАНЯТИЮ ВИДАМИ  
СПОРТА (ЗА ИСКЛЮЧЕНИЕМ ЗАНЯТИЙ ОТДЕЛЬНЫМИ  
ВИДАМИ СПОРТА<sup>1</sup>)**

<b>Рубрики Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем, десятого <sup>2</sup> пересмотра</b>	<b>Заболевания и другие медицинские противопоказания к занятиям видом (видами) спорта</b>
<b>A00–B99</b>	<b>1. КЛАСС 1. НЕКОТОРЫЕ ИНФЕКЦИОННЫЕ И ПАРАЗИТАРНЫЕ БОЛЕЗНИ</b>
A00–B99, кроме A15–A19, A39, A50–A74, A80–A99, B15– B19, B20–B24, B27, B35–B49, B90–B94	1.1. Инфекционные и паразитарные заболевания в активной фазе независимо от возбудителя, путей передачи, особенностей течения и не менее 3–14 дней после выздоровления и восстановления организма к выполнению физических нагрузок.
A15–A19	1.2. Туберкулез: 1.2.1. Активный туберкулез всех локализаций до окончания полного курса химиотерапии; <sup>3</sup> 1.2.2. Последствия туберкулеза. <sup>3</sup>
A39.0	1.3. Менингококковый менингит не менее 6 месяцев

	после выздоровления. <sup>3</sup>
A50–A74	1.4. Инфекции, передающиеся преимущественно половым путем, и другие болезни, вызываемые спирохетами, хламидиями, до выздоровления.
A80–A99	1.5. Вирусные инфекции центральной нервной системы, вирусные лихорадки, передаваемые членистоногими, вирусные геморрагические лихорадки не менее 6 месяцев после выздоровления. <sup>3</sup>

B15–B19	1.6. Вирусный гепатит:
	1.6.1. Острый вирусный гепатит А, В, С и другие вирусные гепатиты: острый вирусный гепатит А не менее 6 месяцев после выздоровления, острый вирусный гепатит В, С и другие вирусные гепатиты не менее 12 месяцев после выздоровления для спортсменов-учащихся <sup>3</sup> ; острый вирусный гепатит А не менее 1 месяца после выздоровления, острый вирусный гепатит В, С и другие вирусные гепатиты не менее 3 месяцев после выздоровления для членов национальных и сборных команд; <sup>3</sup>
	1.6.2. Хронический вирусный гепатит умеренной и высокой степени активности;
	1.6.3. Хронический вирусный гепатит низкой степени активности, за исключением членов национальных и сборных команд. <sup>3</sup>
B20–B24	1.7. Болезнь, вызванная вирусом иммунодефицита человека, включая ВИЧ-инфицирование.
B27	1.8. Инфекционный мононуклеоз не менее 6 месяцев после выздоровления.
B35–B49	1.9. Микозы:
	1.9.1. Микозы распространенная форма;
	1.9.2. Неосложненные микозы не менее 3 месяцев после выздоровления.

B90–B94	1.10. Последствия инфекционных и паразитарных болезней при наличии нарушений функций органов и систем организма.
<b>C00–D48</b>	<b>2. КЛАСС II. НОВООБРАЗОВАНИЯ</b>
C00–C97	2.1. Злокачественные новообразования, за исключением базалиомы кожи, не менее 3 лет после радикального лечения и стойкой клиниколабораторной ремиссии <sup>3</sup> :
C44	2.1.1. Базалиома кожи не менее 3 месяцев после радикального лечения.
D00–D09	2.2. Новообразования in situ не менее 1 года после радикального лечения и стойкой клиниколабораторной ремиссии. <sup>3</sup>
D10–D36, кроме D32–D33	2.3. Доброкачественные новообразования до выздоровления после радикального лечения и восстановления функций. <sup>3</sup>

D32, D33	2.4. Доброкачественные новообразования мозговых оболочек, головного мозга и других отделов центральной нервной системы до выздоровления после радикального лечения и восстановления функций. <sup>3</sup>
D45, D46	2.5. Полицистемия истинная, миелодиспластический синдром.
<b>D50–D89</b>	<b>3. КЛАСС III. БОЛЕЗНИ КРОВИ И КРОВЕТВОРНЫХ ОРГАНОВ И ОТДЕЛЬНЫЕ НАРУШЕНИЯ, ВОВЛЕКАЮЩИЕ ИММУННЫЙ МЕХАНИЗМ</b>
D50–D53	3.1. Анемии, связанные с питанием, до выздоровления
D55–D59	3.2. Гемолитические анемии до выздоровления
D60–D64	3.3. Апластические анемии до выздоровления
D65–D69	3.4. Нарушения свертываемости крови, пурпура и другие геморрагические состояния:
D66–D68	3.4.1 Наследственный дефицит факторов VIII, IX, XI, других факторов, болезнь Виллебранда;
D69	3.4.2 Геморрагический васкулит;



	3.4.3 Идиопатическая тромбоцитопеническая пурпура;
D70–D75	3.5. Другие болезни крови и кроветворных органов: 3.5.1 Агранулоцитоз до выздоровления; 3.5.2 Болезни селезенки до выздоровления; 3.5.3 Эритроцитоз до выздоровления.
D76	3.6. Отдельные болезни, протекающие с вовлечением лимфоретикулярной ткани и ретикулогистиоцитарной системы, не менее 1 года после радикального лечения и выздоровления <sup>3</sup>
D80–D89	3.7. Отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм: 3.7.1 Врожденные иммунодефицитные состояния; <sup>3</sup> 3.7.2 Саркоидоз.
<b>E00–E90</b>	<b>4. КЛАСС IV. БОЛЕЗНИ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ, РАССТРОЙСТВА ПИТАНИЯ И НАРУШЕНИЯ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ</b>
E00–E35	4.1. Болезни эндокринной системы: 4.1.1 Заболевания щитовидной железы с нарушениями функции; 4.1.2 Подострый тиреоидит не менее 3 месяцев после выздоровления; 4.1.3 Сахарный диабет;
	4.1.4 Гипо- и гипертиреоидные состояния с умеренными или выраженными нарушениями функции, в состоянии клинико-метаболической субкомпенсации или декомпенсации; 4.1.5 Заболевания гипопаратиреоидизма, надпочечников, паращитовидных и половых желез с нарушением функций; 4.1.6 Состояния после медицинских процедур на эндокринных железах (оперативное лечение, лучевая терапия и другое); 4.1.7 Эутиреоидный зоб любой степени, нарушающий функции близлежащих органов;
E40–E68	4.2. Недостаточность питания, ожирение и другие виды избыточности питания:

	4.2.1 Экзогенно-конституциональное ожирение III–IV степени;
	4.2.2 Экзогенно-конституциональное ожирение II степени; <sup>3</sup>
	4.2.3 Ожирение эндокринного генеза; <sup>3</sup>
	4.2.4 Недостаточность питания. <sup>3</sup>
E70–E90	4.3. Нарушения обмена веществ:
	4.3.1 Все виды нарушений минерального обмена;
	4.3.2 Кистозный фиброз;
	4.3.3 Другие нарушения обмена веществ, в том числе возникшие после медицинских процедур.
<b>F00–F99</b>	<b>5. КЛАСС V. ПСИХИЧЕСКИЕ РАССТРОЙСТВА И РАССТРОЙСТВА ПОВЕДЕНИЯ</b>
F00–F09	5.1. Органические, включая симптоматические, психические расстройства, за исключением легкого и кратковременного астенического состояния после острого заболевания:
	5.1.1 Психическое расстройство, возникшее в результате острого заболевания, протекающего с легкой и кратковременной до 2 недель астенией, до выздоровления; <sup>3</sup>
F10–F19	5.2. Психические расстройства и расстройства поведения, связанные с употреблением психоактивных веществ.
F20–F29	5.3. Шизофрения, шизотипические и бредовые расстройства.
F30–F39	5.4. Расстройства настроения (аффективные расстройства):
	5.4.1 Маниакальный эпизод до выздоровления и ремиссии не менее 6 месяцев без поддерживающей медикаментозной терапии; <sup>3</sup>
	5.4.2 Биполярное аффективное расстройство; <sup>3</sup>
	5.4.3 Депрессивный эпизод до выздоровления и ремиссии не менее 6 месяцев без поддерживающей медикаментозной терапии; <sup>3</sup>

	5.4.4 Рекуррентное депрессивное расстройство до выздоровления и ремиссии не менее 6 месяцев без поддерживающей медикаментозной терапии; <sup>3</sup>
	5.4.5 Хронические расстройства настроения. <sup>3</sup>
F40–F48	5.5. Невротические, связанные со стрессом, и соматоформные расстройства:
	5.5.1 Тревожно-фобические расстройства до выздоровления и ремиссии не менее 6 месяцев без поддерживающей медикаментозной терапии; <sup>3</sup>
	5.5.2 Генерализованное тревожное расстройство до выздоровления и ремиссии не менее 6 месяцев без поддерживающей медикаментозной терапии; <sup>3</sup>
	5.5.3 Obsessивно-компульсивное расстройство до выздоровления и ремиссии не менее 6 месяцев без поддерживающей медикаментозной терапии; <sup>3</sup>
	5.5.4 Реакция на тяжелый стресс и нарушения адаптации до выздоровления и ремиссии не менее 6 месяцев без поддерживающей медикаментозной терапии; <sup>3</sup>
	5.5.5 Диссоциативные (конверсионные) расстройства до выздоровления и ремиссии не менее 6 месяцев без поддерживающей медикаментозной терапии; <sup>3</sup>
	5.5.6 Соматоформные расстройства до выздоровления и ремиссии не менее 6 месяцев без поддерживающей медикаментозной терапии; <sup>3</sup>
	5.5.7 Другие невротические расстройства, а также острые и транзиторные психотические расстройства до выздоровления и ремиссии не менее 6 месяцев без поддерживающей медикаментозной терапии. <sup>3</sup>
F50–F59	5.6. Поведенческие синдромы, связанные с физиологическими нарушениями и физическими факторами:
	5.6.1 Нервная анорексия до выздоровления и ремиссии не менее 1 года; <sup>3</sup>
	5.6.2 Нервная булимия до выздоровления и ремиссии не менее 1 года; <sup>3</sup>

	5.6.3 Расстройства сна неорганической природы (бессонница, гиперсомния, снохождение, ночные ужасы и кошмары). <sup>3</sup>
F60–F69	5.7. Расстройства личности и поведения в зрелом возрасте.
F70–F79	5.8. Умственная отсталость.
F80–F89	5.9. Расстройство психологического развития:
	5.9.1 Общие расстройства психологического развития:
	5.9.1.1 Детский аутизм;
	5.9.1.2 Атипичный аутизм;
	5.9.1.3 Синдром Ретта;
	5.9.1.4 Дезинтегрированное расстройство детского возраста;
	5.9.1.5 Гиперактивное расстройство, сочетающееся с умственной отсталостью и стереотипными движениями;
	5.9.1.6 Синдром Аспергера; <sup>3</sup>
F90–F99	5.10. Поведенческие и эмоциональные расстройства, начинающиеся обычно в детском и подростковом возрасте:
	5.10.1 Расстройства поведения:
	5.10.1.1 Несоциализированные расстройства поведения; <sup>3</sup>
	5.10.1.2 Социализированные расстройства поведения; <sup>3</sup>
	5.10.2 Смешанные расстройства поведения и эмоций; <sup>3</sup>
	5.10.3 Тики:
	5.10.3.1 Комбинированное голосовое и множественное двигательное тиковое расстройство (синдром де ла Туретта);
	5.10.3.2 Хронические моторные тики или вокализмы, другие тики; <sup>3</sup>
	5.10.4 Неорганический энурез;
	5.10.5 Неорганический энкопрез;
	5.10.6 Заикание (запинание), речь взхлеб; <sup>3</sup>
	5.10.7 Поедание несъедобного.

<b>G00–G99</b>	<b>6. КЛАСС VI. БОЛЕЗНИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ</b>
G00–G09	6.1. Воспалительные болезни центральной нервной системы:
	6.1.1 Первичные и вторичные менингиты, энцефалиты, миелиты, энцефаломиелиты, поражения нервной системы в остром периоде, при стойких, умеренных и значительно выраженных нарушениях функции нервной системы и прогрессирующем течении;
	6.1.2 Последствия воспалительных болезней нервной системы:
	6.1.2.1 Последствия воспалительных болезней нервной системы с умеренными и значительно выраженными нарушениями функций нервной системы;
	6.1.2.2 Последствия воспалительных болезней нервной системы при отсутствии или легком нарушении функций нервной системы, за исключением членов национальных и сборных команд. <sup>3</sup>
G10–G13	6.2. Системные атрофии, поражающие преимущественно нервную систему.
G20–G26	6.3. Экстрапирамидные и другие двигательные нарушения.
G35–G37	6.4. Демиелинизирующие болезни центральной нервной системы.
G40–G47	6.5. Эпизодические и пароксизмальные расстройства:
G40–G41	6.5.1 Эпилепсия и эпилептический статус;
G43–G44	6.5.2 Мигрень с частыми приступами с аурой более 3 раз в год и длящимися более 24 часов каждый приступ, за исключением членов национальных и сборных команд; <sup>3</sup>
G45	6.5.3 Преходящие транзиторные церебральные ишемические приступы (атаки) и родственные синдромы;
G50–G59	6.6. Поражения отдельных нервов, корешков и сплетений с нарушением функций, за исключением членов национальных и сборных команд. <sup>3</sup>

G60–G64	6.7. Полиневропатии и другие поражения периферической нервной системы, за исключением членов национальных и сборных команд. <sup>3</sup>
G70–G73	6.8. Болезни нервно-мышечного синапса и мышц.

G80–G83	6.9. Церебральный паралич и другие паралитические синдромы.
G90	6.10. Расстройства вегетативной нервной системы стойкие, умеренные или значительно выраженные.
G95	6.11. Другие болезни спинного мозга (сирингомиелия, миелопатия и другое).
R55	6.12. Обморок (синкопе) и коллапс. <sup>3</sup>
<b>H00–H59</b>	<b>7. КЛАСС VII. БОЛЕЗНИ ГЛАЗА И ЕГО ПРИДАТОЧНОГО АППАРАТА</b>
H00–H13	7.1. Болезни век, слезных путей, глазницы и конъюнктивы:
	7.1.1 Заворот век или рост ресниц по направлению к главному яблоку, выворот век, сращение век между собой или с глазным яблоком не менее 2 месяцев после оперативного лечения;
	7.1.2 Блефарит:
	7.1.2.1 Хронический простой блефарит с единичными чешуйками не менее 2 месяцев стойкой ремиссии;
	7.1.2.2 Хронический чешуйчатый или язвенный блефарит; <sup>3</sup>
	7.1.3 Трахома I–IV степени с изменением конъюнктивы и (или) рецидивирующим течением после проведенного лечения;
	7.1.4 Конъюнктивит:
	7.1.4.1 Острый конъюнктивит до выздоровления;
	7.1.4.2 Хронический конъюнктивит, не поддающийся лечению, с гипертрофией сосочков и значительной инфильтрацией подслизистой ткани; <sup>3</sup>
	7.1.5 Птериgium:
	7.1.5.1 Прогрессирующий, дошедший до края зрачка или поддерживающий катаральное воспаление конъюнктивы не менее 2 месяцев после оперативного лечения;

	7.1.5.2 Непрогрессирующий; <sup>3</sup>
	7.1.6 Рубцы конъюнктивы;
	7.1.7 Параличи, парезы мышечного аппарата век, глазницы;
	7.1.8 Остеопериоститы или тенониты глазницы с частыми обострениями, не поддающиеся или трудно поддающиеся лечению, с анатомическими изменениями век, конъюнктивы, глазницы, с
	нарушением функции или приводящие к снижению характеристик и комфортности зрения;
	7.1.9 Сужение слезных точек, их неприлегание к главному яблоку вследствие выворота века или расширения внутреннего угла глаза;
	7.1.10 Отсутствие нижней слезной точки на обоих глазах или на одном глазу с нарушением слезоотведения, за исключением отсутствия нижней слезной точки на одном глазу при нормальной функции верхней слезной точки и отсутствия «стояния слезы»;
	7.1.11 Сужение или расщепление слезного канальца, сужение слезно-носового канала;
	7.1.12 Воспаление слезного мешка;
	7.1.13 Нарушение слезоотделения;
	7.1.14 Болезни слезной железы;
	7.1.15 Последствия повреждения слезовыводящих путей с нарушением функции глаза;
	7.1.16 Хронические болезни слезных органов, с нарушением слезообразования или слезоотведения;
	7.1.17 Состояния после оперативного вмешательства по поводу заболеваний и (или) повреждений слезных путей не менее 2 месяцев после оперативного лечения.
Н15–Н22	7.2. Болезни склеры, роговицы, радужной оболочки, цилиарного тела:
	7.2.1 Склерит;
	7.2.2 Кератит;

	7.2.3 Иридоциклит;
	7.2.4 Рубцы и помутнения роговицы, приводящие к нарушению функции глаза;
	7.2.5 Заболевания склеры, роговицы, радужной оболочки, цилиарного тела, сопровождающиеся сужением поля зрения в любом меридиане более чем на 20 градусов;
	7.2.6 Состояния после оперативного вмешательства по поводу заболеваний, травм склеры, роговицы, радужной оболочки, цилиарного тела не менее 3 месяцев после оперативного лечения, за исключением членов национальных и сборных команд; <sup>3</sup>
	7.2.7 Состояния после кераторефракционных операций.
H25–H28	7.3. Болезни хрусталика:

	7.3.1 Катаракта, за исключением врожденной точечной, не влияющей на остроту зрения;
	7.3.2 Начальная возрастная катаракта с незначительным нарушением зрительных функций, за исключением членов национальных и сборных команд <sup>3</sup>
	7.3.3 Афакия, вывих и подвывих хрусталика;
	7.3.4 Помутнение хрусталика ограниченное, непрогрессирующее, за исключением членов национальных и сборных команд; <sup>3</sup>
	7.3.5 Состояния после оперативного вмешательства по поводу заболеваний хрусталика;
	7.3.6 Состояния после экстракции катаракты на одном глазу с имплантацией интраокулярной линзы, с двусторонней артификацией.
H30–H36	7.4. Болезни сосудистой оболочки и сетчатки:
	7.4.1 Дегенерация сетчатки и сосудистой оболочки глаза;
	7.4.2 Заболевания сетчатки и сосудистой оболочки глаза, сопровождающиеся сужением поля зрения в любом меридиане более чем на 20 градусов;



	7.4.3 Отслойка сосудистой оболочки глаза;
	7.4.4 Отслойка и разрыв сетчатки;
	7.4.5 Ретинопатия и ретинальные сосудистые изменения;
	7.4.6 Центральные и парацентральные скотомы;
	7.4.7 Абиотрофия сетчатки;
	7.4.8 Врожденные колобомы радужной и сосудистой оболочки;
	7.4.9 Пигментные ретиниты в любой стадии;
	7.4.10 Поликория;
	7.4.11 Периферические очаговые хориоретиниты не менее 2 месяцев после выздоровления, за исключением членов национальных и сборных команд; <sup>3</sup>
	7.4.12 Периферическая дистрофия сетчатки непрогрессирующая, за исключением членов национальных и сборных команд; <sup>3</sup>
	7.4.13 Состояния после оперативного и (или) лазерного лечения по поводу заболеваний сосудистой

	оболочки и сетчатки, за исключением членов национальных и сборных команд. <sup>3</sup>
Н40–Н42	7.5. Глаукома:
	7.5.1 Глаукома I–B стадии и выше;
	7.5.2 Глаукома I–A стадии открытоугольная, за исключением членов национальных и сборных команд; <sup>3</sup>
Н43–Н45	7.6. Болезни стекловидного тела и глазного яблока:
	7.6.1 Помутнение стекловидного тела;
	7.6.2 Эндофтальмиты;
	7.6.3 Состояния после проникающих ранений глазного яблока.
Н46–Н48	7.7. Болезни зрительного нерва и зрительных путей:
	7.7.1 Неврит зрительного нерва;
	7.7.2 Атрофия зрительного нерва;

	7.7.3 Заболевания зрительного нерва и зрительных путей, сопровождающиеся сужением поля зрения в любом меридиане более чем на 20 градусов;
	7.7.4 Изменения диска зрительного нерва с нарушением функции глаза;
	7.7.5 Макулодистрофия непрогрессирующая, за исключением членов национальных и сборных команд; <sup>3</sup>
	7.7.6 Состояния после оперативного вмешательства по поводу заболеваний зрительного нерва и зрительных путей;
H49–H52	7.8. Болезни мышц глаза, нарушения содружественного движения глаз, аккомодации и рефракции:
	7.8.1 Косоглазие паралитическое, содружественное и другие виды косоглазия более 15 градусов;
	7.8.2 Гетерохория со снижением допустимого угла фузионных резервов (не более 15 градусов по горизонтали и не более 10 градусов по вертикали); <sup>3</sup>
	7.8.3 Миопия любой степени без изменений на глазном дне <sup>4</sup> , за исключением членов национальных и сборных команд; <sup>3</sup>
	7.8.4 Миопия 1,25 диоптрии и более без изменений на глазном дне <sup>4</sup> для членов национальных и сборных команд;
	7.8.5 Миопия 3,25 диоптрии и более без изменений на глазном дне; <sup>5</sup>
	7.8.6 Миопия 5,0 диоптрии и более без изменений на глазном дне; <sup>6</sup>
	7.8.7 Миопия любой степени с изменениями на глазном дне;
	7.8.8 Гиперметропия более 4,0 диоптрии <sup>5</sup> , астигматизм любого вида более 4,0 диоптрии <sup>5</sup> , анизометропия более 3,0 диоптрии; <sup>5</sup>
	7.8.9 Гиперметропия более 6,0 диоптрии, астигматизм любого вида более 4,0 диоптрии;
H53–H54	7.9. Зрительные расстройства и слепота:

	7.9.1 Диплопия;
	7.9.2 Монокулярный характер зрения;
	7.9.3 Дефекты поля зрения и сужение поля зрения более чем на 20 градусов;
	7.9.4 Дихромазия и аномальная трихромазия типов А и В <sup>7</sup> для занятий автоспортом, мотоспортом, велоспортом, подводным плаванием, военно-техническими видами спорта;
	7.9.5 Ночная слепота:
	7.9.5.1 Ночная слепота, приобретенная до восстановления зрения и времени темновой адаптации;
	7.9.5.2 Ночная слепота при отсутствии эффекта от проводимого лечения и (или) с рецидивом заболевания после проведенного лечения, врожденная или неустановленная, за исключением членов национальных и сборных команд; <sup>3</sup>
	7.9.6 Паралич аккомодации;
	7.9.7 Снижение остроты зрения менее 0,3 на один или оба глаза без коррекции;
	7.9.8 Снижение остроты зрения менее 0,6 на один или оба глаза без коррекции; <sup>8</sup>
	7.10. Отдаленные последствия травм глаза, глазницы и придатков глаза. <sup>3</sup>
<b>H60–H95</b>	<b>8. КЛАСС VIII. БОЛЕЗНИ УША И СОСЦЕВИДНОГО ОТРОСТКА</b>
H60–H62	8.1. Болезни наружного уха. <sup>9</sup>
H65–H75	8.2. Болезни среднего уха и сосцевидного отростка:
H66	8.2.1 Гнойный и неуточненный средний отит:
H66.1	8.2.1.1 Хронический туботимпанальный гнойный средний отит при наличии патологии верхних дыхательных путей с нарушением функции носового дыхания, вентиляционной и дренажной функции слуховой трубы, за исключением членов национальных и сборных команд; <sup>3</sup>
H66.2	8.2.1.2 Хронический эпитимпано-антральный гнойный средний отит;

H72	8.2.2 Сухая перфорация барабанной перепонки; <sup>10</sup>
H74.0–H74.1	8.2.3 Адгезивная болезнь среднего уха (рубцовые изменения или очаги обызвествления, сращения в барабанной полости); <sup>3</sup>
	8.2.4 Хронические негнойные воспаления среднего уха с умеренными и выраженными нарушениями слуха и барофункции;
H80–H83	8.3. Болезни внутреннего уха:
	8.3.1 Отосклероз;
	8.3.2 Болезнь Меньера.
	8.4. Нарушение барофункции уха и околоносовых пазух, повышенная чувствительность к перепадам атмосферного давления:
	8.4.1 Стойкие, умеренные и (или) выраженные нарушения барофункции уха и околоносовых пазух, за исключением занятий отдельными видами спорта;
	8.4.2 Незначительные нарушения барофункции уха и околоносовых пазух, незначительно выраженная чувствительность к перепадам атмосферного давления. <sup>11</sup>
	8.5. Нарушения вестибулярной функции:
	8.5.1 Стойкие, умеренные и выраженные вестибулярно-вегетативные расстройства;
8.5.2 Невыраженные вестибулярно-вегетативные расстройства. <sup>12</sup>	
H90–H95	8.6. Другие болезни уха:
H90–H91	8.6.1 Потеря слуха:
	8.6.1.1 Стойкое понижение слуха на оба уха при повышении порогов слуха в области восприятия речевых частот до 20 дБ, на частоте 4000 Гц до 65 дБ и при восприятии шепотной речи на расстоянии от 2 до 3 м.

<b>I00–I99</b>	<b>9. КЛАСС IX. БОЛЕЗНИ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ</b>
I00–I02	9.1. Острая ревматическая лихорадка.
I05–I09	9.2. Хронические ревматические болезни сердца.

I10–I15	9.3. Болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением:
	9.3.1 Эссенциальная (первичная) гипертензия:
	9.3.1.1 Артериальная гипертензия I степени риск 1, за исключением членов национальных и сборных команд; <sup>3</sup>
	9.3.1.2 Артериальная гипертензия I степени риск 2–4, II и более степени;
	9.3.2 Вторичная артериальная гипертензия;
	9.3.3 Быстро прогрессирующая (злокачественная) форма артериальной гипертензии.
I20–I25	9.4. Ишемическая болезнь сердца.
I20–I28	9.5. Легочное сердце и нарушения легочного кровообращения.
I30–I52	9.6. Другие болезни сердца:
	9.6.1 Миокардит до снятия с диспансерного учета; <sup>3</sup>
	9.6.2 Острый перикардит, эндокардит:
	9.6.2.1 Острый перикардит, эндокардит среднетяжелая и тяжелая формы;
	9.6.2.2 Острый перикардит, эндокардит легкая форма до снятия с диспансерного учета; <sup>3</sup>
	9.6.3 Хронический констриктивный перикардит;
	9.6.4 Неревматические поражения митрального клапана:
	9.6.4.1 Пролапс митрального клапана I степени с регургитацией I степени при наличии кардиологических жалоб, нарушений ритма и проводимости сердца, семейных случаев внезапной смерти при пролапсе митрального клапана, предшествующих случаев эмболии, за исключением членов национальных и сборных команд; <sup>3</sup>
	9.6.4.2 Пролапс митрального клапана I степени с регургитацией II и более степени;
	9.6.4.3 Пролапс митрального клапана сердца II и более степени;
	9.6.4.4 Пролапс митрального клапана любой степени на фоне миксоматозной дегенерации створок;

	9.6.5 Неревматические поражения аортального клапана:
	9.6.5.1 Аортальная (клапанная) недостаточность с регургитацией I степени и выше;
	9.6.5.2 Аортальный (клапанный) стеноз;
I36	9.6.6 Неревматические поражения трехстворчатого клапана:
	9.6.6.1 Стеноз трехстворчатого клапана;
	9.6.6.2 Недостаточность трехстворчатого клапана с регургитацией II и более степени;
I37	9.6.7 Поражения клапана легочной артерии:
	9.6.7.1 Недостаточность клапана легочной артерии с регургитацией II и более степени;
	9.6.7.2 Стеноз клапана легочной артерии;
	9.6.8 Кардиомиопатии (дилатационная, гипертрофическая, рестриктивная, аритмогенная дисплазия правого желудочка), за исключением гипертрофии левого желудочка, обусловленной физическими нагрузками;
	9.6.9 Нарушения ритма и проводимости:
	9.6.9.1 Предсердно-желудочковая блокада I степени; <sup>3</sup>
	9.6.9.2 Предсердно-желудочковая блокада II степени:
	9.6.9.2.1 Блокада Мобитц I в ночное время, за исключением членов национальных и сборных команд; <sup>3</sup>
	9.6.9.2.2 Блокада Мобитц I в дневное время;
	9.6.9.2.3 Блокада Мобитц II;
	9.6.9.3 Предсердно-желудочковая блокада III степени;
	9.6.9.4 Полная блокада левой ножки пучка Гиса;
	9.6.9.5 Блокада передней ветви левой ножки пучка Гиса, за исключением членов национальных и сборных команд; <sup>3</sup>
	9.6.9.6 Блокада задней ветви левой ножки пучка Гиса;
	9.6.9.7 Полная блокада правой ножки;
	9.6.9.8 Двухпучковая блокада;
	9.6.9.9 Трехпучковая блокада;

9.6.9.10 Неспецифическая внутрижелудочковая блокада с интервалом QRS на ЭКГ покоя более 120 мс;
---

9.6.9.11 Синоаурикулярная блокада II степени тип II и тип I в дневное время;
9.6.9.12 Синоаурикулярная блокада II степени тип I в ночное время, за исключением членов национальных и сборных команд; <sup>3</sup>
9.6.9.13 Выявленные на электрокардиограмме или холтеровском мониторинговании вагозависимые феномены; <sup>3</sup>
9.6.9.14 Синусовая брадикардия:
9.6.9.14.1 Синусовая брадикардия в дневное время с частотой сердечных сокращений (далее – ЧСС) менее 60/мин для детей в возрасте до 12 лет; <sup>3</sup>
9.6.9.14.2 Выраженная синусовая брадикардия с ЧСС менее 40/мин в дневное время;
9.6.9.15 Феномены и синдромы предвозбуждения желудочков:
9.6.9.15.1 Феномен и синдром WPW, синдром LGL, синдром CLC с приступами пароксизмальной тахикардии не ранее 4 месяцев после успешной радиочастотной аблации дополнительных проводящих путей; <sup>3</sup>
9.6.9.15.2 Синдром LGL, синдром CLC без приступов пароксизмальной тахикардии; <sup>3</sup>
9.6.9.16 Синдром удлиненного интервала QTc более 450 мс;
9.6.9.17. ЭКГ – синдром Бругада;
9.6.9.18 Пароксизмальная тахикардия не менее 4 месяцев после успешной радиочастотной аблации дополнительных проводящих путей; <sup>3</sup>
9.6.9.19 Фибрилляция и трепетание предсердий, желудочков;

	9.6.9. Экстрасистолия: наджелудочковая (предсердная и из атриовентрикулярного соединения), желудочковая (ранняя, частая, политопная, полиморфная), аллоритмия;
	9.6.9.21 Синдром слабости синусового узла;
	9.6.9.22 Сердечная недостаточность;
	9.6.9.23 Осложнения и неточно обозначенные болезни сердца:
	9.6.9.23.1 Миокардиодистрофия вследствие физического перенапряжения, за исключением членов национальных и сборных команд. <sup>3</sup>

I60–I69	9.7. Цереброваскулярные болезни.
I70–I79	9.8. Болезни артерии, артериол и капилляров:
	9.8.1 Атеросклероз артерий конечностей;
	9.8.2 Облитерирующий эндоартериит;
	9.8.3 Аневризма и расслоение аорты;
	9.8.4 Аневризма артерии нижних и верхних конечностей;
	9.8.5 Другие болезни периферических сосудов;
	9.8.6 Эмболия и тромбозы аорты, артерий конечностей;
	9.8.7 Компрессии, сужения, некрозы, дисплазии сосудов;
	9.8.8 Болезни капилляров и наследственные телеангиоэктазии;
	9.8.9 Ангиотрофоневрозы II стадии с продолжительным болевым синдромом и при неэффективном лечении;
	9.8.10 Последствия реконструктивных операций на магистральных и периферических сосудах с нарушением кровообращения.
I80–I89	9.9. Болезни вен, лимфатических сосудов и лимфатических узлов:



	9.9.1 Болезни вен без недостаточности венозной недостаточностью I степени незначительными нарушениями функций, за исключением членов национальных и сборных команд; <sup>3</sup>
	9.9.2 Болезни вен с венозной недостаточностью II степени и более с нарушением функций;
	9.9.3 Геморрой не менее 3 месяцев после оперативного лечения;
	9.9.4 Варикозное расширение вен с диаметром более 10 мм в положении лежа на спине II степени не менее 3 месяцев после оперативного лечения;
	9.9.5 Лимфостаз I степени с незначительным нарушением функции, за исключением членов национальных и сборных команд; <sup>3</sup>
	9.9.6 Лимфостаз II и более степени.
I95	9.10. Артериальная гипотензия. <sup>3</sup>

<b>J00–J99</b>	<b>10. КЛАСС X. БОЛЕЗНИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ</b>
J10–J18	10.1. Грипп не менее 10 дней после выздоровления, грипп осложненный не менее 30 дней после выздоровления.
	10.2. Пневмония не менее 30 дней после выздоровления.
J20–J22	10.3. Другие острые респираторные инфекции нижних дыхательных путей:
	10.3.1 Острый бронхит не менее 14 дней после выздоровления;
	10.3.2 Острый бронхит не менее 6 месяцев после выздоровления; <sup>3</sup>
J30–J39	10.4. Другие болезни верхних дыхательных путей:
J32–J34	10.4.1 Хронический синусит:
	10.4.1.1 Хронический полипозный синусит при наличии дистрофии слизистой верхних дыхательных путей, хронический гнойный синусит с частыми обострениями, гипертрофическими или атрофическими изменениями слизистой оболочки носа и нарушением носового дыхания;

	10.4.1.2 Хронический синусит с редкими обострениями, в стадии ремиссии, полипозный синусит без выраженного изменения слизистой оболочки носа, негнойный синусит; <sup>3</sup>
	10.4.2 Киста синуса:
	10.4.2.1 Киста, кистозно-полипозные пристеночные изменения околоносовых пазух с нарушением функции;
	10.4.2.2 Киста, кистозно-полипозные пристеночные изменения околоносовых пазух без нарушения функции и клинических проявлений; <sup>3</sup>
	10.4.3 Озена;
J35	10.4.4 Хронический тонзиллит:
	10.4.4.1 Хронический декомпенсированный тонзиллит с наличием тонзиллогенной интоксикации и вовлечением в воспалительный процесс регионарных лимфоузлов;
J34–J35	10.4.5 Другие болезни носа и носовых синусов:
	10.4.5.1 Искривление носовой перегородки, аденоиды, гипертрофия носовых раковин, заболевания костных стенок придаточных пазух носа,

	дистрофии слизистой оболочки верхних дыхательных путей и другие заболевания, вызывающие нарушение дыхательной, речевой, глотательной, жевательной функций;
J40–J47	10.5. Хронические болезни нижних дыхательных путей:
	10.5.1 Хронический бронхит;
	10.5.2 Бронхиальная астма:
	10.5.2.1 Бронхиальная астма (легкое интермиттирующее и легкое персистирующее контролируемое течение); <sup>3</sup>
	10.5.2.2 Бронхиальная астма (средне-тяжелое частично контролируемое течение и тяжелое неконтролируемое течение);
	10.5.3 Бронхоэктатическая болезнь.
J80–J84	10.6. Другие респираторные болезни, поражающие

	главным образом интерстициальную ткань:
	10.6.1 Легочная эозинофилия, не классифицированная в других рубриках; <sup>3</sup>
	10.6.2 Другие интерстициальные легочные болезни;
J85–J86	10.7. Гнойные и некротические состояния, болезни плевры, другие болезни органов дыхания;
J90–J94	10.8. Другие болезни плевры:
	10.8.1 Пневмоторакс не менее 6 месяцев после выздоровления. <sup>3</sup>
J95–J99	10.9. Дыхательная недостаточность.
<b>K00–K93</b>	<b>11. КЛАСС XI. БОЛЕЗНИ ОРГАНОВ ПИЩЕВАРЕНИЯ</b>
K00–K14	11.1. Болезни полости рта, слюнных желез и челюстей:
K00–K01	11.1.1 Нарушения развития и прорезывания зубов:
	11.1.1.1 Отсутствие 5 и более зубов;
	11.1.1.2 Отсутствие 4 коренных зубов с одной стороны с нарушением функций;
K02–K06, K09–K14	11.1.2 Кариес зубов, другие болезни твердых тканей зубов, болезни пульпы и периапикальных тканей, десен и пародонта, слюнных желез, мягких тканей полости рта, болезни языка:
	11.1.2.1 Кариес 7 и более зубов, из них не менее 2 зубов с пульпитом и (или) периодонтитом;

	11.1.2.2 Пародонтит с глубиной пародонтального кармана 5 мм и более, резорбцией костной ткани лунки зуба на 2/3 длины корня, подвижностью зуба II–III степеней;
	11.1.2.3 Пародонтоз генерализованный тяжелой и средней степени;
	11.1.3 Стоматиты, гингивиты, хейлиты и другие заболевания слизистой полости рта, слюнных желез и языка до выздоровления;

	11.1.4 Челюстно-лицевые аномалии (включая аномалии прикуса), другие болезни и состояния зубов и их опорного аппарата, болезни челюстей:
	11.1.4.1 Аномалии прикуса II–III степеней;
	11.1.4.2 Дефекты нижней челюсти, не замещенные трансплантатами после хирургического лечения;
	11.1.4.3 Дефекты и деформации челюстно-лицевой области;
	11.1.4.4 Хронический остеомиелит челюстей с наличием секвестральных полостей;
	11.1.4.5 Анкилозы височно-нижнечелюстных суставов, контрактуры и ложные суставы нижней челюсти;
	11.1.4.6 Хронические воспалительные заболевания челюстей, височно-челюстных суставов с обострениями более 2 раз в год;
	11.1.4.7 Анкилозы височно-нижнечелюстных суставов, контрактуры и ложные суставы нижней челюсти.
K20–K31	11.2. Болезни пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки:
K20	11.2.1 Эзофагит язвенный;
K21	11.2.2 Гастроэзофагеальный рефлюкс III и более степени;
K22	11.2.3 Другие болезни пищевода:
	11.2.3.1 Ахалазия кардиальной части пищевода;
	11.2.3.2 Язва пищевода;
	11.2.3.3 Непроходимость пищевода;
	11.2.3.4 Дивертикул пищевода; <sup>3</sup>
K25	11.2.4 Язва желудка, за исключением членов национальных и сборных команд; <sup>3</sup>
K26	11.2.5 Язва двенадцатиперстной кишки, за исключением членов национальных и сборных команд; <sup>3</sup>
K29	11.2.6 Гастрит и дуоденит:

	11.2.6.1 Острый геморрагический гастрит;
	11.2.6.2 Хронический гастрит и хронический гастродуоденит с выраженными нарушениями функций и обострениями более 4 раз в год;
	11.2.6.3 Хронический гастродуоденит с выраженными нарушениями функций и обострениями более 4 раз в год;
K31	11.2.7 Другие болезни желудка и двенадцатиперстной кишки:
	11.2.7.1 Острое расширение желудка;
	11.2.7.2 Стриктура в виде песочных часов и стеноз желудка;
	11.2.7.3 Пилороспазм;
	11.2.7.4 Дивертикул желудка; <sup>3</sup>
	11.2.7.5 Свищи желудка и двенадцатиперстной кишки;
	11.2.7.6 Непроходимость двенадцатиперстной кишки;
K40–K46	11.3. Грыжи: паховая, бедренная, пупочная, передней брюшной стенки, диафрагмальная грыжа, за исключением грыж, не требующих оперативного лечения. <sup>3</sup>
K50–K52	11.4. Неинфекционный энтерит и колит:
	11.4.1 Болезнь Крона;
	11.4.2 Язвенный колит;
	11.4.3 Радиационный гастроэнтерит и колит.
K55–K63	11.5. Другие болезни кишечника:
	11.5.1 Дивертикулярная болезнь кишечника;
	11.5.2 Трещина и свищ области заднего прохода и прямой кишки;
	11.5.3 Выпадение прямой кишки;
	11.5.4 Язва заднего прохода и прямой кишки
	11.5.5 Язва кишечника;
	11.5.6 Другие болезни заднего прохода и прямой кишки;
K65–K67	11.6. Болезни брюшины:
	11.6.1 Спайки абдоминальные с проявлением кишечной непроходимости два и более раза.

K70–K77	11.7. Болезни печени, желчного пузыря, желчевыводящих путей и поджелудочной железы:
	11.7.1 Токсическое поражение печени;
	11.7.2 Гепатит;
	11.7.3 Желчнокаменная болезнь; <sup>3</sup>
	11.7.4 Холецистит; <sup>3</sup>
	11.7.5 Острый панкреатит;
	11.7.6 Другие хронические панкреатиты.
	11.8. Целиакия.
<b>L00–L99</b>	<b>12. КЛАСС XII. БОЛЕЗНИ КОЖИ И ПОДКОЖНОЙ КЛЕТЧАТКИ</b>
L00–L14	12.1. Инфекции кожи и подкожной клетчатки, буллезные нарушения:
	12.1.1 Распространенная форма;
	12.1.2 Ограниченная форма. <sup>3</sup>
L20–L30	12.2. Дерматит и экзема:
	12.2.1 Распространенная форма;
	12.2.2 Ограниченная форма. <sup>3</sup>
L40–L45	12.3. Папулосквамозные нарушения (распространенная форма).
L50–L54	12.4. Крапивница и эритема:
	12.4.1 Хроническая холинергическая крапивница, индуцированная физической нагрузкой.
L60–L75	12.5. Болезни придатков кожи:
	12.5.1 Угри тяжелая форма.
L80–L99	12.6. Другие болезни кожи и подкожной клетчатки (распространенная форма).
<b>M00–M99</b>	<b>13. КЛАСС XIII. БОЛЕЗНИ КОСТНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ И СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ</b>
M00–M03	13.1. Инфекционные артропатии:
	13.1.1 Инфекционные артропатии острые, хронические в период обострения, рецидивирующие более 2 раз в год;

	13.1.2 Инфекционные артропатии хронические с редкими обострениями без нарушения или с незначительными до 15 градусов ограничениями движения в суставах, за исключением членов национальных и сборных команд; <sup>3</sup>
	13.1.3 Реактивные артропатии, в том числе болезнь Рейтера.
M05–M14	13.2. Воспалительные полиартропатии:
	13.2.1 Серозный ревматоидный артрит;

	13.2.2 Юношеский (ювенильный) артрит;
	13.2.3 Анкилозирующий спондилоартрит (болезнь Бехтерева).
M15–M19	13.3. Артрозы.
	13.4. Артриты до снятия с диспансерного учета.
M20–M25	13.5. Другие поражения суставов:
	13.5.1 Наружное искривление большого пальца; <sup>3</sup>
	13.5.2 Другие деформации большого пальца стопы; <sup>3</sup>
	13.5.3 Другие деформации пальцев стопы; <sup>3</sup>
	13.5.4 Отсутствие, полное сведение или неподвижность двух пальцев одной кисти, большого или указательного пальца правой (левой) кисти, анкилоз кистевого сустава; <sup>13</sup>
	13.5.5 Ишемическая контрактура кисти;
	13.5.6 Плоская стопа (pesplanus) приобретенная I степени с явлениями артроза или II и более степени независимо от наличия явлений артроза, экзостозов, искривления стоп;
	13.5.7 Деформирующий артроз таранно-ладьевидного сочленения II и более стадии;
	13.5.8 Свисание стопы или кисти;
	13.5.9 Разная длина конечностей на 2 см и более; <sup>3</sup>
	13.5.10 Привычный вывих плечевого сустава более 2 раз в год; <sup>3</sup>
	13.5.11 Привычный вывих надколенника более 2 раз в год; <sup>3</sup>

	13.5.12 Хондромалиция надколенника с явлениями артроза пателлофemorального сочленения;
	13.5.13 Хроническая нестабильность коленного сустава, за исключением членов национальных и сборных команд; <sup>3</sup>
	13.5.14 Другие специфические поражения суставов;
	13.5.15 Застарелые вывихи в суставах;
	13.5.16 Посттравматические деформации стоп с болевым синдромом или нарушением статики.
M30–M36	13.6. Системные поражения соединительной ткани.
M40–M43	13.7. Деформирующие дорсопатии:
	13.7.1 Юношеский остеохондроз позвоночника (болезнь Кальве, болезнь Шейермана);

	13.7.2 Деформации позвоночника при сколиозе при основной дуге деформации 5–10 градусов; <sup>3</sup>
	13.7.3 Деформации позвоночника при сколиозе при основной дуге деформации более 10 градусов;
	13.7.4 Спондилолиз;
	13.7.5 Спондилолистез II и более степени и его осложнения;
M45–M49	13.8. Спондилопатии:
	13.8.1 Деформирующий спондилез шейного отдела позвоночника с нарушением функции любой степени;
	13.8.2 Распространенный остеохондроз позвоночника с поражением 2 и более отделов позвоночника;
	13.8.3 Остеохондроз позвоночника с поражением 2 и более межпозвонковых дисков с незначительным нарушением функции. <sup>3</sup>
M50–M54	13.9. Другие дорсопатии:
	13.9.1 Межпозвонковые грыжи с выраженными клиническими проявлениями;
	13.9.2 Множественные (четыре и более) грыжи Шморля, за исключением членов национальных и сборных команд. <sup>3</sup>
M60–M79	13.10. Болезни мягких тканей:
	13.10.1 Поражения мышц с нарушением функции;



	13.10.2 Поражения синовиальных оболочек и сухожилий с нарушением функции.
M80–M94	13.11. Остеопатии и хондропатии:
	13.11.1 Нарушения плотности и структуры костной ткани;
	13.11.2 Юношеский остеохондроз бедра и таза, другие юношеские остеохондрозы;
M86	13.11.3 Остеомиелит;
	13.11.4 Хондропатия Осгуда–Шляттера. <sup>3</sup>
<b>N00–N99</b>	<b>14. КЛАСС XIV. БОЛЕЗНИ МОЧЕПОЛОВОЙ СИСТЕМЫ</b>
N00–N08	14.1. Гломерулярные болезни почек:
N00	14.1.1 Острый нефритический синдром не менее 1 года после выздоровления; <sup>3</sup>
N01–N08	14.1.2 Хронический нефритический синдром.
N10–N16	14.2. Тубулоинтерстициальные болезни почек:
	14.2.1 Острый тубулоинтерстициальный нефрит не

	менее 1 года после выздоровления; <sup>3</sup>
	14.2.2 Хронический тубулоинтерстициальный нефрит, за исключением пиелонефрита;
	14.2.3 Хронический пиелонефрит:
	14.2.3.1 Хронический пиелонефрит с частыми обострениями, с выраженными нарушениями парциальных функций почек;
	14.2.3.2 Хронический пиелонефрит с редкими обострениями, без нарушения или с незначительным нарушением парциальных функций почек, за исключением членов национальных и сборных команд; <sup>3</sup>
	14.2.4 Гидронефроз.
N17–N19	14.3. Острая и хроническая почечная недостаточность.
N20–N23	14.4. Мочекаменная болезнь, за исключением членов национальных и сборных команд. <sup>3</sup>
N25–N29	14.5. Другие болезни почки и мочеточника:

	14.5.1 Односторонний или двусторонний нефроптоз I степени без нарушения функции почки, болевого синдрома и патологических изменений в моче; <sup>14</sup>
	14.5.2 Нефроптоз I степени с нарушением функции почек;
	14.5.3 Нефроптоз II–IV степеней;
N30–N39	14.6. Другие болезни мочевой системы:
	14.6.1 Хронический цистит, хронический уретрит, стриктура уретры; <sup>10</sup>
	14.6.2 Стойкая протеинурия;
	14.6.3 Ортостатическая протеинурия; <sup>3</sup>
	14.6.4 Нервно-мышечная дисфункция мочевого пузыря;
	14.6.5 Отсутствие одной почки без нарушения функции оставшейся почки;
N40–N51	14.7. Болезни мужских половых органов:
	14.7.1 Воспалительные заболевания мужских половых органов острые до выздоровления;
	14.7.2 Хронические воспалительные заболевания мужских половых органов с обострениями более 3 раз в год;
	14.7.3 Простатит и другие заболевания предстательной железы; <sup>3</sup>
	14.7.4 Гидроцеле и сперматоцеле;
	14.7.5 Отсутствие одного яичка.
N70–N77	14.8. Воспалительные болезни женских тазовых органов до выздоровления.
N80–N99	14.9. Невоспалительные болезни женских половых органов. <sup>3</sup>
<b>O00–O99</b>	<b>15. КЛАСС XV. БЕРЕМЕННОСТЬ И РОДЫ</b>
	15.1. Беременность.
	15.2. Послеродовый период не менее 6 месяцев.
	15.3. Состояния после прерывания беременности (аборта) не менее 20 дней.
<b>Q00–Q99</b>	<b>16. КЛАСС XVII. ВРОЖДЕННЫЕ ПОРОКИ РАЗВИТИЯ ОРГАНОВ И СИСТЕМ</b>

Q00–Q07	16.1. Врожденные аномалии (пороки развития) нервной системы.
Q10–Q18	16.2. Врожденные аномалии (пороки развития) глаза, уха, лица и шеи с нарушением функций.
Q20–Q28	16.3. Врожденные аномалии (пороки развития) системы кровообращения: 16.3.1 Врожденные аномалии (пороки развития) сердечных камер и соединений с нарушением функции; 16.3.2 Врожденные аномалии (пороки развития) сердечной перегородки: 16.3.2.1 Гиперкинетичная межпредсердная перегородка более 5 мм; 16.3.2.2 Открытое овальное окно более 5 мм; 16.3.3 Врожденные аномалии (пороки развития) легочного и трехстворчатого клапанов с нарушением функции; 16.3.4 Врожденные аномалии (пороки развития) аортального и митрального клапанов с нарушением функции; 16.3.5 Двустворчатый аортальный клапан с нарушением функции; 16.3.6 Малые аномалии сердца: избыточная трабекулярность желудочков, аномальное крепление створочных хорд, аномалии папиллярных мышц и другое или их сочетания, изменяющие геометрию полости левого (правого) желудочка и сопровождающиеся диастолической дисфункцией
	желудочка и (или) нарушениями ритма и проводимости сердца; 16.3.7 Состояния после хирургических вмешательств на сердце и сосудах до снятия с диспансерного учета; <sup>3</sup> 16.3.8 Наличие сердечных и сосудистых имплантатов и трансплантатов;
Q30–Q34	16.4. Врожденные аномалии (пороки развития) органов дыхания с дыхательной недостаточностью

	любой степени.
Q50–Q64	16.5. Врожденные аномалии (пороки развития) половых органов и мочевой системы: 16.5.1 Неопущение, отсутствие и аплазия яичка; 16.5.2 Гипоспадия (мошоночная, промежностная, стволовая); 16.5.3 Агенезия и другие редукционные дефекты почки; 16.5.4 Поликистоз, дисплазии, удвоение почек и их элементов, подковообразная почка, аномалии мочеточников или мочевого пузыря с нарушением функции почек любой степени; 16.5.5 Дистопия почки (тазовая – независимо от состояния функции почки, поясничная – при нарушении выделительной функции почки любой степени); 16.5.6 Врожденные аномалии почек, аномалии мочеточников или мочевого пузыря. <sup>3</sup>
Q65–Q79	16.6. Врожденные аномалии (пороки развития) и деформации костно-мышечной системы: 16.6.1 Дефекты, укорачивающие верхнюю конечность; 16.6.2 Дефекты, укорачивающие нижнюю конечность; 16.6.3 Дефекты, укорачивающие конечность неуточненную; 16.6.4 Другие врожденные аномалии (пороки развития) конечности(ей); 16.6.5 Варусная деформация шейки бедра; <sup>3</sup> 16.6.6 Х-образное искривление ног при расстоянии между внутренними лодыжками голеней более 9 см; 16.6.7 О-образное искривление ног при расстоянии между выступами внутренних мыщелков бедренных костей более 9 см;
	16.6.8 Деформация таза с ограничением движений в тазобедренных суставах;

	16.6.9 Остеохондродисплазия с дефектами трубчатых костей и позвоночника;
	16.6.10 Другие остеохондродисплазии;
	16.6.11 Врожденная плоская стопа (pesplanus) приобретенная I степени с явлениями артроза или II и более степени независимо от наличия явлений артроза, экзостозов, искривления стоп;
	16.6.12 Врожденные аномалии (пороки развития) позвоночника и костей грудной клетки:
	16.6.12.1 Врожденные пороки развития позвоночника, сопровождающиеся развитием деформаций (кифозы, сколиозы и другое);
	16.6.12.2 Spinabifidaoculta; <sup>3</sup>
	16.6.12.3 Синдром Клиппеля–Фейля;
	16.6.12.4 Врожденный спондилолистез;
	16.6.12.5 Шейное ребро, другие врожденные аномалии ребер; <sup>3</sup>
	16.6.12.6 Врожденная аномалия грудины; <sup>3</sup>
	16.6.12.7 Другие врожденные аномалии костей грудной клетки. <sup>3</sup>
	16.7. Наследственные кератодермии ладоней, нарушающие функцию кистей, а также подошв, затрудняющие ходьбу и ношение стандартной обуви.
	16.8. Синдром Марфана и марфаноподобные синдромы.
	16.9. Другие врожденные аномалии (пороки развития) различных органов и систем с нарушением функции органов и систем.
<b>S00–T98</b>	<b>17. КЛАСС XIX. ТРАВМЫ, ОТРАВЛЕНИЯ И НЕКОТОРЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ</b> <b>3</b> <b>ВНЕШНИХ ПРИЧИН</b>

## ГЛАВА 2

### МЕДИЦИНСКИЕ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ОТДЕЛЬНЫМИ ВИДАМИ СПОРТА<sup>1</sup>

<p><b>Рубрики Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем, десятого 2 пересмотра</b></p>	<p><b>Заболевания и другие медицинские противопоказания к занятиям видом (видами) спорта</b></p>
<p><b>A00–B99</b></p>	<p><b>1. КЛАСС I. НЕКОТОРЫЕ ИНФЕКЦИОННЫЕ И ПАРАЗИТАРНЫЕ БОЛЕЗНИ</b> 1.1. Инфекционные и паразитарные заболевания до выздоровления или стойкой ремиссии.</p>
<p><b>C00–D48</b></p>	<p><b>2. КЛАСС II. НОВООБРАЗОВАНИЯ</b> 2.1. Новообразования до окончания радикального лечения и стойкой клинико-лабораторной ремиссии.<sup>3</sup></p>
<p><b>D50–D89</b></p>	<p><b>3. КЛАСС III. БОЛЕЗНИ КРОВИ И КРОВЕТВОРНЫХ ОРГАНОВ И ОТДЕЛЬНЫЕ НАРУШЕНИЯ, ВОВЛЕКАЮЩИЕ ИММУННЫЙ МЕХАНИЗМ</b> 3.1. Заболевания крови и кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм, до выздоровления или стойкой ремиссии.<sup>3</sup></p>
<p><b>E00–E90</b></p>	<p><b>4. КЛАСС IV. БОЛЕЗНИ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ, РАССТРОЙСТВА ПИТАНИЯ И НАРУШЕНИЯ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ</b> 4.1. Заболевания щитовидной железы с умеренными и выраженными нарушениями функции в состоянии клинико-метаболической декомпенсации.<sup>3</sup> 4.2. Сахарный диабет в состоянии клиникометаболической декомпенсации.<sup>3</sup> 4.3. Заболевания гипофиза, надпочечников, паращитовидных и половых желез с умеренными или выраженными нарушениями функции в состоянии клинико-метаболической субкомпенсации или декомпенсации.<sup>3</sup></p>

	4.4. Состояния после медицинских процедур на эндокринных железах (оперативное лечение, лучевая терапия и другое) в состоянии клиникометаболической субкомпенсации или декомпенсации, нуждающиеся в медикаментозной терапии. <sup>3</sup>
	4.5. Экзогенно-конституциональное ожирение III–IV степеней. <sup>3</sup>
<b>F00–F99</b>	<b>5. КЛАСС V. ПСИХИЧЕСКИЕ РАССТРОЙСТВА И РАССТРОЙСТВА ПОВЕДЕНИЯ</b>
F00–F09	5.1. Органические, включая симптоматические, психические расстройства. <sup>3</sup>
F10–F19	5.2. Психические расстройства и расстройства поведения, связанные с употреблением психоактивных веществ. <sup>3</sup>
F30–F39	5.3. Расстройства настроения: 5.3.1 биполярное аффективное расстройство; <sup>3</sup> 5.3.2 депрессивное и маниакальное расстройства; <sup>3</sup>
	5.4. Расстройства личности: 5.4.1 специфические расстройства личности; <sup>3</sup> 5.4.2 смешанные и другие расстройства личности. <sup>3</sup>
F70–F79	5.5. Умственная отсталость.
F80–F89	5.6. Расстройство психологического развития: 5.6.1 общие расстройства психологического развития: 5.6.1.1 детский аутизм; 5.6.1.2 атипичный аутизм; 5.6.1.3 синдром Ретта; 5.6.1.4 дезинтегрированное расстройство детского возраста; <sup>3</sup> 5.6.1.5 синдром Аспергера. <sup>3</sup>
F90–F99	5.7. Эмоциональные расстройства и расстройства поведения, начинающиеся обычно в детском и подростковом возрасте: 5.7.1 социализированные, несоциализированные расстройства поведения; <sup>3</sup> 5.7.2 смешанные расстройства поведения и эмоций; <sup>3</sup>

	5.7.3 тики:
	5.7.3.1 комбинирование вокализмов и множественных моторных тиков (синдром де ла Туретта);
	5.7.3.2 хронические моторные тики или вокализмы; <sup>3</sup>
	5.7.4 другие эмоциональные расстройства и расстройства поведения, начинающиеся обычно в детском и подростковом возрасте <sup>3</sup> :
	5.7.4.1 энурез неорганической природы;
	5.7.4.2 энкопрез неорганической природы.
<b>G00–G99</b>	<b>6. КЛАСС VI. БОЛЕЗНИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ</b>
	6.1. Мигрень. <sup>3</sup>
	6.2. Расстройства вегетативной нервной системы стойкие, умеренные или значительно выраженные при отсутствии других заболеваний с проявлениями вегетососудистой неустойчивости. <sup>3</sup>
<b>H00–H59</b>	<b>7. КЛАСС VII. БОЛЕЗНИ ГЛАЗА И ЕГО ПРИДАТОЧНОГО АППАРАТА</b>
	7.1. Параличи, парезы мышечного аппарата век, глазницы. <sup>3</sup>
	7.2. Монокулярный характер зрения. <sup>15</sup>
	7.3. Дефекты поля зрения и сужение поля зрения более чем на 20 градусов. <sup>15</sup>
<b>H60–H95</b>	<b>8. КЛАСС VIII. БОЛЕЗНИ УША И СОСЦЕВИДНОГО ОТРОСТКА</b>
	8.1. Стойкое понижение слуха на оба уха при повышении порогов слуха в области восприятия речевых частот до 20 дБ, на частоте 4000 Гц до 65 дБ и при восприятии шепотной речи на расстоянии от 2 до 3 м. <sup>3</sup>
<b>I00–I99</b>	<b>9. КЛАСС IX. БОЛЕЗНИ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ</b>
I00–I02	9.1. Острая ревматическая лихорадка.
I05–I09	9.2. Хронические ревматические болезни сердца. <sup>3</sup>
I10–I15	9.3. Болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением:



	9.3.1. артериальная гипертензия I степени риск 2–4, II и более степени; <sup>3</sup>
	9.3.2. вторичная артериальная гипертензия; <sup>3</sup>
	9.3.3. быстро прогрессирующая (злокачественная) форма артериальной гипертензии. <sup>3</sup>
I20–I25	9.4. Ишемическая болезнь сердца. <sup>3</sup>

I20–I28	9.5. Легочное сердце и нарушения легочного кровообращения. <sup>3</sup>
I30–I52	9.6. Другие болезни сердца:
	9.6.1 миокардит; <sup>3</sup>
	9.6.2 острый перикардит, эндокардит средне-тяжелая и тяжелая формы; <sup>3</sup>
	9.6.3 хронический констриктивный перикардит; <sup>3</sup>
	9.6.4 кардиомиопатии (дилатационная, гипертрофическая, рестриктивная, аритмогенная дисплазия правого желудочка); <sup>3</sup>
	9.6.5 нарушения ритма и проводимости:
	9.6.5.1 предсердно-желудочковая блокада I степени; <sup>3</sup>
	9.6.5.2 предсердно-желудочковая блокада II степени:
	9.6.5.2.1 блокада Мобитц I в дневное время;
	9.6.5.2.2 блокада Мобитц II;
	9.6.5.3 предсердно-желудочковая блокада III степени;
	9.6.5.4 полная блокада левой ножки пучка Гиса <sup>3</sup>
	9.6.5.5 блокада передней ветви левой ножки пучка Гиса, за исключением членов национальных и сборных команд; <sup>3</sup>
	9.6.5.6 блокада задней ветви левой ножки пучка Гиса;
9.6.5.7 полная блокада правой ножки;	
9.6.5.8 двухпучковая блокада;	
9.6.5.9 трехпучковая блокада;	
9.6.5.10. неспецифическая внутрижелудочковая блокада с интервалом QRS на ЭКГ покоя более 120	

мс;
9.6.5.11 синоаурикулярная блокада II степени тип I в ночное время, за исключением членов национальных и сборных команд; <sup>3</sup>
9.6.5.12 выявленные на электрокардиограмме или холтеровском мониторинговании вагозависимые феномены; <sup>3</sup>
9.6.5.13. синусовая брадикардия:
9.6.5.13.1 синусовая брадикардия в дневное время с частотой сердечных сокращений (далее – ЧСС) менее 60/мин для детей в возрасте до 12 лет; <sup>3</sup>
9.6.5.13.2 выраженная синусовая брадикардия с ЧСС менее 40/мин в дневное время;

9.6.5.14. феномены и синдромы предвозбуждения желудочков:
9.6.5.14.1 феномен и синдром WPW, синдром LGL, синдром CLC с приступами пароксизмальной тахикардии не ранее 4 месяцев после успешной радиочастотной аблации дополнительных проводящих путей; <sup>3</sup>
9.6.5.14.2 синдром LGL, синдром CLC без приступов пароксизмальной тахикардии; <sup>3</sup>
9.6.5.15 синдром удлиненного интервала QTc более 450 мс;
9.6.5.16 ЭКГ – синдром Бругада;
9.6.5.17 пароксизмальная тахикардия не менее 4 месяцев после успешной радиочастотной аблации дополнительных проводящих путей; <sup>3</sup>
9.6.5.18 фибрилляция и трепетание предсердий, желудочков;
9.6.5.19 экстрасистолия: наджелудочковая (предсердная и из атриовентрикулярного соединения), желудочковая (ранняя, частая, полиморфная), аллоритмия;
9.6.5.20 синдром слабости синусового узла;

	9.6.5.21 сердечная недостаточность;
I60–I69	9.7. Цереброваскулярные болезни.
I70–I79	9.8. Болезни артерии, артериол и капилляров:
	9.8.1 аневризма и расслоение аорты;
	9.8.2 аневризма артерии нижних и верхних конечностей;
	9.8.3 эмболия и тромбозы аорты, артерий конечностей;
	9.8.4 компрессии, сужения, некрозы, дисплазии сосудов;
	9.8.5 ангиотрофоневрозы II стадии с продолжительным болевым синдромом и при неэффективном лечении;
	9.8.6 последствия реконструктивных операций на магистральных и периферических сосудах с нарушением кровообращения;
I80–I89	9.9. Болезни вен, лимфатических сосудов и лимфатических узлов:
	9.9.1 болезни вен с венозной недостаточностью II и более степени и нарушением функций;
	9.9.2 лимфостаз II и более степени. <sup>3</sup>
I95	9.10. Артериальная гипотензия. <sup>3</sup>
<b>J00–J99</b>	<b>10. КЛАСС X. БОЛЕЗНИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ</b>
	10.1. Бронхиальная астма средне-тяжелое частично контролируемое течение и тяжелое неконтролируемое течение. <sup>3</sup>
M00–M99	<b>11. КЛАСС XIII. БОЛЕЗНИ КОСТНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ И СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ</b>
	11.1. Остеомиелит не ранее чем через 1 год после выздоровления. <sup>3</sup>
N00–N99	<b>12. КЛАСС XIV. БОЛЕЗНИ МОЧЕПОЛОВОЙ СИСТЕМЫ</b>
	12.1. Острая и хроническая почечная недостаточность. <sup>3</sup>
	12.2. Мочекаменная болезнь. <sup>16</sup>

- <sup>1</sup> Отдельные виды спорта: шашки и шахматы, авиамodelьный спорт, автомodelьный спорт, бильярдный спорт, боулинг, гольф, городoшный спорт, дартс, киберспорт, кинологический спорт, радиоспорт, ракетомodelьный спорт, рыболовный спорт, служeбное собаководство, спортивный бридж, спортивный покер, судомodelьный спорт.
- <sup>2</sup> Названия заболеваний даны в соответствии с Международной статистической классификацией болезней и проблем, связанных со здоровьем, десятого пересмотра, принятой в 1989 году 43-й сессией Всемирной ассамблеи здравоохранения.
- <sup>3</sup> Решается врачебно-консультативной комиссией государственной организации здравоохранения с участием профильного врача-специалиста по заболеванию.
- <sup>4</sup> Для занятий боксом, борьбой, единоборствами, прыжками в воду, тяжелой атлетикой, спортивной гимнастикой, акробатикой, бейсболом, военно-техническими видами спорта, прыжками с трамплина, прыжками на батуте, фристайлом, автоспортом, мотоспортом, лыжным двоеборьем.
- <sup>5</sup> За исключением занятий конным спортом, ездовым спортом, практической стрельбой, стрельбой из лука, стрельбой из арбалета, пулевой стрельбой, фехтованием.
- <sup>6</sup> Для занятий конным спортом, ездовым спортом, практической стрельбой, стрельбой из лука, стрельбой из арбалета, пулевой стрельбой, фехтованием.
- <sup>7</sup> Для занятий автоспортом, мотоспортом, велоспортом, подводным плаванием, военно-техническими видами спорта.
- <sup>8</sup> Для занятий боксом, фристайлом, тяжелой атлетикой, борьбой, единоборствами, акробатикой, прыжками на батуте, прыжками с трамплина, прыжками в воду, спортивной гимнастикой, горнолыжным спортом, лыжным двоеборьем, автоспортом, мотоспортом, военно-техническими видами спорта.
- <sup>9</sup> Для занятий водными видами спорта, зимними видами.
- <sup>10</sup> Для занятий водными видами спорта, зимними видами спорта, велоспортом (шоссе).
- <sup>11</sup> Для занятий парашютным спортом, всеми видами плавания и ныряния.
- <sup>12</sup> Для занятий в сложнокоординационных видах спорта.

- <sup>13</sup> Для занятий видами спорта, при которых необходима значительная вовлеченность кисти в спортивные нагрузки.
- <sup>14</sup> Для занятий водными видами спорта, зимними видами спорта, велоспортом (шоссе), силовыми видами спорта, видами спорта, связанными со статической нагрузкой, решается врачебноконсультативной комиссией государственной организации здравоохранения с участием профильного врача-специалиста.
- <sup>15</sup> За исключением занятий радиоспортом, ракетомodelьным спортом, авиамodelьным спортом, автомodelьным спортом, рыболовным спортом, служебным собаководством, спортивным бриджем, спортивным покером, судомodelьным спортом, боулингом.
- <sup>16</sup> За исключением занятий шашками, шахматами, авиамodelьным спортом, автомodelьным спортом, судомodelьным спортом, спортивным бриджем, спортивным покером.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Информационная модель формирования соматического статуса в ходе спортивной деятельности.
2. Каковы модели спортивной специализации и факторы деятельности, оказывающие доминирующее влияние на формирование соматических показателей спортсменов в различных зонах относительной физиологической мощности?
3. Какие доминирующие факторы оказывают влияние на формирование соматического статуса спортсменов?
4. Детерминанты спортивной деятельности.
5. Классификация зон относительной физиологической мощности.
6. Позы спортсменов, характерные для соревновательной и тренировочной деятельности.
7. Каков акцентирующий характер локомоций и нагрузка на звенья опорно-двигательного аппарата?
8. Что является целью спортивной деятельности?
9. Что такое спортивный отбор, по мнению ряда авторов?
10. Что такое спортивная ориентация?
11. Классификация отбора.
12. Этапы спортивного отбора, по мнению многих авторов.
13. Связь спортивного отбора с этапами многолетней подготовки.

14. Охарактеризовать в наиболее общем виде задачи и критерии каждого этапа многолетней подготовки.
15. В чем обусловлена эффективность спортивного отбора?
16. Основные положения проблемы спортивного отбора.
17. Основные принципы предрасположенности к занятиям греблей при выборе показателей (тестов).
18. Каков наиболее благоприятный возраст для начала систематических занятий греблей на байдарках и каноэ?
19. Генетические детерминанты морфофункциональных особенностей.
20. Генетические данные по наследуемости показателей телосложения.
21. Наследуемость основных морфофункциональных признаков.
22. Наследуемость основных двигательных качеств.
23. Наследуемость и семейное сходство в отношении функциональных показателей.
24. Сенситивные периоды в развитии двигательных способностей.
25. Показатели предрасположенности и одаренности в спортивной гребле.
26. Генетические данные наследуемости психологических показателей.
27. Выдающиеся спортивные семьи.
28. Периодизация роста и развития спортсменов.
29. Что такое биологический возраст?
30. Биологическая зрелость (половое созревание).
31. Как осуществляется контроль за биологической зрелостью?
32. Как определяется биологический возраст?
33. Схема оценки биологического возраста у юношей и девушек.
34. Стадии созревания вторичных половых признаков от пубертатного до постпубертатного созревания.
35. Роль биологического возраста на спортивный результат в гребле на байдарках и каноэ.
36. Последовательность появления половых признаков у мальчиков и девочек.
37. Свойства мужских и женских половых гормонов и их роль в развитии организма.
38. Типы развития (акцелерированный, нормальный, ретардированный) и их роль в процессе спортивной подготовки гребцов.
39. Какова взаимосвязь показателей телосложения с квалификацией гребцов на байдарках и каноэ?
40. Методика регистрации физиологических показателей ЧСС в покое, во время и после физической нагрузки.

41. Методика регистрации физиологических показателей АД в покое, во время и после физической нагрузки.
42. Как определяется систолический и минутный объем крови в покое, во время и после физической нагрузки?
43. Как определяется адаптационный потенциал в состоянии покоя?
44. Как определяется коэффициент восстановления пульса (КВП)?
45. Физиологическая характеристика работы статического характера, динамической работы максимальной, субмаксимальной, умеренной и переменной мощности.
46. В каком режиме мышечных сокращений совершается работа статического и динамического характера?
47. При какой мощности работы происходят максимальные изменения физиологических показателей?
48. При каких условиях совершается работа в аэробном и анаэробном режимах?
49. Источники и способы получения энергии организмом при выполнении работы максимальной и субмаксимальной мощности.
50. Прямые и косвенные показатели физической работоспособности.
51. Динамика физической работоспособности.
52. Какова максимальная величина кислородного долга у спортсменов и лиц, не занимающихся регулярными физическими упражнениями?
53. Чем лимитируются анаэробные возможности организма?
54. Дайте определение понятия «кислородный долг».
55. Какие физические качества развивают анаэробную мощность и анаэробную емкость?
56. Каких предельных величин может достигать содержание лактата в крови у высококвалифицированных спортсменов и лиц, не занимающихся регулярными физическими упражнениями?
57. Дайте определение понятия «общая физическая работоспособность организма».
58. Методы оценки общей работоспособности (PWC170, Гарвардский степ-тест).
59. Какие показатели определяют состояние тренированности?
60. Какова общая закономерность функционирования тренированного организма в состоянии покоя?
61. Может ли частота сердечных сокращений в покое служить показателем тренированности?
62. Какую физическую работу можно считать стандартной?

63. Можно ли определить степень тренированности спортсмена по реакции на стандартную нагрузку?
64. С какой целью применяются предельные нагрузки?
65. Каково физиологическое значение повышающихся нагрузок для становления тренированности?
66. Как определить, сколько времени может работать спортсмен на уровне своего максимального потребления кислорода?
67. Как изменяется легочная вентиляция при предельной работе в процессе тренировки?
68. Почему максимальное потребление кислорода является интегральным показателем тренированности?
69. Как влияет спортивная деятельность на аэробную производительность?
70. Наследственное влияние на морфофункциональные особенности и физические качества.
71. Физиологические механизмы развития силы.
72. Физиологические механизмы развития быстроты
73. Физиологические механизмы развития выносливости
74. Двигательный навык как сложный комплекс условных двигательных рефлексов.
75. Физиологические механизмы и закономерности формирования двигательного навыка.
76. Эффекты тренировки, пороговые тренирующие нагрузки.
77. Специфичность и обратимость тренировочных эффектов, тренируемость.
78. Физиологические изменения в организме при гребле.
79. Морфофункциональные особенности женского организма.
80. Изменение функций женского организма в процессе тренировок.
81. Возрастные особенности и динамика состояния организма при спортивной деятельности.

### **Лабораторная работа 1.**

#### **Определение ЧСС в покое во время и после физической нагрузки у спортсменов**

*Цель:* усвоить навыки подсчета ЧСС и познакомиться с методами оценки интенсивности нагрузки, физической работоспособности и функционального состояния организма спортсменов.



*Материалы и оборудование:* для определения ЧСС необходим секундомер. При подсчете ЧСС могут использоваться инструментальные методы (пульсотаксметрия, электрокардиография, сейсмокардиография, фонокардиография и т.д.).

*Методика определения ЧСС:* ЧСС измеряется при прощупывании (пальпации) височной, лучевой, бедренной артерий, по сердечному толчку, а также при аускультации (выслушивании) сердца. Наиболее хорошо прощупывается пульс на лучевой артерии на левой руке в положении сидя. Для этого накладывают 2–3 пальца правой руки на область запястья. ЧСС подсчитывается по 10-секундным отрезкам 2–3 раза подряд. При недостаточном навыке ЧСС определяют за 30 секунд.

Средние количественные показатели ЧСС в покое у здоровых нетренированных людей 60–80 уд/мин; у спортсменов 40–60 уд/мин.

Повышение ЧСС свыше 80 уд/мин., называется *тахикардией* (от лат. tachys – быстрый и cardia – сердце), а замедление (реже 60 уд/мин) – *брадикардией* (от лат. brady – медленный).

Во время небольших нагрузок и после них ЧСС составляет 110–130 уд/мин; во время средних нагрузок и после них ЧСС составляет 130–160 уд/мин; во время больших нагрузок и после них ЧСС составляет 160–190 уд/мин.

#### *Ход работы*

В качестве нагрузки предлагается выполнить 30 приседаний за 30 с (т.е. одно приседание за 1 с). Нагрузка выполняется с полной амплитудой движений: приседая, испытуемые выносят руки вперед перед грудью, спина прямая; и.п. встать, ноги выпрямлены в тазобедренных и коленных суставах, руки вдоль туловища.

Из числа студентов выбирают испытуемых. Остальные студенты в состоянии покоя ведут подсчет ЧСС, контролируют выполнение нагрузки, фиксируют данные в таблице 1:

- а) определение ЧСС до нагрузки за 15 с;
- б) выполнение нагрузки (30 приседаний за 30 с);
- в) определение ЧСС за 15 с (стоя) в начале 1-й минуты восстановительного периода;
- г) определение ЧСС за 15 с (стоя) в начале 2-й минуты восстановительного периода;
- д) определение ЧСС за 15 с (стоя) в начале 5-й минуты восстановительного периода.

Таблица 1. – Показатели ЧСС в различных условиях

Ф.И.О. испытуемого	Покой	Восстановительный период, мин				
		1	2	3	4	5

Расчет индекса Руфье (IR) по формуле:

$$IR = (P_1 + P_2 + P_3 - 200) / 10,$$

где  $P_1$  – ЧСС до нагрузки за 1 мин;

$P_2$  – ЧСС за 1 мин на 1 мин восстановительного периода;  $P_3$

– ЧСС за 1 мин на 2 мин восстановительного периода.

*Оценочные данные:*

– атлетическое сердце: меньше 0 – у мастеров спорта международного класса;

– очень хорошее: (0–5);

– хорошее: (6–10); – средней степени (11–15);  
(недостаточность сердца по отношению к нагрузке).

– недостаточность сильной степени (16–20).

Определение величины, на которую произошло учащение ЧСС (в числах и в процентах):

*Оценочные данные:* реакция на пробу хорошая, если ЧСС на 1 мин восстановительного периода участилась на 30–80% по сравнению с данными покоя. Учащение ЧСС ниже или выше этих цифр свидетельствует о неудовлетворительной реакции на пробу.

Определение времени восстановления ЧСС после нагрузки до исходной величины.

*Оценочные данные:* в норме восстановление ЧСС после нагрузки до исходной величины не должно превышать 5 минут.

О приспособлении испытуемых к нагрузке судят по реакции восстановления ЧСС за 3 минуты. Для этого рассчитывают коэффициент восстановления пульса (КВП) по формуле:  $КВП = ЧСС$   
(через 3 мин после нагрузки) / ЧСС (на 1 мин отдыха) ×

× 100% Чем меньше КВП, тем

лучше скорость восстановления ЧСС.

На основании полученных данных делается вывод.

## Лабораторная работа 2.

## **Измерение артериального давления, определение систолического и минутного объемов крови расчетным методом**

*Цель:* усвоить навыки измерения артериального давления в покое и после нагрузки по методу Короткова, а также изучить влияние физической нагрузки на величину артериального давления и ЧСС.

Оценить функциональное состояние ССС.

*Материалы и оборудование:* тонометр, фонендоскоп, секундомер.

*Ход работы*

Для изучения влияния физической нагрузки на величину артериального давления и ЧСС, а также для оценки функционального состояния ССС испытуемому предлагается выполнить две нагрузки: 10 глубоких и быстрых приседаний, а затем 20 приседаний. После выполнения первой нагрузки фиксируют ЧСС за 10 с и измеряют АД. Определяют восстановительный период. Такие же подсчеты проводят после второй нагрузки.

Используя полученные данные АД и ЧСС в покое и после нагрузки, необходимо рассчитать величины СОК и МОК в покое и после физической нагрузки. Данные заносят в таблицу 2.

*Методика измерения артериального давления:* При измерении АД всемирное признание получил аускультативный метод Короткова. Для того чтобы измерить артериальное давление, необходимо обнажить левую руку испытуемого. На плечо испытуемого надевают манжету так, чтобы ее нижний край находился на 2,5–3 см выше локтевого сгиба. Манжета должна прилегать к коже достаточно плотно, но не сжимать тканей плеча. Для этого под нижний край манжеты следует подвести указательный и средний пальцы (они должны свободно располагаться в манжете). Шланги, идущие от манжеты к манометру, не должны перекручиваться и сжимать друг друга. Стрелки в манометре должны соответствовать нулю. Фонендоскоп устанавливают в области локтевого сгиба на лучевой артерии.

В манжету нагнетают воздух до тех пор, пока стрелка манометра не покажет 160–180 мм рт. ст. (до полного исчезновения пульса). Для людей с высоким артериальным давлением (180–220 мм рт. ст.), т.е. с выраженной гипертонией, нагнетают воздух в манжету до уровня 200–220 мм рт. ст.

Как только стрелка поднялась до необходимого уровня, начинают медленно выпускать воздух из манжеты. Выпуская воздух из манжеты (снижая давление), внимательно прослушивают фонендоскопом пульс и при появлении первого звука фиксируют показания манометра. Это будет величина *максимального (систолического) давления*, т.е. в этот момент во время систолы левого желудочка кровь проталкивается через зажатый участок сосуда. Продолжают прослушивать пульсовые толчки. Они постепенно затухают и в момент полного исчезновения пульсовых толчков снова фиксируют показания манометра. Эта величина соответствует *минимальному (диастолическому) давлению*.

Средние показатели систолического давления в покое: 110–130 мм рт. ст. Средние показатели диастолического давления в покое: 60–80 мм рт. ст.

Артериальное давление в покое выше 130/80 мм рт. ст. расценивается как *гипертоническое состояние*, а ниже 100/60 мм рт. ст. как *гипотоническое состояние*.

Кроме систолического и диастолического артериального давления существует *пульсовое давление*.

*Пульсовое давление* представляет собой разницу между систолическим и диастолическим артериальным давлением и косвенно свидетельствует о величине систолического выброса, т.е. об увеличении ударного объема сердца.

Средние показатели пульсового давления в покое – 40–70 мм рт. ст. Чем больше показатель пульсового давления, тем тренированнее ССС.

Систолическое артериальное давление после физической нагрузки – 160–200 мм рт. ст.

Диастолическое артериальное давление после физической нагрузки – 50–80 мм рт. ст.;

Пульсовое давление после нагрузки – 80–150 мм рт. ст.

Одним из самых важных показателей гемодинамики является *среднее артериальное давление*.

*Среднее артериальное давление* равно сумме диастолического давления и 1/3 пульсового:

$$АД_{ср} = ДАД + ПД \times 1/3,$$

где АД ср – среднее артериальное давление; ДАД

– диастолическое артериальное давление; ПД

– пульсовое артериальное давление.

### **Методика определения СОК и МОК расчетным методом**

Минутный объем крови и систолический объем крови являются важнейшими гемодинамическими показателями сердца. Поэтому исследования данных величин как в состоянии покоя, так и (особенно) при мышечной деятельности представляют большой интерес для оценки общей работоспособности человека.

*Систолический объем крови (СОК)* – это количество крови, выбрасываемое желудочком сердца при каждом его сокращении. Норма СОК в состоянии покоя у здоровых людей 40–90 мл.

У спортсменов величины СОК в покое чаще всего колеблются в диапазоне от 50 до 100 мл.

При мышечной деятельности СОК увеличивается до 100–150 мл (в отдельных случаях до 180–200 мл).

Широкое применение получила формула *Старра* для определения СОК:

$$СОК = (101 + 0,5 \times ПД) - (0,6 \times ДАД) - 0,6 \times А,$$

где СОК – систолический объем крови;

ПД – пульсовое артериальное давление; ДАД

– диастолическое артериальное давление; А –

возраст (в годах).

*Минутный объем крови (МОК)* – это количество крови, выбрасываемое сердцем в течение 1 мин. Он характеризует собой уровень кровоснабжения тканей и связанную с ним доставку к тканям кислорода и выведение из них углекислоты.

Норма МОК в состоянии покоя у здоровых людей 3–6 л/мин и более.

При легкой работе МОК увеличивается до 10–15 л/мин и более.

При очень тяжелой работе МОК достигает 25–40 л/мин.

В связи с невозможностью широко использовать существующие лабораторные методы определения СОК и МОК в миллилитрах, исследователи на основании экспериментальных данных вывели формулы для их расчета.

Для определения МОК пользуются следующей формулой:

$$МОК = СОК \times ЧСС,$$

где МОК – минутный объем крови;

СОК – систолический объем крови;

ЧСС – частота сердечных сокращений за 1 мин.

Таблица 2. – Показатели артериального давления и объема крови

Показатели	Покой	Восстановительный период, мин									
		1		2		3		4		5	
		10	20	10	20	10	20	10	20	10	20
ЧСС за 10с											
САД											
ДАД											
ПД											
АД ср.											
СОК											
МОК											

На основании полученных данных делается вывод.

### Лабораторная работа 3.

#### Изучение приспособительных реакций организма к тренировочным нагрузкам в состоянии относительного мышечного покоя

*Цель:* Изучить приспособительные реакции организма спортсменов к тренировочным нагрузкам в состоянии покоя.

*Материалы и оборудование:* ростомер, весы, секундомеры, тонометр, фонендоскоп, спирт, вата.

#### *Ход работы*

Из числа студентов выбираются испытуемые разной спортивной специализации и тренированности. Сформированные группы студентов в состоянии покоя (сидя) производят у испытуемых измерение роста и веса тела, ЧСС, АД. Данные фиксируют в таблице 3.

Расчет адаптационного потенциала (АП) системы кровообращения вычисляется в условных баллах по ЧСС, систолическому и диастолическому артериальному давлению, росту и массе тела с учетом возраста испытуемого.

Для определения АП системы кровообращения предложена формула:

$$АП \text{ (в баллах)} = 0,011 \text{ (ЧСС)} + 0,014 \text{ (САД)} + 0,008 \text{ (ДАД)} +$$

$$+ 0,014 (B) + 0,009 (MT) - 0,009 (P) - 0,27,$$

где ЧСС – частота сердечных сокращений (в минуту);  
 САД – систолическое артериальное давление;  
 ДАД – диастолическое артериальное давление;  
 В – возраст (в годах);  
 МТ – масса тела (кг);  
 Р – рост (см).

Для отнесения испытуемых к тому или иному классу функциональных состояний может быть использована следующая шкала:

*удовлетворительная адаптация* – не более 2,1 балла;  
*напряжение механизмов адаптации* – от 2,11 до 3,2 балла;  
*неудовлетворительная адаптация* – от 3,21 до 4,3 балла;  
*срыв адаптации* – 4,31 балла и более.

Полученные данные заносятся в протокол занятия, и на основе анализа результатов исследования делается вывод. В выводе необходимо отразить уровень приспособительных реакций испытуемых в зависимости от адаптационного потенциала системы кровообращения.

Таблица 3. – Определение уровня приспособительных реакций организма по адаптационному потенциалу системы кровообращения

Ф.И.О.	Возраст	Специализация	Разряд	Рост, см	Вес, ккг	ЧСС, уд/мин	АД, мм рт. ст.		АП, балл
							С м А м ст. п рт.	Д м А м ст. Д, рт.	

## Лабораторная работа 4.

### Физиологическая характеристика статических усилий

*Цель:* ознакомиться с особенностями изменений в организме при выполнении статической нагрузки.

*Материалы и оборудование:* тонометр, фонендоскоп, сухой спирометр, мундштук, секундомеры, спирт, вата. *Ход работы*

Из числа студентов выбирают двух испытуемых.

Сформированные группы студентов в состоянии покоя регистрируют у них ЧСС, САД, ДАД, СОК, МОК, КВП, частоту дыхания (ЧД), жизненную емкость легких (ЖЕЛ), максимальную вентиляцию легких (МВЛ), поглощение кислорода (ПК), кислородный пульс (КП).

Данные фиксируются в таблице 4.

Испытуемым предлагается выполнить статическую нагрузку, заключающуюся в удержании ногами угла  $90^\circ$  в упоре на руках в течение 30 с или удержание гантелей весом 5 кг каждая на вытянутых руках в течение 1 мин.

*Частота дыхания (ЧД)* определяется визуально по движениям грудной клетки (фазы вдоха и выдоха).

В норме в покое средняя ЧД у здоровых лиц колеблется в пределах 16–18 в минуту; у спортсменов – 8–12 в минуту. В условиях максимальной нагрузки ЧД возрастает до 40–60 в минуту.

*Жизненная емкость легких (ЖЕЛ)* – объем воздуха, полученный при максимальном выдохе, сделанном после максимального вдоха. ЖЕЛ является одним из важнейших показателей функционального состояния системы внешнего дыхания. Измеряется ЖЕЛ спирометром и выражается в единицах объема (литрах и миллилитрах).

*Средние показатели ЖЕЛ в норме:*

- для мужчин: 3500–5000 мл;
- для женщин: 2500–3200 мл;
- для спортсменов: 4500–8000 мл;
- для спортсменок: 3500–5300 мл.

Высокая ЖЕЛ будет наблюдаться у спортсменов, тренирующихся преимущественно на выносливость и обладающих высокой кардиореспираторной производительностью (плавание, гребля и т.д.).

*Максимальная вентиляция легких (МВЛ)* – объем воздуха, вентилируемый легкими в единицу времени при максимальной глубине и ЧД.

*МВЛ определяется по формуле:*

$$МВЛ = (ЖЕЛ / 2) \times 35$$

*Средние показатели МВЛ в покое:*

- у мужчин – 120-170 л/мин; – у
- женщин – 125-140 л/мин.

*Величину поглощаемого кислорода (ПК)* определяют путем следующего вычисления. В состоянии покоя из вдыхаемого воздуха поглощается около 4% кислорода, следовательно, при легочной



вентиляции, равной, например, 6000 мл/мин, поглощается 240 мл кислорода.

При мышечной деятельности процент поглощения кислорода возрастает до 5%. Следовательно, 5% по отношению к легочной вентиляции составят величину потребления кислорода (мл) при работе.

Студентам необходимо рассчитать по своим данным величину поглощения кислорода.

С целью более полной оценки транспортной функции кровообращения необходимо вычислить кислородный пульс (КП) по формуле:

$$КП \text{ мл/уд} = ПК \text{ (мл)} / ЧСС \text{ уд/мин (на 1 мин после нагрузки)}$$

Увеличение КП в состоянии покоя и во время 4 мышечных нагрузок обуславливает большую экономичность кислородных режимов организма и соответственно более высокую тренированность.

Вышеуказанные показатели кардиореспираторной системы фиксируются в таблице 4 в течение 5 минут восстановительного периода.

Таблица 4. – Функциональные показатели организма

Показатели	Покой	Восстановительный период, мин				
		1	2	3	4	5
ЧСС						
САД						
ДАД						
КВП						
СОК						
МОК						
ЧД						
ЖЕЛ						
МВЛ						
ПК						
КП						

На основе анализа результатов комплексного исследования следует сделать вывод об особенностях физиологических реакций организма на статическую работу.

### **Лабораторная работа 5.** **Физиологическая характеристика работы** **максимальной мощности**

*Цель работы:* ознакомиться с особенностями изменений в организме при выполнении нагрузки максимальной мощности.

*Материалы и оборудование:* велоэргометр, электроды, физиологический раствор, манометр, фонендоскоп, сухой спирометр, мундштук, секундомеры, спирт, вата. *Ход работы*

Из числа студентов выбираются два испытуемых. Сформированные группы студентов в состоянии покоя регистрируют у них ЧСС, САД, ДАД, АД, СОК, МОК, КВП, ЧД, ЖЕЛ, МВЛ, ПК, КП. Данные в таблице 5.

Для выполнения работы максимальной мощности испытуемым предлагается совершить работу на велоэргометре в течение 20 с при нагрузке 250 Вт и частоте педалирования 50 об/мин, либо бег на месте в течение 20 с с частотой 240 шагов/минуту. Для определения ЧСС за 1 мин данные пульса умножаются на 3.

После завершения работы вышеуказанные физиологические показатели фиксируются в таблице 5 в течение 5 мин восстановительного периода.

Таблица 5. – Функциональные показатели организма

Показатели	Покой	Восстановительный период, мин				
		1	2	3	4	5
ЧСС						
САД						
ДАД						
АД						
КВП						
СОК						
МОК						

ЧД						
ЖЕЛ						
МВЛ						
ПК						
КП						

На основе анализа результата исследования оформляется заключение об особенностях изменений в организме при выполнении нагрузки максимальной мощности

### **Лабораторная работа 6. Физиологическая характеристика работы субмаксимальной мощности**

*Цель:* ознакомиться с особенностями изменений в организме при выполнении нагрузки субмаксимальной мощности.

*Материалы и оборудование:* велоэргометр, электроды, марлевые прокладки, смоченные в физиологическом растворе, тонометр, фонендоскоп, сухой спирометр, мундштук, секундомер, спирт, вата.

#### *Ход работы*

Из числа студентов выбираются два испытуемых. Сформированные группы студентов в состоянии покоя регистрируют у них ЧСС, АД, ПД, СОК, МОК, ЖЕЛ, МВЛ, ЧД. Данные фиксируют в таблице 6.

Для выполнения работы субмаксимальной мощности испытуемому предлагается выполнить работу на велоэргометре в течение 5 мин при нагрузке 200 Вт и частоте педалирования 50 об/мин или бег на месте (можно на третбане) в темпе 180 шагов в минуту длительностью 5 минут.

После завершения работы вышеуказанные физиологические показатели фиксируются в течение 5 мин восстановительного периода.

Для определения величины прямого показателя физической работоспособности – максимального потребления кислорода (МПК) *абсолютной* с учетом ЧСС на 1 мин восстановительного периода и веса испытуемого пользуются номограммой Астранда. Если работа выполнялась на велоэргометре, то для расчета *абсолютной* МПК

(л/мин) по номограмме необходимо Вт перевести в кгм/мин ( $200 \text{ Вт} \times 6 = 1200 \text{ кгм/мин}$ ).

У нетренированных мужчин от 20 до 30 лет МПК *абсолютная* не превышает 2–4 л/мин.; у женщин – от 2 до 3 л/мин или на 25–30% ниже, чем у мужчин. У спортсменов международного класса она может достигать 6–6,5 л/мин. Поскольку *относительная* величина МПК зависит от размеров тела, ее делят на вес человека. При перерасчете на 1кг веса у нетренированных мужчин *относительная* МПК составляет 40–60 мл/кг/мин; у женщин – 30–40 мл/кг/мин или на 15–20% меньше, чем у мужчин. У спортсменов высокого класса (в зависимости от специализации) – 80–90 мл/кг/мин.

Таблица 6. – Функциональные показатели организма

Показатели	Покой	Восстановительный период, мин				
		1	2	3	4	5
ЧСС						
САД						
ДАД						
ПД						
КВП						
СОК						
МОК						
ЧД						
ЖЕЛ						
МВЛ						
ПК						
КП						

Полученные данные заносятся в протокол занятия, и на основе анализа результатов исследования делается вывод об особенностях изменений в организме при выполнении нагрузки субмаксимальной мощности.

### Лабораторная работа 7.

#### Физиологическая характеристика работы большой мощности

*Цель:* ознакомиться с особенностями изменений в организме при выполнении нагрузки большой мощности.

*Материалы и оборудование:* велоэргометр, электроды, марлевые прокладки, смоченные в физиологическом растворе, тонометр, фонендоскоп, сухой спирометр, мундштук, секундомер, спирт, вата.

*Ход работы*

Из числа студентов выбираются два испытуемых. Сформированные группы студентов в состоянии покоя регистрируют у них ЧСС, АД, ПД, СОК, МОК, ЖЕЛ, МВЛ, ЧД. Данные фиксируют в таблице 7.

Для выполнения работы большой мощности испытуемому предлагается выполнить работу на велоэргометре в течение 10 мин при нагрузке 150 Вт и частоте педалирования 50 об/мин.

После завершения работы вышеуказанные физиологические показатели фиксируются в течение 5 мин восстановительного периода.

Таблица 7. – Функциональные показатели организма

Показатели	Покой	Восстановительный период, мин				
		1	2	3	4	5
ЧСС						
САД						
ДАД						
ПД						
КВП						
СОК						
МОК						
ЧД						
ЖЕЛ						
МВЛ						
ПК						
КП						

При таком виде нагрузки рекомендуется определить величину МПК (абсолютную и относительную величины) по номограмме Астранда.

Полученные данные заносятся в протокол занятия, и на основе анализа результатов исследования делается вывод об особенностях изменений в организме при выполнении нагрузки большой мощности.

## Лабораторная работа

### 8.

#### Физиологическая характеристика работы умеренной мощности

*Цель:* ознакомиться с особенностями изменений в организме при выполнении нагрузки умеренной мощности.

*Материалы и оборудование:* велоэргометр, электроды, марлевые прокладки, смоченные в физиологическом растворе, тонометр, фонендоскоп, сухой спирометр, мундштук, секундомер, спирт, вата.

*Ход работы.* Из числа студентов выбираются два испытуемых. Сформированные группы студентов в состоянии покоя регистрируют у них ЧСС, АД, ПД, СОК, МОК, ЖЕЛ, МВЛ, ЧД. Данные фиксируют в таблице 8.

Таблица 8. – Функциональные показатели организма

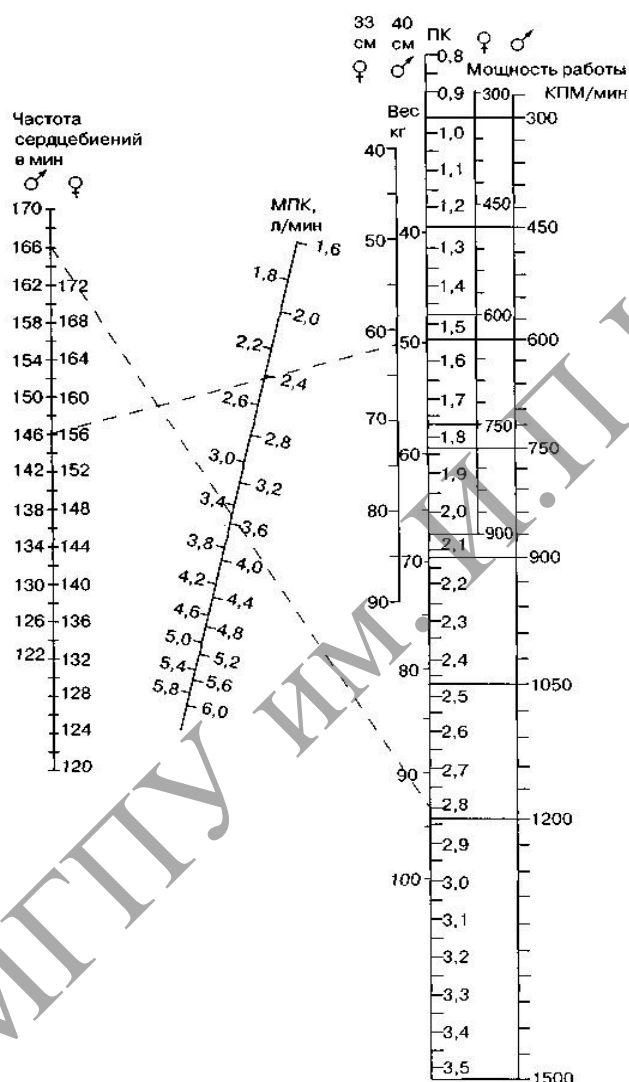
Показатели	Покой	Восстановительный период, мин				
		1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7
ЧСС						
САД						
ДАД						
ПД						
КВП						
СОК						
МОК						
ЧД						
ЖЕЛ						
МВЛ						
ПК						
КП						

Для выполнения работы умеренной мощности испытуемому предлагается выполнить работу на велоэргометре в течение 15 мин при нагрузке 150 Вт и частоте педалирования 40 об/мин либо бег на месте в темпе 150 шагов в минуту. После завершения работы

вышеуказанные физиологические показатели фиксируются в таблице 13 в течение 5 мин восстановительного периода.

При таком виде нагрузки рекомендуется определить величину МПК (абсолютную и относительную величины) по номограмме Астранда.

Полученные данные заносятся в протокол занятия, и на основе анализа результатов исследования оформляется вывод об особенностях изменений в организме при выполнении нагрузки умеренной мощности (рисунок 1).



**Рисунок 1. –  
Номограмма Астранда  
для вычисления  
максимального  
потребления  
кислорода**

**(аэробной производительности) по частоте сердечбиений  
при стандартной нагрузке  
9.**

## Лабораторная работа

### Физиологическая характеристика работы переменной мощности

*Цель:* ознакомиться с особенностями изменений в организме при выполнении нагрузки переменной мощности.

*Материалы и оборудование:* велоэргометр, электроды, марлевые прокладки, смоченные в физиологическом растворе, тонометр, фонендоскоп, сухой спирометр, мундштук, секундомер, спирт, вата.

#### *Ход работы*

Из числа студентов выбирается испытуемый. Сформированные группы студентов в состоянии покоя регистрируют у него ЧСС, АД, ПД, СОК, МОК, ЧД, ЖЕЛ, МВЛ. Данные фиксируют в таблице 9.

Таблица 9. – Функциональные показатели организма

Показатели	Покой	Восстановительный период, мин				
		1	2	3	4	5
ЧСС						
САД						
ДАД						
ПД						
КВП						
СОК						
МОК						
ЧД						
ЖЕЛ						
МВЛ						
ПК						
КП						

Для выполнения работы переменной мощности испытуемому предлагается выполнить работу на велоэргометре, где можно легко дозировать мощность нагрузки. После 5-минутной разминки, проводимой в произвольной форме, испытуемый выполняет работу. Общая длительность работы составляет 12 минут. Используется следующее чередование темпа и мощности:



- на первых 4 мин темп 60 об/мин, мощность 100 Вт;
- на 5 мин темп увеличивается до 70 об/мин, а мощность до 250 Вт;
- на 7 мин темп уменьшается до 60 об/мин, а мощность до 150 Вт;
- на 9 мин темп уменьшается до 50 об/мин, а мощность до 150 Вт;
- на 10 мин темп увеличивается до 70 об/мин, а мощность до 250 Вт; – на 12 мин темп уменьшается до 60 об/мин, а мощность до 100 Вт.

В процессе работы для каждой ступени мощности на последних 10 с регистрируется ЧСС.

После завершения работы вышеуказанные физиологические показатели фиксируются в таблице 15 в течение 5 мин восстановительного периода.

Аналогичная нагрузка может быть выполнена в качестве стептеста. В этом случае мощность можно варьировать изменением темпа восхождения (частотой шагов).

Используется следующие 10 ступеней мощности по количеству шагов в 1 мин: 90, 60, 120, 60, 150, 90, 150, 60, 120, 60. При расчете мощности выполняемой нагрузки учитываются следующие моменты. Поскольку мощность определяется как работа, выполненная за единицу времени, то в этом случае работа есть произведение массы тела испытуемого (М) в килограммах, высоты ступеньки (h) в метрах и числа подъемов (n) за 1 мин:

$$A = M \times h \times n,$$

где А – работа в кгм/мин;

М – масса тела испытуемого (кг); h

– высота ступеньки (м);

n – число подъемов за 1 мин (для 60 шагов/мин – это 15 подъемов, для 90 шагов/мин – 23 подъема, для 120 шагов – 30 подъемов, для 150 шагов – 38 подъемов).

Уровень физической активности вегетативной нервной системы определяется величиной ЧСС. Для этого определяют соотношение компонентов симпатической и парасимпатической нервной системы в организме испытуемого, т.е. рассчитывают вегетативный индекс Кердо (ВИК).

## Лабораторная работа

О приспособлении организма испытуемого к работе в переменной мощности судят по реакции восстановления ЧСС за 30 мин, т.е. рассчитывают коэффициент восстановления пульса (КВП).

При таком виде нагрузки рекомендуется определить величину МПК (абсолютную и относительную) по номограмме Астранда за каждый период и дать сравнительную характеристику.

Полученные данные заносятся в протокол занятия, и на основе анализа результатов исследования оформляется вывод об особенностях изменений в организме при выполнении нагрузки переменной мощности (обратить внимание на степень учащения ЧСС при увеличении мощности работы и степень снижения ее при уменьшении мощности).

### 10.

#### Определение физической работоспособности с помощью степ-теста

*Цель:* определение относительной и абсолютной величины физической работоспособности с помощью степ-теста

*Материалы и оборудование:* ступенька или тумба высотой 50 см (для мужчин) и 43 см (для женщин), метроном, весы, секундомер. *Ход работы*

Тест заключается в подъемах на ступеньку, высота которой устанавливается в зависимости от длины ноги испытуемого. Бедро и голень образуют при подъеме угол 90 градусов. Частота подъемов – 30 в минуту. Каждый подъем выполняется на 4 счета (под метроном): 1 – одна нога на ступеньке; 2 – встать на ступеньку обеими ногами; 3 – опустить одну ногу на пол; 4 – стать двумя ногами на пол. Время выполнения работы – 2 минуты.

Из числа студентов выбирают двух испытуемых. Сформированные группы студентов в состоянии покоя регистрируют у них ЧСС, СД, ДД, ПД, СОК, МОК; испытуемые взвешиваются. Данные фиксируют в таблице 10.

Таблица 10. – Функциональные показатели организма

Показатели	Покой	Восстановительный период, мин				
		1	2	3	4	5

ЧСС						
САД						
ДАД						
ПД						
КВП						
СОК						
МОК						
ЧД						
ЖЕЛ						
МВЛ						
ПК						
КП						

После завершения работы вышеуказанные показатели фиксируют в течение 5 минут восстановительного периода.

Зная массу испытуемого, высоту ступеньки и число подъемов в минуту, необходимо рассчитать мощность работы, выполняемой при подъеме на ступеньку по формуле:

$$W = P \times n \times h,$$

где W – мощность работы (кгм/мин);

P – масса тела испытуемого (кг);

n – число подъемов в минуту; h

– высота ступеньки (м).

Для определения абсолютной величины физической работоспособности применяют формулу Г. П. Юрко (1978г.):

$$\Phi P_{170} = W \times (170 - ЧСС_{покоя}) / (ЧСС_{нагрузки} - ЧСС_{покоя}),$$

где  $\Phi P_{170}$  – физическая работоспособность; W – мощность работы (кгм/мин); ЧСС – частота сердечных сокращений.

Более информативным показателем является относительная величина физической работоспособности, рассчитанная на 1 кг массы тела. Она зависит от пола, возраста и тренированности человека.

Для этого полученную величину абсолютной физической работоспособности ( $\Phi P_{170}$ ) делят на вес испытуемого.

У нетренированного здорового человека она равна 10–15 кгм/мин/кг;

У спортсменов – до 20 кгм/мин/кг.

## Лабораторная работа

В зависимости от величины АД, полученной сразу после выполнения работы, различают следующие *типы реакций на физическую нагрузку*:

**Нормотонический тип:** СД достигает 180–190 мм рт. ст., ДД изменяется по сравнению с данными покоя в пределах 10 мм рт. ст.;

**Гипертонический тип:** СД превышает 190 мм рт. ст, ДД увеличивается более чем на 10 мм рт. ст.;

**Гипотонический тип (астенический тип):** СД изменяется в пределах 20 мм рт. ст., ДД остается прежним либо изменяется незначительно;

**Дистонический тип:** СД достигает 180–200 мм рт. ст., ДД снижается в пределах 30 мм рт. ст.

Нормотонический тип реакции принято считать нормальной реакцией организма на физическую нагрузку. Все другие типы реакций свидетельствуют о некотором нарушении соотношения симпатической и парасимпатической иннервации в организме.

Полученные данные заносятся в протокол занятия, и оформляется вывод (характеризуется абсолютная и относительная физическая работоспособность, сравниваются показатели КВП, ВИК, определяется тип реакции на нагрузку и оценивается функциональное состояние организма спортсменов).

### 11.

#### Определение физической работоспособности с помощью PWC170

**Цель:** ознакомиться с методиками определения общей физической работоспособности по показателю PWC<sub>170</sub>.

**Материалы и оборудование:** велоэргометр или ступенька, весы, тонометр, фонендоскоп, спирт, вата. *Ход работы*

Из числа студентов выбираются два испытуемых. Сформированные группы студентов в состоянии покоя регистрируют у них ЧСС, СД, ДД, ПД, СОК, МОК. Данные фиксируют в таблице 11.

Таблица 11. – Функциональные показатели организма

Показатели	Покой	Восстановительный период, мин				
		1	2	3	4	5
ЧСС						
САД						
ДАД						
ПД						
КВП						
СОК						
МОК						
ЧД						
ЖЕЛ						
МВЛ						
ПК						
КП						

Испытуемому предлагается выполнить две нагрузки на велоэргометре в течение 5 минут с 3-минутным отдыхом между ними. Мощность физических нагрузок должна быть такова, чтобы ЧСС при выполнении этих нагрузок не превышала 170 уд/мин, а скорость педалирования – не более 60–70 об/мин.

Аналогичная нагрузка может быть выполнена и на разновысотной ступеньке. Продолжительность выполнения нагрузок и время отдыха между ними такие же, как и на велоэргометре. Обе нагрузки выбираются с учетом пола и физической подготовленности испытуемого, но не должны быть для него предельными.

В последние 15 с 5-й минуты каждой нагрузки подсчитывается ЧСС. Результат умножается на 4 и получается ЧСС за 1 мин. Для перевода кгм/мин в Ватты необходимо число кгм/мин разделить на 6.

После завершения работы вышеуказанные показатели фиксируют в таблице в течение 5 минут восстановительного периода.

Величину МПК можно рассчитать, если известно значение  $PWC_{170}$ .

Для спортсменов скоростно-силовых видов используется формула:

$$МПК = 1,7 PWC_{170} + 1240.$$

Для представителей циклических видов спорта формула несколько отличается:

$$МПК = 2,2 PWC_{170} + 1070.$$

## Лабораторная работа

Полученные данные заносятся в протокол занятия, в котором регистрируются полученные в ходе выполнения нагрузки показатели, рассчитываются значения  $PWC_{170}$  и МПК.

Полученные данные заносятся в протокол занятия, и делается вывод о физической работоспособности испытуемого.

### Лабораторная работа 12.

#### Определение общей физической работоспособности с помощью индекса Гарвардского степ-теста

*Цель:* ознакомиться с методиками определения общей физической работоспособности по показателю индекса Гарвардского степ-теста.

*Материалы и оборудование:* ступенька высотой 50 см, метроном, тонометр, фонендоскоп, секундомеры, спирт, вата.

*Ход работы.* Из числа студентов выбираются два испытуемых. Сформированные группы студентов в состоянии покоя регистрируют у них ЧСС, СД, ДД, ПД, СОК, МОК. Данные фиксируют в таблице 12.

Гарвардский степ-тест заключается в подъемах на ступеньку высотой 50 см – для мужчин и 43 см – для женщин в течение 5 минут в темпе 30 подъемов в минуту. Если испытуемый не может поддерживать заданный темп, то работу следует прекратить, зафиксировав ее продолжительность.

После завершения работы вышеуказанные физиологические показатели фиксируются в таблице в течение 5 минут восстановительного периода. Исходя из продолжительности выполненной работы и ЧСС, рассчитывают *индекс Гарвардского степ-теста (ИГСТ)* по формуле:

$$I = (t \times 100) / (f_1 + f_2 + f_3) \times 2,$$

где I – индекс Гарвардского степ-теста; t  
 – время восхождения (с);  
 f<sub>1</sub>, f<sub>2</sub>, f<sub>3</sub> – ЧСС за 30 с на 2-й, 3-й, 4-й минутах восстановительного периода.

Таблица 12. – Функциональные показатели организма

Показатели	Покой	Восстановительный период, мин				
		1	2	3	4	5
ЧСС						
САД						
ДАД						
ПД						
КВП						
СОК						
МОК						
ЧД						
ЖЕЛ						
МВЛ						
ПК						
КП						

Для определения соотношения компонентов симпатической и парасимпатической систем в организме испытуемого рассчитывают вегетативный индекс Кердо (ВИК) по формуле:

$$ВИК = (1 - (ДАД / ЧСС)) \times 100,$$

где ВИК – вегетативный индекс Кердо;

ДАД – величина диастолического давления на 1 мин восстановительного периода;

ЧСС – частота сердечных сокращений на 1 мин восстановительного периода.

### Лабораторная работа 13.

## Оценка скорости восстановления сердечно-сосудистой системы после мышечной нагрузки

*Цель:* ознакомиться с некоторыми особенностями реакций организма на физические нагрузки. Оценить состояние сердечнососудистой системы после мышечной нагрузки по функциональной пробе по Квергу.

*Материалы и оборудование:* секундомеры, метроном, скакалка.

*Ход работы*

У испытуемых измеряют частоту сердечных сокращений (ЧСС) сидя, в покое. После измерения ЧСС испытуемым предлагается тестирующая нагрузка: 30 приседаний за 30 секунд, максимальный бег на месте – 30 секунд, 3-минутный бег на месте с частотой 150 шагов в минуту, прыжки со скакалкой – 1 минута.

В первые 30 секунд восстановительного периода в положении сидя измеряется ЧСС ( $P_1$ ); повторно через 2 минуты ( $P_2$ ) и через 4 минуты ( $P_3$ ) после окончания упражнений.

*Результаты работы:* из длительности упражнения и трех измерений пульса (30-секундного значения) вычисляется индекс.

Расчет индекса по Квергу осуществляется по формуле:

*длительность работы в с × 100 И =*

$$\frac{\text{длительность работы в с} \times 100}{2 \times (P_1 + P_2 + P_3)},$$

где  $P_1$  – частота сердечных сокращений в течение 30 с;

$P_2$  – частота сердечных сокращений через 2 минуты восстановления;  $P_3$  – частота сердечных сокращений через 4 минуты после окончания работы.

*Значение индекса оценивается по классификации:* 105 и выше – «очень хорошо»; 99–104 – «хорошо»; 93–98 – «удовлетворительно»; 92 и ниже – «слабо».

О скорости восстановления организма испытуемых после выполнения тестирующей нагрузки судят по реакции ЧСС за 4 минуты. Для этого рассчитывают *коэффициент восстановления пульса (КВП)* по формуле. Чем меньше КВП, тем лучше скорость восстановления (Холодов Ж.К., Кузнецов В.С., 2000).



***КВП =***

---

***ЧСС (через 3 мин после нагрузки) × 100%***

***ЧСС (во время нагрузки)***

Проанализировать полученные показатели. На основе полученных данных сделать заключение о зависимости скорости восстановления организма от специальной тренированности, спортивного стажа и квалификации.

#### **Лабораторная работа 14. Исследование физиологических показателей тренированности при выполнении стандартной работы**

*Цель работы:* по функциональным сдвигам в ответ на стандартную работу определить степень тренированности испытуемых. Определить разницу в исследуемых показателях в зависимости от вида спорта и спортивного разряда.

*Материалы и оборудование:* велоэргометр, электроды, марлевые прокладки, смоченные в физиологическом растворе, тонометр, фонендоскоп, сухой спирометр, мундштук, секундомер, спирт, вата, линейки, карандаши.

*Ход работы*

Из числа студентов назначают двух испытуемых (желательно, чтобы они специализировались в разных видах спорта). Сформированные группы студентов контролируют выполнение теста и работают с секундомерами. У испытуемых в состоянии относительного мышечного покоя регистрируют ЧСС, АД, ПД, СОК, МОК, ЧД, ЖЕЛ, ЛВ.

Испытуемым предлагается стандартная работа: 60 об/мин, мощность работы 1 Вт на 1 кг веса тела, время работы 15 мин. В конце 15-минутной работы регистрируют ЧСС и АД.

Восстановительный период продолжается 5 мин, и вышеперечисленные показатели регистрируются в конце каждой минуты восстановления. После окончания обследования первого испытуемого, приступают к обследованию второго испытуемого.

После завершения работы вышеуказанные физиологические показатели фиксируются в таблице 13 в течение 5 мин восстановительного периода.

Таблица 13. – Функциональные показатели организма

Показатели	Покой	Восстановительный период, мин				
		1	2	3	4	5
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
ЧСС						
САД						
ДАД						
ПД						
КВП						
СОК						
МОК						

Продолжение таблицы 13

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
ЧД						
ЖЕЛ						
МВЛ						
ПК						
КП						

Определяют *абсолютную* величину МПК с учетом ЧСС на 1 мин восстановительного периода и веса испытуемого по номограмме Астранда.

Для расчета абсолютной МПК (л/мин) по номограмме необходимо Вт перевести в кгм/мин ( $200 \text{ Вт} \times 6 = 1200 \text{ кгм/мин}$ ).

Затем предлагается второму испытуемому велоэргометрическая нагрузка, которая производится в такой же последовательности.

После выполнения нагрузки всеми испытуемыми, определяют относительную величину МПК путем деления на вес человека и рассчитывают кислородный пульс.

Определяют относительную величину МПК путем деления на вес человека. На основе полученных данных по частоте сердечных сокращений, легочной вентиляции и относительной МПК на килограмм веса студенты делают выводы.

В выводах сравнить реакцию тренированного и менее тренированного организма в ответ на стандартную нагрузку.

### **Лабораторная работа 15. Исследование физиологических показателей тренированности при выполнении предельной работы**

*Цель работы:* изучить реакцию организма на предельную нагрузку. По функциональным показателям определить степень тренированности спортсменов.

*Материалы и оборудование:* велоэргометр, электроды, марлевые прокладки, смоченные в физиологическом растворе, тонометр, фонендоскоп, сухой спирометр, мундштук, пневмотахометр, секундомер, спирт, вата, линейки, карандаши.

#### *Ход работы*

При прямом методе определения МПК применяется трехступенчатая нагрузка с постепенно повышающейся мощностью. Мощность I ступени нагрузки определяют по максимальным силовым и скоростным возможностям испытуемых для данного возраста. Последующее повышение нагрузки рекомендуется на 250 кгм.

Нагрузка для каждого испытуемого определяется индивидуально в зависимости от степени ее переносимости, с учетом объективных показателей сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Критериями для прекращения работы являются:

- 1) невозможность поддерживать заданный темп педалирования;
- 2) учащение ЧСС более 200 уд/мин;
- 3) снижение минутного объема дыхания, превышение дыхательного коэффициента более единицы.

Из числа студентов назначают шесть испытуемых (желательно, чтобы они специализировались в разных видах спорта). Сформированные группы студентов контролируют выполнение теста и работают с секундомерами. У испытуемых в состоянии относительного мышечного покоя регистрируют ЧСС, ЧД, МОД, ЖЕЛ, ФЖЕЛ<sub>ВД</sub> и ФЖЕЛ<sub>ВВД</sub>, ЛВ.

Работа выполняется на велоэргометре. Сначала выполняется разминка в равномерном темпе 5 мин. После разминки испытуемому предлагается отдых до ЧСС – 120 уд/мин.

Далее выполняется первый «заезд» физической нагрузки на велоэргометре, в процессе которого ведется определение МОД и расчет ЧСС в конце каждой минуты работы.

Второй «заезд» выполняется после восстановления ЧСС до 120 уд/мин. Регистрация МОД, ЧСС производится, как в первом «заезде».

Третий «заезд» и регистрация показателей производится в такой же последовательности, что и во втором «заезде».

После завершения работы вышеуказанные физиологические показатели фиксируются в таблице 14 в течение 5 мин восстановительного периода.

Таблица 14. – Физиологические показатели работы

Показатели	Покой	Восстановительный период, мин				
		1	2	3	4	5
ЧСС						
ЧД						
МОД						
ЖЕЛ						
МВЛ						

На основе полученных данных студенты делают выводы. При обработке и описании полученных экспериментальных данных особое внимание обратить на то, что, несмотря на экономичность отдельных физиологических процессов и высокую эффективность дыхания и кровообращения, для выполнения предельной работы тренированный организм спортсмена затрачивает огромную энергию и развивает значительные сдвиги в моторных и вегетативных функциях, совершенно недоступные для неподготовленного человека.

### Лабораторная работа 16.

#### Оценка физической работоспособности учащихся

Из числа студентов выбираются испытуемые разной спортивной специализации и тренированности. Сформированные группы студентов контролируют выполнение теста и работают с секундомерами.

Тест выполняется из положения упора присев. По команде испытуемый встает и выполняет хлопок над головой. Затем возвращается в исходное положение. Упражнение выполняется в максимальном темпе в течение 30 с. Фиксируется количество приседаний (КП). Необходимо следить, чтобы учащиеся полностью выпрямляли туловище, ноги в коленях и не делали подскоков. По окончании экспресс-теста подсчитывается ЧСС за 1 минуту. Уровень физической работоспособности по показателю комплексной оценки (КО) определяется отношением ЧСС к количеству приседаний:

$$КО = ЧСС \text{ уд/мин} / КП,$$

где КО – комплексная оценка уровня физической работоспособности;  
ЧСС – частота сердечных сокращений за 1 минуту; КП – количество приседаний.

На основе полученных данных студенты делают выводы.

### **Лабораторная работа 17. Методика определения и оценка величины максимального потребления кислорода у школьников**

*Цель работы:* 1) познакомиться с методикой косвенного расчета максимального потребления кислорода; 2) определить максимальное потребление кислорода у юношей старших классов.

*Материалы и оборудование:* Для проведения работы необходимы: ступенька высотой 40 см, секундомеры, тонометры, фонендоскоп, метроном.

#### *Ход работы*

Испытуемый по сигналу экспериментатора поднимается и начинает работу (восхождение на ступеньку и спуск). Работа осуществляется со скоростью 20 циклов в минуту (метроном устанавливается на 80 уд/мин). Время работы контролируется по секундомеру.

После соответствующей корректировки темпа работа в степ-тесте продолжается. На 5-й мин точно подсчитывается количество

циклов и после последнего шага (спуска со ступеньки) в течение 10 с определяется пульс. В конце 3-й мин экспериментатор останавливает испытуемого на 10-й с и подсчитывает его пульс. Если он окажется ниже 130 уд/мин, то темп работы необходимо увеличить на 4–5 циклов в минуту. Если же пульс выше 150 уд/мин, количество циклов следует уменьшить.

Следует следить за тем, чтобы в процессе эксперимента испытуемый совершал строго вертикальный спуск (не оттягивал ногу далеко назад) и не менее двух раз менял опорную ногу для подъема.

После завершения работы вышеуказанные физиологические показатели фиксируются в таблице в течение 5 мин восстановительного периода (таблица 15).

Таблица 15. – Функциональные показатели организма

Показатели	Покой	Восстановительный период, мин				
		1	2	3	4	5
ЧСС						
САД						
ДАД						
ПД						
КВП						
СОК						
МОК						
ЧД						
ЖЕЛ						
МВЛ						
ПК						
КП						

*Результаты работы:* Для анализа полученных результатов, учитывая особенности растущего организма, следует рассчитать мощность работы по формуле Фон Добельна и определить величину МПК с поправкой для данного возраста.

Полученные данные заносятся в протокол занятия, и на основе анализа результатов исследования оформляется вывод о физиологических сдвигах, происходящих в организме у юношей старших классов.

*Методика проведения работы с детьми 1–3-го класса.* Высота ступеньки регулируется так, чтобы угол коленного сустава был прямым или чуть больше 90°. Для детей 1-го класса среднего физического развития высота ступеньки составляет 25 см; 3-го класса – 28 см. Измерить ЧСС в покое (сидя).

Первая нагрузка пробы состоит из 16 циклов в минуту (метроном устанавливают на 64 уд/мин). Продолжительность работы 3 мин.

Не останавливаясь, ребенок сразу переходит на работу в более частом ритме: 25 уд/мин (метроном устанавливают на 100 уд/мин) в течение 2 мин. После окончания второй нагрузки необходимо моментально приложить фонендоскоп к области толчка сердца и определить ЧСС за 5 с, полученный результат умножить на 12 (за 1 мин). По окончании пробы ребенка нужно посадить. Величины исследуемых параметров измерить к концу 1-й, 3-й и 5-й мин восстановительного периода. Рассчитать мощность работы по формуле и рассчитать МПК для взятого возраста. Полученные данные занести в протокол (таблица 15).

Особенность адаптационных возможностей сердечнососудистой системы школьников выявляет дополнительная физическая нагрузка. Реакция ЧСС на нее, по данным П.А. Филеши и Т.В. Пачевой, может быть сведена к четырем типам.

I тип – быстрый подъем и возвращение к исходному уровню через 5 мин после нагрузки. Это благоприятный тип, показывает оптимальный уровень функционирования сердечно-сосудистой системы.

II тип – после подъема ЧСС наблюдается снижение, к концу 5-й мин ЧСС остается выше исходного;

III тип – нарастание ЧСС, после чего волнообразное снижение не восстанавливается к концу 5-й мин;

IV тип – подъем ЧСС после нагрузки, затем снижение ниже исходного к концу 5-й мин (восстановление через отрицательную фазу). Это благоприятный тип, наблюдается при преобладании блуждающего нерва.

II и III типы – неблагоприятные, свидетельствующие о дискоординации регуляции, неэкономичной работе сердца, недостаточном приспособлении к нагрузке.

*Учебное издание*

**Давыдов** Владимир Юрьевич  
**Шантарович** Владимир Владимирович  
**Каллаур** Елена Георгиевна  
**Шантарович** Андрей Владимирович

ТЕХНОЛОГИЯ ОТБОРА  
И ОРИЕНТАЦИИ ГРЕБЦОВ  
НА БАЙДАРКАХ И КАНОЭ  
В СИСТЕМЕ МНОГОЛЕТНЕЙ ПОДГОТОВКИ

Пособие

• В 2 частях

Часть 2

Корректор *Л. В. Журавская* Оригинал-макет  
*Е. В. Лис*

Подписано в печать 24.11.2015. Формат 60х84 1/16. Бумага офсетная.  
Ризография. Усл. печ. л. 18,65. Уч.-изд. л. 23,47 Тираж  
120 экз. Заказ 33.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение  
образования «Мозырский государственный  
педагогический университет имени И. П. Шамякина».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя  
печатных изданий N 1/306 от 22 апреля 2014 г.  
Ул. Студенческая, 28, 247760, Мозырь, Гомельская обл.  
Тел. (0236) 32-46-29