



ВФП Всероссийская
федерация плавания

В. Б. АВДИЕНКО, И. Н. СОЛОПОВ,
И. А. ДУБИЧ, Д. В. КОМАРОВ

ДИАГНОСТИКА И ОЦЕНКА ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ПЛОВЦОВ

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Москва
2022

ББК
УДК
А

Авдиенко, В. Б.

А Диагностика и оценка подготовленности пловцов / В. Б. Авдиенко, И. Н. Солопов, И. А. Дубич, Д. В. Комаров. — М. : Всероссийская федерация плавания, 2022. — 152 с.

В предлагаемом пособии рассматриваются основные положения, виды, стратегия и принципы диагностики и оценки подготовленности пловцов. Описываются система мониторинга и контроля физической подготовленности спортсменов, организация тестирования и обследований в тренировочном процессе пловцов. Основное внимание уделяется описанию методов тестирования специальной физической подготовленности и медико-биологического контроля функционального состояния пловцов.

Предназначено для тренеров по плаванию и специалистов, работающих в области психологии и физиологии спорта.

© В. Б. Авдиенко, И. Н. Солопов,
И. А. Дубич, Д. В. Комаров, 2022
© Всероссийская федерация
плавания, 2022

ВВЕДЕНИЕ

Оптимальное управление развитием специальной подготовленности спортсменов может быть обеспечено только при эффективной системе контроля, являющегося неотъемлемой частью управления тренировочным процессом. При оценке подготовленности следует исходить из необходимости оценивать возможности спортсмена по всем важнейшим качествам и способностям, определяющим спортивный результат (Платонов, 1975).

На протяжении всего многолетнего процесса спортивной подготовки различные компоненты подготовленности с различной степенью динамики приобретают, сохраняют и утрачивают свое значение в обеспечении специальной физической работоспособности и спортивного результата.

Методологической основой системы диагностики и оценки подготовленности пловцов выступает представление о поэтапном, последовательном и гетерохронном рекрутировании в обеспечении физической подготовленности спортсменов факторов (свойств, качеств, механизмов) различных категорий (морфофункциональной мощности, функциональной мобилизации, функциональной устойчивости и функциональной экономичности-эффективности).

В большинстве случаев контроль специальной физической работоспособности спортсменов осуществляется в основном только по показателю внешней механической работы, и только в некоторых случаях оценивается уровень адаптации организма к мышечным нагрузкам по отдельным параметрам (Аулик, 1979). В то же время известно, что физическая работоспособность зависит от целого ряда факторов, определяющих и лимитирующих ее (Мищенко, 1980, 1990;

Кучкин, 1986; Солопов, Шамардин, 2003; Солопов и др., 2010).

К таким факторам относятся:

— индивидуальная предельная мощность деятельности физиологических функций;

— экономичность расходования энергетических и функциональных резервов организма;

— рабочий диапазон эффективной деятельности физиологических функций;

— скорость протекания (подвижность) обменных процессов (Мищенко, 1980).

Все перечисленные факторы обуславливают стабильность (устойчивость) функционирования физиологических систем и всего организма в целом в течение того периода времени, которое нужно для эффективного выполнения конкретного двигательного действия.

При оценке физической и функциональной подготовленности и физической работоспособности, как ее интегрального выразителя, практически не учитывается, что высокий их уровень у разных спортсменов достигается при различной степени развития разных факторов (Мищенко, 1990). Известно, что роль различных систем и факторов в обеспечении работоспособности различна в зависимости от спортивной специализации, возраста и других переменных (Фомин, 1984; Верхошанский, 1985, 1988). При этом включение различных категорий факторов в обеспечение высокой работоспособности имеет определенную иерархию и этапность (Верхошанский, 1985; Солопов и др., 2010). В ходе многолетней тренировки повышение уровня специальной работоспособности спортсмена характеризуется линейной связью со спортивным результатом. Динами-

ка же разных функциональных показателей обнаруживает различные тенденции.

Для одних функциональных показателей, оказывающих существенное влияние на повышение спортивных достижений лишь на начальном этапе тренировки, характерен замедляющийся темп прироста, а для ряда других показателей типичен ускоренный прирост на среднем уровне мастерства и затем некоторое его замедление. Третья группа функциональных показателей обнаруживает ускоренный прирост и имеет высокую корреляцию со спортивным результатом на этапе высшего мастерства. Некоторая часть функциональных показателей повышается относительно равномерно и незначительно, как следствие целостной приспособительной реакции организма (Верхошанский, 1988).

Было установлено, что физическая работоспособность обуславливается на разных этапах многолетней тренировки спортсменов включением различных категорий факторов.

На этапе начальной подготовки физическая работоспособность в основном определяется высоким уровнем факторов, образующих категорию «морфофункциональной мощности» (длина и масса тела, жизненная емкость легких и др.).

На промежуточном этапе наряду с факторами категории «мощности» в обеспечении физической работоспособности достоверное значение приобретают факторы «функциональной мобилизации» (максимальное потребление кислорода и др.). В это же время увеличивается значение и факторов «экономичности — эффективности».

На заключительном этапе многолетней подготовки (спортивного совершенствования и высшего спортивного мастерства) ведущее значение уже имеют факторы «функциональной

устойчивости», «функциональной экономичности — эффективности» при сохранении высокого уровня значимости факторов «функциональной мобилизации» (коэффициент использования кислорода, кислородный пульс и др.) (Верхошанский, 1988; Кучкин, 1999; Солопов, Шамардин, 2003; Солопов и др., 2010).

1. ВИДЫ, СТРАТЕГИЯ И ПРИНЦИПЫ ДИАГНОСТИКИ И ОЦЕНКИ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ПЛОВЦОВ

Выделяются следующие *виды контроля*, объем и содержание исследований в которых находятся в зависимости от диагностики конкретного физического состояния спортсмена:

1. Этапный контроль отражает суммарный тренировочный эффект в мезоцикле (месяц, этап подготовки и т. п.).
2. Текущий контроль оценивает срочный тренировочный эффект после нескольких тренировочных занятий.
3. Оперативный контроль оценивает эффект одного занятия или его части (Зациорский и др., 1971; Зациорский, 1979).

Определяются три *основные группы функций*, состояние которых в обязательном порядке рекомендуется диагностировать при комплексном контроле:

1. Совокупность морфологических и двигательных показателей, характеризующих двигательные способности.
2. Энергетические критерии, включающие энергетические процессы и системы обслуживания энергетических функций.
3. Функции, обуславливающие нервно-гуморальную регуляцию.

Комплексный контроль предусматривает *четыре уровня показателей подготовленности спортсменов*:

1. Интегральный, отражающий суммарный эффект функционального состояния организма.
2. Комплексный, характеризующий одну из функциональных систем организма спортсмена.
3. Дифференциальный, характеризующий только одно свойство системы организма.
4. Единичный, раскрывающий одну величину, одно отдельное свойство системы организма.

Для удобства оперирования с оценками разных параметров целесообразно их нормализовать (приводить к единой шкале) в соответствии с методикой построения оценочной шкалы «выбранных точек» (Зациорский, 1982; Фомин, 1984; Солопов и др., 2010). Нормализованная величина показателя выражается в условных единицах (баллах). Комплексная (интегральная) «взвешенная» оценка физической работоспособности получается после сложения всех частных оценок.

Результаты диагностики используются для следующих целей:

1. Отбора и селекции спортсменов:

- первоначального отбора юных пловцов;
- определения перспективности пловцов;
- последующей селекции пловцов;

— определения предрасположенности к работе того или иного характера (спринтер, стайер, способ плавания).

2. Определения динамики физического развития и уровня подготовленности:

— мониторингования неравномерности физического развития, прежде всего определения «скачка» физического развития;

— определения темпов прироста основных показателей физической и функциональной подготовленности и спортивного результата.

В соответствии с представлением о поэтапно-последовательном и гетерохронном включении факторов различных категорий в обеспечение физической работоспособности спортсменов диагностика и оценка состояния и уровня подготовленности пловцов осуществляется дифференцированно в зависимости от этапа многолетней подготовки спортсменов.

На первом этапе (этапы предварительной подготовки — 8–9 лет девочки и 9–10 лет мальчики и начальной специализации — 9–10 лет девочки и 10–11 лет мальчики) первоочередное

внимание обращается (и диагностируются) на морфофункциональные характеристики организма. К ним относятся показатели физического развития (длина и масса тела), показатели мощности вегетативных систем (жизненная емкость легких, систолический объем и др.), показатели мощности опорно-двигательного аппарата (максимальная мышечная сила в воде и на суше, активное сопротивление при плавании и др.).

На втором этапе (этап углубленной специализации — 12–14 лет девочки и 13–15 лет мальчики) основное внимание уделяется диагностированию показателей, отражающих параметры «функциональной мобилизации» (максимальная мощность физической нагрузки, максимальное потребление кислорода, максимальная вентиляция легких, минутный объем кровотока при мышечной работе, коэффициент координации мышечных усилий, тотальная внешняя механическая мощность при плавании и др.). При этом показатели морфофункциональной мощности также остаются под контролем в силу того, что у части спортсменов именно в этот период (12–15 лет) происходит скачок физического развития.

На третьем этапе (этап спортивного совершенствования — 15–16 лет девушки и 17–19 лет юноши) многолетней подготовки и в последующем — в период высших спортивных достижений — основной акцент при диагностике делается на контроле показателей «функциональной устойчивости» и «функциональной экономичности — эффективности» (коэффициент использования кислорода, кислородный пульс, ватт-пульс, коэффициент использования силовых возможностей и др.).

При осуществлении контроля спортивной подготовки и подготовленности пловцов должны учитываться следующие принципы.

1. **Комплексность** контрольных измерений, характеризующих уровень физической, технической, тактической,

функциональной и психологической подготовленности спортсменов и оценку состояния здоровья. Контроль и оценка функциональной подготовленности как многофакторной системы должны осуществляться по всем основным компонентам, ее составляющим: двигательному (физические качества, определяющие и лимитирующие работоспособность); энергетическому (анаэробная и аэробная производительность); нейродинамическому (параметры сенсомоторики) и психическому (восприятие, экстраполяция, оперативное мышление, тактическое мышление, волевые качества и др.) (Солопов и др., 2008).

2. **Ориентация** на ведущие факторы соревновательной деятельности в связи с особенностями становления технико-тактического мастерства спортсменов на этапах их возрастного развития. При этом в систему контроля должны включаться как показатели, являющиеся базовыми для спортивного совершенствования и отражающие уровень общей функциональной и физической подготовленности, так и показатели, отражающие уровень специальной подготовленности.

3. Специфичность методов исследования в зависимости от характерных черт вида спорта и конкретной специализации. Специфика мышечной деятельности и вся направленность тренировочного процесса определяют особенности диагностики функционального состояния, направленные на контроль над адаптацией тех систем и функций организма, которые являются ведущими в данном виде или группе видов спорта, объединенных характером двигательной деятельности (Иорданская, 1984). В плавании это уровень общей и специальной подготовленности спортсмена, а также степень напряженности основных функциональных систем.

4. **Опора на объективные показатели** адаптивных реакций организма спортсменов, наиболее информативные и необременительные для спортсменов методики исследования (правильный выбор тестов и их соответствие статистическим

критериям надежности, объективности и информативности; определение оптимального объема показателей для оценки функционального состояния и уровня подготовленности спортсменов, его достаточность, стандартизация условий и истоков получения информации; соответствие методов контроля задачам тестирования).

5. **Рациональный подбор методов исследования** для различных видов контроля (этапного, текущего, оперативного), а также для углубленного медицинского обследования. Подход к выбору тестов, к составлению диагностической программы и анализу результатов для различных видов спорта должен учитывать не только его специфику и этап подготовки, но и возрастно-половой состав, дистанционную специализацию и другие факторы (временная адаптация, тренировка в среднегорье и др.), имеющие место (Иорданская, 1997; Тихомиров, 1997; Солопов и др., 2008).

6. **Строгий учет параметров учебно-тренировочных нагрузок**, а также результатов этапных и основных соревнований.

Весь набор показателей программы тестирования, должен отражать основные категории факторов, обуславливающих физическую работоспособность:

- 1) морфофункциональной мощности,
- 2) предельной мощности функционирования и
- 3) функциональной «экономизации».

При этом каждая категория факторов представлена не менее чем двумя показателями, регистрируемыми напрямую или рассчитываемыми.

Для оценки результатов комплексного тестирования предусмотрено использование *методики взвешенной оценки*, когда осуществляется сложение оценок каждого теста, предварительно умноженных на коэффициенты «веса», различные для каждого показателя.

Это используется, когда надо усилить значение отдельных тестов или параметров. Для более важных параметров «веса» увеличиваются (Зациорский, 1982).

Далее, для удобства оперирования с оценками разных параметров, различной размерности, мы применили их нормализацию (приведение к единой шкале) в соответствии с *методикой построения оценочной шкалы «выбранных точек»* (Зациорский, 1982; Фомин, 1984).

Нормализованная величина показателя умножается на коэффициент «веса» этого показателя, соответственно этапу подготовки в том или ином виде спорта. Получаемая оценка выражается в условных единицах (баллах). Комплексная (интегральная) «взвешенная» оценка общей физической работоспособности получается после сложения всех частных оценок.

Определение объема параметров, используемых для комплексной оценки, обуславливается необходимостью минимизации погрешности. Как показали исследования, при измерении 5–6 параметров обеспечивается погрешность получения интегральной оценки равная 10–15 %. Дальнейшее увеличение количества измеряемых параметров незначительно повышает точность определения интегральной оценки. Вследствие этого целесообразно ограничиваться совокупностью из 5–6 единичных наиболее информативных параметров контроля (Иванов и др., 1986).

Для оперативной дифференцированной оценки общей физической подготовленности большого числа спортсменов, например при фронтальных обследованиях, нами была разработана компьютерная программа всего процесса интегральной оценки, в качестве своего рода модели, некоего прототипа.

Для большей наглядности и удобства анализа результаты тестирования рекомендуется представлять в виде «функциональных портретов» (Максимов, 1986; Кучкин, 1994).

2. МОНИТОРИНГ И КОНТРОЛЬ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ПЛОВЦОВ

2.1. Организация тестирования и обследований в тренировочном процессе пловцов

В результате воздействия на организм физических нагрузок в процессе тренировки физическое и функциональное состояние спортсмена изменяется. Направленность, характер и степень этих изменений являются важнейшей информацией, которая должна учитываться при управлении развитием адаптированности спортсмена.

Эта информация становится доступной в результате осуществления мероприятий комплексного контроля динамики функционального состояния, которые осуществляются посредством тестирования и обследований. При этом специфика мышечной деятельности и вся направленность тренировочного процесса определяют особенности диагностики функционального состояния, направленные на контроль над адаптацией тех систем и функций организма, которые являются ведущими в данном виде спорта (Иорданская, 1984).

Уже давно не оспаривается тот факт, что диагностика и оценка состояния спортсмена может быть адекватной и объективной только в рамках системы комплексного контроля.

В настоящее время система комплексного контроля объединяет в себе три важнейших направления: педагогическое, медико-биологическое и психологическое.

В рамках *педагогического направления* осуществляется диагностика, оценка и последующий анализ параметров и структуры тренирующих воздействий, параметров и характеристики техники выполнения специфических спортивных движений, уровня развития физических качеств и др.

Спектр параметров, которые диагностируются в рамках *медико-биологического направления* контроля состояния спортсмена, весьма обширен и включает показатели, характеризующие состояния внутренней среды, процессы энергопродукции, системы нейрогуморальной регуляции и мн. др.

Психологическое направление контроля объединяет диагностику и оценку показателей психического состояния, свойств личности, мотивации и др.

В данном разделе представлены организационные и технологические аспекты комплексного контроля физического и функционального состояния пловцов, изменяющегося в процессе тренировки.

В таблице 1 приведена программа тестирования и обследований, осуществляемых в рамках комплексного контроля и в соответствии с его видами.

Таблица 1

Программа тестирования и обследований, осуществляемых в соответствии с видами контроля

Определяемые показатели	Виды контроля		
	Оперативный	Текущий	Этапный
<i>Педагогический контроль</i>			
Количество циклов, PS, скорость на разминке	+	+	
Скорость, шаг, темп плавания, PS, длина отрезка, емкость серии при выполнении основного задания	+	+	
Гидродинамическое активное сопротивление		+	+
Ступенчатый тест		+	+
Оценка техники плавания (анализ видеосъемки)		+	+
Определение абсолютной, взрывной силы на суше и силовой выносливости		+	+
Кондитест в зале		+	+

Определение силы тяги в воде (на руках, на ногах, в координации, силовой выносливости)		+	+
<i>Медико-биологический контроль</i>			
УМО (углубленное медицинское обследование)			+
Текущий медицинский осмотр	+	+	
Врачебное обследование		+	+
Лабораторный контроль (общий анализ крови, общий анализ мочи, биохимический анализ крови)	+	+	+
Биологический возраст с определением гормонального статуса			+
Биоимпедансометрия тела (масса и состав тела)	+	+	+
Ортостатическая проба	+	+	
Вариабельность ритма сердца	+	+	
Определение функционального состояния мышечной системы (Back Check, Dr. Wolff)		+	+
Функциональная диагностика позвоночника на аппарате Valedo Shape		+	+

2.2. Тестирование специальной физической подготовленности пловцов

Как показал опыт тренировочной деятельности, наиболее адекватным инструментом контроля выполнения тренировочного плана является тестирование уровня подготовленности. Комплекс тестов, используемых для этой цели, должен включать определение текущего уровня технической подготовленности, силовых возможностей и производительности системы энергообеспечения мышечной деятельности. При этом тестирование и характер тестов должны отражать и соответствовать задачам и характеру выполняемой тренировочной работы на определенном этапе большого тренировочного цикла.

Нами разработана батарея *плавательных тестов* для определения уровня производительности различных механизмов

энергообеспечения у пловцов. При формировании этих тестов в обязательном порядке учитывался возраст пловцов, их дистанционная специализация и период большого тренировочного цикла (БТЦ) и соответственно задачи, решаемые в эти периоды.

В таблицах 2–9 представлены основные параметры тестов, используемых при определении и оценке уровня подготовленности пловцов различного возраста в разных зонах энергообеспечения.

Таблица 2

Тесты ПАО-I (PS=18-20) для пловцов различного возраста и дистанционной специализации

Возраст	Показатель	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Режим	Время (среднее)	Очки FINA	Тест	Режим Пауза	Время (среднее)	Очки FINA
9	ПАО-I (PS=18-20)	24×50 м	R=1'00"			3×400 м	R=6'30"		
10	ПАО-I (PS=18-20)	24×50 м	R=1'00"			3×400 м	R=6'30"		
11	ПАО-I (PS=18-20)	40×50 м	R=1'00"			2×800 м	60"		
12	ПАО-I (PS=18-20)	40×50 м	R=1'00"			3×800 м	60"		
13	ПАО-I (PS=18-20)	24×100 м	R=1'50"			2×1500 м	60"		
14	ПАО-I (PS=18-20)	30×100 м	R=1'50"			2×1500 м	60"		
15	ПАО-I (PS=18-20)	30×100 м	R=1'50"			3×1500 м	60"		
16	ПАО-I (PS=18-20)	30×100 м	R=1'50"			3×1500 м	60"		
17	ПАО-I (PS=18-20)	30×100 м	R=1'50"			3×1500 м	60"		

Таблица 3

Тесты ПАО-II (PS=20-22) для пловцов различного возраста и дистанционной специализации

Возраст	Показатель	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Режим	Время (среднее)	Очки FINA	Тест	Режим Пауза	Время (среднее)	Очки FINA
9	ПАО-II (PS=20-22)	24×50 м	R=1'00"			3×400 м	R=6'30"		
10	ПАО-II (PS=20-22)	24×50 м	R=1'00"			3×400 м	R=6'30"		
11	ПАО-II (PS=20-22)	40×50 м	R=1'00"			2×800 м	40"		
12	ПАО-II (PS=20-22)	40×50 м	R=1'00"			3×800 м	40"		
13	ПАО-II (PS=20-22)	24×100 м	R=1'50"			2×1500 м	40"		
14	ПАО-II (PS=20-22)	30×100 м	R=1'50"			2×1500 м	40"		
15	ПАО-II (PS=20-22)	30×100 м	R=1'50"			3×1500 м	40"		
16	ПАО-II (PS=20-22)	30×100 м	R=1'50"			3×1500 м	40"		
17	ПАО-II (PS=20-22)	30×100 м	R=1'50"			3×1500 м	40"		

Таблица 4

Тесты ПАО-III (PS=23-24) для пловцов различного возраста и дистанционной специализации

Возраст	Показатель	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Режим	Время (среднее)	Очки FINA	Тест	Режим Пауза	Время (среднее)	Очки FINA
9	ПАО-III (PS=23-24)	24×50 м	R=1'00"			3×400 м	R=6'30"		
10	ПАО-III (PS=23-24)	24×50 м	R=1'00"			3×400 м	R=6'30"		

Возраст	Показатель	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Режим	Время (среднее)	Очки FINA	Тест	Режим Пауза	Время (среднее)	Очки FINA
11	ПАО-III (PS=23-24)	40×50 м	R=1'00"			2×800 м	30"		
12	ПАО-III (PS=23-24)	40×50 м	R=1'00"			3×800 м	30"		
13	ПАО-III (PS=23-24)	24×100 м	R=1'50"			2×1500 м	30"		
14	ПАО-III (PS=23-24)	30×100 м	R=1'50"			2×1500 м	30"		
15	ПАО-III (PS=23-24)	30×100 м	R=1'50"			3×1500 м	30"		
16	ПАО-III (PS=23-24)	30×100 м	R=1'50"			3×1500 м	30"		
17	ПАО-III (PS=23-24)	30×100 м	R=1'50"			3×1500 м	30"		

Таблица 6

Тесты ПАНО-II (PS=27-28) для пловцов различного возраста и дистанционной специализации

Возраст	Показатель	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Режим	Время (среднее)	Очки FINA	Тест	Режим	Время (среднее)	Очки FINA
9	ПАНО-II (PS=27-28)	16×50 м	R=1'00"			8×100 м	R=2'00"		
10	ПАНО-II (PS=27-28)	16×50 м	R=1'00"			8×100 м	R=2'00"		
11	ПАНО-II (PS=27-28)	16×50 м	R=1'00"			8×100 м	R=2'00"		
12	ПАНО-II (PS=27-28)	32×50 м	R=55"			16×100 м	R=1'50"		
13	ПАНО-II (PS=27-28)	32×50 м	R=55"			16×100 м	R=1'50"		
14	ПАНО-II (PS=27-28)	32×50 м	R=55"			16×100 м	R=1'50"		
15	ПАНО-II (PS=27-28)	16×100 м	R=1'50"			8×200 м	R=2'50"		
16	ПАНО-II (PS=27-28)	16×100 м	R=1'50"			8×200 м	R=2'50"		
17	ПАНО-II (PS=27-28)	16×100 м	R=1'50"			8×200 м	R=2'50"		

Таблица 5

Тесты ПАНО-I (PS=25-26) для пловцов различного возраста и дистанционной специализации

Возраст	Показатель	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Режим	Время (среднее)	Очки FINA	Тест	Режим Пауза	Время (среднее)	Очки FINA
9	ПАНО-I (PS=25-26)	20×50 м	R=1'00"			5×200 м	R=2'50"		
10	ПАНО-I (PS=25-26)	20×50 м	R=1'00"			5×200 м	R=2'50"		
11	ПАНО-I (PS=25-26)	20×50 м	R=1'00"			5×200 м	R=2'50"		
12	ПАНО-I (PS=25-26)	24×100 м	R=1'50"			3×800 м	30"		
13	ПАНО-I (PS=25-26)	24×100 м	R=1'50"			3×800 м	30"		
14	ПАНО-I (PS=25-26)	24×100 м	R=1'50"			3×800 м	30"		
15	ПАНО-I (PS=25-26)	30×100 м	R=1'50"			2×1500 м	30"		
16	ПАНО-I (PS=25-26)	30×100 м	R=1'50"			2×1500 м	30"		
17	ПАНО-I (PS=25-26)	30×100 м	R=1'50"			2×1500 м	30"		

Таблица 7

Тесты МПК (PS=29-30) для пловцов различного возраста и дистанционной специализации

Возраст	Показатель	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Режим	Время (среднее)	Очки FINA	Тест	Режим	Время (среднее)	Очки FINA
9	МПК (PS=29-30)	10×50 м	R=1'10"			4×100 м	R=2'10"		
10	МПК (PS=29-30)	10×50 м	R=1'10"			4×100 м	R=2'10"		

Возраст	Показатель	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Режим	Время (среднее)	Очки FINA	Тест	Режим	Время (среднее)	Очки FINA
11	МПК (PS=29-30)	10×50 м	R=1'10"			4×100 м	R=2'10"		
12	МПК (PS=29-30)	12×50 м	R=1'05"			6×100 м	R=2'05"		
13	МПК (PS=29-30)	12×50 м	R=1'05"			6×100 м	R=2'05"		
14	МПК (PS=29-30)	12×50 м	R=1'05"			6×100 м	R=2'05"		
15	МПК (PS=29-30)	16×50 м	R=1'00"			8×100 м	R=2'00"		
16	МПК (PS=29-30)	16×50 м	R=1'00"			8×100 м	R=2'00"		
17	МПК (PS=29-30)	16×50 м	R=1'00"			8×100 м	R=2'00"		

Таблица 8

Интервальные тесты — ИТ (PS=32) для пловцов различного возраста и дистанционной специализации

Возраст	Показатель	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Пауза	Время (среднее)	Очки FINA	Тест	Пауза	Время (среднее)	Очки FINA
9	ИТ (PS=32)	6×50 м	15"			3×100 м	20"		
10	ИТ (PS=32)	6×50 м	15"			3×100 м	20"		
11	ИТ (PS=32)	6×50 м	15"			3×100 м	20"		
12	ИТ (PS=32)	10×50 м	15"			5×100 м	20"		
13	ИТ (PS=32)	10×50 м	15"			5×100 м	20"		
14	ИТ (PS=32)	10×50 м	15"			5×100 м	20"		
15	ИТ (PS=32)	12×50 м	15"			6×100 м	20"		
16	ИТ (PS=32)	12×50 м	15"			6×100 м	20"		
17	ИТ (PS=32)	12×50 м	15"			6×100 м	20"		

Повторные тесты — ПТ (PS=32) для пловцов различного возраста и дистанционной специализации

Возраст	Показатель	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Режим	Время (среднее)	Очки FINA	Тест	Режим	Время (среднее)	Очки FINA
9	ПТ (PS=32)	6×25 м	R=3'00"			2×50 м	R=5'00"		
10	ПТ (PS=32)	6×25 м	R=3'00"			2×50 м	R=5'00"		
11	ПТ (PS=32)	6×25 м	R=3'00"			2×50 м	R=5'00"		
12	ПТ (PS=32)	2×50 м	R=5'00"			2×100 м	R=8'00"		
13	ПТ (PS=32)	2×50 м	R=5'00"			2×100 м	R=8'00"		
14	ПТ (PS=32)	2×50 м	R=5'00"			2×100 м	R=8'00"		
15	ПТ (PS=32)	3×50 м	R=5'00"			2×100 м	R=8'00"		
16	ПТ (PS=32)	3×50 м	R=5'00"			2×100 м	R=8'00"		
17	ПТ (PS=32)	3×50 м	R=5'00"			2×100 м	R=8'00"		

Определение аэробной производительности организма пловцов на уровне ПАО-I (PS=18–20) и ПАО-II (PS=20–22) осуществляется в первые три недели большого тренировочного цикла (при трехцикловом планировании тренировочной работы в году).

Уровень подготовленности пловцов в зонах ПАО-III (PS=23–24) и ПАО-I (PS=25–26) определяется на 4, 5 и 6-й неделях, а в зоне ПАО-II (PS=27–28) — на 7-й неделе большого тренировочного цикла (БТЦ).

Максимальная аэробная производительность в зоне максимального потребления кислорода (МПК) тестируется на 8-й неделе БТЦ.

Гликолитические анаэробные возможности организма оцениваются в интервальном тесте, а анаэробные алактатные

возможности тестируются в повторном тесте на 9-й неделе БТЦ.

Тесты в пульсовых зонах ПАО-I, ПАО-II и ПАО-III выполняются всеми вольным стилем. Тесты в более высоких пульсовых зонах выполняются пловцами основным способом, за исключением тестов в зонах ПАНО-I и ПАНО-II, где пловцы, специализирующиеся в дельфине, плывут вольным стилем.

Основное условие, которое в обязательном порядке должно соблюдаться при тестировании, состоит в том, чтобы пловцы выполняли тестирующие нагрузки строго в обозначенном пульсовом диапазоне и строго в заданном режиме. Это позволяет при оценке результатов тестов ориентироваться собственно на время выполнения теста (оценивается среднее время проплывания отрезков в тесте). Для удобства обработки оценки сравнения результатов тестов, выполняемых пловцами и пловчихами разными способами плавания, среднее время проплывания тестирующих отрезков выражается в очках FINA.

Таким образом, повышение уровня подготовленности пловцов в той или иной пульсовой зоне будет выражаться в улучшении среднего результата проплывания тестирующих отрезков, и соответственно снижение уровня подготовленности отразится в ухудшении среднего времени преодоления тестирующих отрезков.

Далее приводятся батареи тестов для оценки уровня подготовленности в различных зонах энергообеспечения, скомпонованных в соответствии с возрастом пловцов в диапазоне от 9 до 18 лет (табл. 10–19).

Тесты, разработанные для 18-летних спортсменов, используются и для пловцов более старших возрастов.

Батарея тестов для пловцов 9 лет различной дистанционной специализации в разных зонах энергообеспечения

Показатель	Неделя большого цикла	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Режим Пауза	Время (среднее)	Очки FINA	Тест	Режим Пауза	Время (среднее)	Очки FINA
ПАО-I (PS=18-20) (вольный стиль)	I-III	24×50 м	R=1'00"			3×400 м	R=6'30"		
ПАО-II (PS=20-22) (вольный стиль)	I-III	24×50 м	R=1'00"			3×400 м	R=6'30"		
ПАО-III (PS=23-24) (вольный стиль)	IV-VI	24×50 м	R=1'00"			3×400 м	R=6'30"		
ПАНО-I (PS=25-26) (основной способ) (дельфинисты плывут вольным стилем)	IV-VI	20×50 м	R=1'00"			5×200 м	R=2'50"		
ПАНО-II (PS=27-28) (основной способ) (дельфинисты плывут вольным стилем)	VII	16×50 м	R=1'00"			8×100 м	R=2'00"		
МПК (PS=29-30) (основной способ)	VIII	10×50 м	R=1'10"			4×100 м	R=2'10"		

Показатель	Неделя большого цикла	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Режим Пауза	Время (сред- нее)	Очки FINA	Тест	Режим Пауза	Время (сред- нее)	Очки FINA
Интерваль- ный тест (PS=32) (основной способ)	IX	6×50 м	15"			3×100 м	20"		
Повтор- ный тест (PS=32) (основной способ)	IX	6×25 м	R=3'00"			2×50 м	R=5'00"		

Таблица 11

**Батарея тестов для пловцов 10 лет различной
дистанционной специализации в разных зонах
энергообеспечения**

Показатель	Неделя большого цикла	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Режим Пауза	Время (сред- нее)	Очки FINA	Тест	Режим Пауза	Время (сред- нее)	Очки FINA
ПАО-I (PS=18-20) (вольный стиль)	I-III	24×50 м	R=1'00"			3×400 м	R=6'30"		
ПАО-II (PS=20-22) (вольный стиль)	I-III	24×50 м	R=1'00"			3×400 м	R=6'30"		
ПАО-III (PS=23-24) (вольный стиль)	IV-VI	24×50 м	R=1'00"			3×400 м	R=6'30"		

Показатель	Неделя большого цикла	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Режим Пауза	Время (сред- нее)	Очки FINA	Тест	Режим Пауза	Время (сред- нее)	Очки FINA
ПАНО-I (PS=25-26) (основной способ) (дельфини- сты плывут вольным стилем)	IV-VI	20×50 м	R=1'00"			5×200 м	R=2'50"		
ПАНО-II (PS=27-28) (основной способ) (дельфини- сты плывут вольным стилем)	VII	16×50 м	R=1'00"			8×100 м	R=2'00"		
МПК (PS=29-30) (основной способ)	VIII	10×50 м	R=1'10"			4×100 м	R=2'10"		
Интерваль- ный тест (PS=32) (основной способ)	IX	6×50 м	15"			3×100 м	20"		
Повторный тест (PS=32) (основной способ)	IX	6×25 м	R=3'00"			2×50 м	R=5'00"		

Таблица 12

Батарея тестов для пловцов 11 лет различной дистанционной специализации в разных зонах энергообеспечения

Показатель	Неделя большого цикла	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Режим Пауза	Время (среднее)	Очки FINA	Тест	Режим Пауза	Время (среднее)	Очки FINA
ПАО-I (PS=18-20) (вольный стиль)	I-III	40×50 м	R=1'00"			2×800 м	60"		
ПАО-II (PS=20-22) (вольный стиль)	I-III	40×50 м	R=1'00"			2×800 м	40"		
ПАО-III (PS=23-24) (вольный стиль)	IV-VI	40×50 м	R=1'00"			2×800 м	30"		
ПАНО-I (PS=25-26) (основной способ) (дельфинисты плывут вольным стилем)	IV-VI	20×50 м	R=1'00"			5×200 м	R=2'50"		

ПАНО-II (PS=27-28) (основной способ) (дельфинисты плывут вольным стилем)	VII	16×50 м	R=1'00"			8×100 м	R=2'00"		
МПК (PS=29-30) (основной способ)	VIII	10×50 м	R=1'10"			4×100 м	R=2'10"		
Интервальный тест (PS=32) (основной способ)	IX	6×50 м	15"			3×100 м	20"		
Повторный тест (PS=32) (основной способ)	IX	6×25 м	R=3'00"			2×50 м	R=5'00"		

Таблица 13

Батарея тестов для пловцов 12 лет различной дистанционной специализации в разных зонах энергообеспечения

Показатель	Неделя большого цикла	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Режим Пауза	Время (среднее)	Очки FINA	Тест	Режим Пауза	Время (среднее)	Очки FINA
ПАО-I (PS=18-20) (вольный стиль)	I-III	40×50 м	R=1'00"			3×800 м	60"		
ПАО-II (PS=20-22) (вольный стиль)	I-III	40×50 м	R=1'00"			3×800 м	40"		

Показатель	Неделя большого цикла	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Режим Пауза	Время (сред- нее)	Очки FINA	Тест	Режим Пауза	Время (сред- нее)	Очки FINA
ПАО-III (PS=23- 24) (вольный стиль)	IV-VI	40×50 м	R=1'00"			3×800 м	30"		
ПАНО-I (PS=25- 26) (основной способ) (дельфи- нисты плывут вольным стилем)	IV-VI	24×100 м	R=1'50"			3×800 м	30"		
ПАНО-II (PS=27- 28) (основной способ) (дельфи- нисты плывут вольным стилем)	VII	32×50 м	R=55"			16×100 м	R=1'50"		
МПК (PS=29- 30) (основной способ)	VIII	12×50 м	R=1'05"			6×100 м	R=2'05"		
Интер- вальный тест (PS=32) (основной способ)	IX	10×50 м	15"			5×100 м	20"		
Повтор- ный тест (PS=32) (основной способ)	IX	2×50 м	R=5'			2×100 м	R=6-8'		

**Батарея тестов для пловцов 13 лет различной
дистанционной специализации в разных зонах
энергообеспечения**

Показатель	Неделя большого цикла	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Режим Пауза	Время (сред- нее)	Очки FINA	Тест	Режим Пауза	Время (сред- нее)	Очки FINA
ПАО-I (PS=18-20) (вольный стиль)	I-III	24×100 м	R=1'50"			2×1500 м	60"		
ПАО-II (PS=20-22) (вольный стиль)	I-III	24×100 м	R=1'50"			2×1500 м	40"		
ПАО-III (PS=23-24) (вольный стиль)	IV-VI	24×100 м	R=1'50"			2×1500 м	30"		
ПАНО-I (PS=25-26) (основной способ) (дельфи- нисты плывут вольным стилем)	IV-VI	24×100 м	R=1'50"			3×800 м	30"		
ПАНО-II (PS=27-28) (основной способ) (дельфи- нисты плывут вольным стилем)	VII	32×50 м	R=55"			16×100 м	R=1'50"		
МПК (PS=29-30) (основной способ)	VIII	12×50 м	R=1'05"			6×100 м	R=2'05"		

Показатель	Неделя большого цикла	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Режим Пауза	Время (сред- нее)	Очки FINA	Тест	Режим Пауза	Время (сред- нее)	Очки FINA
Интерваль- ный тест (PS=32) (основной способ)	IX	10×50 м	15"			5×100 м	20"		
Повтор- ный тест (PS=32) (основной способ)	IX	2×50 м	R=5'00"			2×100 м	R=8'00"		

Таблица 15

**Батарея тестов для пловцов 14 лет различной
дистанционной специализации в разных зонах
энергообеспечения**

Показатель	Неделя большого цикла	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Режим Пауза	Время (сред- нее)	Очки FINA	Тест	Режим Пауза	Время (сред- нее)	Очки FINA
ПАО-I (PS=18- 20) (вольный стиль)	I-III	30×100 м	R=1'50"			2×1500 м	60"		
ПАО-II (PS=20- 22) (вольный стиль)	I-III	30×100 м	R=1'50"			2×1500 м	40"		
ПАО-III (PS=23- 24) (вольный стиль)	IV-VI	30×100 м	R=1'50"			2×1500 м	30"		

Показатель	Неделя большого цикла	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Режим Пауза	Время (сред- нее)	Очки FINA	Тест	Режим Пауза	Время (сред- нее)	Очки FINA
ПАНО-I (PS=25- 26) (основной способ) (дельфи- нисты плывут вольным стилем)	IV-VI	24×100 м	R=1'50"			3×800 м	30"		
ПАНО-II (PS=27- 28) (основной способ) (дельфи- нисты плывут вольным стилем)	VII	32×50 м	R=55"			16×100 м	R=1'50"		
МПК (PS=29- 30) (основной способ)	VIII	12×50 м	R=1'05"			6×100 м	R=2'05"		
Интер- вальный тест (PS=32) (основной способ)	IX	10×50 м	15"			5×100 м	20"		
Повтор- ный тест (PS=32) (основной способ)	IX	2×50 м	R=5'00"			2×100 м	R=8'00"		

Таблица 16

Батарея тестов для пловцов 15 лет различной дистанционной специализации в разных зонах энергообеспечения

Показатель	Неделя большого цикла	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Режим Пауза	Время (среднее)	Очки FINA	Тест	Режим Пауза	Время (среднее)	Очки FINA
ПАО-I (PS=18-20) (вольный стиль)	I-III	30×100 м	R=1'50"			3×1500 м	60"		
ПАО-II (PS=20-22) (вольный стиль)	I-III	30×100 м	R=1'50"			3×1500 м	40"		
ПАО-III (PS=23-24) (вольный стиль)	IV-VI	30×100 м	R=1'50"			3×1500 м	30"		
ПАНО-I (PS=25-26) (основной способ) (дельфинисты плывут вольным стилем)	IV-VI	30×100 м	R=1'50"			2×1500 м	30"		
ПАНО-II (PS=27-28) (основной способ) (дельфинисты плывут вольным стилем)	VII	16×100 м	R=1'50"			8×200 м	R=2'50"		
МПК (PS=29-30) (основной способ)	VIII	16×50 м	R=1'00"			8×100 м	R=2'00"		

Показатель	Неделя большого цикла	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Режим Пауза	Время (среднее)	Очки FINA	Тест	Режим Пауза	Время (среднее)	Очки FINA
Интервальный тест (PS=32) (основной способ)	IX	12×50 м	15"			6×100 м	20"		
Повторный тест (PS=32) (основной способ)	IX	3×50 м	R=5'00"			2×100 м	R=8'00"		

Таблица 17

Батарея тестов для пловцов 16 лет различной дистанционной специализации в разных зонах энергообеспечения

Показатель	Неделя большого цикла	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Режим Пауза	Время (среднее)	Очки FINA	Тест	Режим Пауза	Время (среднее)	Очки FINA
ПАО-I (PS=18-20) (вольный стиль)	I-III	30×100 м	R=1'50"			3×1500 м	60"		
ПАО-II (PS=20-22) (вольный стиль)	I-III	30×100 м	R=1'50"			3×1500 м	40"		

Таблица 18

Показатель	Неделя большого цикла	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Режим Пауза	Время (среднее)	Очки FINA	Тест	Режим Пауза	Время (среднее)	Очки FINA
ПАО-III (PS=23-24) (вольный стиль)	IV-VI	30×100 м	R=1'50"			3×1500 м	30"		
ПАНО-I (PS=25-26) (основной способ) (дельфинисты плывут вольным стилем)	IV-VI	30×100 м	R=1'50"			2×1500 м	30"		
ПАНО-II (PS=27-28) (основной способ) (дельфинисты плывут вольным стилем)	VII	16×100 м	R=1'50"			8×200 м	R=2'50"		
МПК (PS=29-30) (основной способ)	VIII	16×50 м	R=1'00"			8×100 м	R=2'00"		
Интервальный тест (PS=32) (основной способ)	IX	12×50 м	15"			6×100 м	20"		
Повторный тест (PS=32) (основной способ)	IX	3×50 м	R=5'00"			2×100 м	R=8'00"		

Батарея тестов для пловцов 17 лет различной дистанционной специализации в разных зонах энергообеспечения

Показатель	Неделя большого цикла	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Режим Пауза	Время (среднее)	Очки FINA	Тест	Режим Пауза	Время (среднее)	Очки FINA
ПАО-I (PS=18-20) (вольный стиль)	I-III	30×100 м	R=1'50"			3×1500 м	60"		
ПАО-II (PS=20-22) (вольный стиль)	I-III	30×100 м	R=1'50"			3×1500 м	40"		
ПАО-III (PS=23-24) (вольный стиль)	IV-VI	30×100 м	R=1'50"			3×1500 м	30"		
ПАНО-I (PS=25-26) (основной способ) (дельфинисты плывут вольным стилем)	IV-VI	30×100 м	R=1'50"			2×1500 м	30"		
ПАНО-II (PS=27-28) (основной способ) (дельфинисты плывут вольным стилем)	VII	16×100 м	R=1'50"			8×200 м	R=2'50"		
МПК (PS=29-30) (основной способ)	VIII	16×50 м	R=1'00"			8×100 м	R=2'00"		
Интервальный тест (PS=32) (основной способ)	IX	12×50 м	15"			6×100 м	20"		
Повторный тест (PS=32) (основной способ)	IX	3×50 м	R=5'00"			2×100 м	R=8'00"		

Таблица 19

Батарея тестов для пловцов 18 лет и старше различной дистанционной специализации в разных зонах энергообеспечения

Показатель	Неделя большого цикла	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Режим Пауза	Время (среднее)	Очки FINA	Тест	Режим Пауза	Время (среднее)	Очки FINA
ПАО-I (PS=18-20) (вольный стиль)	I-III	30×100 м	R=1'50"			3×1500 м	60"		
ПАО-II (PS=20-22) (вольный стиль)	I-III	30×100 м	R=1'50"			3×1500 м	40"		
ПАО-III (PS=23-24) (вольный стиль)	IV-VI	30×100 м	R=1'50"			3×1500 м	30"		
ПАНО-I (PS=25-26) (основной способ) (дельфинисты плывут вольным стилем)	IV-VI	30×100 м	R=1'50"			2×1500 м	30"		
ПАНО-II (PS=27-28) (основной способ) (дельфинисты плывут вольным стилем)	VII	16×100 м	R=1'50"			8×200 м	R=2'50"		
МПК (PS=29-30) (основной способ)	VIII	16×50 м	R=1'00"			8×100 м	R=2'00"		

Показатель	Неделя большого цикла	СПРИНТЕРЫ				СРЕДНЕВИКИ И СТАЙЕРЫ			
		Тест	Режим Пауза	Время (среднее)	Очки FINA	Тест	Режим Пауза	Время (среднее)	Очки FINA
Интервальный тест (PS=32) (основной способ)	IX	12×50 м	15"			6×100 м	20"		
Повторный тест (PS=32) (основной способ)	IX	3×50 м	R=5'00"			2×100 м	R=8'00"		

2.3. Тест со ступенчатым увеличением интенсивности плавания

Оптимальное управление развитием специальной подготовленности спортсменов может быть обеспечено только при эффективной системе контроля, являющегося неотъемлемой частью управления тренировочным процессом. При оценке подготовленности исходят из необходимости оценивать возможности спортсмена по всем важнейшим качествам и способностям, определяющим спортивный результат (Платонов, 1975). В этом плане крайне важна диагностика и оценка механизмов функционирования основных физиологических систем, определяющих и лимитирующих физическую работоспособность, и, как их результат, процессы энергообеспечения и состояние внутренней среды организма (Авдиенко, Солопов, 2019). С этой целью используется довольно широкий спектр методов и тестов для контроля различных сторон функциональных возможностей пловцов. При этом наибольшее количество важнейшей информации получают при применении стандартизированного метода ступенчатого увеличения дозированных физических нагрузок.

Условиями корректного тестирования со ступенчато повышающейся нагрузкой являются: длительность работы на каждой ступени, достаточная для развертывания функций организма и выхода на асимптотический уровень исследуемых параметров; количество последовательных повышений мощности работы должно составлять не менее 4–5 для вычисления биоэнергетических параметров (Ширковец и др., 2010).

Выполнение теста со ступенчатым увеличением скорости плавания позволяет получить большое количество информации об уровне и характере специальной физической подготовленности (Ширковец, 2012; Ширковец, Ген, 2012; Поликарпочкин и др., 2014). Тест со ступенчато повышающейся мощностью дает возможность получить, кроме максимальных значений аэробных функций организма, также и эргометрические показатели для определения пороговых зон мощности работы — порога аэробного обмена и порога анаэробного обмена (Ширковец и др., 2010).

Порог аэробного обмена (ПАО) как мощность работы, при которой концентрация молочной кислоты заметно повышается над уровнем покоя или соответствует 2 ммоль/л. Порог анаэробного обмена (ПАНО) определяют при соответствии мощности нагрузки, при которой лактатная кривая пересекает уровень 4 ммоль/л.

Анаэробный и аэробный пороги — важнейшие физиологические показатели, отражающие уровень тренированности организма и взаимоотношение между аэробными и анаэробными путями энергообеспечения физической нагрузки, а также между величиной частоты сердечных сокращений и интенсивностью физической нагрузки. Чем выше анаэробный и аэробный пороги, тем более тренирован спортсмен, и его организм имеет более развитую аэробную систему энергообеспечения, мощность которой может составлять от 80 до 90 % от максимального потребления кислорода (см. рис. 1).

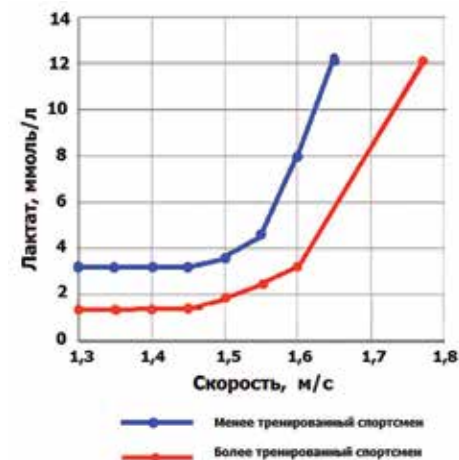


Рис. 1. Изменение аэробного и анаэробного порогов при различном уровне тренированности спортсмена

Кроме того, определенный интерес для оценки эффективности тренировочного процесса в плавании представляют значения показателей скорости плавания на уровне VO_{2max} (уровень лактата условно 8–9 ммоль/л) и зоны с преимущественным анаэробным воздействием на организм (уровень лактата — выше 12 ммоль/л).

Параметры лактатной кривой, определенные описанным выше способом, применяются в качестве объективных критериев для разделения нагрузок по зонам их воздействия на организм (Ширковец, 2012; Поликарпочкин и др., 2014).

Регламент проведения теста со ступенчатым увеличением скорости плавания

Стандартная схема тестирования пловцов в реальных условиях тренировки приведена в таблице 20. Длина повторно

проплываемых дистанций выбирается в зависимости от специализации и составляет 100 м для спринтеров и 200 м для средневикиков и стайеров.

При этом необходимо помнить следующее:

Интенсивность плавания определяется в процентах от максимальной скорости плавания на тестируемой дистанции на момент исследований.

Пробы крови на лактат должны забираться после каждой серии в начале 3-й минуты восстановления.

Повторная работа в первых двух сериях (3 дистанции в первой серии, и 2 дистанции во второй серии) необходима для «разгона» аэробного образования энергии.

Таблица 20

Стандартная схема тестирования со ступенчатым увеличением скорости плавания

Серия и повторение	Интервал между сериями	Интенсивность, % от max
3 ×(100, 200 м)	3 мин.	80
2 ×(100, 200 м)	3 мин.	85
1 ×(100, 200 м)	5 мин.	90
1 ×(100, 200 м)	5 мин.	95
1 ×(100, 200 м)	5 мин.	100

Возможны и несколько модифицированные тесты со ступенчато возрастающими нагрузками (Авдиенко, Солопов, 2019), см. табл. 21 и 22.

Таблица 21

**Тест — 10×100 м. Режим — 2'00"
(пловцы-спринтеры)**

Серия и повторение	Пульсовая зона (за 10")
4×100 м	PS = 22–24"
2×100 м	PS = 25–26"
2×100 м	PS = 26–28"
2×100 м	PS = 29–30"

Таблица 22

**Ступенчатый тест — 8×200 м. Режим — 2'50"
(пловцы-стайеры)**

Серия и повторение	Пульсовая зона (за 10")
2×200 м	PS = 22–24"
2×200 м	PS = 25–26"
2×200 м	PS = 26–28"
2×200 м	PS = 29–30"

Для тестирования подготовленности пловцов на открытой воде (Ширковец, 2012; Петряев, Ломазова, Ширковец, 2013) может использоваться ступенчатый тест — 10×400 м (см. табл. 23).

Таблица 23

**Ступенчатый тест для пловцов на открытой воде —
10×400 м**

Серия и повторение	Интервал между сериями	Интенсивность, % от тах
3×400 м	1 мин.	80
2×400 м	1 мин.	85
2×400 м	1 мин.	90
2×400 м	1 мин.	95
1×400 м	1 мин.	100

Для последующих расчетов используются средние значения скоростей в сериях. По зависимости между скоростью плавания в приведенных сериях и концентрацией лактата на графике строится *лактатная кривая*, по которой легко определить скорость плавания на уровне аэробного и анаэробного порога.

Для надежности теста со ступенчатым увеличением скорости плавания спортсмен должен строго соблюсти определенные условия:

Проведение теста должно осуществляться всегда в одних и тех же условиях и в одно и то же время дня.

Выполнение теста всегда должно осуществляться при постоянной температуре и влажности воздуха.

Необходимо избегать обильных приемов пищи за 5 ч до теста.

Перед тестом должен строго соблюдаться режим ночного сна (недопустимо недосыпание).

За час до теста следует воздержаться от приема кофе, чая или других кофеинсодержащих продуктов.

За день до теста необходимо избегать любых энергичных тренировок.

В день теста необходимо исключить какие-либо тренировки или выполнение тяжелой физической работы.

Тест не следует выполнять в болезненном состоянии или при высокой температуре.

В обязательном порядке перед тестом выполняется полноценная разминка (Янсен, 2006).

Методы (способы) определения пороговых скоростей

Особое внимание следует уделить определению аэробного и анаэробного порогов. Весьма сложные изменения физиологических и биохимических показателей при возрастающей интенсивности мышечной работы обуславливает многообразие методов определения аэробного и анаэробного порогов и ввиду этого некоторые терминологические разночтения. В определенной мере удачно сглаживает многие противоречия в литературных данных модель энергообеспечения мышечной работы при возрастании ее мощности, выдвинутая рядом авторов (Kindermann et al., 1979; Skinner, McLellan, 1980). Согласно этой модели с ростом мощности физической нагрузки осуществляется постепенный переход от аэробных механизмов энергообеспечения к анаэробным (см. рис. 2).

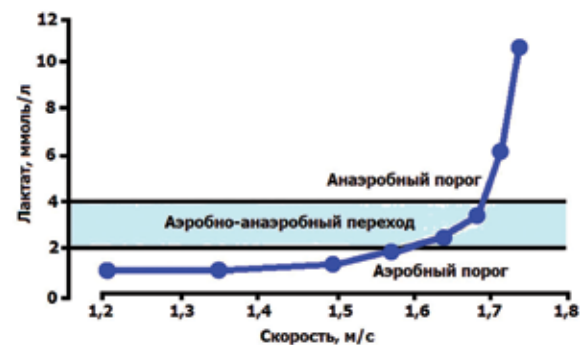


Рис. 2. Динамика включения различных механизмов энергообеспечения при повышающейся мощности физической нагрузки

В пределах переходной зоны сохраняется баланс между образованием молочной кислоты и ее устранением в тканях и органах. Нижнюю границу зоны называют **аэробным порогом**, при котором начинается нелинейный прирост легочной вентиляции и выделения CO_2 , а концентрация лактата в крови в среднем составляет 2 ммоль/л. **Анаэробный порог** соответствует верхней границе аэробно-анаэробного перехода, которая отделяет процесс увеличения концентрации лактата в мышцах и крови от процесса его накопления. Анаэробный порог характеризуется концентрацией лактата в крови в среднем 4 ммоль/л (Mader et al., 1976).

Методы определения аэробного и анаэробного порогов весьма разнообразны, и точно также различается их точность. Большинство авторов в качестве основных методов определения энергетических порогов рассматривают *методы, основанные на прямом измерении концентрации лактата в крови*. В качестве таковых мы считаем следует рассматривать только два:

1. Метод определения аэробного и анаэробного порогов по фиксированной концентрации лактата в крови (2 и 4 ммоль/л). Однако отмечается определенная индивидуальная вариативность этих показателей. Вместе с тем, концентрация 4 ммоль/л в среднем соответствует устойчивому соотношению между диффузией лактата в кровь и максимальным его устранением из крови и мышц (Astrand, Rodahl, 1977; Davis, Gass, 1981; Зайцева, 1986; Поликарпочкин и др., 2014).

2. Графический метод определения аэробного и анаэробного порогов по точке перегиба кривой зависимости концентрации лактата от интенсивности нагрузки или потребления кислорода (Orr et al., 1981; Yeh et al., 1983; Ширковец, 2012).

По зависимости между скоростью в плавании в приведенных сериях и концентрацией лактата на графике строится *лактатная кривая*, по которой легко определить скорость плавания на уровне аэробного и анаэробного порогов (см. рис. 3).

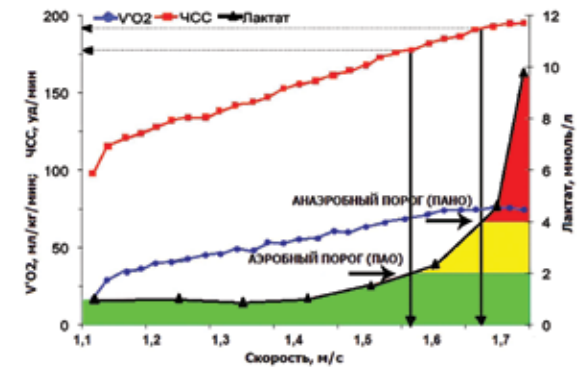


Рис. 3. Определение аэробного и анаэробного порогов при проведении теста со ступенчатым увеличением скорости плавания

В качестве примера приведем график зависимости «скорость — лактат», полученный при реальном тестировании пловца высокой квалификации (см. рис. 4).

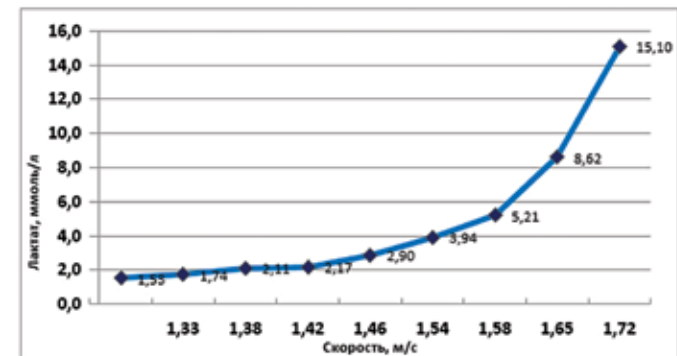


Рис. 4. График зависимости «скорость — лактат» в процессе выполнения теста со ступенчато возрастающей нагрузкой (8×200 м в/с)

Наряду с прямыми методами определения аэробного и анаэробного порогов предлагается целый ряд **косвенных методов**, в основном базирующихся на оценке динамики показателей внешнего дыхания. Таких методов в литературе описано достаточно много. Мы приведем только некоторые из них, имеющие более-менее приемлемую точность:

1. Графический метод определения энергетических порогов по *неметаболическому излишку* CO_2 . Согласно этому методу за величину аэробного порога принимается начало отклонения от прямой линии графика зависимости выделения CO_2 от нагрузки (Волков, Ширковец, 1973; Wassermann et al., 1973).

2. Разновидностью этого метода является определение аэробного порога по точке перегиба *графика отношения* VCO_2/VO_2 (дыхательный коэффициент, ДК, RER) *в функции нагрузки*, где VCO_2 — выделение углекислого газа, VO_2 — потребление кислорода. Момент начала нарастания величины дыхательного коэффициента дифференцируется как аэробный порог, и переход его значения через 1,0 рассматривается как анаэробный порог при постепенном увеличении нагрузки (Wassermann et al., 1973).

Вместе с тем дыхательный коэффициент в большой степени зависит от состава потребляемой пищи — соотношения в ней белков и углеводов. Более того, в наших исследованиях с участием пловцов высокой квалификации мы могли наблюдать весьма разноплановую картину. Совпадение порога анаэробного обмена (определялась концентрация лактата в крови) с достижением дыхательного коэффициента значения 1.0 наблюдалось не более чем в 5–8 % случаев. В подавляющем большинстве наблюдений дыхательный коэффициент, равный 1.0, отмечался при интенсивности специфической плавательной нагрузки на уровне максимального потребления кислорода.

3. По точке излома графика *зависимости минутного объема дыхания (легочной вентиляции) от мощности выполняемой работы* (Wassermann et al., 1973; Solberg et al., 2005). Эту интенсивность нагрузки часто называют «вентиляционным порогом», который по данным совпадает с аэробным порогом. Неточность данного метода и многозначность получаемых данных обуславливается неодинаковой формой графика у разных людей и в разных условиях, например, при различной продолжительности работы на каждой ступени нагрузки (Davis, 1985).

Мы рассмотрели только малую часть методов определения энергетических порогов по показателям внешнего дыхания и газоанализа, и число их увеличивается. Вместе с тем **физиологическое обоснование этих методов неудовлетворительно**.

Следует отметить, что определенный период времени наблюдался интенсивный поиск и разработка различных косвенных неинвазивных методов диагностирования аэробного и особенно анаэробного порогов. Это было связано с определенными методическими трудностями прямого определения (по концентрации лактата) энергетических порогов и малодоступностью этого метода. В настоящее время таких проблем не существует, однако определенная инерция сохранилась. Некоторые специалисты и практики до сих пор, получая цифровой ряд как концентрации лактата в крови, так и дыхательных показателей, зачастую предпочитают использовать в качестве критерия энергетических порогов именно дыхательные показатели (например, величину дыхательного коэффициента (RER)), чем в большинстве случаев закладывают ошибку.

Таким образом, в качестве основных методов определения аэробного и анаэробного порогов следует рассматривать методы, основанные на регистрации конечного продукта

анаэробного гликолиза — молочной кислоты (Mader et al., 1976). Методы, основанные на регистрации показателей газообмена, считаются косвенными, и в силу этого их точность принципиально ниже (Orr et al., 1981; Davis, 1985; Зайцева, 1986).

Оценка и интерпретация результатов теста со ступенчатым увеличением скорости плавания

После сбора всего объема информации, доступного в ходе проведения теста со ступенчато повышающимися нагрузками, весьма важно правильно оценить его результаты и получить максимум полезной для тренировочного процесса информации. Результаты ступенчатого теста позволяют оценить уровень специальной физической и функциональной подготовленности пловца сразу в нескольких аспектах.

Для оперативного управления процессом подготовки пловцов все тренировочные нагрузки подразделяют по их преимущественному воздействию на каждую из систем энергообеспечения организма. В современной международной классификации нагрузок по биоэнергетическим критериям выделяются шесть основных зон. В отечественном плавании применяется классификация нагрузок, предусматривающая семь зон, при этом первая и шестая зоны подразделяются каждая на две подзоны. Подробно критерии такого разделения всех нагрузок на зоны воздействия и их характеристики представлены в книге В. Б. Авдиенко и И. Н. Солопова «Искусство тренировки пловца» (2019).

В качестве объективных критериев для разделения нагрузок по зонам их воздействия на организм используют определенные значения уровня концентрации лактата в крови.

В. Б. Авдиенко в качестве критериев подразделения нагрузок на зоны предлагает следующие значения концентрации лактата:

- порог аэробного обмена — 1 (ПАО-1) — 0,5–1,5 ммоль/л;
- порог аэробного обмена — 2, собственно **аэробный порог** (ПАО-2) — 1,6–2,0 ммоль/л;
- порог аэробного обмена — 3 (ПАО-3) — 2,6–3,5 ммоль/л;
- **порог анаэробного обмена** (ПАНО) — 4,0–4,5 ммоль/л;
- порог анаэробного обмена — 2 (ПАНО-2) — 5,0–6,0 ммоль/л.

Исходя из этого, анализ лактатной кривой при ступенчатом плавательном тесте позволяет определять пороговые скорости в каждой из выделяемой зон интенсивности на момент обследования пловца (см. рис. 5).

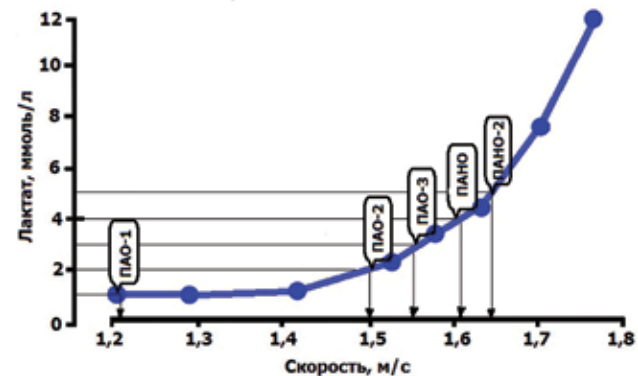


Рис. 5. Определение пороговых скоростей у пловцов по динамике концентрации лактата в крови при выполнении теста со ступенчато повышающимися нагрузками

Используя результаты, полученные в ходе проведения ступенчатого теста, можно определить потенциальные возможности сердца по доставке кислорода к мышцам. Если в работу вовлекаются только окислительные мышечные волокна (ОМВ), то наблюдается прямая зависимость между частотой сердечных сокращений и скоростью плавания (мощностью работы).

Отмечается, что определение потенциальных возможностей сердца по графикам ступенчатого теста достаточно корректно. После достижения максимума ударный объем сердца стабилизируется и начинает падать только при очень высоком пульсе, существенно выше анаэробного порога (ПАНО).

По характеру кривой можно оценить состояние мышц, соотношение окислительных мышечных волокон (ОМВ) и гликолитических мышечных волокон (ГМВ). Рост тренированности изменяет картину, при этом характер изменений показывает, рост каких компонентов произошел. Так, при увеличении силы ОМВ (их гипертрофии) точка первого перегиба сдвигается вправо по условной прямой. Можно предположить, что проводилась какая-то силовая работа, и произошли определенные изменения с ОМВ. Такие изменения наблюдаются в основном при применении силовых статодинамических упражнений. Когда сила ОМВ остается неизменной, а происходит увеличение количества митохондрий в ГМВ, их приближение по строению к ОМВ, точка перегиба стоит на месте, а оставшаяся часть графика наклоняется вниз, приближаясь к гипотетической прямой. Такая адаптация характерна для традиционной системы подготовки спортсменов. Та тренировка, которая делается по любой другой традиционной системе, на окислительные МВ никак не воздействует. Поэтому эта точка стабильна, а угол наклона постепенно будет меняться, что свидетельствует о росте тренированности за счет ГМВ (Селуянов, 2017).

Кроме того, биохимические исследования крови, проводимые в ходе проведения ступенчатого теста, позволяют получить информацию, характеризующую мощность и емкость как аэробного, так и анаэробного гликолитического механизма энергообеспечения (ресинтеза АТФ).

Вместе с тем ступенчатые тестовые упражнения имеют ограниченную ценность: они выступают лишь в качестве

набора инструментов для сравнения. Другими словами, они показывают степень прогресса относительно предыдущих тестов (Селуянов, 2017).

2.4. Определение показателей гидродинамики при плавании

Показатели тотальной и эффективной продвигающих сил, создаваемых движителями спортсмена в цикле движений при установившемся нестационарном плавании человека различными спортивными способами, определяются на максимальной скорости *биогидродинамическим методом* (Kolmogorov, et al., 1997, 2000, 2010).

Определяются следующие показатели:

T30 M FR — время проплывания мерного отрезка 30 м без сопротивления, с;

T30 M R — время проплывания мерного отрезка 30 м с сопротивлением, с;

V_{\max} — максимальная скорость плавания на мерном отрезке 30 м, м/с;

H — активное сопротивление (Н);

CX — коэффициент техники, у. е.;

Pt_0 — тотальная внешняя механическая мощность, Вт.

В качестве ориентиров при оценке результатов этого тестирования используются нормы показателей гидродинамики при плавании для элитных пловцов (табл. 24).

Таблица 24

Нормы показателей гидродинамики при плавании для элитных пловцов

Нормы для элитных спортсменов		V _{max} , м/с	Активное сопротивление, Н	CX, у. е.	P _{т0} , Вт
Ж	нс	1,45±0,010	48,96±1,73	0,298±0,010	71,15±2,77
	вс	1,69±0,007	60,95±3,81	0,264±0,011	102,95±4,76
	бт	1,54±0,008	54,31±2,04	0,286±0,012	82,41±3,54
	бр	1,33±0,005	58,33±2,63	0,422±0,19	77,62±3,53
М	нс	1,67±0,006	88,55±5,03	0,343±0,017	147,47±8,50
	вс	1,98±0,006	111,0±4,64	0,303±0,014	219,27±9,20
	бт	1,77±0,006	105,89±4,62	0,365±0,015	183,77±7,53
	бр	1,45±0,005	94,63±5,17	0,479±0,022	138,56±8,04

2.5. Определение силовых возможностей пловцов

Контроль силовых возможностей пловцов осуществляется уже достаточно давно и является обязательным компонентом педагогического направления комплексного контроля. Уровень специальной силовой подготовленности пловца оценивается в зависимости от пола, возраста, специализации и планируемого результата. Регистрируются и оцениваются такие показатели, как сила мышц на суше, непосредственно участвующих в продвижении тела в воде, и сила мышц при плавании: только при помощи рук, только при помощи ног и при плавании в полной координации.

Для контроля за состоянием силовой подготовленности применяются различные методы исследования: в одних случаях — система оценки выполнения специальных контрольных упражнений, в других — метод полидинамометрии, позволяющий избирательно и достаточно точно определить силу отдельных мышц и мышечных групп (Сайгин, Ягомяги, 1983). В настоящее время используется компьютерная тензометри-

ческая система, позволяющая проводить измерения силы тяги в воде и на суше за 10 сек.

Наиболее распространенным в практике методом измерения в условиях суши максимальной силы мышц, участвующих в гребковом движении, является *метод Х. Мертенса*. Для его реализации используется специальная скамейка, имеющая угол наклона 8°. Руки, согнутые в локтевых суставах до угла 120°, опущены вертикально вниз. Кисти устанавливаются на специальных лопаточках, которые через стальной трос соединены с прикрепленным к стене динамометром. Пловец плавным движением рук, направленным строго назад, развивает максимальное усилие. При этом тело и руки пловца находятся в положении, которое они занимают в середине гребка. По трем попыткам определяют наибольшую величину суммарного усилия основных групп мышц, участвующих в гребке.

Для измерения силы тяги в воде чаще всего используется *метод Б. И. Оноприенко*, заключающийся в плавании на привязи с растягиванием резинового амортизатора. Пловец растягивает резиновый амортизатор, укрепленный одним концом через динамометр на бортике бассейна, а другим концом на поясе спортсмена. Сила тяги измеряется в трех упражнениях: плавание на «руках», плавание на «ногах» и плавание в полной координации. Время отдыха определяется по самочувствию спортсмена.

На основе полученных результатов рассчитываются *коэффициент координации (КК)* и *коэффициент использования силовых возможностей (КИСВ)*.

Определяются следующие показатели:

СТС — сила тяги на суше, кг;

СТВР — сила тяги в воде на руках, кг;

СТВН — сила тяги в воде на ногах, кг;

СТВК — сила тяги в воде в координации, кг;

КК — коэффициент координации, %;

КИС — коэффициент использования силы, %.

В качестве ориентиров при оценке результатов тестирования силовых возможностей высококвалифицированных пловцов используются следующие нормы показателей силы тяги:

Коэффициент использования силовых возможностей (КИСВ): 55–60 %.

Коэффициент координации (КК):

— брасс — 62–72 %;

— баттерфляй — 65–75 %;

— кроль, кроль на спине — 82–92 %.

3. МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПЛОВЦОВ

Медицинская составляющая тренировочного процесса пловцов включает различные виды обследования:

— *первичное* (оценка, прогноз состояния здоровья и степени риска пограничных состояний: исключение патологий и заболеваний, особенности конституции, наследственной патологической предрасположенности и скрытых болезней, ранее перенесенных заболеваний и травм.);

— *углубленное ежегодное (УМО)* (получают расширенное, полное информирование о состоянии здоровья и функционировании органов и систем спортсменов);

— *дополнительное* (проводится после длительных тренировочных перерывов, перенесенных заболеваний и травм);

— *этапное* (определение накопившихся изменений в организме у спортсмена по окончании каждого из этапов тренировочного цикла). Проводится несколько раз в год. Первое — при завершении втягивающего этапа подготовительного периода, второе и третье — в середине и по окончании основного тренировочного периода, а четвертое — в конце предсоревновательного периода;

— *текущее* (анализ выраженности изменений функционального состояния органов и систем организма спортсмена после тренировочных нагрузок). Оценивается перенапряжение, состояние перетренированности, срыв функционирования органов и систем спортсменов. Осуществляется оперативная коррекция персональных тренировочных схем и медицинская помощь по необходимости;

— *срочное, «оперативное»* (оперативная оценка изменений функционального состояния систем организма в процессе тренировки и до 2 часов после нее).

Срочное «оперативное» обследование (контроль)

Показатели состояния спортсмена получают как до, так и после тренировочных занятий, а также в ходе самой тренировки. Исследование показателей определяет уровень срочной адаптации органов и систем спортсменов. При тренировках, направленных на развитие выносливости и скоростной выносливости, анализируют:

- внешние признаки утомления;
- ЧСС (динамика);
- АД;
- ЭКГ;
- вариабельность ритма сердца;
- массу и состав тела (*импедансометрия тела*);
- ЖЕЛ;
- общеклинический анализ крови;
- молочная кислота (лактат) в сыворотке;
- мочевины в сыворотке;
- общий анализ мочи.

Текущий контроль выполняется:

- ежедневно как утром однократно, так и перед первой и второй тренировками;
- несколько раз в неделю (после дня отдыха, максимальной тренировки, умеренной тренировки);
- после дня отдыха.

В зависимости от периода подготовки спортсмена можно применять различные варианты выполнения текущего обследования.

Необходимо оценивать функциональное состояние:

- центральной нервной системы;
- вегетативной нервной системы;
- нервно-мышечного аппарата;
- анализаторов;
- сердечно-сосудистой системы;

- морфологического и биохимического состава крови;
- опорно-двигательного аппарата.

3.1. Гематологические и биохимические исследования у пловцов

Лабораторные исследования:

- общеклинический анализ крови (эритроциты, гемоглобин, гематокрит, средний объем эритроцита, ширина распределения эритроцита, среднее содержание гемоглобина в эритроците, средняя концентрация гемоглобина в эритроците, ретикулоциты, лейкоциты, лейкоцитарная формула, тромбоциты, СОЭ);
- общий анализ мочи;
- биохимический анализ крови;
- кислотно-основное состояние;
- глюкоза;
- молочная кислота (лактат);
- аминотрансферазы АСТ, АЛТ;
- мочевины;
- креатинин;
- КФК (креатинфосфокиназа);
- мочевая кислота;
- миоглобин;
- мозговой натрийуретический пептид — BNP, NT-proBNP;
- молекулы средней массы (маркер эндогенной интоксикации);
- калий, магний, кальций, фосфор, железо;
- биохимический анализ мочи;
- 3-метилгистидин (метаболит актина и миозина, характеризует распад белков в миоцитах);
- гормоны (тестостерон, лобулин, связывающий половые гормоны (ГСПГ), инсулин, кортизол);

- оксидантный статус;
- общий антиоксидантный статус (TAS) (комплекс тестов, направленных на оценку антиоксидантных свойств крови: супероксиддисмутаза, глутатионпероксидаза, глутатионредуктаза эритроцитов; общий антиоксидантный статус сыворотки);
- супероксиддисмутаза;
- малоновый диальдегид (MDA).

Переокисное повреждение белковых веществ приводит к их деградации и образованию токсических фрагментов, в том числе молекул средней массы, которые принято считать маркерами эндогенной интоксикации у спортсменов после интенсивной физической нагрузки.

В таблице 25 приведена лабораторная программа этапного и текущего контроля и референтные значения (нормальные величины показателей в диапазоне допустимых значений у здоровых лиц) наблюдаемых параметров.

Таблица 25

Этапный и текущий контроль (лабораторная программа) и референтные (нормальные) значения

Лабораторный показатель	Этапный контроль	Текущий контроль	Референтные величины
Общеклинический анализ крови (ОАК)	+	+	См. табл. 3.4
Общий анализ мочи (ОАМ)	+	+	См. табл. 3.5.
<i>Биохимический анализ крови</i>			
Кислотно-основное состояние	+	+	См. табл. 3.6.
Глюкоза	+	+	в цельной крови: 3,3–5,5 ммоль/л в сыворотке: 4,2–6,4 ммоль/л
Общий белок	+		60–85 г/л
Альбумин	+		40–65 г/л

Лабораторный показатель	Этапный контроль	Текущий контроль	Референтные величины
Глобулин	+		18–36 г/л
Белковые фракции	+		Альбумин 60–85 г/л Глобулины 18–36 г/л Альфа-1-глобулины 2–5 г/л Альфа-2-глобулины 4–7 г/л Бета-глобулины 5–9 г/л Гамма-глобулины 8–17 г/л
Мочевина	+	+	2,5–8,3 ммоль/л, < 500 мг/л
Креатинин	+	+	< 120 мкмоль/л
Мочевая кислота	+	+	Муж. 150–480 мкмоль/л Жен. 90–360 мкмоль/л
Молочная кислота (лактат)		+	Плазма: 0,5–2,5 ммоль/л Цельная кровь: 1,0–1,8 ммоль/л
АЛТ	+		< 41 У/л
АСТ	+	+	< 41 У/л
ЛДГ	+		120–280 У/л
КФК	+	+	< 200 У/л
Холестерин	+		< 6,2 ммоль/л
Триглицериды	+		< 2,0 ммоль/л
Ферритин	+		Муж. 15–400 мкг/л Жен. 10–200 мкг/л
Трансферрин	+		Муж. 1,8–3,6 г/л Жен. 1,9–4,2 г/л
Железо	+	+	8–32 мкмоль/л
Железосвязывающая способность сыворотки	+		45–75 мкмоль/л
Магний	+	+	0,8–1,2 ммоль/л
Калий	+		3,5–5,0 ммоль/л
Кальций		+	Общий 2,2–2,8 ммоль/л Своб. 1,1–1,4 ммоль/л
Миоглобин	+	+	< 65 мкг/л
BNP натрийуретический пептид NT-proBNP		+	< 100 пг/мл < 300 пг/мл
Молекулы средней массы	+	+	0,2±0,28 усл. ед.
B12 витамин (цианокобаламин)	+		150-950 нг/л
B9 витамин (фолиевая кислота)	+		3,2–20,5 нг/мл

Лабораторный показатель	Этапный контроль	Текущий контроль	Референтные величины
<i>Гормональный статус</i>			
ТТГ (тиреотропный гормон)	+		0,4–5,0 мЕд/л
Свободный Т4 (тироксин)	+		9,00–19,05 пмоль/л
Кортизол	+	+	в 8:00 — 140–690 нмоль/л в 16:00 — 80–330 нмоль/л в 20:00 — 55–250 нмоль/л
Тестостерон	+	+	Муж. 8–40 нмоль/л Жен. < 4,0 нмоль/л Предпубертатный возраст: 0,15–0,8 нмоль/л
Глобулин, связывающий половые гормоны (ГСПГ)	+	+	11–13 лет: 15–108 нмоль/л 13–15 лет: 11–98 нмоль/л 15–17 жен.: 10–85 нмоль/л 15–19 муж.: 0–50 нмоль/л 17–19 жен.: 11–155 нмоль/л > 19 лет: муж.: 16–70 нмоль/л жен.: 15–122 нмоль/л
ДНЕА (дегидроэпиандростерон)	+	+	ДНЕА: 8–32 нмоль/л ДНЕА-S: 1,2–7,0 мкмоль/л
Инсулин	+	+	40–190 пмоль/л
Адреналин	+		< 600 пмоль/л
Норадреналин	+		410–4440 пмоль/л
Дофамин	+		< 570 пмоль/л
АКТГ	+		в 8:00 — 2–11 пмоль/л
СТГ (соматотропин)	+		Дети: 0–13 нг/мл Взрослые: муж. < 2,0 нг/мл жен. < 10,0 нг/мл
<i>Оксидантный статус</i>			
Малоновый диальдегид (MDA)	+	+	0,45–1,7 нмоль/мл
Супероксиддисмутазы	+	+	1100–2000 ед/г Hb
Общий антиоксидантный статус TAS	+	+	Супероксиддисмутазы эрит 1200–2000 ед./г Hb Глутатионпероксидаза эрит 50–100 ед./г Hb Глутатионредуктаза эрит 2,5–6,0 ед./г Hb Общий антиоксидантный статус сыворотки, 1,50– 2,75 ммоль/л
<i>Оценка микроциркуляции и гемостаз</i>			
Фибриноген плазмы	+		2,00–4,00 г/л

Лабораторный показатель	Этапный контроль	Текущий контроль	Референтные величины
Протромбиновое время	+		78–142 %
Тромбиновое время	+		10,3–16,6 с
Антитромбин III	+		80–130 %
АЧТВ активированное частичное тромбопластиновое время	+		25,4–36,9 сек.
Растворимые комплексы фибрин-мономер	+		0,35–0,47 ед.
Д-димер	+		< 243 нг/мл
Фибринолитическая активность	+		3–4 ч.
<i>Биохимический анализ мочи</i>			
Креатинин		+	> 14 лет: Жен. 5,3–15,9 ммоль/сут. Муж. 7,1–17,7 ммоль/сут.
3-метилгистидин		+	2–18 лет: 16,5–584 мкмоль/л > 18 лет: 15–921 мкмоль/л

В таблице 26 приведена лабораторная программа и референтные (нормальные) значения показателей общеклинического анализа крови.

Таблица 26

Программа и референтные (нормальные) значения общеклинического анализа крови (ОАК)

Эритроциты (RBC — red blood cells)		
Показатель	Мужчина	Женщина
Эритроциты (RBC), абсолютное количество	4,0–5,5×10 ¹² /л	3,7–5,0×10 ¹² /л
Ретикулоциты (Ret, Rt)	0,2–1,2 %	
Гемоглобин (HGB, Hb)	130–170 г/л	120–150 г/л
Гематокрит (HCT)	37–52 %	34–47 %
<i>Эритроцитарные индексы</i>		
MCV — средний объем эритроцита	76–96 (мкм или фл)	

Эритроциты (RBC — red blood cells)		
Показатель	Мужчина	Женщина
MCH — среднее содержание гемоглобина в отдельном эритроците	27–33 пг	
Цветовой показатель (Colour index) *	0,85–1,1	
MCHC — средняя концентрация гемоглобина в эритроцитарной массе **	30–38 %, или 300–380 г/л	
RDWc — ширина распределения эритроцитов	11,5–14,5 %	
ESR (СОЭ) — скорость оседания: Эритроцитов ***		
метод Вестергрена	< 15 мм/час	< 20 мм/час
метод Панченкова	< 10 мм/час	< 15 мм/час
Лейкоциты (WBC — white blood cells). Лейкоцитарная формула		
Лейкоциты (WBC), абсолютное количество	4,0–9,0×10 ⁹ /л	
<i>Лейкоцитарные индексы</i>		
LYM — лимфоциты, абсолютное содержание	1,2–3,0×10 ⁹ /л	
LYM % — относительное содержание лимфоцитов	20–40 %	
MID (MXD) — абсолютное содержание смеси моноцитов, базофилов, эозинофилов	0,15–0,8×10 ⁹ /л	
MID % (MXD %) — относительное содержание смеси моноцитов, базофилов, эозинофилов	3–10 %	
GRA — гранулоциты (нейтрофилы, эозинофилы, базофилы), абсолютное содержание	1,5–7,5×10 ⁹ /л	
GRA % — относительное содержание гранулоцитов	47–75 %	
NEUT % — относительное содержание нейтрофилов	45–72 %	
EO % — относительное содержание эозинофилов	< 6 %	
BA % — относительное содержание базофилов	< 1 %	
MON % — относительное содержание моноцитов	3–11 %	
Тромбоциты (PLT — platelets)		
PLT — тромбоциты, абсолютное количество	150–400×10 ⁹ /л	
<i>Тромбоцитарные индексы</i>		
PCT — тромбокрит, доля (%) объема цельной крови, занимаемая тромбоцитами	0,108–0,282 %	
MPV — средний объем тромбоцитов	7–15 фл	
PDWc — относительная ширина распределения тромбоцитов по объему	1–20 %	

* Данные индексы отражают одно и то же, только выражены в разных единицах.

** Индекс отражает степень насыщения эритроцита гемоглобином.

*** Позволяет оценить скорость разделения крови на плазму и эритроциты.

Автоматические гематологические анализаторы выводят гистограммы для эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов.

Лабораторная программа и референтные (нормальные) значения показателей общего анализа мочи представлены в таблице 27.

Таблица 27

Показатели и их референтные (нормальные) значения общего анализа мочи (ОАМ)

Показатель	Результат анализа
Количество в сутки	800–1600 мл
Цвет	светло-желтый
Прозрачность	прозрачная
Относительная плотность *	1010–1030 г/л
Реакция pH	кислая 4–7
Запах	Нерезкий
PRO (белок)	0,033 г/л
GLU (глюкоза)	0,8 ммоль/л
KET (кетоновые тела)	нет (negative)
BIL (билирубин)	нет
URO (уробилиноген)	нет
Гемоглобин	нет
LEU (лейкоциты)	0–3 (муж.) / 0–6 (жен.) в поле зрения

Показатель	Результат анализа
BLD (эритроциты)	единичные (муж) / 2–3 (жен.)
Эпителий (плоский, переходной)	до 10
Эпителий почечный	Нет
Цилиндры	нет
Слизь	нет
Соли	нет
НПТ (нитраты и бактерии)	нет
Грибок	нет

* Относительная плотность значительно меняется в течение суток.

В таблице 28 приведена лабораторная программа и референтные (нормальные) значения показателей кислотно-основного состояния крови.

Таблица 28

Основные показатели кислотно-основного состояния (КОС)

Показатель	Значение показателя	Норма
pH	Отрицательный десятичный логарифм концентрации H^+ в жидкой среде	в капиллярной крови: 7,36–7,46 ед.; в венозной крови: 7,26–7,36 ед.
АВ или ИБ (актуальный, истинный бикарбонат крови)	фактическая концентрация HCO_3^-	муж. 23,6–27,2 ммоль/л; жен. 21,8–27,2 ммоль/л
SB (стандартный бикарбонат)	содержание HCO_3^- при стандартных условиях ($pCO_2 = 40$ мм рт. ст., $pH = 7,4$, $t^{\circ} = 38^{\circ}C$, 100 % насыщение HbO_2)	в капиллярной крови: 18–25 ммоль/л; в венозной: 21,2–29 ммоль/л
BB (buffer base) буферные основания или все анионы крови	Включает бикарбонатный, белковый, гемоглобиновый, фосфатный буфер	в капиллярной крови: 42,5–52,5 ммоль/л

BE (base excess) избыток оснований или их недостаток	Разница между фактической и должной буферной емкостью	в капиллярной крови: муж. от –2,7 до +2,5 ммоль/л; жен. от –3,4 до +1,4 ммоль/л
pCO_2	Парциальное давление CO_2 , находящегося в равновесии с H_2CO_3 цельной крови	в капиллярной крови: муж. 32–45 мм рт. ст., жен. 35–48 мм рт. ст.; в венозной крови: 42–55 мм рт. ст.
pO_2	парциальное давление O_2 в цельной крови	в капиллярной крови: 83–108 мм рт. ст.; в венозной: 37–42 мм рт. ст.

Программа текущего дополнительного лабораторного обследования с целью выяснения и оценки функционального состояния тренированности, утомления и временного снижения работоспособности представлена в табл. 29.

Таблица 29

Программа текущего лабораторного обследования (дополнительно) для оценки функционального состояния тренированности, утомления и временного снижения работоспособности

Виды исследований	Оценка объема физической нагрузки, ее передозировки и состояния перенапряжения	Оценка интенсивности физической нагрузки	Оценка тренированности и перенапряжения организма спортсмена	Выявление утомления и оценка восстановления организма спортсмена	Выявление повреждения и травматизации мышечной ткани
Общеклинический анализ крови (ОАК)	+	+	+	+	+
Общий анализ мочи (ОАМ)	+	+	+		+
Биохимический анализ крови					
Кислотно-основное состояние		+			

Виды исследований	Оценка объема физической нагрузки, ее передозировки и состояния перенапряжения	Оценка интенсивности физической нагрузки	Оценка тренированности и перенапряжения спортсмена	Выявление утомления и оценка восстановления организма спортсмена	Выявление повреждения и травматизации мышечной ткани
Общий белок	+	+		+	
Альбумин				+	
Белковые фракции		+		+	
Мочевина	+	+	+	+	
Мочевая кислота		+	+		
Молочная кислота	+	+	+	+	
АСТ		+		+	+
ЛДГ		+	+	+	+
КФК	+	+	+	+	+
Холестерин	+	+			
Триглицериды	+	+			
Ферритин	+	+			
Трансферрин		+			
Железо	+	+			
Магний	+	+	+	+	
Калий	+	+	+	+	
Кальций				+	
Фосфор			+		
Хром			+	+	
Миоглобин		+	+	+	+
Тропонин					+
BNP натрийуретический пептид					+
Молекулы средней массы		+		+	
Свободные жирные кислоты				+	
Гормональный статус					
Кортизол	+	+	+	+	

Виды исследований	Оценка объема физической нагрузки, ее передозировки и состояния перенапряжения	Оценка интенсивности физической нагрузки	Оценка тренированности и перенапряжения спортсмена	Выявление утомления и оценка восстановления организма спортсмена	Выявление повреждения и травматизации мышечной ткани
Тестостерон	+	+	+	+	
Глобулин, связывающий половые гормоны (ГСПГ)	+	+			
Инсулин	+			+	
Адреналин	+	+		+	
Норадреналин		+			
Дофамин	+	+		+	
АКТГ	+				
Эритропоэтин		+			
Оксидантный статус					
Малоновый диальдегид			+	+	+
Супероксиддисмутаза			+	+	+
Миелопероксидаза				+	+
Общий антиоксидантный статус TAS			+	+	+
Окислительный метаболизм гранулоцитов				+	+
Оценка микроциркуляции и гемостаз					
Фибриноген				+	
Протромбиновое время				+	
Тромбиновое время				+	
Антитромбин III				+	
АЧТВ активированное частичное тромбопластиновое время				+	
Растворимые комплексы фибрин-мономер				+	
Д-димер				+	
Фибринолитическая активность				+	

Виды исследований	Оценка объема физической нагрузки, ее передозировки и состояния перенапряжения	Оценка интенсивности физической нагрузки	Оценка тренированности и перенапряжения организма спортсмена	Выявление утомления и оценка восстановления организма спортсмена	Выявление повреждения и травматизации мышечной ткани
Биохимический анализ мочи					
Креатинин		+	+		+
3-метилгистидин		+	+		+

Примечание. Корректировка дополнительных параметров текущего обследования осуществляется в зависимости от функционального состояния спортсмена и его здоровья.

В таблице 30 представлена динамика показателей перекисного окисления липидов (ПОЛ) у спортсменов при утомлении.

Таблица 30

Динамика показателей ПОЛ у спортсменов при утомлении

Показатель	Максимальная физическая нагрузка	Утомление, перенапряжение
Малоновый диальдегид	Повышение	Отсутствие снижения через 3 сут.
Супероксиддисмутаза	Снижение	Отсутствие восстановления через 1 сут.
Окислительный метаболизм гранулоцитов	Повышение до 7 раз на следующий день после интенсивной физической нагрузки и сохранение в течение 3 сут.	Отсутствие восстановления через 7 сут.
Молекулы средней массы	Повышение на 20-30%	Средняя стадия — на 100–200 %, поздняя — на 300–400 % Отсутствие снижения в течение 3 сут.

Критерии оценки результатов гематологических и биохимических исследований у пловцов

Система подготовки пловцов характеризуется возросшими требованиями, оптимизацией качественной и количественной составляющих тренировочного процесса. Значительные биохимические сдвиги в организме пловцов происходят при нарастающей интенсивности нагрузки и длительности ее выполнения. Предельные и запредельные биохимические сдвиги в организме отрицательно воздействуют на выполнение тренировок, снижая работоспособность пловцов в целом. Повышается риск возникновения предпатологических и патологических изменений состояния пловцов.

В настоящее время разработаны эффективные методы и методики клиничко-лабораторных исследований, а также критерии оценки результатов морфологического и биохимического состава крови у спортсменов.

Количество лабораторных показателей, применяемых в спортивной медицине, растет. Условием эффективности использования оценки общеклинических и биохимических результатов является правильная их интерпретация, которая затруднительна для большинства как тренеров, так и спортивных врачей. Представленные ниже сведения помогут лучше ориентироваться в оценке результатов гематологических и биохимических показателей и их диагностической значимости, оправдывая их применение для коррекции тренировочного процесса и медико-биологического обеспечения подготовки пловцов.

Критерии оценки результатов морфологического и биохимического состава крови у пловцов при адаптации к тренировочным нагрузкам способствуют эффективной подготовке в среднегорье и улучшению процессов климатической адаптации.

Оценка результатов лабораторных исследований у пловцов

Общеклинический анализ крови (ОАК)

ЭРИТРОЦИТЫ (RBC — red blood cells)		
Показатель	Мужчина	Женщина
Эритроциты (RBC), абсолютное количество	4,0–5,5×10 ¹² /л	3,7–5,0×10 ¹² /л
Гемоглобин (HGB, Hb)	130–170 г/л	120–150 г/л
Гематокрит (HCT)	37–52 %	34–47 %
Эритроцитарные индексы		
MCV — средний объем эритроцита	76–96 (мкм или фл)	
MCH — среднее содержание гемоглобина в отдельном эритроците	27–33 пг	
Цветовой показатель (Colour index)	0,85–1,1	
MCHC — средняя концентрация гемоглобина в эритроцитарной массе	30–38 %, или 300–380 г/л	
RDWc — ширина распределения эритроцитов	11,5–14,5 %	

Изменения при состояниях

Количество эритроцитов (RBC)

Повышен	Снижен
<ul style="list-style-type: none"> • Чрезмерная физическая нагрузка • Гипоксия различная • Курение (образование функционально неактивного HbCO), в том числе и кальяи • Обезвоживание (дегидратация) • Поликистоз и гидронефроз почек • Повышенный синтез эритропоэтина • Избыток аденокортикостероидов, андрогенов • Уменьшение ОЦК • Наследственный эритроцитоз • Стресс-эритроцитоз • Использование лекарственных средств и БАДов 	<p>При интенсивных тренировках происходит разрушение эритроцитов</p> <p>Переутомление</p> <p>Гипергидратация</p> <p>Все виды анемий, связанных:</p> <ul style="list-style-type: none"> • с кровопотерей • нарушением кроветворения • повышенным кроверазрушением <p>Увеличение ОЦК: гиперпротеинемия, беременность</p> <p>Использование лекарственных средств и БАДов</p>

Концентрации

Гемоглобин (HGB, Hb)

Повышение концентрации	Снижение концентрации
<ul style="list-style-type: none"> • Чрезмерная физическая нагрузка (миогенный) • Повышение тренированности в циклических видах • Адаптация организма к физическим нагрузкам в гипоксических условиях • Долгительное пребывание в горах • Обезвоживание (дегидратация) • Курение (образование функционально неактивного HbCO), в том числе и кальяи • Стресс и выраженное психоэмоциональное возбуждение • Передозировка витамина B12 • Использование лекарственных средств и БАДов 	<p>При интенсивных тренировках (железодифицитная «спортивная анемия»)</p> <p>Гипергидратация</p> <p>Все виды анемий, связанных:</p> <ul style="list-style-type: none"> • с кровопотерей • нарушением кроветворения • повышенным кроверазрушением <p>Использование лекарственных средств и БАДов</p>

Гематокрит (HCT, Ht)

Гематокрит — это процентное соотношение эритроцитов и плазмы крови.

Повышен	Снижен
<ul style="list-style-type: none"> • Обезвоживание (дегидратация) • Чрезмерная физическая нагрузка • Гипоксия различная • Курение (образование функционально неактивного HbCO), в том числе и кальяи • Поликистоз и гидронефроз почек • Уменьшение ОЦК • Использование лекарственных средств и БАДов 	<ul style="list-style-type: none"> • Гипергидратация • Все виды анемий, связанных: • с кровопотерей • нарушением кроветворения • повышенным кроверазрушением <p>Увеличение ОЦК: гиперпротеинемия, беременность</p> <ul style="list-style-type: none"> • Использование лекарственных средств и БАДов

Средний объем эритроцита (MCV)

Микроцит (< 80 fl)	Нормоцит (> 80 fl и < 100 fl)	Макроцит (> 100 fl)
Анемии микроцитарные: железодефицитные и др. Использование гипертонических растворов	Анемии нормоцитарные: после кровотечения гемолитические апластические гемоглобинопатии	Анемии макроцитарные и мегалобластные: дефицит витамина В12, фолиевой кислоты Гипотонические растворы (чрезмерное использование)

Средняя концентрация гемоглобина в эритроцитарной массе (МСНС)

Повышена	Снижена до уровня < 310 g/l
Гиперхромные анемии Гиперосмолярные нарушения водно-электролитного обмена	Гипохромные анемии Гипоосмолярные нарушения водно-электролитного обмена

1. Оценка текущего и оперативного функционального состояния пловцов на фоне тренировок зависит от индивидуального и относительно стабильного уровня показателей количественной и качественной составляющей красной крови.

2. Наиболее ранний критерий передозировки физической нагрузки, направленной на развитие выносливости, — это увеличение эритроцитарного индекса MCV перед уменьшением HGB (концентрация гемоглобина).

3. При ухудшении состояния тренированности пловцов в предсоревновательный и соревновательный периоды уровень HGB стабилен, RBC — незначительно повышен, HCT и MCV — повышаются.

4. При хорошем состоянии тренированности пловцов в предсоревновательный и соревновательный периоды уровень HGB стабилен, RBC — незначительно повышен, HCT и MCV — снижаются.

5. Снижение MCV и МСНС характерно для железодефицитного состояния крови.

6. Повышение показателей МСНС и МСН свидетельствует о гиповитаминозе группы В; никотиновой зависимости; приеме успокоительных или гормональных препаратов.

Лейкоциты (WBC — white blood cells). Лейкоцитарная формула	
Лейкоциты (WBC), абсолютное количество	4,0–9,0×10 ⁹ /л
<i>Лейкоцитарные индексы</i>	
LYM — лимфоциты, абсолютное содержание	1,2–3,0×10 ⁹ /л
LYM % — относительное содержание лимфоцитов	20–40 %
MID (MXD) — абсолютное содержание смеси моноцитов, базофилов, эозинофилов	0,15–0,8×10 ⁹ /л
MID % (MXD %) — относительное содержание смеси моноцитов, базофилов, эозинофилов	3–10 %
GRA — гранулоциты (нейтрофилы, эозинофилы, базофилы), абсолютное содержание	1,5–7,5×10 ⁹ /л
GRA % — относительное содержание гранулоцитов	47–75 %

Изменения при состояниях

Количество лейкоцитов (WBC)

Повышен — лейкоцитоз	Снижен — лейкопения
<ul style="list-style-type: none"> • Чрезмерная физическая нагрузка (физиологический лейкоцитоз) • Инфекции (бактериальные, вирусные, грибковые и др.) • Воспалительные состояния • Травмы • Результат действия адреналина и андрогенов • Использование лекарственных средств и БАДов 	<ul style="list-style-type: none"> • Вирусные (грипп, парагрипп) и паразитарные инфекции • Микоплазменная и хламидийная инфекции • Преднамеренное голодание • Частая рвота • Ограниченные диеты • Заболевания щитовидной железы • Аллергические реакции • Дефицит минералов, таких как медь и цинк • Использование лекарственных средств и БАДов (антибиотики, сульфаниламиды, НПВС, тиреостатики, спазмолитические и др.)

Лимфоциты (LYM)

Повышен — лимфоцитоз	Снижен — лимфопения
<ul style="list-style-type: none"> • Вирусная инфекция • Инфекционный мононуклеоз • Цитомегаловирусная инфекция • Вирусный гепатит • Использование лекарственных средств и БАДов 	<ul style="list-style-type: none"> • Тяжелые вирусные заболевания • Вторичные иммунные дефициты • Использование лекарственных средств и БАДов (кортикостероиды)

Смесь моноцитов, базофилов и эозинофилов (MID (MXD))

Повышен	Снижен
<ul style="list-style-type: none"> • Напряжение иммунитета и повышение сопротивления внешним факторам • Аллергические реакции на пищу, лекарства, вакцины, • Паразитарные заболевания • Вирусные инфекции, • Заболевания щитовидной железы (гипо-, гиперфункция) • Гипергликемия • Воспалительные состояния • Хронические заболевания кишечника, энтерит • Овуляция, беременность • Дефицит железа • Использование лекарственных средств и БАДов (эстрогены и др.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Снижении иммунитета • Интоксикации • Инфекционные воспалительные заболевания • Гормональная терапия • Адренокортикоидная активность • Стрессы • Физическое и эмоциональное перенапряжение • Использование лекарственных средств и БАДов

Для уточнения диагностики и выяснения того, какой именно из показателей MID повышен в крови, причины его роста и принятия решения о терапии, обычно проводится дополнительный анализ. В ходе его используется лейкоцитарная формула, указывающая на изменения в составе клеток.

Гранулоциты (GRA)

Повышен	Снижен
<p>Физиологические причины повышения GRA</p> <p>Изменение показателя гранулоцитов в сторону увеличения обычно свидетельствует в пользу воспалительного процесса. Но не всегда.</p> <p>Есть группа естественных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • после интенсивной физической нагрузки • обильный прием пищи • приближение менструального цикла • беременность <p>Причины связанные с заболеваниями:</p> <ul style="list-style-type: none"> • острые инфекционные процессы • бактериальные или вирусные поражения • аутоиммунные воспаления (артрит, васкулит) • глистные поражения • аллергические реакции. • интоксикации организма разного рода: <p>Прием лекарственных средств и БАДов (противовоспалительные, антибиотики, змеиный яд, вакцины и др.).</p> <p>Список их обширен:</p> <p><u>острые внешние и внутренние кровотечения</u></p> <p>патологии сердечно-сосудистой системы: миокардит, ишемия миокарда, и др.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Вирусные поражения организма: герпес, цитомегаловирус, инфекционный мононуклеоз, грипп, гепатиты, корь, краснуха и др. • Анемии и заболевания крови прочего рода • Врожденные или приобретенные нарушения со стороны нормального кроветворения • Аутоиммунный • Дефицит витамина B12, фолиевой кислоты • Использование лекарственных средств и БАДов (гиперчувствительность к лекарствам). <p>Если гранулоциты понижены — это однозначный сигнал расстройства работы организма.</p>

Реакции адаптации организма пловцов на выполняемую тренировочную нагрузку с преимущественным развитием выносливости, основанные на данных лейкоцитарной формулы крови:

— *реакция тренировки:*

лимфоциты (LYM) = 20–26 %; GRA%–MID% = 58–64 %;

— *реакция спокойной активации:*

лимфоциты (LYM) = 27–33 %; GRA%–MID% = 51–57 %;

— *реакция повышенной активации:*

лимфоциты (LYM) = 34–40 %; GRA%–MID% = 50–44 %.

Необходимо также учитывать общую концентрацию лейкоцитов.

Для высококвалифицированных спортсменов характерны более низкая частота возникновения и длительность удержания пред- и патологических адаптационных фаз организма, по содержанию лимфоцитов в периферической крови.

Фазы срочных постнагрузочных изменений показателей белой крови:

1-я фаза — лимфоцитарная. Общее число лейкоцитов не изменяется, количество лимфоцитов увеличено, нейтрофилы уменьшаются. Сдвиг лейкоцитарной формулы крови влево отсутствует.

2-я фаза — нейтрофильная. Общее число лейкоцитов увеличивается, лимфоциты крови падают ниже исходного, нейтрофилы увеличиваются со сдвигом влево (количество палочкоядерных форм возрастает в два и более раза). Число эозинофилов уменьшается.

3-я фаза — интоксикационная. Резкий лейкоцитоз, общее число лимфоцитов падает не только в %, но и в абсолютных цифрах. Резкий нейтрофильный сдвиг влево. Эозинофилы отсутствуют.

Благоприятный сдвиг укладывается в рамки *лимфоцитарной фазы* и лишь *при исключительно больших напряжениях — в начало нейтрофильной фазы.*

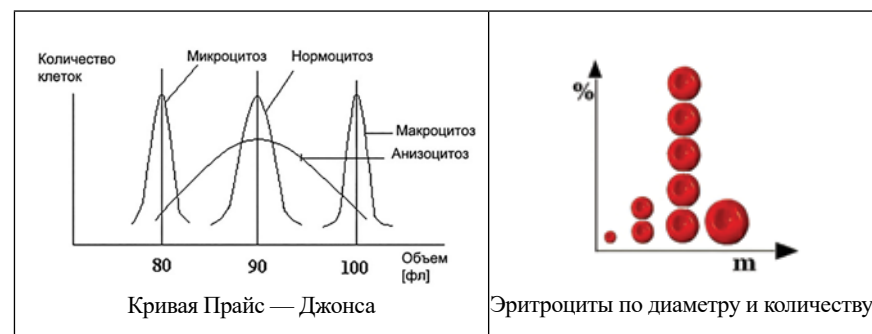
Диапазон изменений показателей белой крови в *пределах нормы или несколько выше (не более чем на 25 %) граничных значений.*

При *тренировке на фоне хронических очагов инфекции и не долеченных заболеваний* возникает нарушение взаимоотношений абсолютного числа лимфоцитов и нейтрофилов, которые начинают изменяться параллельно.

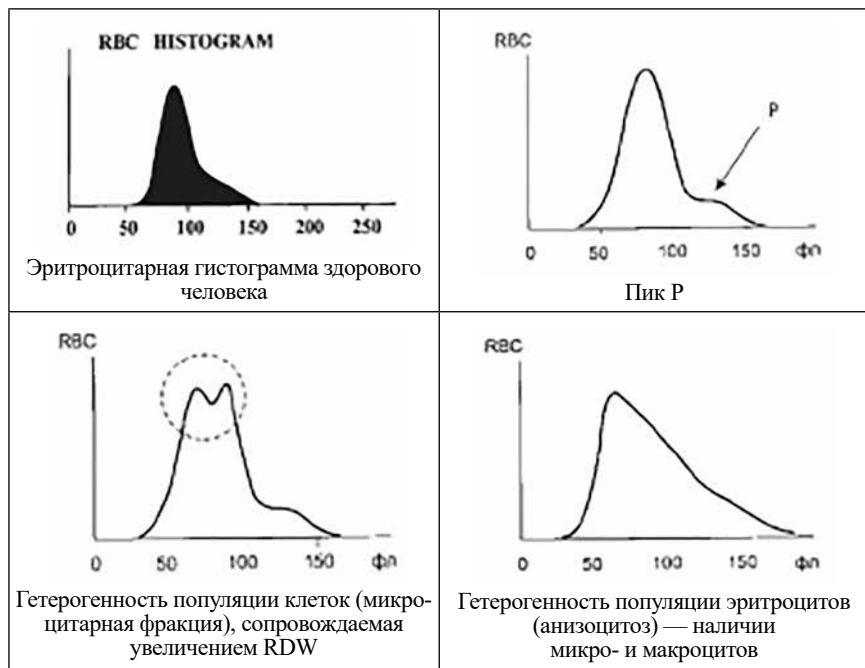
Интерпретация показателей гемограммы

Эритроциты. В норме диаметр эритроцитов составляет 7–8 микрон, а физиологической нормой считается их размер в 5,5–9,5 микрон (в графическом выражении — это кривая Прайс — Джонса). Средний объем красных кровяных телец (MCV) составляет 80–100 фемтолитров. Такие клетки (нормоциты) отображают нормальные показатели, и в крови их в норме больше остальных.

Анизоцитоз эритроцитов — это показатель, отображающий ширину их распределения.



Кривая Прайс — Джонса отображает величину распространения измененных эритроцитов *по диаметру*, а гистограмма, выведенная прибором-анализатором, отображает их распространение *по объему*.



При оценке гистограммы эритроцитов следует обратить внимание на ее форму и ширину основания. Небольшой пик Р на правом крыле распределения эритроцитов в области 110–150 фл не имеет диагностического значения, а является *приборным артефактом*.

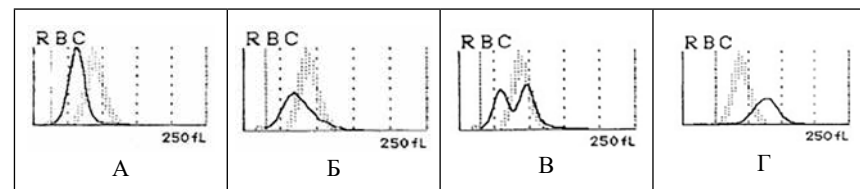
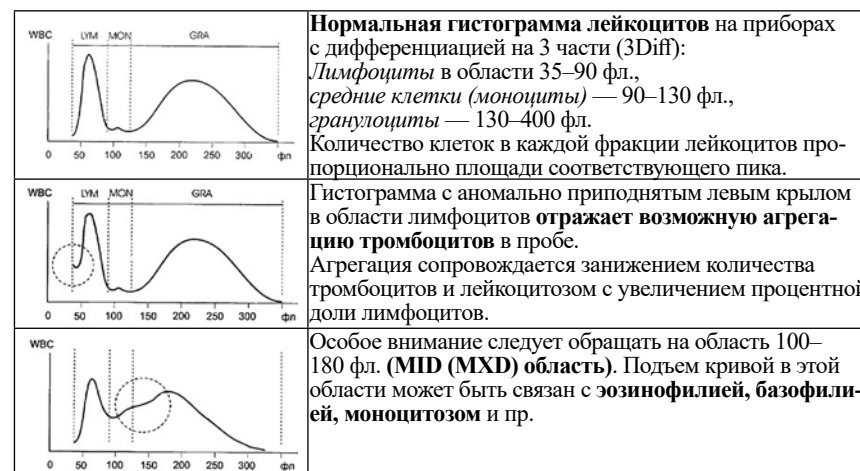
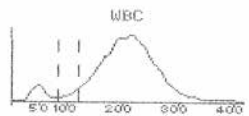
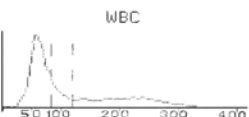
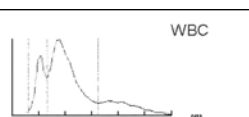
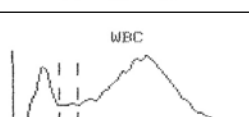

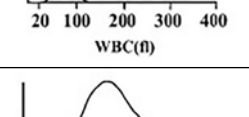
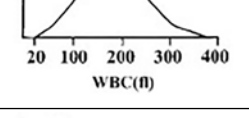


Рис. 6. Виды гистограмм на разных этапах железодефицитной анемии: А — смещение гистограммы влево в начальной стадии железодефицитной анемии; Б — эритроцитарная гистограмма при гипорегенераторной стадии железодефицитной анемии; В — два эритроцитарных пика на фоне лечения железодефицитной анемии препаратами железа; Г — эритроцитарная гистограмма при В12-дефицитной анемии

Лейкоциты. Дифференциация лейкоцитов на три субпопуляции имеет право на существование и достаточно при проведении диспансерных и профилактических мероприятий. Процентное отношение в крови числа базофилов и эозинофилов мало, и популяция полиморфноядерных клеток представлена главным образом нейтрофилами.



	Нейтрофилия инфекционного генеза Лейкоцитоз. Гранулоцитоз — большинство клеток сосредоточено в гранулоцитарной области.
	Лимфоцитоз вирусного генеза. Инфекционный мононуклеоз. Лейкоцитоз, лимфоцитоз. На гистограмме расширение пика лимфоцитов, увеличена область «средних» клеток. Моноциты — 7 %, лимфоциты — 66 % (из них 30 — атипичные мононуклеары).
	Эозинофилия. Лейкоциты — $12,1 \times 10^9/\text{л}$, нейтрофилы — 25 %, эозинофилы — 56 %, лимфоциты — 19 %.
	Моноцитоз. Лейкоциты — $9,5 \times 10^9/\text{л}$, нейтрофилы — 63 %, эозинофилы — 1 %, моноциты — 14 %, лимфоциты — 22 %.
	Гистограмма лейкоцитов при остром лейкозе. Внимание! ОНКОЛОГИЯ!
	Гистограмма лейкоцитов при хроническом миелоцитарном лейкозе. Внимание! ОНКОЛОГИЯ!
	Гистограмма лейкоцитов при хроническом лимфоцитарном лейкозе. Внимание! ОНКОЛОГИЯ!

Тромбоциты. Тромбоциты (PLT — *Platelets*) — это безъядерные фрагменты клеток красного костного мозга. Основная роль тромбоцитов в организме — участие в первич-

ном гемостазе, с функцией адгезивно-агрегационной и ангиотрофической, также обеспечивают ретракцию кровяного сгустка. Физиологические изменения количества тромбоцитов в течение суток составляют около 10 %. У женщин во время менструаций количество тромбоцитов может уменьшиться на 25–50 %.

	Типичная (нормальная) гистограмма тромбоцитов. Максимум функции распределения расположен в области 5–7 фл.
	Интерференция микроцитов. Подъем правого крыла функции распределения указывает на возможную интерференцию со стороны микроцитарной фракции эритроцитов. При этом измеренное число тромбоцитов будет недостоверным.
	Артефакты на тромбоцитарной гистограмме. Смещение максимума распределения влево с резким спадом левого крыла свидетельствует об электрических помехах в сети, бактериальном загрязнении анализируемого разведения. Измеренное число тромбоцитов в этом случае также недостоверно.

Увеличение количества тромбоцитов	Снижение количества тромбоцитов
<ul style="list-style-type: none"> • Физическое перенапряжение. • Хронические воспалительные заболевания (суставов, печени, легких). • Кровотечения. • Выздоровления от анемий. • Прием глюкокортикостероидов. • Лекарственный гемолиз. • Злокачественные новообразования. 	<ul style="list-style-type: none"> • Дефицит витамина B12 и фолиевой кислоты. • Вирусные инфекции. • Бактериальные инфекции. • Апластическая анемия. • Кровотечения. • Злокачественные новообразования.

Биохимический анализ крови

АЛТ — аланинаминотрансфераза	< 41 U/I
АСТ — аспартатаминотрансфераза	< 41 U/I
Креатинин	< 120 мкмоль/л
КФК — креатинкиназа	< 200 U/I
Мочевина (азот мочевины)	2,5–8,3 ммоль/л, < 500 мг/л

Изменения при состояниях

Аланинаминотрансфераза (АЛТ)

Внутриклеточный фермент, содержащийся в печени (*наибольшая концентрация*), в скелетных мышцах, сердечной мышце и почках. Период полураспада АЛТ около 50 ч.

Повышен	Снижен
Повреждение клеток печени (алкоголь, некроз, цирроз и др.). Заболевания печени (гепатиты). Разрушение мышечной ткани (травма, миоцит, миодистрофия и др.). Острый инфаркт миокарда (повышение до двух раз). Использование лекарственных средств и БАДов: токсическое действие.	Недостаточность витамина В6. Снижение АЛТ не является диагностически значимым в большинстве состояний. <i>Почечная недостаточность.</i> Гемодиализ повторный. Во время <i>беременности</i> .

Аспартатаминотрансфераза (АСТ)

Внутриклеточный фермент, содержащийся в миокарде, скелетных мышцах, печени, почках, эритроцитах, расположен преимущественно в митохондриях, а период полураспада около 20 ч, Реагирует на более тяжелые повреждения гепатоцита.

Повышен	Снижен
<ul style="list-style-type: none"> Тяжелая физическая нагрузка. Разрушение мышечной ткани (травма, миоцит, миодистрофия и др.). Острый инфаркт миокарда (повышен до десяти раз). Повреждение клеток печени (алкоголь, некроз, цирроз и др.). Заболевания печени (гепатиты). Желчнокаменная болезнь. Панкреатит. Инфекционный процесс. Дисфункция аутоиммунной системы. Ожоги. Тепловой удар. Аллергические состояния. Беременность. Подростковый возраст. Использование лекарственных средств и БАДов: токсическое действие 	<ul style="list-style-type: none"> Недостаток витамина В6. Падение количества работоспособных гепатоцитов. Отмирание тканей печени (некроз).

Гиперферментемия умеренная — повышение активности (АСТ и АЛТ) в 1,5–5 раз от с верхней границей нормы;

Гиперферментемия средней степени — повышение в 6–10 раз;

Гиперферментемия высокая — более чем в 10 раз.

Степень подъема активности (АСТ и АЛТ) говорит о выраженности цитолитического синдрома, но не указывает прямо на глубину нарушений собственно функции органа.

Повышенная активность АСТ и АЛТ позволяет выявить ранние изменения в метаболизме печени, сердца, мышцах, оценить переносимость физических нагрузок, прием фармакологических препаратов.

Физические нагрузки умеренной интенсивности — нет повышения АСТ и АЛТ.

Интенсивные и длительные нагрузки — повышают АСТ и АЛТ в 1,5–2 раза (N до 41 U/I)

У **более тренированных спортсменов** АСТ и АЛТ возвращаются к норме через 24 часа.

У *менее тренированных* от 24 до 72 часов.

В практике спорта используются не только отдельные показатели активности ферментов, но и соотношение их уровней:

Коэффициент де Ритиса (известное также как АсАТ/АлАТ или АСТ/АЛТ).

Норма (здоровые люди) составляет $1,33 \pm 0,42$, или диапазон 0,91–1,75.

Снижение < 1 — заболевания печени.

Повышение > 2 — заболевания сердца (разрушение кардиомиоцитов).

Расчет коэффициента де Ритиса целесообразен только при выходе АСТ и/или АЛТ за пределы референтных значений.

Индекс повреждения мышечной ткани (КФК/АСТ).

При повышенной активности ферментов:

КФК/АСТ < 9 (от 2 до 9) — повреждение кардиомиоцитов.

КФК/АСТ > 13 (13–56) — повреждение скелетной мускулатуры.

КФК/АСТ > 9 — < 13 (9–13) — промежуточное.

Креатинкиназа (КФК (КК))

Креатинкиназа (креатинфосфокиназа) — это фермент, катализирующий образование из АТФ и креатина высокоэнергетического соединения креатинфосфата (КФ). Содержится в клетках сердечной мышцы, скелетной мускулатуры, головного мозга, щитовидной железы, легких.

Изоферменты (фракции) креатинкиназы:

КК-МВ (сердечный изофермент, изменяющийся при повреждении клеток миокарда),

КК-ММ (мышечный изофермент, находящийся в скелетных мышцах, доля $> 95\%$),

КК-ВВ (мозговой изофермент, отражающий патологию клеток головного мозга).

Повышен	Снижен
<p><i>1. Физический стресс и травмы мышц:</i> Увеличение мышечной массы в результате физических упражнений. Физический стресс. Хирургические вмешательства, прямая травма. Травмы скелетной мускулатуры. Внутримышечные инъекции. Острый психоз; депрессии, острое повреждение мозга, кома. Спазмы (эпилепсия, тетанус). Роды. Сильные ожоги; поражения электрическим током.</p> <p><i>2. Дегенеративные и воспалительные повреждения:</i> Мышечная дистрофия. Миозит (вирусные инфекции, трихинлез). Миокардит.</p> <p><i>3. Токсические поражения мышц:</i> Алкогольное отравление. Экзогенная интоксикация (угарный газ).</p> <p><i>4. Метаболические поражения мышц:</i> Гипотиреоз. Метаболический рабдомиолиз (гипокалиемия, гипофосфатемия, гиперосмолярные состояния).</p> <p><i>5. Гипоксические поражения мышц:</i> Шок. Периферическая эмболия. Гипотермия. Инфаркт миокарда. Глюкокортикоиды. Использование лекарственных средств и БАДов: (клофибрат, бронхолитики, бромиды, барбитураты, героин, амфетамины и др.).</p>	<p>Снижение мышечной массы. Алкогольное поражение печени. Коллагенозы (например, ревматоидный артрит). Гипертиреоз. Прием аскорбиновой кислоты, амикацина, аспирина. Беременность.</p>

Определение общей активности КФК в сыворотке крови после физических нагрузок позволяет оценить степень повреждения клеток мышечной системы, миокарда и др. органов.

Чем выше стрессорность (тяжесть) перенесенной нагрузки для организма, тем больше повреждения клеточных мембран, тем больше выброс фермента в периферическую кровь.

КФК-активность в процессе тренировки в два и более раза превосходит верхние пределы нормы «здорового человека».

КФК повышен (КФК > 500 U/L) спустя 9–12 часов после нагрузки — недостаточное восстановление организма после перенесенных накануне значительных физических нагрузок.

КФК > 1000 U/L — значительные повреждения мышечных клеток и болевой синдром.

Необходимо дифференцировать перенапряжения скелетной мускулатуры и сердечной мышцы — измерение миокардиальной фракции (КФК-МВ).

Индекс повреждения мышечной ткани (КФК/АСТ).

При повышенной активности ферментов:

КФК/АСТ < 9 (от 2 до 9) — повреждение кардиомиоцитов.

КФК/АСТ > 13 (13–56) — повреждение скелетной мускулатуры.

КФК/АСТ > 9 — < 13 (9–13) — промежуточное.

Креатинин

Креатинин — конечный продукт креатин-фосфатной реакции. Важная роль и участие в энергетическом обмене мышечной и др. тканей. Креатин синтезируется в печени, а креатинин синтезируется в мышцах, и затем выделяется в кровь. Концентрация креатинина в крови зависит от его образования и выведения. Его образование непосредственно зависит от состояния мышечной массы. Из организма креатинин выводится почками с мочой. Суточное выделение его с мочой относительно постоянно для данного человека и зависит от мышечной массы тела. По содержанию креатинина в моче можно косвенно оценить скорость креатинфосфокиназной реакции, а также содержание мышечной массы тела. По количеству креатинина, выделяемого с мочой, определяют содержание тощей мышечной массы тела согласно следующей формуле:

Тощая масса тела = $0,0291 \times \text{креатинин мочи (мг} \times \text{сут-1)} + 7,38$.

Повышен	Снижен
Белковая диета (если повышен в крови и в моче). Почечная недостаточность (если повышен только в крови). Физическая нагрузка. Обезвоживание организма. Рвота, понос. Лихорадка. Поражение и заболевание мышц. Мышечная дистрофия. Гипертиреоз. Акромегалия, гигантизм (повышен синтез белка). Сахарный диабет. Ожоги. Использование лекарственных средств и БАДов.	<i>Низкая концентрация креатина крови диагностического значения не имеет!!!</i> Снижение катаболизма белков. Голодание. Худение. Уменьшение мышечной массы по причине: недостаточных физических нагрузок Патология печени. Растительная диета (вегетарианство). Синдром мальабсорбции. Гипергидратация. В I и II триместрах беременности. Длительная глюкокортикоидная терапия. Шок. Сильный стресс. Психологические травмы.

Мочевина

Мочевина — конечный продукт метаболизма белков в организме. Удаляется из организма посредством клубочковой фильтрации, около 50 % ее реабсорбируется эпителием почек и активно секретруется тубулярными клетками. При патологических состояниях сдвиги мочевины крови зависят от соотношения процессов мочевинообразования и ее выведения. От характера питания зависит образование мочевины у здоровых людей. Используется при оценке переносимости спортсменом тренировочных и соревновательных физических нагрузок, хода тренировочных занятий и процессов восстановления организма.

Повышена	Снижена
Белковая диета. Недостаточное содержание углеводов в пище пловцов. • 1. <i>Надпочечная азотемия</i> (продукционная — повышение синтеза азотистых шлаков в организме): • усиленная физическая нагрузка, • очень большое поступление белковой пищи, • воспаление при усиленном распаде белков, • рвота, понос, • обезвоживание, • лихорадка, • прием глюкокортикоидов, андрогенов. 2. <i>Почечная ретенционная азотемия</i> (нарушение выделительной функции почки): • заболевания почек, • прием нефротоксических лекарств (тетрациклин), • отравления токсическими веществами. 3. <i>Внепочечная ретенционная азотемия</i> (нарушение почечной гемодинамики): • обильное кровотечение, • шок, ожоги, • дегидратация, • нарушение оттока мочи.	Низкая концентрация мочевины крови диагностического значения не имеет!!! • При введении глюкозы. • Снижение катаболизма белков. • Голодание. • Патология почек, печени. • Растительная диета (вегетарианство). • Синдром мальабсорбции. • Гипергидратация.

По изменению содержания мочевины в крови выделяют три типа реакции организма на нагрузку (Вознесенский и др., 1979).

Реакция I типа — прямая корреляция между динамикой содержания мочевины и нагрузок. Наибольшее содержание мочевины в крови, как правило, не превышает на протяжении двух дней подряд среднегрупповые нормативы (для мужчин — 6,6 ммоль/л, для женщин — от 4 до 5 ммоль/л). Отмечается сбалансированность катаболических и анаболических процессов, а нагрузки, используемые в тренировке, соответствуют диапазону функциональных возможностей спортсмена.

Реакция II типа — взаимосвязь динамики содержания мочевины и нагрузок нарушается: дальнейшее увеличение нагрузок приводит к парадоксальному снижению мочевины,

иногда ниже исходного уровня. Характеризуется незавершенностью восстановительных процессов. Спортсмены отмечают трудность выполнения скоростных нагрузок при неудовлетворительном общем самочувствии.

Реакция III типа — не наблюдается какой-либо зависимости между изменением нагрузок и содержанием мочевины. Уровень мочевины на протяжении двух дней и более выше средней стандартной нормы. Отмечается в случаях высокоинтенсивных нагрузок стрессового характера. После такого «ударного» воздействия высокий уровень мочевины имеет тенденцию к дальнейшему повышению независимо от величины последующих нагрузок. Данный тип реакции указывает на несоответствие между функциональными возможностями организма и используемыми тренировочными нагрузками.

Суточные колебания некоторых показателей

Показатель	Суточные колебания, %
<i>Максимум в утренние часы</i>	
Гемоглобин (кровь)	20
Гематокрит (кровь)	20
Лейкоциты (кровь)	20
Общий белок (кровь)	20
Билирубин (кровь)	20
Тироксин	20
Адреналин	20
Тестостерон	50
Кортизол	50–200

Показатель	Суточные колебания, %
Норадреналин	120
<i>Максимум в дневные часы</i>	
Эозинофилы (кровь)	30
Железо (кровь)	100
Калий (кровь)	15
<i>Максимум в вечерние часы</i>	
Креатинин (кровь)	50
ТТГ	50
Щелочная фосфатаза	100
СТГ	300
Температура тела	0,8–1,0 °C

3.2. Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы

Ортостатическая проба (тест) — используется для оценки состояния сердечно-сосудистой системы при изменении положения тела. Проба показывает состояние регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы, что позволяет судить о готовности спортсмена к выполнению нагрузки, уровне восстановления после предыдущего занятия, а также дает представление об общей тренированности организма.

Тест не требует специальных устройств. Он занимает 1–2 мин. для спортивной группы. Предлагаемый вариант экспериментально разработан для контингента спортсменов средней квалификации и хорошо зарекомендовал себя в легкой атлетике, плавании, велоспорте, гребле и спортивных играх.

Тест отражает регуляторные способности сердечно-сосудистой системы, которая оперативно реагирует на чрезмерно высокую тренировочную нагрузку или недостаточное время для восстановления. Обычно тест проводится перед тренировочным занятием. После 3 минут отдыха в положении сидя, занимающиеся считают пульс за 10 сек. и делают это три раза. Максимальный и минимальный показатель не принимаются во внимание. Затем тестируемый медленно встает (3–5 сек.) и подсчитывает пульс за 10 секунд.

Оценка состояния сердечно-сосудистой системы определяется цветовой зоной, в которой расположен результат счета пульса (рис. 7).

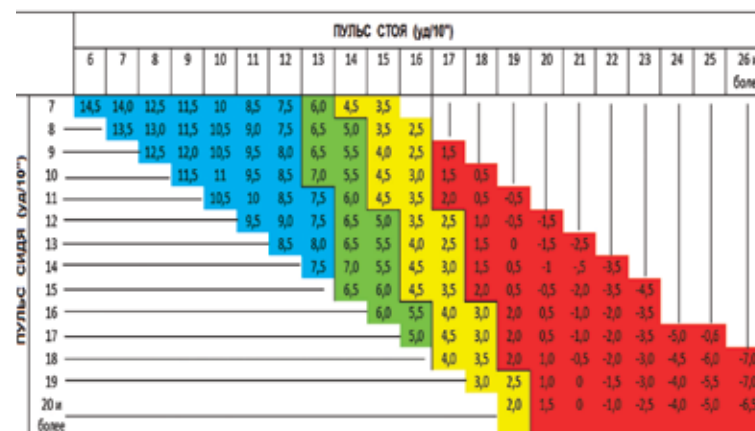


Рис. 7. Шкала оценки состояния сердечно-сосудистой системы по данным ортостатической пробы (баллы)

Зоны различных цветов оценивают качественную сторону регуляции системы в условных единицах (14,5; 14,0; 6,0; 3,5 и др.).

Зона синего цвета свидетельствует об отличной реакции сердечно-сосудистой системы и готовности спортсмена выполнить нагрузочную тренировочную программу.

Зона зеленого цвета соответствует хорошей реакции и готовности спортсмена выполнить нагрузочную тренировочную программу.

Зона желтого цвета показывает, что спортсмен находится еще в удовлетворительном состоянии, однако этот результат должен интерпретироваться тренером как предупреждение. Тренировочная нагрузка была значительной, и восстановление не завершилось.

Зона красного цвета информирует о высоком уровне утомления, недовосстановлении и низком уровне регуляторных способностей. Обычно такое состояние встречается после нескольких занятий с чрезмерно высокой нагрузкой и недостаточным отдыхом, а также в случае неправильного планирования тренировочного микроцикла или болезни.

Цифровые значения (14,5; 14,0; 6,0; 3,5 и др.) внутри зон дают количественную оценку регуляции — более высокое цифровое значение соответствует лучшему состоянию сердечно-сосудистой системы. Снижение цифровой оценки свидетельствует о негативной тенденции регулирования сердечно-сосудистой системы.

Систематическое попадание в желтую и красную зоны в течение 2–3 недель приводит к появлению нарушений в кардиограмме спортсмена. Результаты теста до занятия также иллюстрируют уровень восстановления после предыдущего тренировочного дня. Тест, проведенный на 10–15 мин. после занятия, указывает на уровень нагрузки в ходе проведенного занятия.

Вариационный анализ ритмов сердца

Определение variability сердечного ритма (ВСР) — это простой, надежный, информативный и неинвазивный метод оперативного и текущего контроля с количественной оценкой функционального состояния вегетативной нервной системы (ВНС).

ВСР рассматривается как результат активации различных регуляторных механизмов, обеспечивающих поддержание сердечно-сосудистого гомеостаза.

Даже в условиях покоя напряжение регуляторных систем может быть высоким, если человек не имеет достаточных функциональных резервов. Это выражается, в частности, в высокой

стабильности сердечного ритма, характерной для повышенного тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы. Этот отдел регуляторного механизма, ответственный за экстренную мобилизацию энергетических и метаболических ресурсов при любых видах стресса, активируется через нервные и гуморальные каналы.

Основная информация о состоянии систем, регулирующих ритм сердца, заключена в «функции разброса» длительностей R-R кардиоинтервалов (Баевский и др., 2002; Perini, Veicsteinas, 2003). При оптимальном регулировании управление происходит с минимальным участием высших уровней управления, с минимальной централизацией управления. Анализ variability сердечного ритма предоставляет достаточно информативные данные о функциональном состоянии спортсменов, что позволит своевременно применить превентивные меры в отношении формирования и развития различных патологических состояний и исключить перетренированность (Поликарпочкин и др., 2014).

Направления применения ВРС в спортивной и восстановительной медицине:

- динамический контроль процесса тренировок и их оптимизация;
- оперативная экспресс-диагностика текущего функционального состояния;
- определение адаптационной «стоимости» конкретной тренировки конкретного спортсмена;
- определение функциональной готовности организма к очередной тренировке;
- оценка эффективности оздоровительных процедур и процессов восстановления;
- раннее выявление признаков физического перенапряжения и состояния перетренированности;

— оценка «здоровья здорового спортсмена».

Кроме того, посредством ВСП осуществляется:

1. Оценка вегетативной регуляции ритма сердца у спортсменов (исходный уровень вегетативной регуляции, вегетативная реактивность, вегетативное обеспечение деятельности).

2. Оценка вегетативной регуляции ритма сердца у спортсменов с различными патологическими состояниями (изменения вегетативного баланса, степень преобладания одного из отделов вегетативной нервной системы) Получение дополнительной информации для диагностики некоторых форм заболеваний.

3. Оценка функционального состояния регуляторных систем организма на основе интегрального подхода к системе кровообращения как к индикатору адаптационной деятельности всего организма.

4. Определение типа вегетативной регуляции (ваго-, нормо- или симпатотония).

5. Прогноз риска внезапной смерти и фатальных аритмий при различных заболеваниях сердца.

6. Выделение групп риска по развитию угрожающей жизни повышенной стабильности сердечного ритма.

7. Использование в качестве контрольного метода при проведении различных функциональных проб.

8. Оценка эффективности лечебно-профилактических и оздоровительных мероприятий.

9. Оценка уровня стресса, степени напряжения регуляторных систем при экстремальных и субэкстремальных воздействиях на организм.

10. Оценка и контроль функционального состояния спортсменов.

11. Использование в качестве метода оценки функциональных состояний при массовых профилактических (донозологических) обследованиях разных спортивных групп.

12. Прогнозирование функционального состояния (устойчивости организма) при отборе и определении пригодности и допуска к занятиям спортом и соревновательной деятельности.

13. Выбор оптимальной медикаментозной терапии с учетом фона вегетативной регуляции сердца. Контроль эффективности проводимой терапии, коррекция дозы препаратов.

14. Оценка и прогнозирование психологических и психопатических реакций по выраженности вегетативного фона.

15. Оценка вегетативной регуляции в процессе развития у детей и подростков.

Основным показанием к применению методов анализа ВСП является наличие вероятных изменений со стороны регуляторных систем организма, в частности изменений вегетативного баланса.

Ранние изменения в функциональных (регулирующих) системах, приводят к гемодинамическим, метаболическим, энергетическим нарушениям, и указывают на ранние признаки неблагополучия состояния спортсмена. Ритм сердца является индикатором этих отклонений, а исследование ВРС имеет важное прогностическое и диагностическое значение при обследовании спортсменов.

В настоящее время отсутствуют общепринятые критерии оценки показателей вариабельности сердечного ритма у пловцов, но это представляет большой практический интерес (Дубич, 2020).

В таблице 31 приведен перечень основных показателей вариабельности сердечного ритма, их нормы и физиологическая интерпретация.

Таблица 31

**Перечень основных показателей variability
сердечного ритма и их нормы**

№	Краткие обозначения Норма (N)	Наименование показателей	Физиологическая интерпретация
1.	ЧП N=60–75	Частота пульса	<i>Средний уровень функционирования системы кровообращения.</i> Средняя ЧСС уменьшается (физиологическая брадикардия). < 30 уд./мин. — <i>выраженная синусовая брадикардия</i> и/или синусовая аритмия. Необходимо отличать от синдрома слабости синусового узла СССУ. (Внимание!) Синусовая аритмия (15–70 % случаев) — периодическое изменение ритма, связанное с фазами дыхания. Форма предсердных и желудочковых комплексов не изменяется. Интервал R-R то удлиняется, то укорачивается. < 60 уд./мин. — <i>синусовая брадикардия</i> в покое. Часто. 60–90 уд./мин. — умеренный пульс. > 90 уд./мин. — <i>частый пульс (тахикардия)</i>
2.	SDNN N=70–150 мс	Стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов (NN-интервала)	<i>Суммарный эффект вегетативной регуляции кровообращения.</i> Резко повышен у спортсменов, тренирующих выносливость. Увеличивается с повышением тренированности. Резкое повышение на дозированных нагрузках — неспособность справиться с последней нагрузкой. < 25 мс — опасность ишемии миокарда. (Внимание!) Бета-блокаторы повышают, а адреномиметики снижают значения. (Внимание!)
3.	RMSSD N=30–75 мс	Квадратный корень из суммы разностей последовательных NN-интервалов	<i>Активность парасимпатического отдела вегетативной регуляции (PCo BP).</i> Отражает синусовую аритмию, связанную с дыханием. Резко повышен у спортсменов, тренирующих выносливость. Резкое снижение — опасность ишемии миокарда. (Внимание!)

№	Краткие обозначения Норма (N)	Наименование показателей	Физиологическая интерпретация
4.	NN50 Тренировка: < 150–250, Отдых: 350–450	Число NN-интервалов, отличающихся от соседних более чем на 50 мс.	Оценка разности длительности соседних интервалов: < 50 — высокоинтенсивная нагрузка, 50–100 — интенсивная нагрузка. Отражает синусовую аритмию, связанную с дыханием. Резко повышен у спортсменов, тренирующих выносливость. Резкое снижение — опасность ишемии миокарда. (Внимание!)
5.	pNN50 N=2–17 %	Отношение параметра NN50 к общему количеству NN-интервалов в записи	<i>Показатель степени преобладания парасимпатического отдела регуляции над симпатическим.</i> (Pco над Co BP)
6.	CV N=5–8 %	Коэффициент вариации RR-интервалов	<i>Нормированный показатель суммарного эффекта регуляции:</i> < 2 — стабильный ритм, 2–3 — дисрегуляция минус, 3–6 — устойчивая регуляция, > 6 — дисрегуляция плюс, > 8 — выраженное нарушение автоматизма и синусовая аритмия, > 10 — аритмия. По физиологическому смыслу этот показатель не отличается от SDNN, но при анализе ВРС позволяет учитывать влияние ЧСС.
7.	BP или MxDMn 150–450 мс	Вариационный размах. Разность max и min RR-интервала	Максимальная амплитуда регуляторных влияний: — увеличивается с повышением тренированности; — соответствует длине основного (без экстрасистол и артефактов) «облака» скаттерграммы. По физиологическому смыслу не отличается от SDNN.
8.	Mo 700–1000 мс	Мода	<i>Наиболее вероятный уровень функционирования ССС (адаптации), «наиболее часто встречаемый»:</i> — чем выше значение Mo, тем ниже ЧСС покоя; — с ростом тренированности растет величина Mo и снижается ЧСС покоя.
9.	AMo N=30–50 %	Амплитуда моды	Условный показатель активности симпатического звена регуляции.

№	Краткие обозначения Норма (N)	Наименование показателей	Физиологическая интерпретация
10.	ИН или SI 30–200	Индекс напряжения регуляторных систем. Стресс-индекс	Степень напряжения регуляторных систем (степень преобладания активности центральных механизмов регуляции над автономными) — экспресс-оценка. Уменьшается с повышением тренированности.
11.	ВПР N=5–10 ед.	Вегетативный показатель ритма	Характеристика вегетативного баланса по оценке активности автономного контура регуляции. Чем меньше величина ВПР, тем больше преобладает парасимпатический отдел ВНС. Снижается при обильном приеме воды. < 2,5 ед. — отмечается рост МПК выше 60 мл/мин./кг
12.	ИВР N = 100–300 ед.	Индекс вегетативного равновесия	Соотношение между активностью симпатического и парасимпатического отделов ВНС. Уменьшается с повышением тренированности.
13.	ПАПР N = 35–70 ед.	Показатель адекватности процессов регуляции	Отражает соответствие между активностью парасимпатического отдела ВНС и ведущим уровнем функционирования синусового узла. Значительно уменьшается с повышением тренированности.

По данным вариационной пульсометрии вычисляется ряд производных показателей, среди которых наиболее употребителен *индекс напряжения регуляторных систем* (ИН), или стресс-индекс, который отражает степень централизации управления ритмом сердца и характеризует в основном активность симпатического отдела вегетативной нервной системы. 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 ишемии миокарда ИН достигает 900–1100 и выше единиц.

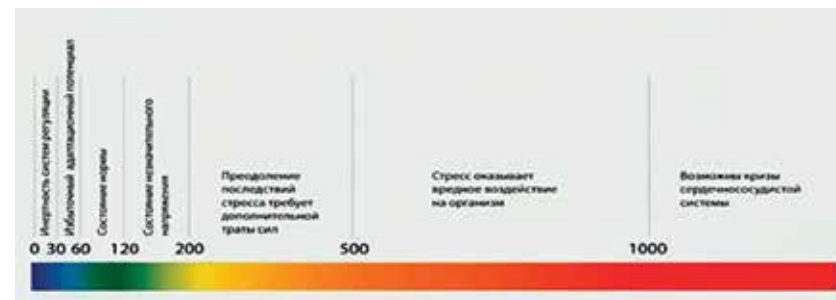


Рис. 8. Значения индекса напряжения Баевского (ИН)

- 60–120 — узкий диапазон нормы (аустресс);
- 30–200 — широкий диапазон нормы;
- < 30 и > 200 — компенсированный дистресс;
- > 500 — некомпенсированный дистресс, состояние кризиса систем адаптации; **(Внимание!)**
- > 1000 — требуются неотложные мероприятия. **(Внимание!)**

Таблица 32

Оценка функционального состояния спортсменов по данным ВСП

ИН или SI (усл. ед.)	Показатели ВСП	Интерпретация ВСП
< 25	<p><i>Выраженное увеличение и очень большие значения:</i> R-R, BP, SDNN, RMSSD, pNN50, CV.</p> <p><i>Очень малые значения:</i> AMo, SI.</p>	<p>Выраженное преобладание ПНС над СНС. Характер регуляции:</p> <p><i>Физиологический:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • у спортсменов высокого класса — высокий уровень тренированности, • у спортсменов-новичков — форсирование физических нагрузок и выраженное утомление. <p><i>Патологический (Внимание!):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • переутомление, • перенапряжение, • перетренированность, • дисфункции синусового узла, • нарушения ритма и проводимости.

ИИ или SI (усл. ед.)	Показатели ВСР	Интерпретация ВСР
25–100	<i>Умеренное увеличение показателей:</i> R-R, BP, SDNN, RMSSD, pNN50, CV. <i>Низкие значения:</i> AMo, SI.	Умеренное преобладание ПНС над СНС. Оптимальное состояние регуляторных систем. Спортсмены — нормальный уровень тренированности. Спортсмены высокого класса — возможно, недостаточная тренированность.
> 100	<i>Сниженные значения:</i> R-R, BP, SDNN, RMSSD, pNN50, CV <i>Повышенные значения:</i> AMo, SI	Умеренное преобладание СНС над ПНС. Центральная регуляция сердечного ритма. Снижена активность автономного контура регуляции. Умеренное напряжение систем организма.
> 100	<i>Очень низкие значения:</i> R-R, BP, SDNN, RMSSD, pNN50, CV. <i>Высокие значения:</i> AMo, SI.	Выраженное преобладание СНС над ПНС. Резкая активность центральной регуляции над автономной. Вегетативная дисфункция. Спортсмены — состояние выраженного утомления, перетренированности. (Внимание!) Спортсмены высокого класса — отражение пика спортивной формы (предсоревновательный и соревновательный периоды).

У хорошо тренированных спортсменов установлено преобладание активности (ПНС) парасимпатической нервной системы до и после дозированной физической нагрузки, что свидетельствует о высоком уровне адаптации и экономичности деятельности основных функциональных систем их организма.

Показатели скаттерограммы (корреляционная ритмограмма)

Скаттерограмма (*scatter* — «рассеивание») — это графическое изображение пар интервалов R-R (предыдущего и последующего) в двумерной координатной плоскости. При этом по оси абсцисс откладывается величина R-R_n, а по оси ординат — величина R-R_{n+1}.

График и область точек, полученных таким образом, называется **скаттерограммой** (пятна Пуанкаре — Лоренца). Этот

анализа особенно ценен, когда на фоне монотонности ритма встречаются редкие и внезапные нарушения (эктопические сокращения и (или) «выпадения» отдельных сердечных сокращений).

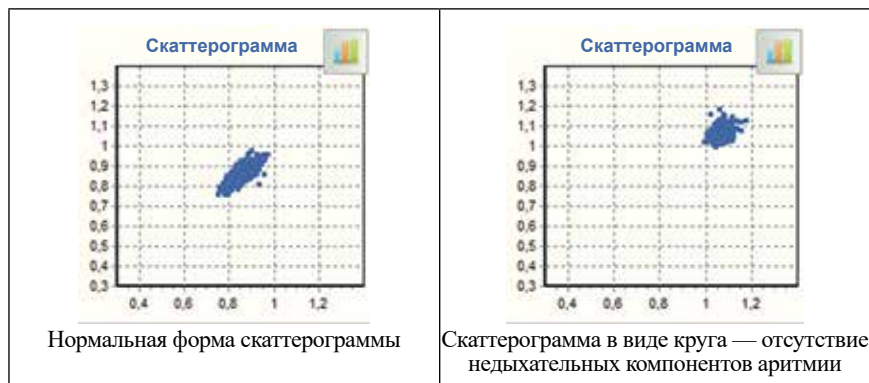
При построении скаттерограммы образуется совокупность точек, центр которых располагается на биссектрисе. Величина отклонения точки от биссектрисы влево показывает, насколько данный сердечный цикл короче предыдущего, вправо от биссектрисы — насколько он длиннее предыдущего.

Показатели скаттерограммы:

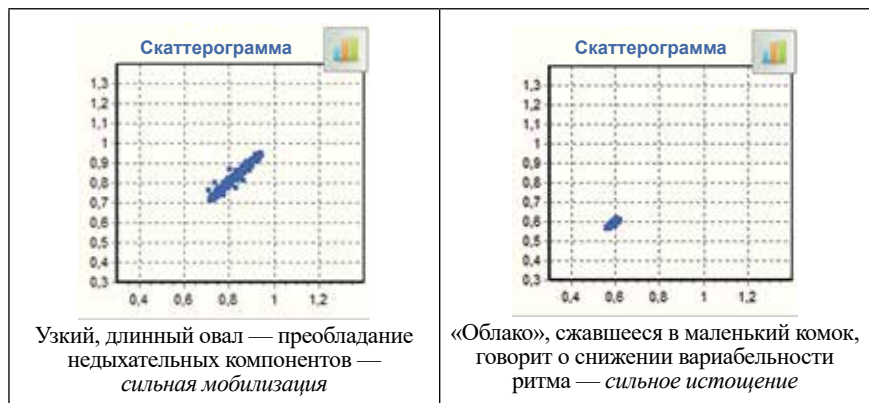
- *длина основного (без экстрасистол и артефактов) «облака»* — (длинная ось эллипса);
- *ширина скаттерограммы* (перпендикуляр к длинной оси, проведенный через ее середину);
- *площадь скаттерограммы* (вычисляется по формуле площади эллипса).

Формы пятна Пуанкаре — Лоренца (здоровый человек): эллипсоидная — 87 %, сферическая — 10 %, в виде «восьмерки» — 3 %.

Нормальная форма скаттерограммы представляет собой эллипс, вытянутый вдоль биссектрисы, и означает, что к дыхательной прибавлена некоторая величина недыхательной аритмии.



Вариант дезадаптации — скаттерограмма меняет форму с вытянутого эллипса на рассеянное образование большого диаметра.



Точки вдоль биссектрисы внизу в виде узкой короткой полоски — это ригидный ритм сердечной (ишемия миокарда, трепетания, фибрилляции) и внесердечной патологии (при тяжелых физических и психических перегрузках, гипергликемии, гиперлактатемии, гипертонусе желчного пузыря, при обострении язвенной болезни желудка и др). **Внимание!**

*Длинный и узкий эллипс (косонисходящий ригидный ритм) — особенно неблагоприятен, при котором ЧСС постоянно нарастает, а нарушения со стороны сердечно-сосудистой системы, особенно ишемия, сопровождаются повышением стабильности ритма сердца. **Внимание!***

Лепесток, трилистник, или образуется несколько отдельно расположенных скоплений точек справа и слева, но недалеко от основной совокупности точек — это многофокусный суправентрикулярный ритм, при котором роль водителя ритма берут на себя центры автоматизма, расположенные между СА- и АВ-узлом.



По точкам, отстоящим далеко от основной группы, можно судить о наличии нарушений ритма.

*Точки или скопление точек, расположенные слева и ниже от основной совокупности точек (основного облака) — экстрасистолия. Если экстрасистолы образуют скопление точек, ограниченное по высоте, это означает, что они возникают только при определенной ЧСС. **Внимание!***

«Разрыв» в линейном перемещении точек вдоль биссектрисы — дисфункция СА-узла, если установлены нарушения регуляторных механизмов, моделирующих деятельность СА-узла,

а если органическое заболевание сердца, диагностируют СССУ. К дисфункции СА-узла относят и синоатриальную блокаду (СА-блокада). **Внимание!**

При аритмиях использование целесообразно, потому что другие методы статистического и спектрального анализа вариабельности ритма сердца малоинформативны или неприемлемы.

Гистограмма

Отражает графически закономерность распределения длительности сердечных сократительных комплексов. Ось абсцисс определяет значения временных отрезков, ось ординат — количество интервалов. Функция выглядит на графике как сплошная линия (вариационная пульсограмма).

Для оценки вариабельности необходимы критерии:

— мода (M_o) — число интервалов между сокращениями, которые преобладают над остальными;

— амплитуда моды (AM_o) — процент интервалов со значением моды. Данный показатель отражает степень ригидности ритма.

Нормальные значения — 30–50 %. Повышение указывает на рост активности симпатической нервной системы и высокую мобилизацию органов системы кровообращения. Снижение указывает на рост активности парасимпатической нервной системы и относительно слабую централизацию управления сердечным ритмом.

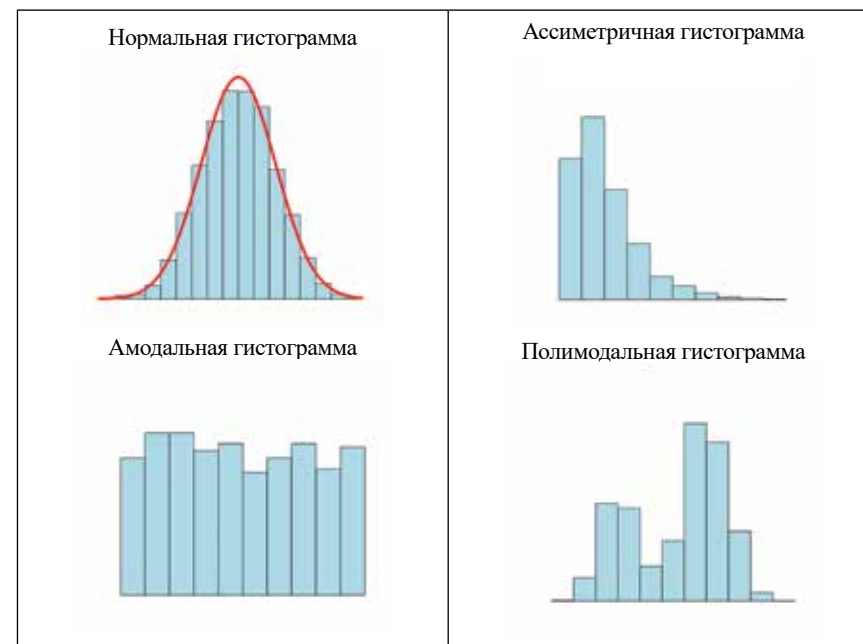
> 80 % — крайне высокая дезадаптация на фоне истощения энергетики, указывает на возможность кризиса в системах организма.

> 50 % — высокая дезадаптация, связанная с течением заболевания или напряжением функциональных систем.

< 30 % — избыток ресурсов адаптации.

< 15 % — дисрегуляция систем и предпатология на фоне инертности систем мобилизации эргогенической составляющей.

— вариационный размах (BP или $MxDMn$) — разность максимальной и минимальной длительности интервалов.



Нормальная гистограмма. Столбец, соответствующий моде, расположен около центра. Для построения используется временной ряд, а не выборка, и форма гистограммы соответствует нормальному закону распределения плотности вероятности.

Асимметричная гистограмма. Центр линии распределения (мода гистограммы) смещен от центра графика вправо или влево. Это указывает на нарушения одинаковости процесса регуляции сердцебиения.

Экссессивная гистограмма. Узкое основание и острая вершина линии распределения указывают на стрессовое состояние, срыв адаптации и общую истощенность систем организма. **Внимание!**

Амодальная гистограмма. Множество «выпадающих» за рамки нормального распределения столбцов. Их хаотичное расположение и изменчивость часто не позволяют выделить моду и наблюдаются при аритмиях (фибрилляции предсердий). **Внимание!**

Полимодальная гистограмма. Несколько выраженных столбцов, близких к значению моды. Встречается при ваготонии, экстрасистолии и др.

Основание гистограммы расширяется, высота ее снижается, а сама она смещается вправо — усиление активности парасимпатической составляющей ВНС.

Пирамидальная форма с выраженной вершиной и средней величины основанием (гистограмма типа «пирамида») — относительное равновесие в симпатических и парасимпатических отделах вегетативной нервной системы (отдых, бодрствование, восстановление).

Остроконечная башня (гистограмма типа «башня») — при физической нагрузке симпатическая активность ВНС значительно повышается (состояние «борьбы и бегства»).

Основание гистограммы широко, вершина почти отсутствует (гистограмма типа «куча сухого песка», или «песчаная куча»). Иногда может наблюдаться несколько (два и более) малоамплитудных вершин — у высококлассных спортсменов при достаточном восстановлении и во сне («царство блуждающего нерва»).

При выявлении артефактов и эктопических сокращений более 10 % целесообразно ограничиться анализом скаттерграммы и гистограммы.

3.3. Методы определения биологического возраста (темпов физического развития)

В настоящее время проблема подготовки юных спортсменов разрабатывается как специалистами спортивной педагогики, так и специалистами спортивной физиологии и медицины. Особое внимание уделяется индивидуализации тренировочного процесса, которая, как указывается, должна базироваться, в том числе, на учете закономерностей физического развития юного организма, особенно в период полового созревания. При этом одним из важнейших критериев управления процессом развития адаптированности (тренированности) к мышечным нагрузкам декларируется применение такой характеристики, как *биологический возраст* (Бахрах, Дорохов, 1980; Тимакова, 1985, 1998, 2008, 2009; Воронцов, 2005; и др.).

Вместе с тем в спортивной практике учет закономерностей, в том числе темпов физического развития юных спортсменов в качестве критерия управления спортивной подготовкой, в частности объемом и интенсивностью физической нагрузки, используется крайне редко (Тимакова, 2008).

Данное обстоятельство обуславливается в основном двумя причинами.

Первое — это совершенно расплывчатое представление, каким образом использовать информацию о темпах физического развития при дозировании нагрузки.

Второе — это довольно трудоемкие, и не всегда объективные и точные, методики определения темпов физического развития юных спортсменов.

Анализ литературы по вопросу учета закономерностей физического развития в тренировке спортсменов не позволил выявить четких и конкретных рекомендаций на этот счет. В основном декларируется, что такой учет крайне важен и должен быть.

Обобщение данных опроса ведущих тренеров, в частности сборной команды России по плаванию, позволило выяснить, что в тренировке юных спортсменов, в частности в плавании, важно точно диагностировать начало *скачка физического развития*, совпадающего с началом периода полового созревания. По нашему мнению, основанному на многолетнем собственном опыте практической работы, в этот период можно существенно увеличить (в 2–3 раза) малоинтенсивную нагрузку аэробного характера в сочетании с небольшим объемом скоростно-силовой работы. Это позволяет максимально использовать особенности физического развития и достичь высокого уровня функциональной и физической подготовленности пловцов. Основная задача состоит в том, чтобы вовремя и точно определить начало этого «скачка» физического развития.

Для того чтобы реализовать установку на максимальный учет биологических закономерностей и вовремя корректировать тренировочный процесс, необходимо точно и оперативно диагностировать наступление определенных периодов физического развития организма (биологического возраста).

Критериями биологического возраста могут быть морфологические и биохимические показатели, диагностическая ценность которых меняется в зависимости от периодов детства.

Из **морфологических показателей** чаще используют скелетную зрелость (сроки оссификации скелета), зубную зрелость (прорезывание и смена зубов), зрелость форм тела (пропорций), развитие первичных и вторичных половых признаков.

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

К **биохимическим показателям** относится ряд объективных критериев гормонального и ферментативного профиля у детей и подростков (Бахрах, Дорохов, 1980).

3.3.1. Определение темпов физического развития юных пловцов по вторичным половым признакам

Уже достаточно давно и до настоящего времени наиболее рекомендуемым методом определения биологического возраста в период полового созревания является метод основанный на оценке выраженности вторичных половых признаков (Миклашевская и др., 1975; Самагулин, 1980; Дуда и др., 1989; Тимакова, 1998, 2008, Титова и др., 2017).

В основе метода Тимаковой Т. С. лежат визуальное определение и оценка в баллах (от 1 до 9) степени выраженности вторичных половых признаков. Схема оценки предусматривает также выделение трех фаз в их формировании: препубертатной, собственно пубертатной и постпубертатной, что важно для построения оптимального тренировочного процесса.

Созревание репродуктивной функции характеризуется степенью развития первичных и вторичных половых признаков (ППП и ВПП). Более удобно в практических целях определения биологического возраста использовать ВПП. У девочек оценивают развитие молочных желез (Ma), оволосение лобка (P) и подмышечной впадины (A), а также становление овариально-менструальных циклов (Me). У мальчиков наблюдают такие ВПП, как мутация голоса (V), рост щитовидного хряща (L) и оволосение в трех зонах — на лобке (P), в подмышечных впадинах (A) и на лице (F). При массовых «поперечных» обследованиях определение половой зрелости у мальчиков производится только по стадиям оволосения, так как достоверное определение V и L практически невозможно.

У девочек ВПП оцениваются из 4 баллов (рис. 9).

РАЗВИТИЕ МОЛОЧНЫХ (ГРУДНЫХ) ЖЕЛЕЗ		
Выраженность признака	Выраженность признака	Степень
	Железы не выделяются или выделяются грудной клеткой (различия груди)	Ma ₀
	Железы выделяются незначительно, молочный секрет выделяется только при надавливании	Ma ₁
	Железы умеренно выделяются, молочный секрет выделяется только при надавливании	Ma ₂
	Тело железы превышает грудную клетку, молочный секрет выделяется только при надавливании	Ma ₃
ОВОЛОСЕНИЕ ПОДПЫЩЕЧНЫХ ВПАДИН		
Выраженность признака	Выраженность признака	Степень
	Отсутствует волос	Ax ₀
	Наличие волос	Ax ₁
	Волосы на верхней части лба	Ax ₂
	Густые, темные волосы, волосы покрывают весь лоб	Ax ₃

ОВОЛОСЕНИЕ ЛОБКА		
Выраженность признака	Выраженность признака	Степень
	Отсутствует волос	P ₀
	Единичный волос	P ₁
	Волосы на верхней части лба редкие, длинные	P ₂
	Волосы на всей поверхности лба длинные, темные, густые	P ₃
СТАНОВЛЕНИЕ МЕНСТРУАЛЬНОЙ ФУНКЦИИ		
Выраженность признака	Выраженность признака	Степень
	Отсутствует менструация	Me ₀
	Менструация - первая менструация (1-2 менструации в анамнезе)	Me ₁
	Нерегулярные менструации	Me ₂
	Регулярные менструации	Me ₃

Рис. 9. Определение биологического возраста у девочек

У мальчиков, в связи с большой информативностью признаков и большей площади охваченных зон, оволосение на лобке и лице оценивается из 6 баллов, а в подмышечных впадинах из 5 баллов (рис. 10).

ОВОЛОСЕНИЕ ЛОБКА		
Выраженность признака	Выраженность признака	Степень
	Отсутствует волос	P ₀
	Единичный волос	P ₁
	Волосы на верхней части лба редкие, длинные	P ₂
	Волосы покрывают лобную часть	P ₃
	Волосы покрывают весь лоб	P ₄
	Волосы распространяются на височную область	P ₅

ОВОЛОСЕНИЕ ЛИЦА		
Выраженность признака	Выраженность признака	Степень
	Отсутствует волос	F ₀
	Незначительное оволосение на верхней губе	F ₁
	Волосы только на верхней губе и скулах	F ₂
	Волосы покрывают область рта и скулы	F ₃
	Степень оволосения на верхней губе и на подбородке, выраженная (рис. 10а, б, в, г)	F ₄
	Степень оволосения на лице	F ₅
ОВОЛОСЕНИЕ ПОДПЫЩЕЧНЫХ ВПАДИН		
Выраженность признака	Выраженность признака	Степень
	Отсутствует волос	Ax ₀
	Наличие волос	Ax ₁
	Волосы на верхней части лба	Ax ₂
	Густые, темные волосы на всей поверхности лба	Ax ₃
	Густые, темные волосы на всей поверхности лба и по височной области	Ax ₄
	Густые, темные волосы, волосы покрывают весь лоб	Ax ₅

Рис. 10. Определение биологического возраста у мальчиков

По результатам осмотра составляется «половая формула», в которой буквенными символами обозначаются ВПП, а цифрой — степень развития, балл.

Например, для девочек с наличием только первых степеней развития грудных желез и волос на лобке эта формула пишется так: P₁Ma₁A₀Me₀. Затем вычисляется балл полового развития (БПР) как сумма баллов за все ВПП. В приведенном примере БПР = 2.

Для определения биологического возраста по степени половой зрелости следует сопоставить полученные при осмотре подростка данные о степени развития ВПП со среднестатистическими данными по таблицам (см. табл. 33).

Таблица 33

Возрастная динамика степени развития вторичных половых признаков (в баллах развития)

Мальчики							
Вторичные половые признаки	Годы жизни						
	12	13	14	15	16	17	
P	1	1	3	4	4	4	
A	0	1	2	2	2	3	
F	0	0	0	1	2	2	
БПР	1	2	5	7	8	9	
Девочки							
Вторичные половые признаки	Годы жизни						
	10	11	12	13	14	15	16
Ma	1	1	2	3	3	3	3
P	0	1	2	2	2	3	3
A	0	0	1	2	3	3	3
Me	0	0	0	1	2	3	3
БПР	1	2	5	8	10	12	12

Определив биологический возраст и сопоставив его с возрастом календарным, устанавливаем индивидуальные темпы возрастного развития. У девочек «половая формула» выглядит следующим образом:

$$P_1 + Ma_1 + A_0 + M_0 = \text{БПР} = 2$$

По таблице биологический возраст (по половой зрелости) соответствует 11 годам. Если ее календарный возраст 9 лет, то она — акселератка, развивается ускоренно. Если ей 13 лет — она ретардантка, развивается замедленно. Если же ей 11 лет — она медиантка, созревает оптимальными темпами.

Однако использование этого метода определения биологического возраста ограничивается ярко проявляющейся гетерохронностью возрастных изменений систем, органов и их функций (Аринчин, 1975; Доскин и др., 1997; Robergs, Roberts, 2002; Казин и др., 2003).

Что касается второго обстоятельства, то в настоящее время темпы физического развития предлагается определять по биологическому возрасту, определяемому в период полового созревания посредством учета стадий развития вторичных половых признаков (Бунак, 1960, 1961; Tanner et al., 1976; Тимакова, 1985; и др.). Данная методика не вполне точна, и как показывает практика, не находит широкого применения (Тимакова, 1998, 2008; Воронцов, 2005 и др.).

Вследствие этого использование данного метода не обеспечивает достаточной точности определения времени наступления «скачка» физического развития организма, которое при построении многолетней тренировки является ключевым фактором.

Вместе с тем биологический возраст (а если говорить точнее, степень полового созревания) может быть определен и по некоторым другим признакам.

3.3.2. Определение темпов физического развития юных пловцов на основе мониторинга изменения гормонального профиля

Вместе с тем в литературе имеются сведения, которые позволяют предположить эффективность использования для определения темпов физического развития, и в период полового созревания особенно, более точной и более объективной методики. Так, указывается, что к многочисленным факторам, в значительной мере влияющим на темпы физического развития и соматического статуса организма принадлежат гормоны (Титова и др., 1999, 2017).

Исходя из вышеизложенного, предполагается, что систематический мониторинг гормонального статуса организма юных спортсменов позволит оперативно и точно диагностировать наступление «скачка» физического развития, что послужит критерием существенной коррекции структуры, объема и направленности тренирующих воздействий.

Вместе с тем для практического использования этого подхода необходимо выяснение ряда существенных вопросов, так как в литературе эти сведения и малочисленны, и неточны.

Так, необходимо выяснить, какие именно гормоны или их соотношения в большей мере и наиболее точно отражают темпы физического развития (биологический возраст). В качестве объекта исследования должны быть определены такие гормоны, как тестостерон, кортизол, эстрадиол, СТГ и их соотношения в возрастном диапазоне от 11 до 17 лет. Необходимо выяснить динамику роста уровня половых гормонов с большей дискретностью (с меньшим «шагом»). В литературе приводятся сведения об изменении концентрации гормонов с «шагом» в 4–6 лет. Этой точности явно недостаточно. Для практического использования «шаг» должен составлять как максимум 0,5–1 год. Кроме того, в литературе приводятся усредненные

данные шкалы по всей «разнокачественной» выборке детей, где наблюдается весьма большой диапазон значений. Есть основания полагать, что в результате спортивного отбора детей в те или иные виды спорта, например по параметрам телосложения, диапазон между минимальными и максимальными значениями будет существенно меньшим.

Выяснение диапазона уровня анализируемых гормонов с меньшим шагом позволит построить оценочную шкалу гормонального статуса организма юных спортсменов и рассматривать ее в качестве индикатора темпов физического развития и использовать в качестве эффективного диагностического инструмента управления тренировочным процессом.

Взаимосвязь динамики физического развития с гормональным профилем юных спортсменов

В плавании весьма большая часть многолетней спортивной подготовки совпадает с периодом полового созревания. Это период начинается в возрасте 8–9 лет и завершается к 16–17 годам. По завершении этого периода организм характеризуется полной половой, физической и психической зрелостью. Пубертатный период протекает в несколько фаз, которые характеризуются различной динамикой роста и созревания разных физиологических систем организма (центральной нервной, опорно-двигательной, кровообращения, респираторной и др.). В этот период отмечаются весьма существенные морфологические и функциональные изменения в организме за относительно короткий промежуток времени. На протекание пубертатного периода развития оказывают существенное влияние регуляторные воздействия эндокринной и нервной систем (Савенков, 1986; Прусов, 1992).

Пубертатный период принято разделять на три фазы: *препубертатную, собственно пубертатную и постпубертатную*.

Такая классификация сейчас общепринята в возрастной физиологии, психологии, педагогике и в спортивной педагогике (Тимакова, 1985).

Первая фаза («препубертатная») периода полового созревания организма отличается высоким темпом роста тела в длину и интенсивными изменениями со стороны вегетативных систем организма. Она начинается с активизации функции центральной нервной системы с последующим повышением функциональной активности гипоталамуса и гипофиза на фоне недостаточной активности половых желез.

Во время собственно «пубертатного» периода (вторая фаза) наблюдается существенная активизация функции половых желез, происходит совершенствование механизмов функционирования всех физиологических систем организма. В начале пубертатного периода еще имеют место относительно высокие темпы увеличения длины и массы тела, которые с каждым последующим годом снижаются.

В третью фазу («постпубертатную») происходит завершение естественного прироста мышечной массы и увеличения длины тела, наблюдается снижение темпов повышения уровня физических качеств. В эту фазу развитие организма достигает полной физиологической зрелости.

Крайне важной для теории и практики спортивной педагогики особенностью развития организма в пубертатном периоде является *гетерохронность*.

Под гетерохронностью понимаются различия в динамике и темпе развития и сроках созревания различных физиологических систем организма и их функций, формирования особенностей телосложения, в проявлении вторичных половых признаков, что обуславливает полную дифференцировку полов.

До времени начала пубертата между мальчиками и девочками практически не наблюдается различий в скорости роста.

Наиболее ярким внешним признаком начала пубертатного периода является «скачок» роста, весьма быстрое и значительное повышение скорости увеличения длины тела (роста).

«Пубертатный скачок» увеличения длины тела у девочек отмечается в возрасте 10–13 лет с выраженным «пиком» в 11–12 лет. Ростовый «скачок» у мальчиков наблюдается несколько позже, в период от 12 до 15 лет с максимальной скоростью прибавки длины тела в 13–14 лет.

Следует отметить, что обозначенные временные рамки «пубертатного скачка» роста являются среднестатистическими (Robergs, Roberts, 2002). Индивидуальные сроки ростового скачка могут весьма варьировать у лиц одного пола. В пубертатном периоде онтогенеза в одной половозрастной группе могут встречаться представители, находящиеся на самых разных стадиях развития вторичных половых признаков (Властовский, 1976; Bodzaz, 1980; Павилонис, Туткувенс, 1987).

В настоящее время наиболее распространенными являются рекомендации определять биологический возраст в период полового созревания по оценке выраженности вторичных половых признаков (Миклашевская и др., 1975; Самагулин, 1980; Дуда и др., 1989; Тимакова, 1998, 2008; Титова и др., 2017). В качестве наиболее информативного показателя биологического возраста рассматривается формула полового развития. Это обуславливается тем, что и основная половая формула, и показатель пубертального оволосения весьма тесно коррелируют со стадиями полового созревания, а также со «скелетным возрастом» (Титова и др., 2017).

Вместе с тем вследствие гетерохронности возрастных изменений систем и органов оценка биологического возраста затрудняется (Аринчин, 1975; Доскин и др., 1997; Казин и др., 2003).

Вследствие этого использование данного метода не обеспечивает достаточной точности определения времени наступ-

ления «скачка» физического развития организма, которое при построении многолетней тренировки является ключевым фактором. Наступление этого явления является критерием существенной оперативной перестройки структуры и направленности тренирующих воздействий при подготовке юных спортсменов, и пловцов в том числе (Авдиенко, Солопов, 2018).

Известно, что биологический возраст, — а если говорить точнее, степень полового созревания — может быть определен и по некоторым другим признакам.

Биологический возраст является функцией времени, для определения которого обычно используют показатели развития зубов, вторичных половых признаков и сроки оссификации костей (Цейтлин, 1963; Хрисанфова, Эльгурт, 1976; Хрущев и др., 1980; Бахрах, Дорохов, 1980; Павловский, 1985; Васильев, 1996). Более того, высказывается мнение, что для оценки биологического возраста необходимо использовать несколько показателей в их сочетании (Сорокин, 1975; Пашкова, 1980; Прусов, 1992).

В качестве критериев биологического возраста рассматриваются морфологические и биохимические показатели, диагностическая значимость которых изменяется в соответствии с периодом биологического развития организма. В качестве морфологических маркеров рассматривают скелетную зрелость (сроки оссификации скелета), зубную зрелость (прорезывание и смена зубов), зрелость форм тела (пропорций), проявление первичных и вторичных половых признаков (Соловьева, 1975; Wich, 1977; Васильев, 1996).

В качестве функциональных критериев уровня биологического созревания (биологического возраста) рассматривают ряд показателей, характеризующих совершенство механизмов функционирования центральной и периферической нервной системы, опорного аппарата, мышечной системы и систем вегетативного обеспечения организма (дыхательной, сердечно-сосудистой и др.).

Биохимические критерии объединяют объективные показатели, отражающие и характеризующие гормональный и ферментативный статус растущего организма (Бахрах, Дорохов, 1975).

К многочисленным факторам, наиболее эффективно влияющим на дифференциацию как темпов развития, так и соматического статуса, принадлежат гормоны (Титова и др., 2017).

На морфологический статус организма оказывает влияние целый ряд гормонов, но наиболее мощное воздействие оказывают такие гормоны, как тестостерон и соматотропный гормон.

Тестостерон является основным мужским половым гормоном (андрогеном). Этот гормон выступает в качестве ключевого фактора в развитии мужских половых тканей (яичек, предстательной железы). Он обуславливает формирование и развитие мужских вторичных половых признаков, играет важную роль в регуляции обмена веществ, определяет половое влечение, влияет на психофизиологическое состояние и когнитивные функции мозга (Bardin, Caterall, 1981; Zitzmann, Nieschlag, 2001; Tuck, Francis, 2009). Тестостерон рассматривается в качестве основного гормона, определяющего половой диморфизм соматических тканей (Bardin, Caterall, 1981).

Наиболее важным и мощным воздействием на организм, которое оказывает тестостерон, является влияние анаболического и андрогенного характера.

Характер и направленность анаболического воздействия состоит в том, что тестостерон влияет на рост мускулатуры и проявление физической силы. Оказывает прямое влияние на увеличение кальцификации костей и стимуляцию их роста в длину. Этот гормон обеспечивает регуляцию синтеза белка, липопротеидов и инсулина в организме. Способствует задержке в организме широкого спектра минеральных веществ и воды.

Андрогенное воздействие тестостерона проявляется как у мужчин, так и у женщин. У мужчин тестостерон участвует в формировании половой системы, определяет появление и развитие вторичных половых признаков. Он напрямую влияет на половое влечение и сперматогенез. Тестостерон повышает половое влечение, потенцию и активизирует сперматогенез. Во многом определяет психологические и физиологические параметры полового поведения.

У представительниц женского пола тестостерон принимает участие в механизме регрессии фолликула в яичниках и в регуляции уровня содержания гонадотропных гормонов гипофиза.

Физиологическое действие тестостерона различается и в зависимости от временных периодов. Так, в пубертатный период физическое состояние подростка претерпевает весьма существенные и быстрые изменения, обусловленные влиянием тестостерона. В частности, наблюдается «ростовой скачок», происходит формирование вторичных половых признаков, у девочек начинаются менструации (менархе), а у мальчиков появляется способность к эякуляции. Происходят весьма выраженные внешние изменения. Наблюдается уменьшение подкожного жира на лице, происходит увеличение фаллоса, клитора. Одновременно повышается либидо, активизируется сперматогенез и мужская фертильность. Отмечается распространение оволосения от лобка на бедра и далее, вверх к пупку. Происходит усиление роста волос на лице (бакенбарды, борода, усы), на ногах, на груди, подмышках. Наблюдается понижение и огрубление голоса, увеличение кадыка, челюсти, лба и подбородка. Отмечается завершение созревания костной ткани, происходит увеличение силы и мышечной массы. В этот период происходят существенные изменения в психической сфере.

Половое созревание у девочек происходит раньше, чем у мальчиков: возраст полового созревания девушек колеблется в пределах от 10 до 13 лет, а у юношей от 10 до 14 лет.

В мужском организме львиная доля (более 95 %) секреции тестостерона осуществляется клетками Лейдига семенников в яичках. Некоторое количество тестостерона у обоих полов продуцируется корой надпочечников и кожей (Zouboulis, Degitz, 2004). Производство тестостерона у женщин в основном происходит в яичниках. Секреция тестостерона происходит и в плаценте.

У взрослого мужчины уровень содержания тестостерона в организме в 7–8 раз выше, чем у взрослой женщины, а вследствие того что метаболический запрос в этом гормоне у мужчин существенно больше, его ежедневное производство почти в двадцать раз больше, чем у женщин, организм которых значительно чувствительней к тестостерону (Southren et al, 1965).

У мужчин в норме общий уровень тестостерона находится в диапазоне от 11 до 33 Нмоль/л, тогда как у женщин нормой считается уровень тестостерона в пределах от 0,24 до 2,7 Нмоль/л.

Соматотропин (СТГ) — пептидный гормон, который не относится к андрогенам, одинаково синтезируется как у мужчин, так и у женщин. Данный гормон необходим в подростковом возрасте для выраженного роста костей, хрящей и связок. Затем с взрослением его секреция постепенно снижается. Высокий уровень СТГ существенно улучшает качество жизни. Это проявляется укреплением суставно-связочного аппарата, задержкой азота, ускорением синтеза белка и липолитическим эффектом (сжиганием жира). В общих чертах — это анаболический гормон нестероидной природы, который играет важную роль независимо от половой принадлежности или итоговой тренировочной цели.

Имеются сведения о выраженной тенденции к стабилизации уровня содержания в организме соматотропина у вариантов Р3 и Р4 (отмечаются даже несколько более низкие значения у последнего), что означает снижение уровня продуцирования

соматотропного гормона на четвертой и пятой стадиях пубертатного развития по сравнению с первой стадией (Шаханова, 1979, 1980).

Такой гормон, как *кортизол* является весьма валидным показателем возбуждения системы «гипоталамус — гипофиз — надпочечники» и имеет большое значение в тренировочном процессе спортсменов. Кортизол выступает маркером устойчивости к стрессу. Умеренное повышение уровня кортизола обеспечивает готовность спортсмена к активной деятельности; пониженный уровень кортизола свидетельствует о более высокой степени стрессоустойчивости (Stansbury, Gunnar, 1994).

Кортизол способствует перенаправлению ресурсов, необходимых для физической активности (например, обеспечивает отток крови от конечностей к крупным мышцам), положительно влияет на память, на способность к смягчению резко выраженных эмоций, участвует в регуляции гомеостаза, оказывая влияние на те функциональные системы, которые чувствительны к стрессу. Однако чрезмерное повышение кортизола приводит к низкой результативности, так как оно влияет на некоторые когнитивные процессы (Erickson et al., 2003) и может сдерживать выделение тестостерона (Cumming et al., 1983; Booth et al., 1989).

Достаточно обширный спектр гормонов (*половые стероиды, соматотропный гормон, инсулин, глюкокортикоиды* и др.) весьма мощно и разнообразно влияют на процессы метаболизма и морфогенез. Основное же воздействие эти гормоны оказывают на дифференциацию морфофенотипов и на темпы физического развития.

В этой связи различные типы физического развития (по вариантам биологического созревания) в полной мере могут быть отражены по гормональным признакам уже даже в весьма узком временном диапазоне (полугодовом) паспортного возраста. Установлено, что самая гармоничная эндокринная

формула наблюдается при средних темпах физического развития. Весьма характерны различия эндокринной формулы у крайних и особенно дисгармоничных крайних вариантов. На этом основании делается вывод, что тип физического развития является весьма существенным фактором, обуславливающим разные варианты эндокринного статуса и биохимическую индивидуальность внутри групп в нормальной популяции человека (Хрисанфова, 1990).

В ряде исследований было установлено, что в дифференциации динамики и темпов физического развития главенствующее значение принадлежит андрогенам, показатели уровня которых напрямую коррелятивно взаимосвязаны со степенью проявления вторичных половых признаков. Указывается, что тестостерон достаточно тесно взаимосвязан с показателем биологического возраста, тогда как взаимосвязь с показателями паспортного возраста заметно слабее (Ямпольская, 1977; Вайнруб, 1981; Хрисанфова, 1990).

Различным уровнем продукции гормонов и различной чувствительностью органов-«мишеней» обуславливаются индивидуальные колебания темпов физического развития организма (Дорохов, Бахрах, 1975; Балацкая, 1979).

Е. Н. Хрисанфова (1990) в своих исследованиях обнаружила дифференциацию повышенного уровня гормонов в зависимости от типа телосложения мальчиков в пубертатном периоде онтогенеза. Было показано, что у представителей астеноидного типа наблюдается повышенный уровень эстрадиола, у подростков с мышечным типом отмечается повышенный уровень тестостерона и соматотропного гормона; у подростков с дигестивным типом телосложения наблюдалось увеличенное содержание в организме прогестерона, при относительно низком уровне остальных гормонов; у юношей с торакальным типом отмечались незначительные отклонения от среднего гормонального «профиля».

Было установлено одновременное — с активизацией анаболических процессов, что проявляется в эндокринной формуле во взаимосвязи с биологическим возрастом (более высокий уровень продуцирования тестостерона по отношению к уровню продукции кортизола и эстрадиола) — протекание соответствующих изменений в телосложении (отмечалось усиление компонентов мезо- и эндоморфии), в чём проявляется определенный параллелизм динамики и направленности этих систем конституциональных признаков. Вследствие наблюдаемого явного параллелизма в соизменчивости гормонального профиля и морфологического статуса организма была продекларирована принципиальная возможность создания конституциональной схемы на комплексной морфогормональной основе, и прежде всего в периоде полового созревания (Хрисанфова, 1990).

Было отмечено наличие дифференциации уровня содержания тестостерона в организме в зависимости от вариантов биологического возраста (при одном и том же паспортном) в наблюдаемой группе. Обращается внимание на ярко выраженную тенденцию сохранения индивидуальной структуры и уровня продуцирования гормонов (соматотропина, тестостерона, эстрадиола), что отражает стабильность индивидуально-го гормонального статуса (Титова и др., 2017).

Весьма велики различия эндокринной формулы, наблюдающиеся у представителей мускульного типа телосложения, но с различным темпом физического развития (ретардированный и акцелерированный варианты). В этих вариантах отмечается наибольший размах в уровне тестостерона, соматотропина и кортизола. Вследствие этого в этих вариантах темпа биологического созревания данного соматотипа наблюдаются проявления наибольших различий и по соотношению тестостерон/соматотропин. Так, у подростков-ретардантов индекс «тестостерон/соматотропин» был практически втрое меньше средней

величины в группе (соответственно 24,4 и 77,2 %). В то же время у юношей объединенного среднего и у юношей акцелерированного вариантов полового развития этот индекс уже весьма существенно превышал среднегрупповую величину (92,23 %).

В зависимости от типа телосложения весьма характерными оказываются различия в показателях соотношения и других гормонов, например, тестостерон/кортизол (Жуков, 2009; Грязных, 2011).

Кортизол традиционно оценивается как катаболический гормон, избыток которого ведет к снижению мышечного белка, тогда как тестостерон стимулирует белковый синтез, в связи с этим соотношение кортизола и тестостерона отражает анаболические процессы в организме и может прямо влиять на мышечную силу в ходе тренировочных занятий и соревнований (Alén et al., 1988; Lac, Berthon, 2000).

Самые большие значения показателей соотношения тестостерон/кортизол и индекса СТГ/кортизол наблюдаются у представителей мускульного типа телосложения. Для этого же типа свойственны и самые низкие значения соотношения эстрадиол/тестостерон. Это в полной мере отражает анаболическую тенденцию в телосложении и соответствует максимальному значению критерия андроморфии у подростков этого соматотипа. В то же время у представителей астеноидного типа телосложения при минимальном проявлении андроморфии наблюдаются наибольшие значения индекса «эстрадиол/тестостерон».

В литературе неоднократно отмечалось, что гормональный профиль весьма подвержен влиянию различного рода факторов. Так, у спортсменов при выполнении тренировочных нагрузок высокой интенсивности, в зависимости от индивидуально-типологических особенностей организма, уровень содержания определенных гормонов может либо повышаться, либо понижаться, или же оставаться неизменным (Hackney, 2006). Известно также, что на уровень, например, тестосте-

рона в организме мужчин могут оказывать существенное влияние психологические факторы. Например, волнение, обусловленное спортивной победой, как правило, вызывает непродолжительный рост концентрации тестостерона в организме (Ursine et al., 1978; Elias, 1981). В то же время страх, испытываемый человеком, обуславливает его достоверное снижение (Bourne et al., 1968).

Определение темпов физического развития юных пловцов на основе мониторинга уровня содержания в организме гормонов

Практическая реализация учета биологических закономерностей физического развития в тренировочном процессе юных спортсменов обуславливает необходимость разработки точной и оперативной методики определения и мониторинга наступления определенных периодов физического развития организма, прежде всего периода «скачка» физического развития.

Нами уже отмечалось, что уже давно и по настоящее время наиболее часто рекомендуется использовать методику определения биологического возраста в период полового созревания по проявлению вторичных половых признаков (Миклашевская и др., 1975; Самагулин, 1980; Дуда и др., 1989; Тимакова, 1998, 2008).

Вместе с тем неоднократно отмечалось, что использование этой методики не обеспечивает достаточной точности определения времени наступления «скачка» физического развития организма вследствие гетерохронности возрастных изменений систем и органов (Аринчин, 1975; Доскин и др., 1997; Robergs, Roberts, 2002; Казин и др., 2003; Платонов, 2012).

Более того, высказывается мнение, что для повышения надежности и объективности оценки биологического возраста необходимо анализировать как можно более широкий комплекс показателей, характеризующих состояние организма

в определенный возрастной период. При этом в качестве главного результата физического развития следует рассматривать уровень работоспособности (Булгакова и др., 1993).

В то же время результаты экспериментальных исследований показывают, что на темпы физического развития в ряду многочисленных факторов наиболее мощное влияние оказывают определенные гормоны, прежде всего, такие как тестостерон и соматотропный гормон.

Была выявлена дифференциация тестостерона по вариантам биологического возраста (при одинаковом хронологическом), в исследованной группе соответствующая характеру его возрастной динамики. Обнаружена более тесная связь тестостерона с биологическим возрастом, чем с паспортным. К тому же вполне определенно проявляется стабильность индивидуально-гормонального профиля (СТГ, эстрадиола и тестостерона) (Титова и др., 2017), что весьма важно для практического использования показателей уровня гормонов как маркеров физического развития.

В этой связи разработка методики определения темпов физического развития юных пловцов по динамике содержания в организме гормонов должна быть основана на выяснении значимости (информативности) этих гормонов для диагностирования «скачка физического развития».

Методика определения динамики и темпов физического развития юных пловцов 11–17 лет обоих полов на основе мониторинга и оценки уровня гормонального статуса организма

Результаты экспериментальных исследований, изложенные выше, дают основание полагать, что определение динамики и темпов физического развития юных пловцов обоих полов может базироваться на диагностировании и оценке динамики гормонального статуса организма. Полученные результаты

свидетельствуют о том, что физическое развитие юных пловцов, и в особенности в период полового созревания, в большей мере обуславливается изменениями гормонального профиля организма, и прежде всего ростом содержания в крови тестостерона (у пловцов — мальчиков и юношей) и соматотропного гормона (у девочек и девушек, занимающихся плаванием).

Целесообразность использования показателя уровня тестостерона в качестве маркера изменения динамики и темпа физического развития у пловцов мужского пола обуславливается несколькими обстоятельствами.

Во-первых, повышение уровня половых гормонов, и тестостерона в том числе, во многих случаях предшествует и часто значительно опережает развитие вторичных половых признаков. Это показано в литературе (Madsen, Wilke, 1983; см. рис. 11) и обнаружено нами в результате специального исследования (Солопов и др., 2018).



Рис. 11. Динамика соматических и гормональных изменений в процессе физического развития организма спортсменов (по: Madsen, Wilke, 1983)

Так, к примеру, у пловца М-на Д. в возрасте 11 лет биологический возраст по половой формуле был оценен в 0 баллов. В то же время содержание тестостерона в его крови составило 8,20 Нмоль/л, что более чем в два раза превышало средний уровень в этой возрастной группе юных пловцов, составлявший величину в $3,80 \pm 0,7$ Нмоль/л.

Точно такая же ситуация была обнаружена и у пловца А-ва Б., также в возрасте 11 лет. Балл полового развития (БПР) у него также равнялся 0 при уровне тестостерона в организме равном 7,81 Нмоль/л.

Еще один пример. У 12-летнего пловца В-на В. при БПР равном 0 содержание тестостерона в организме составило 16,07 Нмоль/л, что опять же более чем вдвое превышало среднюю величину по группе 12-летних пловцов ($M = 7,89 \pm 2,50$ Нмоль/л).

Еще два, и еще более ярких примера. У пловцов М-о М. и О-ва В. в возрасте 15 лет определение биологического возраста по вторичным половым признакам показало БПР равные 5 и 4 баллам соответственно. Это указывает на существенную задержку полового развития, так как у юношей 15 лет нормой является БПР = 7 баллам.

В то же время у этих спортсменов концентрация тестостерона равнялась: у М-о М. — 34,70 Нмоль/л, а у О-ва В. — 36,10 Нмоль/л, что существенно превышало средний уровень тестостерона в группе 15-летних пловцов, который составил $27,15 \pm 2,60$ Нмоль/л.

Такое положение вещей объясняется тем, что индивидуальные сроки «скачка» физического развития имеют весьма широкую вариативность в пубертатном периоде онтогенеза у лиц одного пола. Отмечается, что в одной половозрастной группе могут встречаться индивидуумы, имеющие самые разные стадии проявления вторичных половых признаков (Властовский, 1976; Bodzaz, 1980; Павилонис, Туткувенс, 1987; Robergs, Roberts, 2002).

Следует отметить, что таких несоответствий наблюдалось значительно больше именно в младших возрастных группах пловцов (11 и 12 лет) и в группе 15-летних пловцов. Это как раз те возрастные периоды, которые были нами отмечены как периоды наибольшей неравномерности увеличения и наибольшего диапазона разброса индивидуальных величин содержания тестостерона в крови у пловцов мужского пола.

Второе обстоятельство связано с тем, что уровень физической работоспособности напрямую зависит от уровня содержания тестостерона в организме. Исходя из этого и в соответствии с описанной выше методологией многолетней тренировки юных пловцов, которая предусматривает существенное (в 2–3 раза) увеличение объема экстенсивной аэробной тренировочной работы в период «скачка» физического развития (Авдиенко, Солопов, 2018), дозировать это увеличение нагрузки становится возможным именно в соответствии с уровнем тестостерона в организме.

Кроме того, изученная нами возрастная динамика увеличения концентрации тестостерона в крови у юных пловцов имеет весьма характерную динамику.

На рисунке 12 представлены графики, отражающие возрастную динамику нормализованных величин тестостерона (TSR), соматотропина (STG) и балла полового развития (БПР). Нормализация абсолютных величин, т. е. приведение их к единой шкале (шкале выбранных точек) была произведена для того, чтобы стало возможным сравнение разноразмерных показателей в единой системе координат.

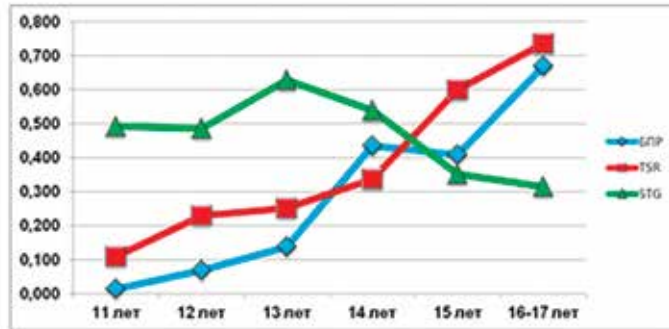


Рис. 12. Темпы изменения показателей балла полового развития, уровня в крови тестостерона и соматотропного гормона с увеличением возраста юных пловцов мужского пола в диапазоне от 11 до 17 лет (нормализованные величины)

Из представленных графиков можно видеть, что динамика увеличения уровня тестостерона в крови юных пловцов практически идентична изменению средних величин балла полового развития как по неравномерности динамики (с двумя пиками ускоренного прироста в 12 и 15 лет), так и по размерам прироста.

Учитывая вышеприведенные положения и основываясь на результатах определения средних величин уровня тестостерона в шести возрастных группах юных пловцов (у мальчиков 11–14 лет и у юношей 15–17 лет), нами была разработана оценочная шкала для определения динамики физического развития по уровню тестостерона (TSR) в крови у мальчиков и юношей, занимающихся плаванием в возрасте 11–17 лет (см. табл. 34).

Оценочная шкала для определения динамики физического развития по уровню тестостерона (TSR) в крови у мальчиков и юношей, занимающихся плаванием, в возрасте 11–17 лет (Нмоль/л)

Пол и возраст	Отставание (M-m)	Норма (M±m)	Опережение (M+m)
<i>Мальчики:</i> 11 лет	< 3,13	3,13–4,47	> 4,47
12 лет	< 5,37	5,37–10,41	> 10,41
13 лет	< 9,39	9,39–15,71	> 15,71
14 лет	< 11,67	11,67–15,77	> 15,77
<i>Юноши:</i> 15 лет	< 24,53	24,53–29,77	> 29,77
16–17 лет	< 23,68	23,68–29,34	> 29,34

Критерием нормальной динамики физического развития юных пловцов мужского пола была определена величина тестостерона в диапазоне значений равно $M \pm m$.

Индивидуальные значения тестостерона, равные и меньшие $M - m$, рассматривались как индикаторы задержки в физическом развитии юных пловцов, а индивидуальные значение TSR, равные или большие $M + m$, рассматривались как свидетельство опережения нормальных темпов физического развития пловцов.

Целесообразность использования для определения динамики и темпов физического развития у девочек и девушек, занимающихся плаванием, уровня содержания именно соматотропного гормона (STG), а не тестостерона, как у пловцов мужского пола, обуславливается следующими обстоятельствами.

Во-первых, возрастные изменения содержания тестостерона в крови у девочек и девушек имеют разнонаправленный характер и не отражают планомерное развитие женского организма. И хотя коэффициент корреляции между уровнем

концентрации TSR в крови с баллом полового развития девочек составляет величину $r = 0,301$ ($P < 0,05$), с показателями физического развития уровень тестостерона не обнаруживает статистически значимых связей и составляет всего $r = 0,169$, $P > 0,05$ (с массой тела) и $r = 0,035$, $P > 0,05$ (с длиной тела).

Это означает, что содержание TSR в организме не может рассматриваться в качестве индикатора динамики физического развития у девочек и девушек, занимающихся плаванием. В то же время возрастная динамика содержания в организме соматотропина имеет характер устойчивого, хотя и неравномерного роста.

Весьма примечательно, что уровень концентрации соматотропного гормона в организме девочек и девушек статистически значимо коррелирует со значениями массы ($r = 0,349$, $P < 0,05$) и длины тела ($r = 0,350$, $P < 0,05$).

Во-вторых, динамика увеличения концентрации STG в крови юных пловчих практически такая же, как и динамика TSR у юных пловцов. Точно так же, как и у пловцов мужского пола, возрастную динамику роста тестостерона характеризуют два пика интенсивного роста; у пловчих рост содержания в организме гормона соматотропина также характеризуется двумя пиками — в 12–13 лет и в 15 лет.

Весьма наглядно эти особенности возрастной динамики увеличения STG и соотношение темпов его прироста с таковыми по показателям уровня тестостерона и среднего балла полового развития можно видеть по графикам, приведенным на рисунке 13, где представлены выше обозначенные показатели в нормализованном виде.

Исходя из вышеобозначенных положений и на основе результатов изучения динамики и определения средних величин уровня содержания соматотропного гормона в организме девочек и девушек, занимающихся плаванием, нами была

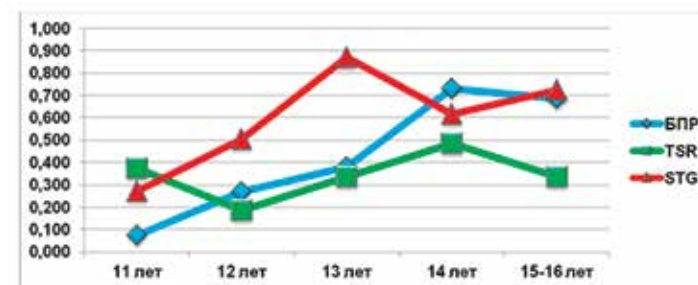


Рис. 13. Темпы изменения показателей балла полового развития, уровня в крови тестостерона и соматотропного гормона с увеличением возраста девочек и девушек, занимающихся плаванием, в диапазоне от 11 до 16 лет (нормализованные величины)

разработана оценочная шкала динамики и темпов физического развития юных пловчих для пяти возрастных групп (для девочек 11–14 лет и для девушек 15–16 лет), см. табл. 35.

Таблица 35

Оценочная шкала для определения динамики физического развития по уровню соматотропного гормона (STG) в крови у девочек и девушек, занимающихся плаванием, в возрасте 11–16 лет (мМЕ/л)

Пол и возраст	Отставание (M-m)	Норма (M±m)	Опережение (M+m)
<i>Девочки:</i> 11 лет	< 7,22	7,22–11,9	> 11,9
12 лет	< 10,63	10,63–19,91	> 19,91
13 лет	< 17,16	17,16–26,4	> 26,4
14 лет	< 9,32	9,32–20,66	> 20,66
<i>Девушки:</i> 15–16 лет	< 17,14	17,14–26,44	> 26,44

В качестве критерия нормального темпа физического развития юных пловчих был определен диапазон содержания соматотропного гормона в организме, ограниченный величиной $M \pm m$.

Индивидуальные значения соматотропина, равные и меньшие $M - m$, принимаются как критерии определенного отставания (ретардации) в физическом развитии юных пловчих.

Индивидуальные значение STG , равные и большие $M + m$, принимаются в качестве критерия опережения (акселерации) в физическом развитии девочек и девушек, занимающихся плаванием.

Разработанным шкалам оценки уровней содержания в организме гормонов (тестостерона у пловцов, соматотропина у пловчих) отводится ключевая роль в методике определения динамики физического развития юных пловцов обоих полов.

На основании результатов проведенных нами исследований (Солопов и др., 2018) была осуществлена разработка *методики определения динамики и темпов физического развития юных пловцов 11–17 лет обоих полов* на основе мониторинга и оценки уровня гормонального статуса организма.

Методика определения динамики и темпов физического развития юных пловцов 11–17 лет обоих полов на основе мониторинга и оценки уровня гормонального статуса организма предусматривает последовательную реализацию действий в несколько этапов.

Общая технологическая блок-схема реализации методики определения динамики и темпов физического развития юных пловцов 11–17 лет обоих полов на основе мониторинга и оценки уровня гормонального статуса организма представлена на рисунке 14.



Рис. 14. Общая технологическая схема реализации методики определения динамики и темпов физического развития юных пловцов 11–17 лет обоих полов на основе мониторинга и оценки уровня гормонального статуса организма

Рассмотрим более подробно каждый из этапов.

Первый этап — первичного (фонового, исходного) определения уровня содержания гормонов в крови (у мальчиков — тестостерона и соматотропного гормона — у девочек) — следует производить в возрасте 11 лет.

Результаты наших исследований показали, что в этот возрастной период как у мальчиков, так и у девочек концентрация этих гормонов в крови находится на низком уровне, и пловцы практически не имеют половых различий. В то же время в возрасте 12 лет в отдельных случаях у мальчиков наблюдается существенное повышение содержания тестостерона, а у девочек наблюдается значительный рост концентрации в крови соматотропина (Солопов и др., 2018).

Оценка динамики и темпов физического развития у юных пловцов обоих полов осуществляется при помощи

разработанных оценочных шкал определения динамики физического развития по уровню содержания в организме гормона тестостерона (у мальчиков) и соматотропного гормона (у девочек), приведенных в таблицах 34 и 35.

Второй этап — систематического (ежемесячного) осуществления определения уровня показателей функциональной и физической подготовленности юных пловцов, имеющих наиболее тесные корреляционные связи с уровнем тестостерона (у пловцов мужского пола) и соматотропного гормона (у девочек и девушек, занимающихся плаванием).

Как показал корреляционный анализ, наиболее тесные взаимосвязи показатель уровня тестостерона в организме юных пловцов мужского пола имеет с такими показателями гематологического анализа крови, как RBC (количеством эритроцитов), MCV (средним объемом эритроцита), HCT (гематокритом) и HGB (содержанием гемоглобина).

Весьма тесно уровень тестостерона коррелирует с основными показателями гидродинамики пловца: с H (величиной активного сопротивления при плавании) и Pt_0 (тотальной внешней механической мощности) и показателями силовых возможностей — СТС (силой тяги на суше), СТВР (силой тяги в воде на руках), СТВН (силой тяги в воде на ногах) и СТВК (силой тяги в воде в полной координации).

Корреляционный анализ взаимосвязей уровня содержания соматотропного гормона у пловчих показал, что наиболее тесные взаимосвязи соматотропин имеет с показателями RBC (количеством эритроцитов), HCT (гематокритом) и HGB (содержанием гемоглобина).

Мы полагаем, что систематический мониторинг этих показателей у юных пловцов и пловчих может рассматриваться как ранняя неинвазивная индикация изменения динамики и темпа физического развития и должна служить сигналом к осуществлению определения гормонов в крови.

Третий этап — оперативной оценки и анализа результатов мониторинга функциональных и физических коррелятов уровня содержания гормонов в крови.

Четвертый этап — повторного определения и оценки уровня содержания гормонов в организме пловцов обоих полов: тестостерона у мальчиков и юношей и соматотропина у девочек и девушек.

Повторное определение тестостерона у пловцов и соматотропина у пловчих осуществляется после обнаружения заметных (существенных) сдвигов в увеличении показателей-коррелятов — TSR и STG соответственно у мальчиков и девочек.

На этом этапе начинается более тщательное отслеживание динамики увеличения концентрации гормонов в организме пловцов в наступлении периода скачкообразного роста содержания наблюдаемых гормонов в крови.

Пятый этап — «манифестации» скачка физического развития.

Следует отметить, что, как показывают результаты нашего исследования, «скачок» физического развития может наступить как в 12-летний, так и в более поздние возрастные периоды.

При обнаружении существенного скачкообразного роста уровня содержания соответствующих гормонов у пловцов обоих полов осуществляется разработка рекомендаций по целенаправленной коррекции объема и направленности тренирующих воздействий.

На основании того что динамика повышения содержания тестостерона в крови юных пловцов мужского пола имеет неравномерный характер темпа его прироста при явном проявлении периодов скачкообразного прироста уровня этого гормона (в 12 лет и 15 лет), считаем целесообразным в первый из них (в 12–13 лет) осуществлять экстенсивное увеличение аэробных нагрузок (при этом увеличение объема

аэробных нагрузок должно соответствовать уровню тестостерона) и совершенствование техники плавания, а во второй (в 15 лет) — использование тренирующих воздействий, направленных на повышение уровня максимальной силы, скоростно-силовых возможностей и анаэробной производительности.

Таким образом, данная технология дополняет широко используемую методику определения половой зрелости, основанную на дифференциации вторичных половых признаков, что существенно повышает точность диагностики и своевременность манифестации «скачков» физического развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдиенко В. Б. Искусство тренировки пловца. Книга тренера / В. Б. Авдиенко, И. Н. Солопов. — М. : Издательство ИТРК, 2019. — 320 с.
2. Авдиенко В. Б. Методологические основы подготовки пловцов / В. Б. Авдиенко, И. Н. Солопов. — 2018. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://fpvo.ru/news/metodologicheskie-osnovy-podgotovki-plovtsov> (Дата обращения 07.04.2018).
3. Аринчин Н. И. Оценка биологического возраста по состоянию функциональных систем организма // Основные закономерности роста и развития детей и критерии периодизации / Н. И. Аринчин. — Одесса, 1975. — С. 11–12.
4. Аулик И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте. — М. : Медицина, 1979. — 195 с.
5. Баевский Р. М. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (часть I) / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов, Л. В. Чирейкин [и др.] // Вестник аритмологии. 2002. № 24. С. 65–71.
6. Балацкая З. Т. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у здоровых подростков (по данным тахоэциллофигмографии) // Охрана здоровья детей и подростков / З. Т. Балацкая. — Киев, 1979. — Вып. 10. — С. 92–95.
7. Бахрах И. И. Исследование и оценка биологического возраста детей и подростков / И. И. Бахрах, Р. Н. Дорохов // В кн.: Детская спортивная медицина. — М., 1980. — С. 165–171.
8. Бахрах И. И. Физическое развитие школьников 8–17 лет в связи с индивидуальными темпами роста и формирования организма / И. И. Бахрах, Р. Н. Дорохов // Медицина, подросток и спорт. — Смоленск, 1975. — С. 39–67.
9. Булгакова Н. Ж. Возрастная динамика морфологических, силовых и функциональных показателей, лимитирующих

спортивные достижения пловцов 11–18 лет как основа для построения многолетней подготовки и отбора / Н. Ж. Булгакова, А. Р. Воронцов, В. Р. Соломатин [и др.] // Тр. учен. ГЦОЛИФКа. 75 лет : ежегодник. — М., 1993. — С. 242–252.

10. Бунак В. В. Закономерности относительного роста как основного фактора формообразования в позднем (постэмбриональном) онтогенезе / Бунак В. В. // Арх. анат., гист. и эмбр. 1961. — Т. 40, вып. 2. — С. 3–16.

11. Бунак В. В. Физическое развитие и соматические типы в период роста / Бунак В. В. // Тр. IV науч. конф. по возраст., морфол., физиол. и биохим. — М.: АПН РСФСР, 1960. — С. 27–42.

12. Вайнруб Е. М. О связи мышечной работоспособности детей с особенностями их биологической зрелости / Е. М. Вайнруб, Р. Т. Вахидова // Возрастные особенности физиологических систем детей и подростков: Тез. докл. — М., 1981. — С. 140.

13. Васильев С. В. Основы возрастной и конституциональной антропологии / С. В. Васильев. — М.: Изд-во РОУ, 1996. — 216 с.

14. Верхошанский Ю. В. Программирование и организация тренировочного процесса / Ю. В. Верхошанский. — М.: Физкультура и спорт, 1985. — 217 с.

15. Верхошанский Ю. В. Основы специальной физической подготовки спортсменов / Ю. В. Верхошанский. — М.: Физкультура и спорт, 1988. — 331 с.

16. Властовский В. Г. Акселерация роста и развития детей / В. Г. Властовский. — М.: МГУ, 1976. — 279 с.

17. Волков Н. И. Об энергетических критериях работоспособности спортсменов / Н. И. Волков, Е. А. Ширковец // Биоэнергетика: Энергетическая характеристика физических упражнений. — Л., 1973. — С. 18–30.

18. Воронцов А. Р. Периодизация подготовки юных пловцов — программа долгосрочного развития юных спортсменов /

А. Р. Воронцов // Матер. Междунар. науч.-практ. конф. «Плавание-III. Исследования, тренировка, гидрореабилитация». — СПб.: Плавин, 2005. — С. 194–207.

19. Грязных А. В. Индекс тестостерон/кортизол как эндокринный маркер процессов восстановления висцеральных систем после мышечного напряжения / А. В. Грязных // Вестник ЮУрГУ «Образование, здравоохранение, физическая культура». 2011. № 20 (27). С. 107–111.

20. Дорохов Р. Н. Физическое развитие детей школьного возраста / Р. Н. Дорохов, И. И. Бахрах // Медицина, подросток и спорт. — Смоленск, 1975. — С. 5–39

21. Доскин В. А. Морфофункциональные константы детского организма: Справочник / В. А. Доскин, Х. Келлер, Н. М. Мураенко [и др.]. — М.: Медицина, 1997. — 228 с.

22. Дубич И. А. Оценка показателей variability сердечного ритма у пловцов // Спортивное плавание. 2020. № 1. С. 77–85.

23. Дуда В. В. Некоторые аспекты изучения зависимости физического развития и функционального состояния от уровня биологической зрелости организма юных легкоатлетов / В. В. Дуда, Л. Г. Харитоновна, А. В. Черкашин [и др.] // Теоретические и методологические аспекты определения спортивной одаренности. — Омск, 1989. — С. 5–12.

24. Жуков Ю. Ю. Уровень кортизола как маркер хронического стресса и его влияние на организм спортсмена / Ю. Ю. Жуков // Ученые записки. 2009. № 9 (55). С. 33–38.

25. Зайцева В. В. Пороговая скорость передвижения в циклических видах спорта. Обзорная информация. — М.: ЦООНТИ-ФиС, 1986. — 21 с.

26. Зациорский В. М. Основы спортивной метрологии / В. М. Зациорский. — М.: Физкультура и спорт, 1979. — 81 с.

27. Зациорский В. М. Спортивная метрология / под общ. ред. В. М. Зациорского. — М.: Физкультура и спорт, 1982. — 256 с.

28. Зациорский В. М. Вопросы теории и практики педагогического контроля в современном спорте / В. М. Зациорский, В. А. Запорожанов, И. А. Тер-Ованесян // Теория и практика физической культуры. 1971. № 4. С. 59–61.

29. Иванов В. В. Методика интегральной оценки подготовленности спортсменов / В. В. Иванов, Г. И. Попов, И. Н. Шарбарова [и др.]. — М., 1986. — 25 с.

30. Иорданская Ф. А. Основные достижения и перспективы развития медико-биологического контроля за состоянием здоровья и функциональным состоянием высококвалифицированных спортсменов в процессе управления подготовкой // Теория и практика физической культуры. 1984. № 11. С. 16–18.

40. Павлонис С. Влияние физической активности и полового созревания на состав тела у школьников / С. Павлонис, Я. Туткувенс // Современная морфология — физической культуре и спорту. — Л., 1987. — С. 95.

41. Павловский О. М. Биологический возраст и современные тенденции в постдифинитивном онтогенезе / О. М. Павловский // Вопросы антропологии. — М., МГУ, 1985. — Вып. 75. — С. 133–147.

42. Пашкова В. И. Определение возраста детей и подростков по показателям их физического развития / В. И. Пашкова // Судебная мед. экспертиза. 1980. Т. 23. № 4. С. 26–27.

43. Петряев А. В. Соотношение параметров срочной и долговременной адаптации в годичном цикле подготовки пловцов на открытой воде / А. В. Петряев, Е. А. Ширковец, Е. В. Ломазова // Вестник спортивной науки. 2013. № 6. С. 42–46.

44. Платонов В. Н. Состояние системы спортивной тренировки в циклических видах спорта и пути ее дальнейшего совершенствования // Большие тренировочные нагрузки в циклических видах спорта. — Киев, 1975. — С. 21–38.

45. Платонов В. Н. Спортивное плавание: путь к успеху: Кн. 2 / В. Н. Платонова. — М. : Советский спорт, 2012. — 544 с.

46. Поликарпочкин А. Н. Медико-биологический контроль функционального состояния и работоспособности пловцов в тренировочном и соревновательном процессах / А. Н. Поликарпочкин, И. В. Левшин, Ю. А. Поварещенкова [и др.]. — М. : Советский спорт, 2014. — 128 с.

47. Прусов П. К. Соотношение скорости роста массы тела и некоторых тканей в процессе полового созревания мальчиков / П. К. Прусов // Гигиена и санитария. 1992. № 7–8. С. 48–49.

48. Савенков Ю. И. Диагностика нарушений физического и полового развития мальчиков пубертатного периода / Ю. И. Савенков // Здоровье детей Алтайского края: Тез. докл. — Барнаул, 1986. — С. 76–79.

49. Сайгин М. И. Исследование силовой подготовленности пловца и подвижности в суставах / М. И. Сайгин, Т. О. Ягомяги // Научное обеспечение подготовки пловцов: Педагогические и медико-биологические исследования. — М. : Физкультура и спорт, 1983. — С. 63–87.

50. Самигулин Г. Х. Реакция сердечно-сосудистой системы школьников на физическую нагрузку / Г. Х. Самигулин // Растущий организм в условиях мышечной деятельности : Межевзов. сб. науч. тр. / Казанский пед. ин-т. — Казань, 1980. — С. 116–125.

51. Селуянов В. Н. Сердце — не машина... интерпретация данных ступенчатого теста. — 2017. — [Электр. ресурс]. — Режим доступа: <https://www.litmir.me/br/?b=593184&p=8>.

52. Соловьева В. С. Различия в биологическом возрасте у подростков различного типа конституции / В. С. Соловьева // Дифференциальная психофизиология и ее генетические аспекты: Мат. конф. — М., 1975. — С. 249–251.

53. Солопов И. Н. Диагностика и управление функциональным состоянием : учеб. пособие для студентов высш. учеб. зав-й, обучающихся по направлению 032100 — Физическая культура и специальности, 032101 — Физическая культура

и спорт / И. Н. Солопов, Н. Н. Сентябрев, Е. П. Горбанева. — Волгоград : Волгогр. гос. акад. физич. культуры, 2008. — 110 с.

54. Солопов И. Н. Физиологические основы функциональной подготовки спортсменов: монография / И. Н. Солопов, Е. П. Горбанева, В. В. Чёмов [и др.]. — Волгоград : ВГАФК, 2010. — 346 с.

55. Солопов И. Н. Функциональная подготовка спортсменов / И. Н. Солопов, А. И. Шамардин ; Волгогр. гос. акад. физ. культуры. — Волгоград : ПринТерра-Дизайн, 2003. — 263 с.

56. Солопов И. Н. Гормональный баланс и функциональные характеристики состояния здоровья юных пловцов. Опыт комплексного исследования / И. Н. Солопов, С. О. Ключников, И. А. Берзин, В. Б. Авдиенко, С. А. Пигарев, Е. А. Стурова, В. С. Фещенко // Тезисы XIII Междун. науч. конф. по вопросам состояния и перспективам развития медицины в спорте высших достижений «СпортМед-2018» (6–7 декабря 2018 года, г. Москва). — М. : РАСМИРБИ, 2018. — С. 100–101.

57. Сорокин А. П. Системный подход к определению «биологического возраста» / А. П. Сорокин // Основные закономерности роста и развития детей и критерии периодизации. — Одесса, 1975. — С. 70–72.

58. Тимакова Т. С. Еще раз о биологическом возрасте / Т. С. Тимакова // Вестник спортивной науки. 2008. № 4. С. 55–60.

59. Тимакова Т. С. Зоны биологического развития как индикаторы направленности подготовки пловцов / Т. С. Тимакова // Сборник научных статей V Межд. науч.-практ. конф. НГУ им. П. Ф. Лесгафта, 10–12 октября 2009. — СПб. : Изд-во «Петроград», 2009. — С. 51–54.

60. Тимакова Т. С. Критерии управления многолетней подготовкой квалифицированных спортсменов (циклические виды спорта) / Т. С. Тимакова: Дис. ... д-ра пед. наук. — М. : ВНИИФК, 1998. — 76 с.

61. Тимакова Т. С. Многолетняя подготовка пловца и ее индивидуализация (биологические аспекты) / Т. С. Тимакова. — М. : Физкультура и спорт, 1985. — 144 с.

62. Титова Е. П. Гормоны как наиболее эффективный фактор, влияющий на дифференциацию конституциональных типов / Е. П. Титова, И. И. Лизунова, Е. Б. Савостьянова // III Конгресс этнографов и антропологов России (М., 8–11 июня 1999 г.): Тез. докл. — М., 1999. — С. 144–145.

63. Титова Е. П. Половые гормоны и СТГ как фактор, влияющий на биологический возраст и общее соматическое развитие (в период развития) / Е. П. Титова, Е. Б. Савостьянова, Е. Л. Савченко // Международный научный журнал «Инновационная наука». 2017. № 02–2. С. 28–33.

64. Тихомиров А. К. Проблема комплексного контроля состояния спортсменов // Тенденции развития спорта высших достижений и стратегия подготовки высококвалифицированных спортсменов в 1997–2000 гг. — Мат. Всерос. науч.-практ. конференции. — М., 1997. — С. 380–385.

65. Фомин В. С. Физиологические основы управления подготовкой высококвалифицированных спортсменов : учеб. пос. / В. С. Фомин. — М. : МОГИФК, 1984. — 64 с.

66. Хрисанфова Е. Н. Половые стероиды и общее биологическое развитие в пубертатном периоде (динамические исследования) / Е. Н. Хрисанфова, Г. М. Эльгурт // Вопросы антропологии. 1976. Вып. 52. С. 36–52.

67. Хрисанфова Е. Н. Конституция и биохимическая индивидуальность человека / Е. Н. Хрисанфова. — М. : Изд-во МГУ, 1990. — 160 с.

68. Хрущев С. В. Взаимосвязь биологического возраста с морфофункциональными особенностями детей и подростков / С. В. Хрущев, И. И. Бахрах, Р. Н. Дорохов // Педиатрия. 1980. № 12. С. 3–5.

69. Цейтлин А. Г. Физическое развитие детей и подростков / А. Г. Цейтлин. — М., 1963. — 204 с.

70. Шаханова А. В. Соматотропная функция гипофиза мальчиков на начальной и завершающей стадии полового созревания / А. В. Шаханова // Новые исследования по возрастной физиологии. — М., 1980. — №2 (15). С. 73–75.

71. Ширковец Е. А. Биоэнергетическая характеристика соревновательной деятельности пловцов / Е. А. Ширковец, А. М. Тен // Вестник спортивной науки. 2012. № 1. С. 21–23.

72. Ширковец Е. А. Методология и методы определения функциональных возможностей спортсменов / Е. А. Ширковец, Э. С. Озолин, М. В. Арансон, Л. Н. Овчаренко // Вестник спортивной науки. 2010. № 4. С. 3–5.

73. Ширковец Е. А. Соотношение функциональных показателей при стандартном тестировании спортсменов / Е. А. Ширковец // Вестник спортивной науки. 2012. № 5. С. 50–54.

74. Ямпольская Ю. А. Соматический и функциональный статусы школьников 12–16 лет разных конституциональных типов / Ю. А. Ямпольская, Н. А. Ананьева, В. Г. Ужви // Возрастные особенности физиологических систем детей и подростков: Тез. докл. — М., 1977. Т. 2. С. 251–252.

75. Янсен П. ЧСС, лактат и тренировки на выносливость / пер. с англ. — Мурманск : Изд-во «Тулума», 2006. — 160 с.

76. Alén M. Responses of serum androgenic-anabolic and catabolic hormones to prolonged strength training / M. Alén, A. Pakarinen, K. Häkkinen, P. V. Komi // Int. J. Sports Med. 1988. Vol. 9, № 3. P. 229–233.

77. Astrand P. Textbook of Work Physiology / P. Astrand, K. Rodahl // Physiological bases of exercise. — Ed. 2. — New York : McGraw Hill Book Co., 1977.—584 p.

78. Bardin C. W. Testosterone: a major determinant of extragenital sexual dimorphism / C. W. Bardin, J. F. Catterall // Science. 1981. 211. P. 1285–1294.

79. Bodzaz E. B. Physique and sexual maturation / E. B. Bodzaz // Antropol. 1980. 24. № 1–2. P. 23–30.

80. Booth A. Testosterone, and winning and losing in human competition / A. Booth, G. Shelley, A. Mazur, G. Tharp, R. Kittock // Hormones and Behavior, 1989. 23. P. 556–571.

81. Bourne P. G. 17-OCHS levels in combat: Special Forces «A» team under threat of attack / P. G. Bourne, R. M. Rose, J. W. Mason // Archives of General Psychiatry, 1968. 19. P. 5–14.

82. Cumming D. C. Acute suppression of circulating testosterone levels by cortisol in men / D. C. Cumming, M. E. Quigley, S. S. Yen // Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, 1983. Vol. 54. P. 1069–1071.

83. Davis H. A. The anaerobic threshold as determined before and during lactic acidosis / H. A. Davis, G. C. Gass. — Eur. J. Appl. Physiol., 1981. V. 47, P. 141–149.

84. Davis J. A. Anaerobic threshold: review of concept and directions for future research. — Med. Sci. Sports Exerc., 1985. V. 17. № 1. P. 6–18.

85. Elias M. Serum cortisol, testosterone, and testosterone-binding globulin responses to competitive fighting in human males / M. Elias // Aggressive Behavior, 1981. 7. P. 215–224.

86. Erickson K. Glucocorticoid regulation of diverse cognitive functions in normal and pathological emotional states / K. Erickson, W. Drevets, J. Schulkin // Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 2003. Vol. 27. P. 233–246.

87. Hackney A. C. Stress and the neuroendocrine system: the role of exercise as a stressor and modifier of stress / A. C. Hackney // Expert Rev Endocrinol Metab. 2006; 1(6): 783–792.

88. Kindermann W. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of the work load intensities during endurance training / W. Kindermann, G. Simon, J. Keul. — Eur. J. Appl. Physiol., 1979. V. 42. № 1. P. 25–34.

89. Kolmogorov S. Fragments of technology for decreasing active drag at maximal swimming velocity / S. Kolmogorov, S. Lyapin, O. Romyantseva et al. // Application of Biomechanical Study in Swimming. Proceedings of XVIII International Symposium on Biomechanics in Sports — Applied Program / ed.: R. Sanders, Y. Hong. — Hong Kong : Chinese University Press, 2000. — P. 39–47.

90. Kolmogorov S. Hydrodynamic characteristics of competitive swimmers of different genders and performance levels / S. Kolmogorov, O. Romyantseva, B. Gordon et al. // Appl. Biomechanics. 1997. Vol. 13. P. 88–97.

91. Kolmogorov S. V. Mechanical and Propulsive Efficiency of Swimmers in Different Zones of Energy Supply / S. V. Kolmogorov, A. R. Vorontsov, O. A. Romyantseva et al. // Biomechanics and Medicine in Swimming XI Proceedings of the XIth International Symposium for Biomechanics and Medicine in Swimming, Oslo, 16th–19th June 2010 / ed. L. Kjendlie, R. K. Stallman, J. Cabri. — Oslo : Published by Norwegian School of Sport Science, 2010. — P. 110–112.

92. Lac G. Changes in cortisol and testosterone levels and T/C ratio during an endurance competition and recovery / G. Lac, P. Berthon // J. Sports Med. Phys. Fitness. 2000. Vol. 40. № 2. P. 139–144.

93. Mader A. Zur Beurteilung der sport spezifischen Ausdauerleistungs fähigkeit im Labor. / A. Mader, H. Liesen, H. Heck, H. Philipp [usw] // Sportarzt Sportmed. 27 : 80–88 / 109–112, 1976.

94. Madsen O. A comprehensive multi-year training program / O. Madsen, K. Wilke // American Swimming Coaches Association world clinic yearbook 1983. Fort Lauderdale, FL: American Swimming Coaches Association. 1983. P. 47–62.

95. Orr G. W. A computer linear regression model to determine ventilatory anaerobic threshold / G. W. Orr, H. J. Green,

R. L. Hughson, G. W. Bennett // J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol. 52. P. 1349–1352.

96. Perini R. Heart rate variability and autonomic activity at rest and during exercise in various physiological conditions / R. Perini, A. Veicsteinas // Eur J Appl Physiol, 2003. 90. P. 317–325.

97. Robergs R. A. Fisiologia do Exercício / R. A. Robergs, S. O. Roberts. — Sao Paulo : Phorte Editora, 2002. — 490 p.

98. Skinner J. S. The transition from aerobic to anaerobic metabolism / J. S. Skinner, T. M. Mclellan. — Res. Quart. Exerc. Sport, 1980. V. 51. P. 234–248.

99. Solberg G. Respiratory gas exchange indices for estimating the anaerobic threshold / G. Solberg, B. Robstad, O. H. Skjønsberg, F. Borchsenius // Journal of Sports Science and Medicine, 2005. 4. P. 29–36.

100. Southren A. L. Plasma production rates of testosterone in normal adult men and women and in patients with the syndrome of feminizing testes / A. L. Southren, S. Tochimoto, N. C. Carmody, K. Isurugi // J. Clin. Endocrinol. Metab., 1965. 25 (11). P. 1441–1450.

101. Stansbury K. Adrenocortical activity and emotion regulation, in / K. Stansbury, M. R. Gunnar // Fox, N. (Ed.), Monographs for the Society of Research in Child Development, 1994, Vol. 59. P. 108–134.

102. Tanner J. M. The adolescent growth spurt of boys and girls of the Harpenden Growth Study / J. M. Tanner, R. H. Whitehouse, E. Marubini, L. F. Resele // Annals of Human Biology. 3. 1976. — P. 109–126.

103. Tuck S. P. Testosterone, bone and osteoporosis / S. P. Tuck, R. M. Francis // Front Horm Res. Frontiers of Hormone Research, 2009. 37. 123–132.

104. Ursine H. Psychobiology of Stress / H. Ursine, E. Baade, S. Levine // A Study of Coping Men. Academic Press, New York, 1978.

105. Wasserman K. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise / K. Wasserman, B. J. Whipp, S. N. Koyal, W. L. Beaver. — J. Appl. Physiol., 1973. V. 35. № 2. P. 236–243.

106. Wich J. Zroznicowanie typon budowy ciała i ich ulasciwosci rozwojowych u dziewczat / J. Wich // In: Mater.i pr. Antropol. Zakl. Antropol. PAN, 1977. № 94. S. 111–132.

107. Yeh M. P. Anaerobic thresholds problems of determination and validation / M. P. Yeh, R. M. Gardner, T. D. Adams et al. // J. Appl. Physiol. 1983. V. 55. P. 1178–1186.

108. Zitzmann M. Testosterone levels in healthy men and the relation to behavioural and physical characteristics: facts and constructs / M. Zitzmann, E. Nieschlag // European Journal of Endocrinology, 2001. 144. P. 183–197.

109. Zouboulis C. C. Androgen action on human skin — from basic research to clinical significance / C. C. Zouboulis, K. Degitz // Exp. Dermatol., 2004. — 13 Suppl 4 (s4). P. 5–10.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ВИДЫ, СТРАТЕГИЯ И ПРИНЦИПЫ ДИАГНОСТИКИ И ОЦЕНКИ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ПЛОВЦОВ	7
2. МОНИТОРИНГ И КОНТРОЛЬ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ПЛОВЦОВ	13
2.1. Организация тестирования и обследований в тренировочном процессе пловцов	13
2.2. Тестирование специальной физической подготовленности пловцов	15
2.3. Тест со ступенчатым увеличением интенсивности плавания	37
2.4. Определение показателей гидродинамики при плавании	51
2.5. Определение силовых возможностей пловцов	52
3. МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПЛОВЦОВ	55
3.1. Гематологические и биохимические исследования у пловцов	57
3.2. Оценка функционального состояния серечно-сосудистой Системы	90
3.3. Методы определения биологического возраста (темпов физического развития)	107
3.3.1. Определение темпов физического развития юных пловцов по вторичным половым признакам	109
3.3.2. Определение темпов физического развития юных пловцов на основе мониторинга изменения гормонального профиля	113
ЛИТЕРАТУРА	139

В. Б. АВДИЕНКО, И. Н. СОЛОПОВ,
И. А. ДУБИЧ, Д. В. КОМАРОВ

**ДИАГНОСТИКА И ОЦЕНКА
ПОДГОТОВЛЕННОСТИ
ПЛОВЦОВ**

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Ответственный за выпуск *Савичева Ю. Б.*
Дизайнер-верстальщик *Тупикова А. М.*
Корректор *Руденко Н. В.*

Подписано в печать 00.10.2022. Формат 61×86/16
Печать офсетная. Бумага офсетная
Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 9,23
Тираж 300 экз. Заказ №

Отпечатано:
ИП Шевелев Дмитрий Альбертович
400137, г. Волгоград,
Бульвар 30-летия Победы, д. 19, кв. 176
Эл. почта: mail@printerra.com