

Министерство спорта и туризма Республики Беларусь

Государственное учреждение
«Республиканский научно-практический центр спорта»

Иванчикова Н.Н.

**ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ
КОНТРОЛЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ
ГРЕБЦОВ-АКАДЕМИСТОВ**

Практическое пособие

Минск
РНПЦ спорта
2017

УДК 797.123.1(076)+796.01:612+796.01:577
ББК 75.0 :75.717.7я73
Л 12

*Рекомендовано к изданию экспертной комиссией РНПЦ спорта,
протокол № 6 от 24 ноября 2017 года*

Авторы:

Иванчикова Наталья Николаевна, кандидат биологических наук

Рецензенты:

Гилеп Ирина Леонидовна, кандидат химических наук, доцент;
Нехвядович Антонина Ивановна, кандидат педагогических наук, доцент

Иванчикова, Н.Н.

Л 12 Лабораторные методы контроля подготовленности гребцов-академистов: практ. пособие /
Н.Н. Иванчикова. – Минск, 2017. – 28 с.

ISBN 978-985-7054-47-3

В практическом пособии на основе литературных данных и результатов собственных исследований показана роль лактата в процессе контроля за подготовкой спортсменов, представлены основные биохимические и гематологические маркеры, используемые для оценки переносимости тренировочных нагрузок, рассчитаны референтные интервалы лабораторных показателей для гребцов-академистов на различных этапах подготовки, представлена энергетическая характеристика тренировочных упражнений различной интенсивности.

УДК 797.123.1(076)+796.01:612+796.01:577
ББК 75.0 :75.717.7я73

ISBN 978-985-7054-47-3

© Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта», 2017
© Оформление. ГУ «Республиканский учебно-методический центр физического воспитания населения», 2017

.....
Производственно-практическое издание

Иванчикова Наталья Николаевна

**ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ
КОНТРОЛЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ГРЕБЦОВ-АКАДЕМИСТОВ**

Практическое пособие

Корректор А.М. Зиновик
Компьютерная верстка К.А. Тагиева
Оформление обложки П.С. Максименко

Подписано в печать 18.12.2017. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,06. Тираж 100 экз. Заказ 153.

Полиграфическое исполнение:
Государственное учреждение «Республиканский учебно-методический центр
физического воспитания населения»

Свидетельство №1/42 от 1 октября 2013
Ул. Гусовского, 4-1, 220073, Минск

Издатель: РНПЦ спорта
Свидетельство №1/447 от 14 ноября 2014 г.
Ул. Воронянского, 50/1, 220007, Минск

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

А пано	– работа, выполненная на уровне порога анаэробного обмена;
А макс.	– максимальная работа, выполненная в тесте;
HGB	– концентрация гемоглобина;
RBC	– общее число эритроцитов;
MCV	– средний объем эритроцита в общем объеме пробы;
HCT	– показатель гематокрита;
MCH	– среднее содержание гемоглобина в эритроцитах;
MCHC	– средняя концентрация гемоглобина в эритроците;
WBC	– общее число лейкоцитов;
LYMPH	– количество лимфоцитов;
NEUT	– число нейтрофилов;
ЦНС	– центральная нервная система;
NEUT	– нейтрофилы;
MONO	– моноциты;
BAZO	– базофилы;
RET	– ретикулоциты;
КФК	– креатинфосфокиназа;
ТГ	– триглицериды;
АТФ	– аденозинтрифосфорная кислота;
ЧСС	– частота сердечных сокращений.

ВВЕДЕНИЕ

Определение лабораторных показателей позволяет решать основные задачи комплексного обследования: контроль за функциональным состоянием организма спортсмена, который отражает эффективность и рациональность выполняемой индивидуальной тренировочной программы; наблюдение за адаптационными изменениями основных энергетических систем и функциональной перестройкой организма в процессе тренировки; диагностика предпатологических и патологических изменений метаболизма спортсменов. Лабораторный контроль позволяет также определять реакции организма на физические нагрузки, оценивать уровень тренированности, адекватности применения фармакологических и других восстанавливающих средств, оценивать роль энергетических систем в мышечной деятельности, воздействии климатических факторов и др.

В настоящей работе на основе литературных данных и результатов собственных исследований показана роль лактата в процессе контроля за подготовкой спортсменов, представлены основные биохимические и гематологические маркеры, используемые для оценки переносимости тренировочных нагрузок, рассчитаны референтные интервалы лабораторных показателей для гребцов-академистов на различных этапах подготовки, дана энергетическая характеристика тренировочных упражнений различной интенсивности.

КОНТРОЛЬ В СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКЕ

Общей целью контроля в спорте является повышение эффективности спортивной тренировки за счет оптимизации физической нагрузки на основе объективной оценки функциональной подготовленности спортсмена.

На разных этапах подготовки спортсменов стоят разные задачи, в соответствии с которыми определяют цель и формы контроля. В теории и практике спорта различают четыре основных вида контроля: оперативный, текущий, этапный и углубленный [1, 2].

Оперативный контроль (срочный) предполагает оценку оперативных состояний – срочных реакций организма спортсменов на нагрузку в ходе отдельных тренировочных занятий и соревнований.

Текущий контроль направлен на оценку текущих состояний, являющихся следствием физических нагрузок серии занятий, тренировочных или соревновательных микроциклов.

Этапный контроль позволяет оценить состояние спортсмена, являющееся следствием долговременного тренировочного эффекта на определенных этапах подготовки.

Углубленный контроль проводят один раз в год для комплексной оценки подготовленности спортсмена и состояния его здоровья.

Показатели, используемые соответственно определенному виду контроля, должны быть информативными и надежными, соответствовать:

- специфике вида спорта;
- возрасту и квалификации испытуемых;
- направленности тренировочного процесса.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЛАКТАТА В КОНТРОЛЕ ЗА ПОДГОТОВЛЕННОСТЬЮ СПОРТСМЕНОВ

Молочная кислота и лактат – не одно и то же соединение. Лактат – это соль молочной кислоты, образующаяся при замещении H^+ молочной кислоты на Na^+ или K^+ . В результате анаэробного гликолиза образуется молочная кислота, которая очень быстро превращается в соль – лактат. Поэтому, говоря об этом соединении в крови, целесообразно использовать термин «лактат» [1].

Если спортсмен находится в состоянии покоя, содержание лактата в его крови составляет 1,0–2,5 ммоль/л.

Содержание лактата в крови довольно точно характеризует направленность тренировочных занятий, и поэтому определение его содержания в процессе занятий – один из важнейших методов оперативного управления нагрузкой.

КЛАССИФИКАЦИЯ НАГРУЗОК ПО ЗОНАМ ИНТЕНСИВНОСТИ

Основная цель тренировочного процесса – увеличить работоспособность спортсмена, которая зависит от улучшения деятельности функций организма. Однако целью отдельного тренировочного занятия является не достижение наивысших показателей работоспособности, а избирательное воздействие на конкретную функцию организма.

При определенном сочетании основных компонентов тренировочной нагрузки (объем, интенсивность, число повторений и т.д.) в организме происходят различные физиологические и морфологические изменения, связанные со срочным тренировочным эффектом.

Вопрос о классификации тренировочных нагрузок возник в связи с необходимостью планирования тренировочного процесса. Систематизация тренировочных нагрузок проводилась в зависимости от мощности и предельного времени выполнения упражнения, по физиологическим сдвигам с учетом комплексного воздействия всех основных показателей физической нагрузки, в зависимости от скорости лодки и др. [3].

В классификации нагрузок по биоэнергетическим критериям выделяется пять основных зон (табл. 1) [4].

I зона. Восстановительная аэробная.

Срочный тренировочный эффект упражнений характеризуется накоплением лактата в крови до 2 ммоль/л (аэробный порог), ЧСС – до 140 уд/мин, продолжительность работы – от 20 мин до 1,5 ч.

Тренировку в этой зоне следует рассматривать как универсальное средство активного восстановления после занятий с высокой интенсивностью и способ активации жирового обмена. Основным методом – длительная работа в равномерном темпе. В общем объеме тренировочных средств эта зона занимает от 10 до 30 %.

Таблица 1 – Классификация тренировочных нагрузок по зонам энергообеспечения* (Ф.П. Суслов, В.Л. Сыч, Б.Н. Шустин, 1995)

Зона энергообеспечения	Направленность	Реакция организма	
		ЧСС, уд/мин	лактат, ммоль/л
I (восстановительная аэробная)	Активизация восстановительных процессов	100–130	до 2
II (развивающая аэробная)	Повышение уровня аэробных возможностей, скорости анаэробного порога	140–170	3–4
III (развивающая аэробно-гликолитическая)	Повышение аэробных возможностей, специальной выносливости, специальной выносливости к длительной работе	160–190	5–8
IV (развивающая гликолитическая)	Повышение гликолитических анаэробных возможностей, специальной выносливости к работе средней и малой продолжительности	170–200	8–15 и более
V (спринтерская алактатная)	Повышение алактатных анаэробных возможностей, совершенствование скоростных и скоростно-силовых способностей		

*все показатели могут варьировать до 10 %.

II зона. Развивающая аэробная (Порог анаэробного обмена).

Срочный тренировочный эффект упражнений характеризуется накоплением лактата в крови от 2,5 до 4,0 ммоль/л, ЧСС – от 140 до 170 уд/мин, продолжительность работы – 30–45 мин.

Направленность: повышение уровня аэробных возможностей, уровня анаэробного обмена.

Основные методы тренировки: равномерный, переменный, повторный.

В общем объеме тренировочных средств эта зона занимает от 45 до 60 %.

III зона. Развивающая аэробно-гликолитическая.

Срочный тренировочный эффект упражнений характеризуется накоплением лактата в крови от 5,0 до 8,0 ммоль/л, ЧСС – от 160 до 170 уд/мин, продолжительность работы – до 15 мин.

Направленность: повышение аэробных возможностей, специальной выносливости к длительной работе.

Основные методы тренировки: равномерный, переменный, повторный, интервальный, соревновательный.

В общем объеме тренировочных средств эта зона занимает от 6 до 30 %.

IV зона. Развивающая гликолитическая.

Срочный тренировочный эффект упражнений характеризуется накоплением лактата в крови от 8,0 до 15,0 ммоль/л и более, ЧСС – от 170 до 200 уд/мин, продолжительность работы в одном повторении – 2–5 мин, а суммарно – до 20 мин.

Направленность: повышение гликолитических анаэробных возможностей, специальной выносливости к работе средней и малой продолжительности.

Основные методы тренировки: соревновательный, интервальный, повторный и их комбинации. В общем объеме тренировочных средств эта зона занимает от 2 до 10 %.

V зона. Спринтерская алактатная.

Высокая интенсивность тренировочной нагрузки обеспечивается энергией из фосфогенного источника. Продолжительность работы в одном повторении – до 15 с.

Направленность: повышение алактатных анаэробных возможностей, совершенствование скоростных и скоростно-силовых способностей.

Основные методы тренировки: соревновательный и повторный.

В общем объеме тренировочных средств эта зона занимает от 0,5 до 2 %.

Если после проведения тренировки, направленной на развитие аэробной работоспособности, концентрация лактата в крови меньше 4 ммоль/л, это значит, что интенсивность его недостаточна. Тренировочные занятия, направленные на развитие силовой выносливости, должны осуществляться при содержании лактата в крови 5–6 ммоль/л; занятия, направленные на экономизацию анаэробного обмена, – 8–11 ммоль/л [1].

Показатель лактата в крови кроме использования для нужд оперативного контроля может дать информацию о мощности и емкости гликолитического механизма энергообеспечения, о состоянии тренированности (таблица 2).

Таблица 2 – Роль лактата в оценке тренированности спортсменов

Реакция	Оценка тренированности
Уменьшение содержания лактата в крови при стандартной физической нагрузке	Повышение тренированности
Повышение содержания лактата в крови при повышении мощности тестирующей нагрузки	Совершенствование анаэробных процессов энергообеспечения работы
Отсутствие изменений содержания лактата или его уменьшение при повышении мощности тестирующей нагрузки	Рост экономизации функций организма (рост тренированности)
Отсутствие изменений содержания лактата в крови при снижении мощности тестирующей нагрузки	Снижение тренированности
Резкое увеличение содержания лактата в крови при сохранении постоянной мощности работы	Низкая тренированность

Лактат может использоваться для определения лактатного порога, протекания восстановительных процессов, если уровень лактата в крови определять в динамике после нагрузок различного характера [3, 5].

В таблице 3 представлены оценочные шкалы показателей специальной работоспособности гребцов-академистов после выполнения ступенчато возрастающей нагрузки на гребном эргометре Concept-2. Обследовано многократно 109 спортсменов, из них 59 мужчин и 50 женщин.

Таблица 3 – Оценочные шкалы показателей специальной работоспособности гребцов-академистов

Показатель	Высокий	Выше среднего	Средний	Ниже среднего	Низкий
Мужчины, n=144					
А ПАНО, Вт	>316	282–316	235–281	200–234	<200
Амакс., Вт	>409	369–409	311–368	270–310	<270
ЧСС ПАНО, уд/мин	>190	180–190	163–179	152–162	<152
Лактат макс., ммоль/л	>17,38	14,42–17,38	10,47–14,41	7,59–10,46	<7,59

Показатель	Высокий	Выше среднего	Средний	Ниже среднего	Низкий
Женщины, n=153					
А ПАНО, Вт	>221	198–221	165–197	142–164	<141
Амакс., Вт	>278	248–278	204–247	173–203	<173
ЧСС ПАНО, уд/мин	>195	184–195	167–183	155–166	<154
Лактат макс., ммоль/л	>15,62	13,39–15,62	10,45–13,38	8,31–10,44	<8,31

КОНТРОЛЬ УРОВНЯ ТРЕНИРОВАННОСТИ СПОРТСМЕНА ПО ЛАКТАТУ

1. Биохимические сдвиги, возникшие после выполнения стандартной нагрузки обычно тем больше, чем ниже уровень тренированности.

2. Значительное увеличение лактата после стандартной нагрузки указывает на низкие возможности аэробного энергообеспечения.

3. Уменьшение лактата на разных этапах подготовки при стандартной работе свидетельствует об эффективности тренировочного процесса [1].

Содержание лактата в сыворотке крови гребцов-академистов после выполнения нагрузок различной интенсивности на воде, по данным Международной федерации гребного спорта, представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание лактата в сыворотке крови гребцов-академистов после выполнения нагрузок различной интенсивности на воде (по данным FISA)

Тест	n	Лактат, ммоль/л Хср.±σ	ЧСС, уд/мин Хср.±σ
Умеренная длительная работа	236	1,47±0,65	147±15,1
Дистанционная тренировка (темп 15 гребков)	12	3,04±0,76	163±9,4
Силовая выносливость	36	3,64±0,96	172±10,0
Интенсивная дистанционная работа (15–20 мин)	16	3,66±1,28	169±7,8
Интенсивная дистанционная работа (10 мин)	46	4,48±1,73	173±8,8
Работа 5 км	9	5,88±1,75	165±11,1
Работа 10 км	25	6,23±1,67	

Тест	n	Лактат, ммоль/л Хср.±σ	ЧСС, уд/мин Хср.±σ
3x7 мин	32	6,84±1,49	184±10,6
3x4 мин	26	8,52±2,00	184±12,9
2 или 3x2 мин	10	10,74±1,17	
2000 м	17	7,27±2,02	178±13,0
1500 м	16	10,57±2,48	179±7,6
500 м	158	9,88±2,17	
1000 м	83	12,48±2,61	
Международная регата	38	15,24±3,30	

Содержание лактата в сыворотке крови белорусских гребцов-академистов после выполнения нагрузок различной интенсивности на воде и гребном эргометре Concept-2 представлено в таблице 5.

Таблица 5 – Содержание лактата в сыворотке крови белорусских гребцов-академистов после выполнения нагрузок различной интенсивности

Тест	n	Лактат, ммоль/л Хср.±σ
Concept-2		
Мужчины		
10 000 м контрольная	151	8,6±4,4
2000 м контрольная	88	15,0±3,8
2x12 мин	19	12,8±2,2
6000 м	13	12,2±2,3
2000 м, чемпионат Республики Беларусь	20	12,5±0,8
Женщины		
2000 м контрольная	34	13,7±2,9
2000 м, чемпионат Республики Беларусь	9	13,3±1,2
Вода		
Мужчины		
1000 м	27	13,0±2,8
1500 м	7	14,6±2,6
2000 м контрольная	17	14,0±2,6
2000 м, чемпионат Республики Беларусь	8	16,4±1,8
2x500 м	8	12,4±2,4
3x1000 м	16	10,2±3,1
4x2000 м	136	9,9±3,5
5000 м	34	8,8±3,6

УТОМЛЕНИЕ, ПЕРЕУТОМЛЕНИЕ, ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЕ

Проблема утомления, его возможных негативных последствий и их коррекции представляет не только теоретический интерес для комплекса медико-биологических наук, но и имеет большое практическое значение для различных аспектов деятельности человека, в том числе спортивной. Знание физиологических механизмов утомления позволяет планировать и контролировать тренировочную и соревновательную деятельность спортсменов при физических нагрузках большого объема и интенсивности. Постоянный мониторинг последовательности физиологических реакций организма под воздействием физических нагрузок позволяет анализировать характер и выраженность физиологических сдвигов в организме при нагрузочном утомлении, что является важным фактором управления тренировочным процессом спортсменов. Системный подход к проблеме дает возможность выявить тонкую грань между достижением организмом нового качественного уровня адаптации к физическим нагрузкам и срывом компенсаторных механизмов вследствие перенапряжения функциональных систем, обеспечивающих данную работу [6, 7].

Утомление (Fatigue) – состояние организма, возникающее вследствие выполнения физической работы и проявляющееся во временном снижении работоспособности, ухудшении двигательных и вегетативных функций, их дискоординации и появлении чувства усталости. Физиологически – это биологически целесообразная реакция, направленная против истощения функционального потенциала организма [8].

Переутомление (перетренировка, перетренированность, Overtraining, OT) – состояние, возникающее вследствие многократного совершении работы, при котором повторные физические нагрузки выполнялись тогда, когда утомление от предыдущей работы еще полностью не прошло, и при этом может суммироваться с остаточным утомлением от предшествующей тренировки. В первую очередь проявляется в снижении тонуса ЦНС и соответствующих нарушениях психоэмоционального статуса спортсмена. Нередко наблюдается апатия, потеря мотивации, нарушается сон, появляются боли в сердце, расстройство пищеварения, тремор пальцев рук, затруднения в освоении новых двигательных навыков [9].

Перетренировка не является неизбежным следствием тренировки. Перетренировка наступает только при нарушениях ее режима. Соответствующая дозировка нагрузки при тренировочных занятиях и соблюдение необходимых временных интервалов между ними или соревнованиями исключают возможность перетренировки. Типичный показатель перетренированности – снижение спортивных результатов [9].

Перенапряжение (Overreaching, OR) возникает после однократно выполненной изнурительной работы. Перенапряжение большей частью связано с несоответствием проделанной работы конкретному уровню тренированности [9].

БИОХИМИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ УТОМЛЕНИЯ

Контроль за процессами утомления и восстановления необходим для оценки переносимости физической нагрузки и выявления состояния перетренированности; времени отдыха, после физических нагрузок; эффективности средств повышения работоспособности.

Биохимические исследования позволяют определить, каково состояние отдельных органов и систем организма, что мешает организму нормально функционировать и лимитирует развитие специальной работоспособности у спортсмена [10–12].

В спортивной практике наиболее часто используются следующие показатели для контроля переносимости тренировочных нагрузок.

Кортизол повышает уровень глюкозы в крови, в том числе за счет ее синтеза из белковых предшественников, что позволяет существенно улучшить энергообеспечение мышечной деятельности. Недостаточность активности глюкокортикоидной функции может стать серьезным фактором, ограничивающим рост спортивной подготовленности.

В то же время чрезмерно высокий уровень кортизола в крови свидетельствует о значительной стрессорности перенесенной нагрузки для спортсмена, что может привести к преобладанию катаболических процессов в белковом обмене над анаболическими и в результате – распаду как отдельных клеточных структур, так и групп клеток. Прежде всего разрушению подвергаются клетки иммунной системы, как следствие – снижение возможности организма противостоять инфекционным агентам. Отрицательное влияние на костный обмен – разрушение белкового матрикса и, как следствие,

повышенный риск травматизма (переломы). Также отрицательно воздействие повышенного уровня кортизола на сердечно-сосудистую систему. Соответственно, следует регулярно отслеживать и поддерживать высокий уровень кортизола в крови (500–800 нмоль/л), необходимый для эффективной адаптации организма к интенсивным физическим нагрузкам. Повышенные уровни кортизола в крови (выше 900 нмоль/л) свидетельствуют о недостаточной эффективности процессов восстановления и могут привести к переутомлению.

Одним из самых эффективных анаболических гормонов, противодействующих отрицательному влиянию кортизола на белковый обмен в организме спортсмена, является **тестостерон**. Тестостерон эффективно восстанавливает мышечную ткань. Также положительно воздействует он на костную и иммунную системы. Под влиянием длительной интенсивной нагрузки тестостерон снижается, что отрицательно влияет на эффективность восстановительных процессов в организме после перенесенных нагрузок. Чем выше уровень тестостерона, тем эффективнее восстанавливается организм спортсмена.

Мочевина. Мочевина является продуктом распада белка в организме. Определение концентрации мочевины утром натощак позволяет оценить в целом переносимость нагрузок предыдущего дня. То есть используется для оценки оставленного восстановления в условиях спортивной деятельности. Чем интенсивнее и длительнее работа, чем меньше интервалы отдыха между нагрузками, тем значительнее истощение белковых/углеводных ресурсов и, как результат, больше уровень выработки мочевины. Согласно многолетним наблюдениям у спортсменов в состоянии покоя уровень мочевины в крови не должен превышать 8,0 ммоль/л – эта величина была принята за критический уровень выраженного недовосстановления.

Синтез мочевины происходит в печени, где за сутки ее синтезируется около 40 г. Для синтеза мочевины необходимы аммиак, углекислый газ, АТФ. Образование мочевины – это способ связывания и выведения аммиака, токсичного для организма. Аммиак образуется в результате дезаминирования аминокислот, образовавшихся во время распада белков. При некоторых патологических процессах, а также во время интенсивных физических нагрузок наблюдается ускоренный распад белков и компенсаторный синтез углеводов, повышение содержания мочевины в крови. Содержание мочевины в крови характеризует протекание процесса восстановления после физических нагрузок. Поэтому если уровень мочевины

в крови, взятой утром натощак, превышает 7 ммоль/л (для мужчин) или 5 ммоль/л (для женщин), это свидетельствует о чрезмерных нагрузках. Содержание мочевины в крови в пределах 6–7 ммоль/л (мужчины) и 4–5 ммоль/л (женщины) свидетельствует о том, что тренировочная нагрузка накануне была достаточной и адекватной для организма. Более низкие показатели свидетельствуют о недостаточной нагрузке.

Однако следует учитывать, что высокобелковая диета, пищевые добавки, содержащие большое количество белков и аминокислот, увеличивают уровень мочевины в крови, который зависит от мышечной массы (вес), а также функции почек и печени. Поэтому необходимо установить индивидуальную норму для каждого спортсмена.

Выявлены три типа реакций организма на нагрузки, определяемые по изменению содержания мочевины в крови в состоянии стандартного покоя (утро, покой, натощак) [11].

- Для реакции первого типа характерна прямая зависимость между динамикой содержания мочевины и нагрузками. Содержание мочевины в крови, как правило, не превышает в течение двух дней средних групповых нормативов, то есть 6 ммоль/л. Такая зависимость свидетельствует о сбалансированности анаболических и катаболических процессов, а также о том, что нагрузки, применяемые в процессе тренировки, соответствуют диапазону функциональных возможностей спортсмена.

- Второй тип реакции характерен тем, что в случае дальнейшего увеличения нагрузки уровень мочевины падает, иногда даже ниже нормы. Это явление расценивается как незавершенность восстановительных процессов, то есть возникли условия для торможения образования мочевины в связи с активным использованием аминокислот в синтезе белков скелетных мышц. Этот тип реакции встречается нечасто. При этом спортсмены ощущают затруднения в выполнении скоростных нагрузок при неплохом общем самочувствии.

- Третий тип реакции характеризуется отсутствием зависимости между изменением нагрузок и содержанием мочевины в крови. Уровень мочевины при этом типе реакции в течение двух дней и более, как правило, значительно выше общей средней нормы, то есть 6 ммоль/л. Такой вид зависимости встречается в случае высокоинтенсивных и продолжительных нагрузок «стрессового» характера. После подобного влияния высокий уровень содержания мочевины

имеет тенденцию к повышению независимо от величины последующих нагрузок. Третий тип реакции указывает на несоответствие возможностей организма таким нагрузкам и требует специальных восстановительных мероприятий.

Следует отметить, что уровень кортизола, используемый в практике биохимического контроля, – более современный и точный показатель интенсивности процессов катаболизма в организме.

Глюкоза. Является наиважнейшим источником энергии в организме. Изменение ее концентрации в крови при мышечной деятельности зависит от уровня тренированности организма, мощности и продолжительности физических упражнений. По изменению содержания глюкозы в крови судят о скорости аэробного окисления ее в тканях организма при мышечной деятельности и интенсивности мобилизации гликогена печени.

Рекомендуется использовать этот показатель в сочетании с определением уровня гормона инсулина, который участвует в процессах мобилизации и утилизации глюкозы крови.

КФК (креатинфосфокиназа). Определение общей активности КФК в сыворотке крови после физических нагрузок позволяет оценить степень повреждения клеток мышечной системы, миокарда и других органов. Чем выше стрессорность (тяжесть) перенесенной нагрузки для организма, тем больше повреждения клеточных мембран и выброса фермента в периферическую кровь.

Активность КФК рекомендуется измерять 8–10 часов спустя после нагрузок, в утренние часы после сна. Повышенные уровни активности КФК утром свидетельствуют о значительных физических нагрузках, перенесенных накануне, и недостаточном восстановлении организма. Следует отметить, что активность КФК у спортсменов в процессе тренировки примерно в два раза превосходит верхние пределы нормы «здорового человека». То есть можно говорить о недовосстановлении организма после предшествующих нагрузок при уровне КФК не менее 500 Е/л. Представляют серьезные опасения уровни КФК выше 1000 Е/л, при которых повреждения мышечных клеток значительны, вызывая болевой синдром. Следует отметить важность дифференцировки перенапряжения скелетной мускулатуры и сердечной мышцы. Для этого рекомендуется измерение миокардиальной фракции (КФК-МВ).

АЛТ (аланинаминотрансфераза). Внутриклеточный фермент, содержащийся в печени, скелетных мышцах, сердечной мышце и почках. Увеличение активности АЛТ и АСТ в плазме указывает на повреждение этих клеток.

АСТ (аспартатаминотрансфераза) – также внутриклеточный фермент, содержащийся в миокарде, печени, скелетных мышцах, почках.

Повышенная активность АСТ и АЛТ позволяет выявить ранние изменения в метаболизме печени, сердца, мышцах, оценить переносимость физических нагрузок, прием препаратов. Физические нагрузки умеренной интенсивности, как правило, не сопровождаются повышением АСТ и АЛТ. Интенсивные и длительные нагрузки могут вызвать повышение АСТ и АЛТ в 1,5–2 раза (норма 5–40 Ед.) У более тренированных спортсменов эти показатели возвращаются к норме через 24 часа. У менее тренированных – значительно дольше [10–12].

КОЭФФИЦИЕНТЫ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ОРГАНИЗМ (РАСЧЕТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ)

В практике спорта используются не только отдельные показатели активности ферментов, но и соотношение их уровней [9]:

Индекс повреждения мышечной ткани (отношение креатинкиназы/АСТ):

Норма: < 10.

Повышение: < 10 – повреждение скелетной мускулатуры отсутствует.

Снижение: > 10 – повреждение имеется.

Чем выше индекс, тем сильнее повреждение скелетной мускулатуры.

Коэффициент де Ритиса (отношение АСТ/АЛТ):

Норма: 1,33.

Снижение: заболевание печени.

Повышение: заболевание сердца.

Индекс утомления (информативен только для мужчин):

$$\text{ИУ} = \frac{\text{тестостерон}}{\text{кортизол}} \times 100.$$

Норма: 5–8.

Снижение: менее 5 (и снижение в динамике) – развитие утомления.

Индекс свободного тестостерона

$$\text{ИСТ} = \frac{T}{\text{ГСПГ}} \times 100,$$

где T – тестостерон,

ГСПГ – глобулин, связывающий половые гормоны.

Норма: у мужчин от 7 до 100 %.

При развитии утомления снижение показателя относительно исходного значения на следующие сутки после физической нагрузки.

Индекс гипоксии (отношение лактат/пируват).

Норма: 10–15.

Повышение: при значении выше 18 – выраженная гипоксия.

Индекс тяжести анемии (ретикулярный индекс):

$$\text{Ретикулярный индекс} = \frac{\text{ретикулоциты (\%)} \times \text{гематокрит}}{45 \times 1,85},$$

где 45 – нормальный гематокрит;

1,85 – количество суток, необходимое для поступления новых ретикулоцитов в кровь.

Индекс <2 свидетельствует о пипопролиферативном компоненте анемии, если он >2–3, то происходит увеличение образования эритроцитов.

ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ В КОНТРОЛЕ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ГРЕБЦОВ-АКАДЕМИСТОВ

Гемоглобин

Основным компонентом эритроцитов крови является гемоглобин, который выполняет функцию транспорта кислорода. В своем составе он содержит белок и небелковую часть – гем, сложную молекулу, содержащую железо. Именно гем непосредственно связывает кислород. При мышечной деятельности резко повышается потребность организма в кислороде, что компенсируется благодаря более полному извлечению его из крови, увеличению скорости кровотока,

а также постепенному увеличению количества гемоглобина в крови за счет изменения общей массы крови. С ростом уровня тренированности спортсменов в видах спорта на выносливость концентрация гемоглобина в крови возрастает. Увеличение содержания гемоглобина в крови отражает адаптацию организма к физическим нагрузкам в гипоксических условиях. Однако при интенсивных тренировках происходит разрушение эритроцитов крови и снижение концентрации гемоглобина, что рассматривается как железодефицитная «спортивная анемия». В таком случае следует изменить программу тренировок, а в рационе питания увеличить содержание белковой пищи, железа и витаминов группы В. По содержанию гемоглобина в крови можно судить об аэробных возможностях организма, эффективности аэробных тренировочных занятий, состоянии здоровья спортсмена [13].

Гематокрит – это доля (%) от общего объема крови, которую составляют эритроциты. Гематокрит, отражая соотношение эритроцитов и плазмы крови, при адаптации к физической нагрузке имеет исключительно большое значение: определение его позволяет оценить состояние кровообращения в микроциркуляторном русле и определить факторы, затрудняющие доставку кислорода в ткани. Гематокрит при физической нагрузке возрастает, в результате чего увеличивается способность крови транспортировать кислород к тканям. Однако это имеет и отрицательную сторону – приводит к повышению вязкости крови, что затрудняет кровоток и может ускорять время свертывания крови. Повышение уровня гематокрита обусловлено уменьшением плазмы крови в результате трансфузии жидкости из кровяного русла в ткани и выходом эритроцитов из депо [13].

Неспецифические адаптационные реакции организма.

Градации адаптационных реакций организма, основанные на особенностях лейкоцитарной формулы крови, применительно к представителям видов спорта, направленных на преимущественное развитие выносливости, в целом могут быть представлены следующим образом:

- 1-я реакция – реакция хронического стресса – содержание лимфоцитов менее 26, а нейтрофилов более 60 %;
- 2-я реакция – реакции тренировки – содержание лимфоцитов в пределах 26–32, а нейтрофилов – 60–55 %;
- 3-я – реакция спокойной активации – 33–38 и 54–50 %;

- 4-я – реакция повышенной активации – 39–45 и 49–44 %;
- 5-я – реакция переактивации, когда лимфоцитов более 45, а нейтрофилов менее 44 %.

При определении типа адаптационной реакции необходимо учитывать не только концентрацию лимфоцитов, но и общую концентрацию лейкоцитов [11, 14, 15].

Типы отставленных постнагрузочных изменений показателей красной крови:

- I тип – однонаправленное повышение концентрации гемоглобина (иногда эритроцитов) и показателя гематокрита, не сопровождаемое отчетливыми изменениями содержания ретикулоцитов (продолжительность изменений в среднем 1 сутки);

- II тип – изолированное повышение показателя гематокрита, не сопровождаемое отчетливыми изменениями концентрации гемоглобина и ретикулоцитов, или изолированное снижение концентрации гемоглобина (продолжительность изменений в среднем 2–3 суток);

- IIIа тип – отчетливое снижение концентрации гемоглобина, сопровождаемое возрастанием концентрации эритроцитов и ретикулоцитов (продолжительность изменений в среднем от 3 до 7 суток);

- IIIб тип – выраженное падение (до зоны низких значений) концентрации эритроцитов, гемоглобина и показателя гематокрита, сопровождаемое резким возрастанием концентрации ретикулоцитов (продолжительность изменений в среднем от 5 до 7 суток) [11, 16].

РЕФЕРЕНТНЫЕ ИНТЕРВАЛЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГРЕБЦОВ-АКАДЕМИСТОВ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ПОДГОТОВКИ

Чтобы трактовать данные лабораторных исследований, необходимо сравнивать их с нормальными величинами, поэтому важно определить, что такое нормальный показатель (референтный интервал).

Под «нормой» обычно понимают характеристики, соответствующие состоянию здоровья. Однако, несмотря на разнообразие факторов, определяющих состояние здоровья, одним из ключевых его критериев является соответствие физиологических параметров организма нормальным значениям. Поэтому понятие «*норма*» является весьма близким к понятию «здоровье» и успешно используется в клинической медицине и спорте для оценки состояния здоровья и тренированности спортсменов.

Следует обратить внимание, что медицинская норма является не фиксированным типичным стандартом, а скорее конкретным переменчивым оптимумом. Параметры нормальных значений колеблются в зависимости от экологических условий, особенностей физиологических процессов в организме человека, возраста, пола, в соответствии с циркадными ритмами, физической активностью, характером питания и рядом других факторов. То есть каждый параметр имеет свои нормальные переменные пределы, которые называются *референтным интервалом*. Термин «референтные значения» или «референтный интервал» в современной литературе сменил ранее употребляемый термин «норма».

В таблицах 6, 7 представлены референтные значения лабораторных показателей гребцов-академистов на различных этапах подготовки.

Таблица 6 – Референтные значения лабораторных показателей гребцов-академистов на различных этапах подготовки (мужчины)

Показатель	Хср.	σ	Референтные значения		Минимум	Максимум
			нижняя граница	верхняя граница		
Подготовительный этап, n=116						
WBC	6,85	1,33	6,60	7,09	4,18	10,42
RBC	5,50	0,41	5,43	5,58	4,04	6,65
HGB	160,61	8,46	159,06	162,17	144,00	186,00
HCT	47,25	2,31	46,83	47,68	43,40	54,40
MCH	29,30	1,83	28,96	29,63	25,30	45,00
MCHC	34,17	1,87	33,82	34,51	32,70	52,90
NEUT	3,04	0,82	2,89	3,19	1,54	5,44
NEUT_%	44,29	7,48	42,92	45,67	29,50	65,00
LYMPH	2,81	0,74	2,68	2,95	1,52	5,23
LYMPH_%	41,15	6,99	39,87	42,44	24,50	55,60
MONO	0,77	0,19	0,74	0,80	0,33	1,26
MONO_%	11,29	2,06	10,91	11,67	6,20	18,50
BAZO	0,04	0,02	0,03	0,04	0,01	0,10
BAZO_%	0,55	0,31	0,49	0,61	0,02	1,80
RET_%	0,57	0,19	0,53	0,60	0,17	1,41
RET	0,03	0,01	0,03	0,03	0,01	0,09
МОЧЕВИНА	5,23	1,02	5,04	5,41	3,10	8,15
КФК	212,87	120,09	190,78	234,96	45,00	706,00
ГЛЮКОЗА	5,00	0,71	4,87	5,13	3,10	6,76
ТГ	0,81	0,40	0,74	0,89	0,20	2,28

Показатель	Хср.	б	Референтные значения		Минимум	Максимум
			нижняя граница	верхняя граница		
Соревновательный этап, n=128						
WBC	6,42	1,35	6,18	6,65	3,70	10,51
RBC	5,35	0,43	5,27	5,42	2,56	6,44
HGB	159,57	9,02	157,99	161,15	140,00	188,00
HCT	46,69	2,36	46,28	47,10	41,40	53,50
MCH	29,75	1,41	29,50	29,99	25,40	34,00
MCHC	34,18	1,00	34,01	34,36	32,50	38,20
NEUT	3,01	0,98	2,82	3,20	1,53	6,88
NEUT_%	46,68	8,21	45,10	48,26	21,70	69,70
LYMPH	2,48	0,56	2,38	2,57	1,26	4,07
LYMPH_%	39,09	6,87	37,89	40,29	16,60	60,20
MONO	0,69	0,22	0,65	0,73	0,27	1,76
MONO_%	10,73	2,70	10,26	11,20	5,10	25,60
BAZO	0,03	0,02	0,03	0,04	0,01	0,10
BAZO_%	0,53	0,29	0,48	0,58	0,10	1,90
RET_%	0,48	0,20	0,43	0,53	0,11	1,44
RET	0,03	0,01	0,02	0,03	0,01	0,09
МОЧЕВИНА	5,80	1,09	5,61	5,99	2,60	9,80
КФК	211,53	126,36	189,51	233,54	52,00	1010,00
ГЛЮКОЗА	4,81	0,80	4,64	4,99	3,02	7,20
ТГ	1,05	0,36	0,97	1,13	0,27	2,32

Примечание. Жирным шрифтом отмечены достоверные отличия показателя между этапами подготовки.

Таблица 7 – Референтные значения лабораторных показателей гребцов-академистов на различных этапах подготовки (женщины)

Показатель	Хср.	б	Референтные значения		Минимум	Максимум
			нижняя граница	верхняя граница		
Подготовительный этап, n=138						
WBC	6,86	1,26	6,65	7,07	3,94	9,68
RBC	4,79	0,23	4,75	4,83	4,20	5,45
HGB	139,68	8,19	138,30	141,06	119,00	164,00
HCT	42,25	2,52	41,82	42,67	35,50	48,70
MCH	29,13	1,32	28,91	29,35	25,80	33,60
MCHC	33,03	1,40	32,80	33,27	26,70	35,50
NEUT	3,08	0,91	2,93	3,24	1,15	5,61
NEUT %	44,32	7,34	43,08	45,55	27,40	61,60

Показатель	Хср.	б	Референтные значения		Минимум	Максимум
			нижняя граница	верхняя граница		
LYMPH	2,82	0,57	2,72	2,91	1,48	4,32
LYMPH_ %	41,54	7,26	40,31	42,76	26,40	60,20
MONO	0,73	0,18	0,70	0,76	0,35	1,35
MONO_ %	10,75	2,42	10,34	11,15	6,00	18,00
BAZO	0,03	0,02	0,03	0,04	0,01	0,10
BAZO_ %	0,49	0,27	0,45	0,54	0,10	1,40
RET_ %	0,68	0,23	0,64	0,72	0,28	1,63
RET	0,03	0,01	0,03	0,03	0,01	0,08
МОЧ_	4,96	0,98	4,80	5,12	3,10	8,33
КФК	148,61	66,56	137,40	159,81	40,00	350,00
ГЛЮКОЗА	4,58	0,66	4,44	4,71	2,90	6,76
ТГ	0,69	0,36	0,62	0,76	0,18	2,04
Соревновательный этап, n=89						
WBC	6,80	1,29	6,53	7,07	4,29	9,79
RBC	4,78	0,23	4,73	4,83	4,18	5,37
HGB	141,33	6,89	139,87	142,78	129,00	161,00
HCT	42,02	2,01	41,60	42,45	36,80	47,30
MCH	29,56	1,27	29,29	29,82	26,90	32,60
MCHC	33,64	0,94	33,44	33,84	31,90	36,70
NEUT	3,26	1,03	3,02	3,49	1,47	6,45
NEUT_ %	47,32	7,71	45,55	49,10	31,60	74,90
LYMPH	2,58	0,48	2,48	2,68	1,42	3,72
LYMPH_ %	38,71	7,04	37,19	40,23	16,50	55,60
MONO	0,71	0,19	0,67	0,75	0,34	1,39
MONO_ %	10,56	2,32	10,05	11,06	5,20	16,80
BAZO	0,03	0,02	0,03	0,03	0,01	0,09
BAZO_ %	0,47	0,25	0,42	0,53	0,10	1,30
RET_ %	0,66	0,23	0,60	0,72	0,24	1,19
RET	0,03	0,01	0,03	0,04	0,01	0,06
МОЧ_	5,19	1,10	4,96	5,42	3,10	7,80
КФК	110,70	39,47	102,38	119,01	40,00	198,00
ГЛЮКОЗА	4,44	0,59	4,31	4,57	3,10	5,81
ТГ	0,90	0,34	0,83	0,98	0,31	2,00

Примечание. Жирным шрифтом отмечены достоверные отличия показателя между этапами подготовки.

Установление референтных интервалов колебаний для каждого показателя имеет чрезвычайно важное значение для обеспечения клинической надежности лабораторной информации.

Следует помнить, что референтные колебания должны быть установлены для каждого показателя.

В клинической лабораторной диагностике используется также такое понятие, как «индивидуальная норма», когда производится сопоставление результатов пациента с его же собственными параметрами. Индивидуальная норма признается наиболее удобным ориентиром для оценки состояния каждого конкретного спортсмена. Однако при отсутствии систематического наблюдения за спортсменом такими индивидуальными интервалами удастся воспользоваться лишь в отношении очень ограниченного круга лиц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При подготовке спортсменов следует ориентироваться на средства и методы, обеспечивающие адекватность тренировочных воздействий по характеру и глубине сдвигов в деятельности функциональных систем. Для достижения необходимого тренировочного эффекта важным является оптимальный подбор интенсивности работы, предопределяющей характер срочных и долговременных адаптационных реакций организма спортсмена. Чрезмерное увеличение объема и интенсивности тренировочной работы приводит к усилению сдвигов в функционировании различных систем и органов, возникновению и углублению процессов утомления, замедлению восстановительных процессов.

Адаптация организма спортсменов к тренировочным нагрузкам значительно изменяется под влиянием уровня их квалификации, подготовленности и функционального состояния. Одна и та же по объему и интенсивности работа вызывает различный ответ организма. У спортсменов высокой квалификации реакция на стандартную работу выражена незначительно, утомление или сдвиги в деятельности несущих основную нагрузку систем несущественны, восстановление протекает быстро. Чем ниже квалификация спортсмена, тем в большей степени такая же работа вызывает утомление и сдвиги в состоянии функциональных систем, активно участвующих в обеспечении работы, продолжительнее восстановительный период.

Организация своевременного контроля на различных этапах подготовки за уровнем подготовленности спортсменов различной квалификации с использованием методов лабораторного контроля дает возможность направленного развития качеств, обеспечивающих высокий уровень тренировочно-соревновательной деятельности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Земцова, И.И. Спортивная физиология: учебное пособие для студентов вузов / И.И. Земцова. – Киев: Олимпийская литература, 2010. – 219 с.
2. Биохимия мышечной деятельности / В.М. Волков [и др.]. – Киев: Олимпийская литература, 2000. – 504 с.
3. Ширковец, Е.А. Классификация тренировочных нагрузок в академической гребле [Текст] / Е.А. Ширковец, А.Ф. Сасс // Гребной спорт. – 1975. – С. 29–32.
4. Современная система спортивной подготовки [Текст] / под ред. Ф.П. Сулова, В.Л. Сыча, Б.Н. Шустина. – М.: СААМ, 1995. – 448 с.
5. Нехвядович, А.И. Анаэробный порог в развитии выносливости (на примере плавания): учеб.-метод. пособие / А.И. Нехвядович. – Минск: БГУ, 1999. – 76 с.
6. Alves, R.N. Monitoring and prevention of overtraining in athletes / R.N. Alves, N.O.P Costa., D.M. Samulski // Rev Bras Med Esporte. – Vol. 12, N 5. – P. 262–266.
7. Клинические рекомендации по диагностике и лечению общего и частных синдромов перенапряжения центральной нервной системы, сердечно-сосудистой системы, опорно-двигательного аппарата, иммунной системы и переутомления спортсменов высокой квалификации: клинические рекомендации / С.А. Парастаев [и др.]. – М., 2016. – 93 с.
8. Hormonal responses in athletes: the use of a two bout exercise protocol to detect subtle differences in (over)training status / R. Meeusen [et al.] // Eur J applphysiol. – 2004. – N 91. – P. 140–146.
9. Никулин, Б.А. Биохимический контроль в спорте: науч.-метод. пособие / Б.А. Никулин, И.И. Родионова. – М.: Советский спорт, 2011. – 232 с.
10. Биохимический мониторинг работоспособности футболиста в тренировочных и игровых циклах. – Режим доступа: https://sportdoktor.ru/genthemes/Biohimicheskiy_monitoring_rabotosposobnosti_futbolista.html. – Дата доступа: 08.11.2017.
11. Макарова, Г.А. Лабораторные показатели в спортивной практике врача: справочное руководство / Г.А. Макарова, Ю.А. Холявко. – М.: Советский спорт, 2006. – 200 с.

12. Михайлов, С.С. Спортивная биохимия / С.С. Михайлов. – М.: Советский спорт, 2006. – 260 с.

13. Нехвядович, А.И. Гематологический контроль в спорте: метод. рекомендации / А.И. Нехвядович. – Минск, 2000. – 40 с.

14. Гаркави, Л.Х. Активационная терапия / Л.Х. Гаркави – Ростов н/Д: изд-во Рост. ун-та, 2006. – 256 с.

15. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б. О принципе периодичности в развитии адаптационных реакций и ареактивности. В кн. «Адаптационные реакции и резистентность организма» / Л.Х. Гаркави, Е.Б. Квакина. – Ростов н/Д, 1990. – С. 64–100.

16. Спортивная медицина: национальное руководство / под ред. акад. РАН и РАМН С.П. Миронова, Б.А. Поляева, Г.А. Макаровой. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 1184 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений	2
Введение.....	4
Контроль в спортивной подготовке	5
Использование содержания лактата в контроле за подготовленностью спортсменов	5
Классификация нагрузок по зонам интенсивности.....	6
Контроль уровня тренированности спортсмена по лактату.....	10
Утомление, переутомление, перенапряжение	12
Биохимические маркеры утомления	13
Коэффициенты неблагоприятных воздействий физической нагрузки на организм (расчетные показатели).....	17
Гематологические показатели в контроле подготовленности ребцов-академистов.....	18
Заключение	25
Список использованных источников	26