

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	6
ПРЕДИСЛОВИЕ.....	14
ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНОГО КОНТРОЛЯ В СПОРТИВНОЙ ПРАКТИКЕ	17
1.1. Особенности преаналитического этапа лабораторной диагностики в спорте.....	21
1.2. Аналитический этап клинико-лабораторной диагностики с учётом особенностей спортивной практики	26
1.3. Постаналитический этап исследования и роль специалистов в интерпретации результатов лабораторного контроля в спорте	27
1.4. Виды биоматериалов, используемых для лабораторного мониторинга тренировочного процесса	30
1.5. Общие подходы к разработке референтных величин лабораторных показателей в спорте высших достижений	32
ГЛАВА 2. КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНЫЕ МАРКЕРЫ ОЦЕНКИ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНОВ К НАПРЯЖЁННОЙ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	39
2.1. Показатели белкового и пигментного обмена.....	40
Аммиак	40
Мочевина	41
Креатинин.....	46
Общий белок.....	49
Мочевая кислота.....	52
Кислородтранспортные и сократительные белки.....	54
Билирубин.....	55
2.2. Показатели углеводного метаболизма	58
Глюкоза	60
Лактат и пировиноградная кислота	65
2.3. Показатели липидного (жирового) метаболизма	68
Свободные жирные кислоты.....	70
Триацилглицеролы.....	73
Фосфолипиды.....	76
Общий холестерол и его фракции	77
Кетоновые тела.....	82
2.4. Ферменты	83
Креатинфосфокиназа и её изоферменты	86
Аспаргатаминотрансфераза и аланинаминотрансфераза.....	92
Гамма-глутамилтрансфераза.....	98
Щелочная фосфатаза	99
Альфа-амилаза	102
Лактатдегидрогеназа	103

2.5. Гормоны	105
Тестостерон	106
Кортизол	109
2.6. Показатели минерального обмена	111
Калий	116
Натрий	118
Сывороточное железо	120
Магний	131
Хлор	134
Кальций	136
Фосфор	142
2.7. Показатели кислотно-основного состояния (КОС)	146
2.8. Продукты перекисного окисления и антиоксидантная система организма спортсменов	150
2.9. Специфические ферменты и пептиды как кардиомаркеры при перенапряжении сердца у спортсменов	155
2.10. Лабораторная диагностика остеопении и остеопороза у спортсменов	162
2.11. С-реактивный белок как фактор контроля воспаления, риска сердечно-сосудистых событий и работоспособности спортсменов	170
2.12. Алгоритм лабораторной диагностики синдромов микроповреждения мышц и отсроченной мышечной болезненности	176

ГЛАВА 3. ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ В МОНИТОРИНГЕ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА

3.1. Эритроцитарное звено гематологического гомеостаза	184
Гемоглобин	190
Гематокрит	195
Эритроциты	197
Эритроцитарные характеристики	202
Ретикулоциты	211
Эритропоэтин	218
Гематологический модуль биологического паспорта спортсмена	226
3.2. Тромбоцитарное звено гематологического гомеостаза	227
3.3. Лейкоциты и реакция системы белой крови на физическую нагрузку	233
3.4. Неспецифические реакции организма в системе оценки адаптации спортсменов к высокоинтенсивным физическим нагрузкам	237

ГЛАВА 4. ПЛАНИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ КОНКРЕТНЫХ ТРЕНИРОВОЧНЫХ ЗАДАЧ

4.1. Оценка срочной адаптации к нагрузкам в течение тренировочного занятия	245
Использование динамики концентрации лактата для управления тренировочной и соревновательной деятельностью	245
Примеры использования биохимических и гематологических показателей для оценки срочной постнагрузочной адаптации	253
4.2. Оценка переносимости тренировочных нагрузок в микро- и макроциклах	263

4.3. Диагностика перетренированности	264
4.4. Перспективные направления применения лабораторного мониторинга в прогнозировании успешности соревновательной деятельности спортсменов	270
4.5. Оценка диагностической надёжности клинико-лабораторных тестов для прогнозирования соревновательной деятельности.....	271
4.6. Необходимый и достаточный перечень лабораторных исследований: связь с задачами тренировочного процесса.....	276
4.7. Математические подходы в обработке данных мониторинга тренировочных нагрузок во взаимосвязи с соревновательным результатом ...	283
ГЛАВА 5. ПЛАНИРОВАНИЕ КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЧАСТНЫХ ЗАДАЧ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА	286
5.1. Лабораторная оценка эффективности адаптации организма спортсменов к тренировкам в условиях гипоксии	286
5.2. Роль лабораторного контроля в оценке адаптации организма спортсменов к сменам климато-часового пояса	297
5.3. Лабораторный контроль метаболических аспектов питания спортсменов	306
5.4. Влияние генетических особенностей организма спортсменов на процессы метаболической адаптации к тренировочным нагрузкам	310
Общая характеристика генов, связанных с физической работоспособностью	310
Взаимосвязь клинико-лабораторных показателей и генетического полиморфизма	315
Взаимосвязь биоэнергетических и метаболических характеристик организма спортсменов с особенностями генетического полиморфизма	320
5.5. Фактор, индуцируемый гипоксией, и физиологический ангиогенез как модуляторы адаптации спортсменов к физическим нагрузкам с разным механизмом энергообеспечения.....	322
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	328
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	332

СПОРТСМЕНЫ И ТРЕНЕРЫ О КНИГЕ



Ирина Кривко – белорусская биатлонистка, чемпионка Европы, участница этапов Кубка мира и чемпионатов мира по биатлону, олимпийская чемпионка XXIII Олимпийских зимних игр в Пхёнчхане (2018), заслуженный мастер спорта Республики Беларусь.

«Проведение регулярных лабораторных исследований помогает мне правильно организовать тренировочный процесс и даёт ценную информацию о том, как мой организм справляется с нагрузками и что можно улучшить в тренировке. Это позволяет и мне, и моим коллегам по сборной команде прогрессировать и оставаться здоровыми. Уверена, что книга по лабораторной диагностике в спорте будет полезна как нам, так и нашим тренерами и врачам».



Иван Гешко – украинский легкоатлет, чемпион Европы и мира по бегу на 1500 м в помещении, участник трёх летних Олимпийских игр, заслуженный мастер спорта Украины.

«Часто мыслями возвращаюсь в то время, когда я был действующим спортсменом и проходил лабораторную диагностику. Спасибо результатам лабораторного обследования – вовремя выявлены были признаки переутомления и оптимизированы нагрузки в тренировочном процессе. Уверен, что эта книга поможет новым поколениям спортсменов плодотворно тренироваться и при этом сохранять своё здоровье!»



Динара Алимбекова – белорусская биатлонистка, победительница юниорского чемпионата мира, олимпийская чемпионка XXIII Олимпийских зимних игр в Пхёнчхане (2018), заслуженный мастер спорта Республики Беларусь.

«Я ещё молодой спортсменкой начала тренироваться в национальной команде, и мне было нелегко физически тренироваться бок о бок со взрослыми спортсменками. Важно, что моё состояние всегда находилось под контролем. Систематические лабораторные обследования с отслеживанием реакции организма на нагрузку на тренировках давали возможность не перетренироваться и прогрессировать. Уже понимаю, что смогу получить для себя грамотную и полезную информацию и с интересом жду выхода книги».



Георгий Зантарая – украинский дзюдоист, участник летних Олимпийских игр, победитель и призёр чемпионатов мира и Европы, заслуженный мастер спорта Украины.

«В течение последних лет я неоднократно проходил лабораторное обследование и всегда получал очень нужную для оценки моего здоровья и функционального состояния, а также для коррекции тренировочного процесса информацию. Спасибо!».



Тамара Токмачёва – с 2005 года и по настоящее время бессменный главный тренер национальной сборной команды Украины по прыжкам в воду, под руководством которой в 2008 году сборная команда Украины завоевала бронзовую медаль на Олимпийских играх в Пекине, заслуженный тренер Украины.

«Наша сборная в течение 2006–2017 гг. обследовалась много раз. И мы приходили на плановое обследование, и специалисты лаборатории выезжали к нам в бассейн для работы в реальных условиях тренировочного процесса. Это была плодотворная работа высококлассных специалистов по лабораторной диагностике и индивидуальные консультации для спортсменов элитного уровня. Нам это очень помогло в достижении высоких результатов и поддержании спортивной формы. Тренер моего уровня должен свободно трактовать результаты лабораторного контроля своих спортсменов, и я уверена, что книга мне во многом поможет повысить свою квалификацию в этой области».



Сергей Конюшок – победитель Кубка Украины по пауэрлифтингу, неоднократный призёр чемпионатов Украины, рекордсмен Украины по пауэрлифтингу, 15-кратный рекордсмен Украины по стронгмену, чемпион мира в категории до 110 кг по версии WSF, призёр парного чемпионата Европы по стронгмену, в настоящее время президент Федерации стронгмена Украины.

«Я как спортсмен, на основании адекватных трактовок данных лабораторного контроля, получил много ценных советов и по контролю тренировочного процесса, и по оценке здоровья, что помогало мне побеждать и надолго сохранить спортивную форму. Для моей нынешней деятельности также важно, чтобы члены сборной Украины по стронгмену оставались здоровыми, и поэтому я обязательно буду использовать новые знания, которые надеюсь почерпнуть из этой книги».



Виталий Роговцев – многократный чемпион Республики Беларусь, старший тренер Национальной юниорской сборной и Национальной сборной команды Республики Беларусь по конькобежному спорту и **Светлана Подберёзская** – главный тренер Национальной сборной команды Республики Беларусь по конькобежному спорту, которые привели многих своих воспитанников к успеху на соревнованиях европейского и мирового уровня.

«Мы лишь в последние годы после учёбы в Высшей школе тренеров Республики Беларусь в полной мере оценили важность комплексной лабораторной диагностики в практике подготовки спортсменов, чему способствовали увлекательные лекции авторов этой книги. Сейчас мы регулярно проводим анализ результатов лабораторного контроля у своих воспитанников, и это помогает нам рационально управлять тренировочным процессом, а нашим спортсменам – успешно бороться и побеждать!».



Валерий Андрейцев – украинский борец вольного стиля, пятикратный чемпион Украины, неоднократный победитель и призёр турниров золотой серии «Гран-При», победитель и призёр чемпионатов мира и Европы, серебряный призёр Олимпийских игр в Лондоне в 2008 году, заслуженный мастер спорта Украины.

«На сегодняшний день результат атлета в спорте высших достижений зависит от пиковой готовности всех систем организма именно в момент старта, которому предшествует процесс филигранного сочетания и усовершенствования специальных навыков, физической, функциональной, тактической, психологической подготовленности. Хочу поблагодарить авторов этой книги за помощь в обеспечении качественного контроля моей подготовки к Олимпийским играм в Лондоне в 2012 году!».

ПРЕДИСЛОВИЕ

Лабораторная диагностика в практике подготовки спортсменов играет важнейшую роль, помогая своевременно оценивать гомеостатические перестройки, происходящие под влиянием физических нагрузок и отражающие формирование новых адаптационных возможностей в организме, и на этой основе производить коррекцию тренировочного процесса, обеспечивать его нутрициологическую и фармакологическую поддержку, управлять скоростью процессов постнагрузочного восстановления.

Основа всех гомеостатических перестроек, возникающих в организме спортсмена вследствие интенсивных физических нагрузок, – изменение направленности метаболизма (обменных процессов) в работающих мышцах, а также других органах и тканях. Эти метаболические сдвиги опосредуются нейроэндокринной системой при участии практически всех гормонов, которые вырабатываются в организме и затрагивают мышечную систему, печень, миокард, головной мозг, поджелудочную железу, почки и др.

Интенсивные и длительные спортивные нагрузки приводят к развитию утомления, вследствие чего уменьшается работоспособность, снижается эффективность тренировочной и соревновательной деятельности. Контроль за процессами утомления и восстановления, которые являются неотъемлемыми компонентами спортивной деятельности, необходим для оценки переносимости физической нагрузки и раннего, доклинического, выявления переутомления и перетренированности, определения достаточности времени отдыха после физических нагрузок, оценки эффективности средств повышения работоспособности, а также для решения других задач.

Кроме того, результаты детального лабораторного исследования параметров гомеостаза (динамического равновесия внутренней среды организма) – биохимического, гематологического, иммунологического, гормонального и других – основа для создания схем фармакологической поддержки спортивной деятельности, поскольку дают возможность оценить функциональное состояние печени, выделительной, кроветворной, сердечно-сосудистой и других систем жизнеобеспечения организма, а также скорости, направленности и интенсивности обменных процессов, протекающих в нём.

Утомление, вызванное физическими нагрузками максимальной и субмаксимальной мощности, связано с истощением запасов энергетических субстратов (АТФ, креатинфосфата, гликогена) в тканях, обеспечивающих этот вид работы, и накоплением продуктов их обмена в крови (молочной кислоты, креатинина, неорганических фосфатов). Поэтому утомление и контролируют по изменениям данных показателей. При выполнении продолжительной напряжённой работы развитие утомления может выявляться в виде длительного повышения уровня мочевины в крови после окончания работы, изменения компонентов иммунной системы крови, а также снижения содержания гормонов в крови и моче.

Контроль эффективности тренировочного процесса и ранней диагностики утомления у спортсменов осуществляется с учётом целого комплекса исследований, важную роль среди которых играют клиничко-биохимические показатели. Объектами биохимического исследования являются выдыхаемый воздух и биологические жидкости: кровь, моча, слюна, пот, а также мышечная ткань. Чаще всего – в связи с возможностью динамического получения

максимально широкого спектра метаболических показателей, характеризующих различные стороны развития процесса переутомления, – используется кровь (в виде цельной крови, плазмы или сыворотки).

Кровь – один из наиболее важных объектов биохимических исследований, так как в ней находят отражение практически все метаболические изменения в тканях и тканевых жидкостях организма. По изменению состава сыворотки (плазмы) крови спортсменов можно судить о кумулятивных (отставленных) и постнагрузочных (срочных) изменениях состояния внутренней среды организма в процессе годичного макроцикла подготовки спортсменов.

Обычно в спортивной диагностике для выявления утомления определяют содержание гормонов симпатoadренальной системы (адреналина и продуктов его обмена) в крови и моче. Эти гормоны отвечают за степень напряжения адаптационных изменений в организме. При неадекватных функциональному состоянию организма физических нагрузках наблюдается снижение уровня не только гормонов, но и предшественников их синтеза в моче, что связано с истощением биосинтетических резервов эндокринных желёз и указывает на перенапряжение регуляторных функций организма, контролируемых адаптационными процессами. Оценка содержания основного мужского полового гормона – тестостерона, ответственного за проявления силы и мощности, а также здоровой спортивной агрессивности, и одного из основных стрессовых гормонов – кортизола, в практике спортивной подготовки часто используется для расчета так называемого «индекса анаболизма», или «индекса Таймазова».

Ранние проявления перетренированности и скрытая фаза утомления контролируются по функциональной активности иммунной системы. Для этого определяют количество и функциональную активность Т- и В-лимфоцитов: первые обеспечивают процессы клеточного иммунитета и регулируют функцию вторых, которые отвечают за процессы гуморального иммунитета. Функциональная активность В-лимфоцитов опосредованно определяется по количеству иммуноглобулинов в сыворотке крови (Annunziato, 2018). Согласно современным представлениям, иммунная система принимает активное участие в регуляции функционального состояния организма, а её клетки не только способны осуществлять обширный спектр эффекторных функций, но и, благодаря выраженной секреторной и рецепторной способности, являются активными участниками межклеточных взаимодействий. Спортивные врачи часто фиксируют в своей практике случаи сложно объяснимых срывов адаптации, когда внешне здоровый и сильный спортсмен внезапно начинает болеть и в конечном итоге выбывает из тренировочного процесса и соревнований. Одна из наиболее вероятных причин такого явления – развитие у спортсменов транзиторных (проходящих со временем) нарушений нормального функционирования иммунной системы. Исследования последних лет убедительно показали, что состояние иммунной системы играет важную роль в достижении и поддержании спортивной формы (максимальных физических возможностей), т.к. способствует адекватному восстановлению и защите от заболеваний, возникающих вследствие интенсивных физических нагрузок, которые вполне могут рассматриваться как стресс-реакции. Известно, что эффективность тренировочного процесса обеспечивается только в случае полного восстановления показателей функционального состояния организма спортсменов после напряжённых физических нагрузок. В связи с этим одной из актуальных сторон поддержания и стимуляции физической работоспособности спортсменов является профилактика и коррекция иммунологической реактивности организма при чрезмерных физических нагрузках (Вандышева и др., 2012; Винничук, 2014).

Биохимический гомеостаз при развитии утомления характеризуют показатели таких процессов, как углеводный обмен (молочная, пировиноградная кислота, глюкоза); белковый обмен