

Общество с ограниченной ответственностью

«ИНФОТЕЛЬ»

А.Е. Шестопалов, А.В. Лисица, В.Д. Кудинов, Д.М. Гусев, Т.С. Захарова,
Т.И. Торховская, В.Д. Выборнов, М.А. Рыгалов, М.О. Гаврилов,
И.Т. Выходец, А.В. Жолинский, Ж.В. Гришина, В.С. Фещенко

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО
ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ
ФОСФОЛИПИДОВ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ
НАРУШЕНИЙ МЕТАБОЛИЗМА И УСКОРЕННОГО
ВОССТАНОВЛЕНИЯ У
ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ
ЛЕТНИХ И ЗИМНИХ ОЛИМПИЙСКИХ ВИДОВ
СПОРТА**

Методические рекомендации

Под редакцией проф. В.В. Уйба

Москва 2019

ГРНТИ 76.35.41
УДК 61:796/799

Утверждены Ученым советом ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства» и рекомендованы к изданию (протокол № 24 от 26.09.2019 г.). Введены впервые.

А.Е. Шестопалов, А.В. Лисица, В.Д. Кудинов, Д.М. Гусев, Т.С. Захарова, Т.И. Торховская, В.Д. Выборнов, М.А. Рыгалов, М.О. Гаврилов, И.Т. Выходец, А.В. Жолинский, Ж.В. Гришина, В.С. Фещенко. Методические рекомендации по использованию эссенциальных фосфолипидов для профилактики нарушений метаболизма и ускоренного восстановления у высококвалифицированных спортсменов летних и зимних олимпийских видов спорта. Методические рекомендации. Под ред. проф. В.В. Уйба // М.: ФМБА России, 2019. – 43 с.

Методические рекомендации предназначены для медицинского персонала спортсменов, врачей по спортивной медицине, медицинских психологов, врачей-специалистов, оказывающих медицинскую помощь спортсменам, а также аспирантов, ординаторов и студентов медицинских вузов и других специалистов, непосредственно участвующих в медицинском и медико-биологическом обеспечении спортсменов.

ГРНТИ 76.35.41
УДК 61:796/799

- © Федеральное медико-биологическое агентство, 2019
- © ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России, 2019
- © Общество с ограниченной ответственностью «ИНФОТЕЛ»

Настоящие методические рекомендации не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены без разрешения Федерального медико-биологического агентства

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. Характеристика препарата «фосфолипиды + дигидрокварцетин»	6
2. Показания и противопоказания к применению «фосфолипиды + дигидрокварцетин»	14
3. Контроль эффективности применения препарата «фосфолипиды + дигидрокварцетин» в восстановлении функциональных возможностей и метаболического статуса у высококвалифицированных спортсменов	16
3.1. Метаболизм белков	25
3.2. Метаболизм углеводов	29
3.3. Жировой обмен.....	31
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	41
ЛИТЕРАТУРА	42

ВВЕДЕНИЕ

Ведущей проблемой современной спортивной медицины является проблема повышения переносимости спортсменом значительных физических и психоэмоциональных нагрузок без снижения учебно-тренировочного и соревновательного эффекта. Развитие «синдрома острой спортивной дезадаптации» включает помимо проявления ведущей патологии нарушение метаболизма, иммунитета и соответственно снижение спортивной работоспособности. Решение задачи профилактики профессиональной патологии в спорте высоких достижений путем коррекции метаболических нарушений, связано с проблемой разработки эффективных схем применения фармакологических средств воздействия, которые устраняют факторы, лимитирующие спортивную деятельность и здоровье спортсменов.

Наряду с традиционным восстановлением возникающих метаболических нарушений, для высококвалифицированных спортсменов восстановление должно быть особенно ускоренным - вследствие ряда особенностей их образа жизни, связанного с постоянными тренировками или/и экстремальными условиями, с участием в различного рода, спортивных мероприятиях и обусловленной этим психо-эмоциональной напряженностью. В этой связи актуальными являются разработки лечебно-профилактических композиций, учитывающих современные антидопинговые требования. Наиболее подходящими для этой цели могут быть комбинации естественных, природных соединений растительного происхождения, ранее зарекомендовавших себя в качестве эффективных, не оказывающих побочных эффектов биологически активных веществ. В этом плане, большой научный и практический интерес представляет использование фосфолипидов – как универсальных компонентов всех клеточных мембран, а также некоторых флавоноидов - природных соединений с высокой биологической активностью, давно используемых в медицине в комплексном лечении и профилактике многих заболеваний.

В Институте биомедицинской химии им. В.Н. Ореховича (ИБМХ) разработана технология получения лечебно-профилактической композиции «фосфолипиды + дигидрокверцетин» на основе эссенциального соевого фосфолипида фирмы Липоид ГмбХ (Германия) Lipoid S100 и флавоноида дигидрокверцетина из лиственницы даурской, выпускаемого под торговой маркой «Лавитол» компании «Аметис» (Россия). Для каждого из этих ингредиентов, а так же, в сочетании показаны позитивные действия на клеточные процессы в условиях высоких физических нагрузок.

1. Характеристика препарата «фосфолипиды + дигидрокварцетин»

Необходимость разработки специальных препаратов для профилактики нарушений метаболизма у высококвалифицированных спортсменов обусловлена высоким риском развития патологических реакций на фоне испытываемых ими интенсивных физических нагрузок. Причиной становятся длительные физические перегрузки, которые при определенных условиях индуцируют те или иные метаболические нарушения. Резкое возрастание потребности тканей в кислороде при такой нагрузке требует адаптации практически всех систем организма, с чем он не всегда может легко справиться.

В условиях активного поглощения клетками кислорода необходим адекватный компенсаторный ответ антиоксидантной системы, и недостаточность его вызывает усиление процессов свободно-радикального окисления. Наиболее существенным изменениям может подвергнуться печень, в которой при интенсивных, недостаточно компенсируемых физических нагрузках происходит, наряду с риском повреждения мембран продуктами перекисного окисления, уменьшение уровня гликогена, возрастает образование мочевины из аммиака, возникает риск печеночного стеатоза, которому способствует возникающий дефицит ацетилхолина. Причиной последнего - отражающегося и на деятельности мозга – является при интенсивной физической нагрузке снижение уровня его предшественника, холина. Другим патологическим звеном может быть индуцируемое высокой физической нагрузкой повышение концентрации в крови лактата, что при недостаточной его нейтрализации организмом может привести к лактацидозу.

Для преодоления таких возможных рисков и ускоренного восстановления функциональных возможностей организма у высококвалифицированных спортсменов целесообразным является

использование различных сочетаний естественных биологически активных соединений, выделяемых из растительных источников.

Фосфолипиды, обладая поверхностно активными свойствами, являются главным структурным компонентом всех клеточных мембран организма, в том числе и мышечной ткани. Именно это определяет их большое значение в питании спортсменов.

Препарат «фосфолипиды + дигидрокверцетин» разработан в Институте биомедицинской химии им. В.Н. Ореховича (ИБМХ). В основе препарата - технология получения лечебно-профилактической композиции эссенциального соевого фосфолипида фирмы Липоид ГмбХ (Германия) Lipoïd S100 и флавоноида дигидрокверцетина из лиственницы даурской, выпускаемого под торговой маркой «Лавитол» компании «Аметис» (Россия). Для каждого из этих ингредиентов показаны позитивные действия на клеточные процессы в условиях высоких физических нагрузок.

Эссенциальные фосфолипиды хорошо известны как репарирующие агенты, восстанавливающие поврежденные мембраны клеток всех органов, за счет антиоксидантного действия и способности встраиваться в поврежденные мембраны.

Влияние фосфолипидов на физическую активность, обусловлено коррекцией липидного баланса клеточных мембран, обеспечивающих их адекватное функционирование. Относясь к группе структурных липидов, участвуя в бесчисленном количестве мембранных ферментативных и других биохимических и физиологических реакций, фосфолипиды оказывают влияние на показатели физической силы и выносливости несколькими путями. Это пути коррекции, восстановления или обеспечения большей устойчивости в метаболической, сосудистой и неврологической сферах человека.

Содержание полиненасыщенного фосфатидилхолина в препарате определяет направленность и силу его терапевтического эффекта. Полиненасыщенный фосфатидилхолин представляет наиболее активный

фосфолипид. Критерием выбора данного фармакологического препарата, является эффективность и безопасность принимаемого средства, с учетом антидопинговых требований, а также содержание и степень очистки.

Важным фактором воздействия фосфолипидов на организм спортсмена является то, что еще на стадии подготовки к интенсивным физическим нагрузкам фосфатидилхолин благодаря своим уникальным физико-химическим свойствам способствует улучшению кровоснабжения мышечной ткани.

Улучшение кровоснабжения мышц, положительно влияет на характер их питания, своевременное и полное удаление метаболитов. Обеспечение работающих мышц необходимым количеством питательных веществ - это всего лишь один из путей повышения мышечной силы. Немаловажным фактором является и обеспечение мышц достаточным количеством кислорода. А это не только полноценное дыхание, но и нормальное функционирование легочной ткани. Экспериментально доказано, что фосфолипиды принимают участие в нормализации легочного газообмена путем снижения поверхностного напряжения в альвеолах легких [23]. Кроме того, по мнению некоторых авторов [24], полиненасыщенный фосфатидилхолин принимает непосредственное участие в транспорте кислорода.

На интенсивность жирового метаболизма - важного фактора спортивной результативности – существенно влияет и один из структурных компонентов молекулы фосфатидилхолина - холин. Холин, сильнейший липотропный природный фактор, образуется из фосфатидилхолина в результате ферментативной реакции. Холин активнейшим образом участвует в метаболизме как триглицеридов, так и фосфолипидов, предотвращая жировую инфильтрацию тканей. Холин необходим для нормального функционирования организма, благодаря чему он широко распространен во всех тканях. Особенно высоко его содержание в мозге, печени, почках и мышце сердца.

Образующийся из фосфатидилхолин холин влияет на синтез и высвобождение нейротрансмиттера - ацетилхолина [28]. Ацетилхолин осуществляет передачу нервных импульсов, в том числе в нервно-мышечных синапсах скелетных мышц, обеспечивая повышение их тонуса и сократительной активности [29]. Появление в плазме крови выделенного из фосфатидилхолина холина увеличивает содержание ацетилхолина в нервно-мышечных синапсах, что повышает силу сокращения скелетных мышц, особенно при дефиците нативного холина [30 - 33]. Снижение свободного холина в плазме приводит к дефициту нейромедиатора ацетилхолина и как следствие наблюдается снижение выносливости и физической активности спортсмена, ускоренное утомление мышц [39]. Утомление мышц при длительных физических нагрузках коррелирует с истощением плазменного холина. В то же время применение фосфатидилхолина до соревнований, предотвращает истощение резерва холина, уменьшает чувство психологической усталости, а в некоторых случаях даже улучшает настроение [40 - 45], увеличивает ощущение силы и повышает результативность [40, 44, 45].

Наиболее важное значение имеет гепатопротекторное действие полиненасыщенного фосфатидилхолина [16]. Большие физические нагрузки диктуют необходимость в повышении защитной функции печени, так как печень в основном инактивирует и выводит из организма токсические продукты и нормализует липидный баланс организма. Такое влияние способствует адаптации печени к высоким физическим нагрузкам и профилактике индуцируемых ими печеночных нарушений. Механизм действия эссенциальных фосфолипидов основан на восстановлении мембран гепатоцитов путём встраивания в участки мембраны, поврежденные в результате свободного окисления собственных эндогенных фосфолипидов [12].

Кроме гепатопротекторного действия, фосфолипиды, вытесняя липофильные токсические вещества [14], замещая окисленные или токсичные липиды [11, 12] восстанавливают механические повреждения мембран [13].

Рядом исследований показано ингибирующее действие фосфолипидов на индуцируемое интенсивными физическими нагрузками повышение концентрации молочной кислоты (лактата) в крови. Авторы объясняют такой эффект позитивным влиянием этого фосфолипида на активирующийся при физической нагрузке аэробный метаболизм. При интенсивном (достаточном) аэробном метаболизме сохраняется невысокая скорость сердечных сокращений, без повышения концентрации лактата в крови [15].

Наряду с предотвращением лактацидоза, добавление фосфатидилхолина в утренний рацион спортсменам перед проведением интенсивных физических упражнений, предотвращает индуцируемое нагрузкой снижение концентрации холина в плазме [8].

Природный флавоноид дигидрокверцетин. В комплексном лечении и профилактике многих заболеваний давно используются природные соединения с высокой биологической активностью. Существенное внимание в этом плане уделяется флавоноидам и ряду других естественных полифенолов, что обусловлено их способностью положительно влиять на метаболические процессы. В качестве одного из механизмов этого предполагают возможное влияние флавоноидов на структуру рафтов наружной плазматической мембраны клетки (т. е. более плотных её участков), и это может улучшать процессы эндоцитоза и передачи сигналов в клетку с участием мембранных белков [13]. Среди таких соединений существенное место занимает дигидрокверцетин [18]

Дигидрокверцетин (ДГК), известный в США и Европе как таксифолин, входит в группу биофлавоноидов растительного происхождения. В большом количестве ДГК содержится в лиственнице Сибирской и Даурской (в корневой и комлевой части) и ряде других растительных источников [1, 2]. ДГК

способен участвовать в регуляции множества метаболических процессов, что составляет основу его лечебно-профилактического действия [18].

Биологические свойства дигидрокверцетина проявляются в сильно выраженном антиоксидантном и капилляропротекторном действии: он защищает мельчайшие кровеносные сосуды – капилляры, улучшая капиллярное кровообращение [18]. Тем самым дигидрокверцетин оказывает регенеративное и стабилизирующее воздействие на клетки. Наибольшее внимание при изучении биологических эффектов ДГК уделялось его антиоксидантному действию [2, 3].

Показано также его ангиопротекторное, иммуностимулирующее, противовоспалительное и антигипоксическое действие, способность нормализовать различные метаболические процессы в клетках [10, 14.].

Благодаря индуцируемому дигидрокверцетином улучшению микроциркуляции и трофики тканей он обладает также и мягким гипотензивным действием [15]. Дигидрокверцетин помогает снимать воспалительные процессы, уменьшая отечность на болевых участках, активирует иммунную систему. Показана также его способность тормозить развитие дистрофических и склеротических процессов в глазах, повышать остроту зрения [11].

Так как дигидрокверцетин относится к флавоноидам с Р-витаминной активностью, он ускоряет цепи реакций окислительного фосфорилирования в митохондриях, что приводит к более быстрому использованию кислорода с образованием энергии в виде АТФ для мышечного сокращения и, соответственно, повышению мощности работы за счет аэробного энергообеспечения [6]. Такие его свойства являются особенно существенными для лиц, подвергающихся активными физическими нагрузкам, в частности, для высококвалифицированных спортсменов.

Некоторые механизмы действия ДГК – как и родственного ему флавоноида кверцетина – связывают с антиоксидантным действием, что

отмечено авторами, показавшими защитный эффект ДГК на скелетные мышцы на модели ишемии–реперфузии скелетных мышц у крыс [11]. Определены несколько “молекулярных мишеней” ДГК. Например, доказана его способность повышать экспрессию эндотелиальной NO-синтазы (eNOS) [17, 18]. ДГК, как и другие флавоноиды, влияет на эндотелиальные факторы (EDHF, PGI₂), молекулы адгезии и клеточных контактов, CD31 [18].

В целом, биологические свойства дигидрофлавонола проявляются в сильно выраженном антиоксидантном и капилляропротекторном действии: он защищает мельчайшие кровеносные сосуды – капилляры, улучшая капиллярное кровообращение.

В рецептуре предлагаемой композиции «фосфолипиды + дигидрофлавонол» особое внимание уделяется её технологическому получению, дающему возможность производить водную эмульсию наночастиц ультрамалого размера, до 40 нм, с встроенным в них дигидрофлавонолом. Это является существенным в свете двух факторов. Во-первых, включение в фосфолипидные наночастицы дает возможность преодоления водонерастворимости дигидрофлавонола, являющейся ограничительным фактором для использования этого целебного биофлавоноида. И, кроме того, наноразмер наночастиц повышает их биодоступность при пероральном введении и способствует их взаимодействию с клетками.

В модельных экспериментах *in vitro* было показано более выраженное ингибирование окисления липопротеинов крови и окисления дианизидинового реактива пероксидазой. Показана также более высокая биодоступность дигидрофлавонола при пероральном введении крысам при встраивании в фосфолипидные наночастицы по сравнению со свободным. В экспериментах на животных показано также повышение антигипоксического действия дигидрофлавонола в фосфолипидных наночастицах, более выраженные гепатопротекторные свойства на модели острого гепатита у крыс.

Наблюдались и другие эффекты композиции наночастиц эсенциальных фосфолипидов с включенным дигидрокверцитином - ослабление формирования моделируемого отека конечности, связанное с флеботоническим действием и позитивным влиянием на реологические свойства крови, снижение проницаемости стенок сосудов, позитивное влияние на стойкость капилляров кожи. Учитывая возможные риски негативных влияний интенсивных физических нагрузок на некоторые метаболические проявления, можно полагать, что свойства сконструированной композиции, её высокие биологические эффекты – особенно антоксидантное, мембранорепарирующее и гепатопротекторное действие, в сочетании с высокой пероральной биодоступностью – обеспечивают возможность её использования в качестве эффективного средства для профилактики нарушений метаболизма у высококвалифицированных спортсменов.

2. Показания и противопоказания к применению «фосфолипиды + дигидрокварцетин»

Рекомендуемая суточная доза 2000 мг порошка, растворенного в 200 мл. питьевой воды. Прием – 1 раз в сутки.

Показания. Фосфолипиды в виде пищевых добавок предлагаются как средства, поддерживающие организм во время длительной физической активности, способствующие лучшему питанию мышц во время тренировок, увеличивающие выносливость организма и ускоряющие его восстановление после интенсивных нагрузок.

Фосфолипиды:

- защита печени от метаболитов при экстремальной физической нагрузке.
- Жировая дегенерация печени различной этиологии.
- Лекарственные поражения печени.
- Хронические гепатиты.
- обеспечивают мембранам гибкость;
- восстанавливают поврежденные стенки клеток;
- играют роль клеточных барьеров;
- растворяют «плохой» холестерин;
- служат профилактикой сердечно-сосудистых заболеваний (особенно атеросклероза);
- способствуют правильному сворачиванию крови;
- поддерживают здоровье нервной системы;
- обеспечивают передачу сигналов от нервных клеток к головному мозгу и обратно;
- благотворно влияют на работу органов пищеварения;
- очищают печень от токсинов;

- полезны для адекватного функционирования печени;
- улучшают циркуляцию крови по мышечным тканям;
- образуют кластеры, которые транспортируют витамины, питательные вещества, жиросодержащие молекулы по телу;
- повышают работоспособность.

Противопоказания – применение при диагностированной гиперчувствительности к компонентам лекарственного препарата.

3. Контроль эффективности применения препарата «фосфолипиды + дигидрокварцетин» в восстановлении функциональных возможностей и метаболического статуса у высококвалифицированных спортсменов

За последние годы в спорте высоких достижений произошли существенные изменения в системе подготовки спортсменов – значительно возросли суммарные объемы и интенсивность тренировочных нагрузок, повысился удельный вес упражнений силового характера, изменилась структура построения тренировочных занятий, увеличилась продолжительность соревновательного периода и его напряженность. Это обуславливает необходимость грамотного, научно обоснованного применения фармакологических средств, коррекции метаболических нарушений и нутритивной поддержки, направленных на оптимизацию естественных процессов постнагрузочного восстановления.

Физические нагрузки вызывают перестройку различных функций организма, особенности и степень которых зависят от мощности, характера двигательной деятельности, уровня здоровья и тренированности. О влиянии физических нагрузок на спортсмена можно судить только на основе всестороннего учета совокупности реакций целостного организма, включая реакцию со стороны центральной нервной системы (ЦНС), сердечно-сосудистой системы (ССС), дыхательной системы, обмена веществ и др.

Следует подчеркнуть, что выраженность изменений функций организма в ответ на физическую нагрузку зависит, прежде всего, от индивидуальных особенностей спортсмена и уровня его тренированности. В основе развития тренированности, в свою очередь, лежит процесс адаптации организма к физическим нагрузкам. Адаптация — совокупность физиологических реакций, лежащая в основе приспособлений организма к изменению окружающих условий и направленная на сохранение относительного постоянства его внутренней среды — гомеостаза.

В понятиях «адаптация» и «тренировка, тренированность» много общих черт, главной из которых является достижение нового уровня работоспособности. Адаптация организма к физическим нагрузкам заключается в мобилизации и использовании функциональных резервов организма, совершенствовании имеющихся физиологических механизмов регуляции.

Процесс адаптации связан с изменениями в деятельности всего комплекса функциональных систем организма (сердечно-сосудистая, дыхательная, нервная, эндокринная, пищеварительная, сенсомоторная и др.). Разные виды спорта предъявляют различные требования к отдельным органам и системам организма. В результате сдвиги, происходящие во внутренней среде организма спортсмена, быстрее компенсируются, клетки и ткани становятся менее чувствительными к накоплению продуктов обмена веществ.

Занятие профессиональным спортом формирует метаболический ответ организма, который обусловлен стрессирующим характером спортивной деятельности. Одновременно, в процессе адаптации к спортивной деятельности развивается тренированность, а также необходимость перестройки обмена веществ для энергетического и пластического обеспечения спортивной деятельности.

Это отражается на всех видах обмена веществ. Белковый обмен принимает непосредственное участие в обеспечении процессов анаболизма в мышечной ткани, а также выработке ферментов для всех видов обмена веществ. Перестройки в углеводном и липидном обменах обусловлены, в первую очередь, повышенным энергетическим запросом организма. Практический интерес представляет изучение особенностей и выраженности изменения обмена веществ (характера клинко-метаболического синдрома) в зависимости от специфики и интенсивности спортивной деятельности.

При адаптации к большим физическим нагрузкам в организме спортсмена происходит существенная перестройка обменных процессов,

направленная на поддержание более экономной работы функциональных систем и повышение его устойчивости к экстремальным воздействиям. Резкие сдвиги метаболических показателей в ответ на воздействие больших по объему и интенсивности тренировочных нагрузок и недостаточная скорость восстановления нормальной деятельности важнейших функциональных систем организма могут явиться факторами, лимитирующими работоспособность спортсменов и эффективность тренировочного процесса.

Очевидно, что физические тренировки разной интенсивности определяют специфические изменения в составе используемых субстратов. Этому вопросу в литературе посвящено большое количество работ, в которых четко выделены показатели, отражающие структурный след адаптации, который формируется в зависимости от биоэнергетического режима тренировочного процесса. Это относится к используемым энергетическим субстратам, гормональному фону, изменениям в углеводном и липидном обменах.

Постоянные высокие физические и психоэмоциональные нагрузки заставляют все химические процессы в организме спортсмена протекать с высокой скоростью. Данная проблема важна как с точки зрения спортивной физиологии, так и спортивной медицины.

Современная спортивная тренировка, характеризуется применением практически предельных физических нагрузок и базируется на закономерностях развития утомления, протекания восстановительных процессов и процессов роста тренированности.

При ошибках в тренировочном процессе, и в частности при нарушениях в его планировании, при форсированных нагрузках с применением предельных напряжений в фазе сниженной работоспособности развиваются состояния переутомления и перетренированности.

Современные лабораторные технологии позволяют получать информацию для оценки метаболических процессов, интенсивности

воздействия физической нагрузки на различные системы организма. Как показывают исследования, по изменениям субстратов, происходящих в тренированном организме и находящих своё отражение, как в структуре мышц, так и в интегральной форме - в крови, являются отражением окислительных процессов в мышцах. Изучая скорость мобилизации и утилизации энергетических субстратов, при том или ином виде нагрузки в динамике тренировочного процесса, можно составить представления о том, в какой фазе находится формирование основного качества, определяющего выносливость, скоростно-силовые качества, окислительные способности работающих мышц.

В связи с этим крайне важным является выяснение особенностей метаболизма и возможностей направленного воздействия на определенные метаболические процессы, важные для повышения скорости восстановления после напряженной мышечной деятельности.

Наряду с изучением обмена белков, жиров, углеводов, витаминов, электролитов у спортсменов определяют ряд показателей, отражающих состояние процессов напряжения, утомления, восстановления и адаптации: экскрецию с мочой катехоламинов (адреналина, норадреналина, ДОФА, дофамина), кетоновых тел, кислых мукополисахаридов, содержание мочевины в сыворотке крови, кислотно-щелочное состояние крови и др.

Результаты исследований указанных биохимических тестов отражают степень процессов восстановления после предшествующих больших тренировочных/соревновательных нагрузок. Об этом свидетельствуют такие показатели, как метаболический ацидоз, повышенное содержание мочевины в сыворотке крови (при определении ее утром, в состоянии покоя), низкая уринарная экскреция дофамина и ДОФА, отражающая резервные возможности симпато-адреналовой системы, высокое содержание кетоновых тел и кислых мукополисахаридов в моче и др.

Можно полагать, что подобные изменения метаболических показателей обусловлены общей напряженностью обменных процессов, вызванных воздействием на организм большого физического и нервно-эмоционального напряжения. В этих условиях скорость восстановления метаболических сдвигов в определенной степени зависит от применения направленной нутритивной поддержки и фармакотерапии [Н. И. Яковлев, 1957].

Не менее важным, является возможность, получения с помощью лабораторных исследований данных о функциональном состоянии органов желудочно-кишечного тракта, детоксикации и выделения. Объемные и особенно интенсивные физические нагрузки вызывают различные нарушения метаболических реакций и физиологических процессов, что способствует накоплению в организме спортсмена эндотоксинов, оказывающих системное негативное воздействие на весь тренировочный процесс. Накопление вследствие интенсивной мышечной работы эндогенных токсических продуктов метаболизма оказывает системное воздействие не только на протекание биохимических процессов, но и является одной из основных причин снижения иммунологической реактивности у спортсменов. Детоксикационные возможности организма функционируют на нескольких уровнях, от буферных систем крови, иммуноглобулинов, плазматических клеток, до печеночных ферментных каскадов гидроксилирования и микросомального окисления посредством цитохрома Р-450 и Р-448.

Следовательно, фармакотерапия, усиливающая детоксикационные возможности печени, почек является патогенетически обоснованной, позволяющей оптимизировать адаптационные механизмы к физическим нагрузкам и сохранить высокий уровень общей и специальной спортивной работоспособности.

Печеночный болевой синдром. Внезапное возникновение болей в правом подреберье у спортсменов при выполнении ими интенсивных и

длительных физических нагрузок во время соревнований или тренировочных занятий в спортивной медицине диагностируется как проявление печеночного болевого синдрома (ПБС). Первоначально боли носят периодический характер, однако в дальнейшем они становятся более стойкими и вынуждают спортсмена снижать интенсивность нагрузки или совсем прекращать тренировку или соревнование. В отдельных случаях спортсмены из-за интенсивных болей на длительный период прерывают тренировки и участие в соревнованиях или вообще оставляют спорт. ПБС у спортсменов встречается достаточно часто – до 9,5% случаев; растет число случаев ПБС с увеличением спортивного стажа и повышением спортивного мастерства (М.М. Евдокимов, 1965).

У 30% обследованных спортсменов при помощи метода пункционной биопсии печени были выявлены изменения по типу хронического гепатита. Все это позволило ряду авторов высказать предположение о том, что указанные выше изменения развиваются вследствие гипоксии печени, обусловленной физическими нагрузками, несоответствующими функциональному состоянию организма спортсменов. В патогенезе ПБС бесспорно большое значение имеют и заболевания желчного пузыря и желчевыводящих путей. Патологические изменения желчевыводящей системы встречаются у 60% спортсменов с ПБС. Наиболее характерными признаками для них являются наличие в желчи большого количества билирубината кальция и кристаллов холестерина; рентгенологически - врожденные пороки развития (септы), мешковидные выпячивания в области дна и шейки желчного пузыря, перехолецистит. [Георгиевский Н.И. и др., 1969, 1970; Яковлев Е.Ф., 1972, 1974.].

В анамнезе у спортсменов с ПБС нередко имеются различные желудочно-кишечные заболевания, вирусный гепатит, Перетренированность, острое и хроническое физическое перенапряжение; спортсмены предъявляют самые разнообразные жалобы; нередко выявляется связь с гепатотропными

заболеваниями, а также с болезнями, указывающими на снижение приспособляемости организма к физическим нагрузкам. Объективное обследование часто выявляет у этих спортсменов очаги хронической инфекции и увеличения печени.

У многих спортсменов при микроскопическом исследовании желчи выявляются изменения воспалительного характера. В этих случаях наблюдается увеличение СОЭ. Нередко у этих спортсменов отмечается повышенное выделение уробилина с мочой, указывающее на нарушение пигментного обмена. При проведении пробы с галактозой может наблюдаться понижение способности печени усваивать ее, т.е. переводить в глюкозу. В ряде случаев определяется увеличение количества эритроцитов, изменение их размеров и формы (анизоцитоз, пойкилоцитоз), указывающие на нарушение разрушения эритроцитов в печени. Изредка выявляется уменьшение количества тромбоцитов и нарушается свертываемость крови. В единичных случаях может быть обнаружено повышение глобулинов, указывающие на нарушение синтетической способности печеночных клеток. Изредка выявляется повышение активности глутамино-аланиновой трансаминазы, являющейся следствием нарушения ферментативной функции печени. В подобных ситуациях может наблюдаться снижение антитоксической функции печени, указывающее на поражение печеночных клеток; часто выявляются гипермоторная гипертоническая и гипомоторная гипотоническая дискинезии желчного пузыря, во многих случаях - холецистит, холангит и в отдельных случаях - хронический гепатит [Георгиевский Н.И. и др., 1969, 1970; Георгиевский Н.И., 1970; Яковлев Е.Ф., 1974].

Таким образом, биохимическое изучение уровня жизнеспособности организма и его элементов одна из ключевых задач, оценки степени тренированности спортсмена, раннего выявления симптомов утомления и повреждения мышечной ткани, профилактики травм.

Современные лабораторные технологии позволяют проводить скрининг заболеваний, получать информацию о состоянии органов и систем, оценивать характер и степень воздействия физической нагрузки на этапах тренировочной и соревновательной деятельности, восстановительного периода у спортсменов [1,5,6,7,8,16].

В современной спортивной медицине основные направления биохимического мониторинга тренировочно-соревновательного процесса включают:

- оценку систем энергообеспечения организма;
- оценку степени тренированности спортсмена;
- выявление утомления и перетренированности спортсмена;
- оценку эффективности средств повышения работоспособности.

Определение биохимических показателей обмена веществ позволяет решать следующие задачи комплексного обследования:

- контроль за функциональным состоянием организма спортсмена, которое 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.

Биохимический контроль позволяет также, решать такие частные задачи, как выявление реакции организма на физические нагрузки; оценка уровня тренированности; адекватности применения фармакологических и других восстанавливающих средств; роли энергетических метаболических систем в мышечной деятельности; воздействия климатических факторов.

В связи с этим в практике спорта используется биохимический контроль на различных этапах подготовки спортсменов.

При организации и проведении биохимического обследования особое внимание уделяется выбору тестирующих биохимических показателей: они должны быть надежными либо воспроизводимыми, повторяющимися при многократном контрольном обследовании, информативными, отражающими сущность изучаемого процесса, а также валидными либо взаимосвязанными со спортивными результатами.

В каждом конкретном случае определяются разные тестирующие биохимические показатели обмена веществ, поскольку в процессе мышечной деятельности по-разному изменяются отдельные звенья метаболизма. Первостепенное значение приобретают показатели тех звеньев обмена веществ, которые являются основными в обеспечении спортивной работоспособности в данном виде спорта.

Сдвиги биохимических показателей под воздействием физических нагрузок зависят от степени тренированности, объема выполненных нагрузок, их интенсивности и энергетической направленности. Значительные биохимические изменения возможны при выполнении специфических для спортсмена нагрузок в условиях соревнования или во время прикидок в тренировочном процессе[4,6,7,11,17].

Таким образом биохимический контроль необходим для наблюдения за функциональным состоянием организма и уровнем тренированности спортсмена, диагностики изменений метаболизма, а также для оценки адекватности применения фармакологических и других восстанавливающих средств.

Программа лабораторных исследований отражает динамику биохимических показателей, характеризующих коррекцию нарушения метаболизма и функциональное состояние спортсмена на фоне применения эссенциальных фосфолипидов:

1. Белковый обмен – общий белок, альбумин, глобулины, протромбин, фибриноген, мочевины, аммиак.

2. Липидный обмен – холестерин, триглицериды, липопротеиды очень низкой и высокой плотности.

3. Пигментный обмен – билирубин (общий, прямой, непрямой).

4. Углеводный обмен – глюкоза крови.

5. Трансаминазы - АЛТ – аланинаминотрансфераза; АСТ – аспаратаминотрансфераза; ГГТП – гаммаглутаминтранспептидаза; ЛДГ – лактатдегидрогеназа, ЩФ - щелочная фосфатаза.

6. Активность ферментов сыворотки крови – КФК креатинфосфокиназа;

7. Натрий; Калий; Кальций, Железо;

8. ПОЛ – перекисное окисление липидов по содержанию в крови вторичного продукта — малонового диальдегида (МДА).

3.1. Метаболизм белков

Общий белок - определяет физико-химические свойства крови - плотность, вязкость, онкотическое давление. Белки плазмы являются основными транспортными белками. Белки идут на построение тканей мышц и костей. На фоне значительных физических и психоэмоциональных нагрузок возможно формирование отрицательного азотистого баланса за счет интенсивной мышечной работы, распада белка скелетной мускулатуры. Возрастающая потеря азота, проявляющаяся увеличением образования мочевины, обусловлена компенсаторным повышением реакции печеночной деаминации в ответ на увеличение концентрации аминокислот в плазме[6,12]. В печени эти аминокислоты экстрагируются из плазмы и подвергаются реакциям трансаминации и деаминации, приводя к образованию пирувата, глутамина, α -кетоглутарата аммиака и мочевины. Эти продукты могут быть

утилизированы печенью в процессах глюконеогенеза, окисления или кетогенеза.

Альбумины и глобулины. Альбумины составляют 50-60% всех белков сыворотки крови, глобулины - 35-40%. Они выполняют в организме разнообразные функции: компоненты иммунной системы (особенно глобулины), участвуют в поддержании рН крови, транспортируют различные органические и неорганические вещества, используются как основа для многих метаболических процессов. Концентрация их в сыворотке крови в норме относительно постоянна и отражает состояние здоровья человека. Соотношение этих белков изменяется при утомлении, различных заболеваниях, что можно использовать в спортивной медицине как диагностический показатель состояния здоровья.

Мочевина. При усиленном распаде тканевых белков, избыточном поступлении измененных аминокислот в печень в процессе связывания токсического для организма человека аммиака (NH_3) синтезируется нетоксическое азотсодержащее вещество - мочевина. Из печени мочевина поступает в кровь и выводится с мочой. Концентрация мочевины в крови может увеличиваться при значительном поступлении белков с пищей, при нарушении выделительной функции почек, а также после выполнения длительной физической работы за счет усиления катаболизма белков. В практике спорта этот показатель широко используется при оценке переносимости спортсменом тренировочных и соревновательных физических нагрузок, хода тренировочных занятий и процессов восстановления организма. Для получения объективной информации концентрацию мочевины определяют на следующий день после тренировки утром натощак. Если выполненная физическая нагрузка адекватна функциональным возможностям организма и произошло относительно быстрое восстановление метаболизма, то содержание мочевины в крови утром натощак возвращается к норме. Связано это с уравновешиванием скорости синтеза и распада белков в тканях

организма, что свидетельствует о его восстановлении. Если содержание мочевины на следующее утро остается выше нормы, это свидетельствует о том, что полного восстановления организма после нагрузки не достигнуто, либо о развитии его утомления.

Аммиак. Гипоперфузия скелетных мышц при ФН приводит к клеточной гипоксии, что наряду с другими факторами обуславливает симптомы утомляемости. Мышечная утомляемость - неспособность мышц поддерживать мышечное сокращение заданной интенсивности - связана с избытком аммиака, который усиливает анаэробный гликолиз, блокируя выход молочной кислоты. Повышение уровня аммиака и ацидоз лежат в основе метаболических нарушений при мышечной утомляемости. Причиной последней являются нарушения митохондриального метаболизма, усиление катаболизма белковых структур. Накопление аммиака стимулирует гликолиз путем блокирования аэробного использования пирувата и повторного запуска глюконеогенеза, что приводит к избыточному образованию лактата. Для указанного процесса, представляющего порочный круг, используется термин «метаболическая смерть». Накопление молочной кислоты и ацидоз приводят к гликолизу и «параличу» энергетических процессов. Ион аммония, влияя на метаболизм, стимулирует одышку, что усугубляет утомление. Снижение сократительной способности мышц сопровождается повышением уровня аммиака в крови и клетке. Усиленный ацидоз и чрезмерно высокий уровень аммиака не позволяют сохранять структуру клетки. Следствием этого является повреждение миофибрилл. В действительности имеет место усиленный катаболизм мышечных белков, затрагивающий скелетную мускулатуру. Это может быть измерено по выделению специфического метаболита мышечных белков с мочой - 3-метил-гистидина. В результате перетренировки возникает истощение резервов глюкозы и липидов, связанное с экстремальным кислотно-основным состоянием. Усиленный ацидоз и чрезмерно высокий уровень аммиака не позволяют сохранять структуру клетки.

Гипераммониемия является признаком нарушения метаболизма в мышце и связана с состоянием утомления. Содержание аммиака в крови увеличивается, когда печень теряет способность обезвреживать поступающий из кишечника аммиак путем синтеза мочевины. Накопление аммиака в крови оказывает токсическое действие на центральную нервную систему. Поэтому возникновение гипераммониемии является предвестником наступления печеночной комы.

Креатинин. Это вещество образуется в мышцах в процессе распада креатинфосфата. 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:

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

Белки свертывающей системы крови. Весьма актуальным является вопрос стандартизации гемостазиологических критериев утомляемости и оценки степени ФН по оценке эффективности микроциркуляции в организме. Гетерохронность процесса утомления и восстановления подразумевает неравномерность темпов утомляемости отдельных систем человека. Система гемостаза является в филогенетическом смысле наиболее древней и отражает генерализованные изменения, происходящие на уровне целостного организма. Она является наиболее мобильной системой и высокочувствительна к любым нарушениям во внутренней среде организма. Для изучения микроциркуляции и гемостазиограммы определяют уровень фибриногена и протромбина. По степени повышения фибриногена, тромбоцитов, снижения АТШ, ФА, АПТВ можно вычислить коэффициент нарушения микроциркуляции и утомления у спортсмена после физической нагрузки. Отсутствие восстановления КМ на 3-

е сутки отдыха свидетельствует о выраженном развитии утомления спортсмена.

Обнаружение белка в моче. У здорового человека белок в моче отсутствует. Появление его (протеинурия) отмечается при заболевании почек (нефрозы), поражении мочевых путей, а также при избыточном поступлении белков с пищей или после мышечной деятельности анаэробной направленности. Это связано с нарушением проницаемости клеточных мембран почек из-за закисления среды организма и выхода белков плазмы в мочу. По наличию определенной концентрации белка в моче после выполнения физической работы судят о ее мощности. Так, при работе в зоне большой мощности она составляет 0,5 %, при работе в зоне субмаксимальной мощности может достигать 1,5 %.[1,4,5,8, 9,10,11,13,18].

3.2. Метаболизм углеводов

Обмен углеводов у спортсменов ускоряется. Углеводы идут на восполнение дефицита энергии, возникающего при усиленных физических нагрузках. Активный образ жизни предполагает потребление большего количества не только белков и жиров, но и углеводов (глюкозы и фруктозы), которые при интенсивном метаболизме не превращаются в жировые запасы, а полностью расходуются организмом.

Глюкоза. Содержание глюкозы в крови поддерживается на относительно постоянном уровне специальными регуляторными механизмами в пределах 3,3—5,5 ммоль/л. Изменение ее содержания в крови при мышечной деятельности индивидуально и зависит от уровня тренированности организма, мощности и продолжительности физических упражнений. Кратковременные физические нагрузки субмаксимальной интенсивности могут вызывать повышение содержания глюкозы в крови за счет усиленной мобилизации гликогена печени. Длительные физические нагрузки приводят к

снижению содержания глюкозы в крови. У нетренированных лиц это снижение более выражено, чем у тренированных. Повышенное содержание глюкозы в крови свидетельствует об интенсивном распаде гликогена печени либо относительно малом использовании глюкозы тканями, а пониженное ее содержание — об исчерпании запасов гликогена печени либо интенсивном использовании глюкозы тканями организма.

По изменению содержания глюкозы в крови судят о скорости аэробного окисления ее в тканях организма при мышечной деятельности и интенсивности мобилизации гликогена печени. Этот показатель обмена углеводов редко используется самостоятельно в спортивной диагностике, так как уровень глюкозы в крови зависит не только от воздействия физических нагрузок на организм, но и от эмоционального состояния человека, гуморальных механизмов регуляции, питания и других факторов.

У здорового человека в моче глюкоза отсутствует, однако может появиться при интенсивной мышечной деятельности, эмоциональном возбуждении перед стартом и при избыточном поступлении углеводов с пищей (алиментарная *глюкозурия*) в результате увеличения ее уровня в крови (состояние *гипергликемии*). Появление глюкозы в моче при физических нагрузках свидетельствует об интенсивной мобилизации гликогена печени.

Молочная кислота (лактат). Гликолитический механизм ресинтеза АТФ в скелетных мышцах заканчивается образованием молочной кислоты, которая затем поступает в кровь. Выход ее в кровь после прекращения работы происходит постепенно, достигая максимума на 3—7-й минуте после окончания работы. Содержание молочной кислоты в крови в норме в состоянии относительного покоя составляет 1—1,5 ммоль/л (15—30 мг%) и существенно возрастает при выполнении интенсивной физической работы. При этом накопление ее в крови совпадает с усиленным образованием в мышцах, которое существенно повышается после напряженной

кратковременной нагрузки и может достичь около 30 ммоль/кг массы при изнеможении.

Количество молочной кислоты больше в венозной крови, чем в артериальной. С увеличением мощности нагрузки содержание ее в крови может возрастать у нетренированного человека до 5—6 ммоль/л, у тренированного — до 20 ммоль/л и выше.

В аэробной зоне физических нагрузок лактат составляет 2—4 ммоль/л, в смешанной — 4—10 ммоль/л, в анаэробной — более 10 ммоль/л. Условная граница анаэробного обмена соответствует 4 ммоль лактата в 1 л крови и обозначается как порог анаэробного обмена (ПАНО), или лактатный порог (ЛП).

Снижение содержания лактата у одного и того же спортсмена при выполнении стандартной работы на разных этапах тренировочного процесса свидетельствует об улучшении тренированности, а повышение — об ухудшении. Значительные концентрации молочной кислоты в крови после выполнения максимальной работы свидетельствуют о более высоком уровне тренированности при хорошем спортивном результате или о большей метаболической емкости гликолиза, большей устойчивости его ферментов к смещению рН в кислую сторону. Таким образом, изменение концентрации молочной кислоты в крови после выполнения определенной физической нагрузки связано с состоянием тренированности спортсмена. По изменению ее содержания в крови определяют анаэробные гликолитические возможности организма, что важно при отборе спортсменов, развитии их двигательных качеств, контроле тренировочных нагрузок и хода процессов восстановления организма.[5,6,7,9,13,14,18,19,23,24].

3.3. Жировой обмен

Свободные жирные кислоты. Являясь структурными компонентами липидов, уровень свободных жирных кислот в крови отражает скорость липолиза триглицеридов в печени и жировых депо. В норме содержание их в крови составляет 0,1—0,4 ммоль/л и увеличивается при длительных физических нагрузках.

По изменению содержания СЖК в крови контролируют степень подключения липидов к процессам энергообеспечения мышечной деятельности, а также экономичность энергетических систем или степень сопряжения между липидным и углеводным обменом. Высокая степень сопряжения этих механизмов энергообеспечения при выполнении аэробных нагрузок является показателем высокого уровня функциональной подготовки спортсмена.

Холестерин. Это представитель стероидных липидов, не участвующий в процессах энергообразования в организме. Однако, систематические физические нагрузки могут привести к его снижению в крови. Можно выделить три типа изменения (повышение, снижение и не изменяющееся) содержание общего холестерина после мышечного усилия. Характер изменений холестерина зависит от его исходного уровня: при более высоком содержании общего холестерина отмечается его снижение в ответ на нагрузку, при относительно низком, наоборот, происходит его увеличение. У спортсменов имеет место увеличение содержания холестерина как в покое, так и после физической нагрузки.

Триглицериды – повышение концентрации в крови при тяжелых физических нагрузках, превышающих адаптационные возможности спортсмена – индивидуальный уровень тренированности.

Липопротеины повышают проницаемость клеточных мембран. ЛП, белковая часть которых представлена глобулинами, стимулируют иммунитет, активизируют свертывающую систему крови и доставляют железо к тканям.

Фосфолипиды. Содержание фосфолипидов отражает выраженность нарушений липидного обмена связанного с дистрофией печени. Повышение их уровня в крови наблюдается при диабете, заболеваниях почек, гипофункции щитовидной железы и других нарушениях обмена, понижение - при жировой дистрофии печени. Поскольку длительные физические нагрузки сопровождаются жировой дистрофией печени, в спортивной практике иногда используют контроль содержания триглицеридов и фосфолипидов в крови.

Продукты перекисного окисления липидов (ПОЛ). При интенсивных физических нагрузках усиливаются процессы перекисного окисления липидов и в крови накапливаются продукты этих процессов, что является одним из факторов, лимитирующих физическую работоспособность. Две составляющие этого механизма: уровень перекисных процессов в скелетной мышце и вовлечение лейкоцитов в процесс повреждения. ФН вызывает усиление перекисных процессов в скелетных мышцах при снижении активности основного фермента антиоксидантной защиты – супероксиддисмутаза, что приводит к повреждению целостности мембран миоцитов. Результатом повреждения клеточной мембраны является изменение ее проницаемости и выход в кровь как цитоплазматических (миоглобин, аспаратаминотрансфераза), так и структурных (тропомиозин) белков скелетной мышцы. Повреждение ткани при гипоксии и вследствие развития процесса перекисного окисления при восстановлении кровотока (реперфузия) стимулирует привлечение в очаг повреждения лейкоцитов которые в следствие активации выделяют большое количество активных форм кислорода (ОМГ-тест) тем самым разрушая здоровые ткани. Через одни сутки после интенсивной физической нагрузки активность гранулоцитов крови выше контрольного значения примерно в 7 раз и на этом уровне сохраняется в течение последующих 3 суток, затем начинает снижаться, превышая, однако, контрольный уровень и через 7 суток восстановления.

Биохимический контроль реакции организма на физическую нагрузку, оценка специальной подготовленности спортсмена, выявления глубины биодеструктивных процессов при развитии стресс-синдрома должны включать определение содержания продуктов перекисного окисления в крови: малонового диальдегида, диеновых конъюгатов, а также активность ферментов глутатионпероксидазы, глутатионредуктазы и каталазы, супероксиддисмутазы. Причины понижения уровня малонового диальдегида: снижение интенсивности перекисного окисления липидов. Повышение концентрации малонового диальдегида свидетельствует о утомлении, перенапряжении [1,2, 4,5,6,7,15,18,20,22,23,27].

Калий - важнейший внутриклеточный элемент-электролит и активатор функций ряда ферментов. Калий особенно необходим для питания клеток организма, деятельности мышц, в том числе миокарда, поддержания водно-солевого баланса организма, работы нейроэндокринной системы. Это основной элемент в каждой живой клетке. Внутриклеточный калий находится в постоянном равновесии с малым количеством того, который остается снаружи клетки. Такое соотношение обеспечивает прохождение электрических нервных импульсов, контролирует сокращение мышцы, обеспечивает стабильность АД. Калий улучшает снабжение мозга кислородом. Как эмоциональный, так и физический стресс может также привести к дефициту калия. Калий, натрий и хлор теряются с потом, поэтому у спортсменов может возникать потребность восполнения этих элементов специальными напитками и препаратами.

Показатели кислотно-основного состояния (КОС) организма. В процессе интенсивной мышечной деятельности в мышцах образуется большое количество молочной и пировиноградной кислот, которые диффундируют в кровь и могут вызывать метаболический ацидоз организма, что приводит к утомлению мышц и сопровождается болями в мышцах, головокружением, тошнотой. Такие метаболические изменения связаны с истощением буферных

резервов организма. Поскольку состояние буферных систем организма имеет важное значение в проявлении высокой физической работоспособности, в спортивной диагностике используются показатели КОС - рН крови, ВЕ избыток оснований, или щелочной резерв, pCO_2 — парциальное давление углекислого газа, ВВ - буферные основания цельной крови. Показатели КОС отражают не только изменения в буферных системах крови, но и состояние дыхательной и выделительной систем организма в том числе после ФН. Существует корреляционная зависимость между динамикой содержания лактата в крови и изменением рН крови. По изменению показателей КОС при мышечной деятельности можно контролировать реакцию организма на физическую нагрузку. Наиболее информативным показателем КОС является величина ВЕ — щелочной резерв, который увеличивается с повышением квалификации спортсменов, особенно специализирующихся в скоростно-силовых видах спорта.[7,10,12,13,21]

В условиях патологии могут иметь место следующие соотношения:

- метаболический ацидоз - рН метаболический < рН истинного;
- респираторный ацидоз - рН метаболический > рН истинного;
- метаболический алкалоз - рН метаболический > рН истинного;
- респираторный алкалоз - рН метаболический < рН истинного.

Регуляторы обмена веществ. Ферменты. Особый интерес в спортивной диагностике представляют тканевые ферменты, которые при различных функциональных состояниях организма поступают в кровь из скелетных мышц и других тканей. Такие ферменты называются клеточными, или индикаторными. К ним относятся альдолаза, каталаза, лактатдегидрогеназа, креатинкиназа. Повышение в крови индикаторных ферментов или их отдельных изоформ связано с нарушением проницаемости клеточных мембран тканей и может использоваться при биохимическом контроле за функциональным состоянием спортсмена. Результатом повреждения

клеточной мембраны является выход в кровь цитоплазматических (миоглобин, аспартатаминотрансфераза) и структурных (тропомиозин) белков скелетной мышцы. Диагностика микроповреждений мышечной ткани (ММТ) базируется на измерении активности в плазме крови саркоплазматических ферментов (креатинкиназы, лактатдегидрогеназы). Повышение их активности в плазме крови отражает значительное изменение проницаемости мембранных структур миоцита, вплоть до его полного разрушения. Данный факт отражает адаптацию организма спортсмена к ФН высокой интенсивности. При постановке диагноза микроповреждения используется комбинация из биологических и клинических параметров - например, активность ЛДГ и КФК в плазме, концентрация миоглобина и малондиальдегида, уровень лейкоцитов, а также физиологические параметры мышцы.

Общая КФК, как правило, повышается при интенсивных занятиях (к повышению уровня фермента приводит недостаточность кровоснабжения мышц). Однако необходимо следить за тем, чтобы это повышение было умеренным. Кроме этого, за повышением общего уровня КФК за счет напряжения скелетной мускулатуры, можно пропустить начало разрушения сердечной мышцы – обязательно проверяем миокардиальную фракцию КФК - МВ. ЛДГ и АСТ – саркоплазматические ферменты помогут оценить состояние сердечной мышцы и скелетной мускулатуры.

Появление в крови ферментов процессов биологического окисления веществ альдолазы (фермент гликолиза) и каталазы (фермент, осуществляющий восстановление перекисей водорода) после физических нагрузок является показателем неадекватности физической нагрузки, развития утомления, а скорость их исчезновения свидетельствует о скорости восстановления организма. Если физическая нагрузка вызывает значительный выход ферментов в кровь из тканей и они долго сохраняются в ней в период отдыха, это свидетельствует о невысоком уровне тренированности спортсмена, а, возможно, и о предпатологическом состоянии организма.

Гормоны. К показателям функциональной активности организма можно отнести: особенности метаболизма в целом, активность ряда ферментов, количественная секреция многих гормонов. Поэтому важно исследовать взаимосвязь этих показателей с физической нагрузкой. Неоспоримо влияние мышечной нагрузки на состояние внутренней среды организма. Величина изменения содержания гормонов в крови зависит от мощности и длительности выполняемых нагрузок, а также от степени тренированности спортсмена. При работе одинаковой мощности у более тренированных спортсменов наблюдаются менее значительные изменения этих показателей в крови. Кроме того, по изменению содержания гормонов в крови можно судить об адаптации организма к физическим нагрузкам, интенсивности регулируемых ими метаболических процессов, развитии процессов утомления, применении анаболических стероидов и других гормонов.

Физическая нагрузка сама по себе значительно увеличивает уровень многих гормонов в крови и не только во время выполнения самого упражнения. После начала выполнения непрерывного упражнения, например, субмаксимальной мощности, в течение первых 3-10 минут в крови уровень многих метаболитов и гормонов изменяется совершенно непредсказуемо. Этот период "вработывания" вызывает некоторую десинхронизацию в уровне регуляторных факторов. Однако некоторые закономерности таких изменений все же существуют. Освобождение гормонов в кровоток при физической нагрузке представляет собой набор каскадных реакций. Упрощенная схема этого процесса может выглядеть примерно так: физическая нагрузка - гипоталамус, гипофиз - высвобождение тропных гормонов и эндорфинов - железы внутренней секреции - высвобождение гормонов - клетки и ткани организма.

Профиль гормонов служит важным средством выявления скрытых биохимических нарушений, лежащих в основе хронической усталости. Изучение уровня кортизола в крови целесообразно для оценки

мобилизационных резервов организма. Он рассматривается как основной «гормон стресса», и увеличение его концентрации в крови является ответной реакцией организма на физические, физиологические и психологические нагрузки. Избыточные количества кортизола могут негативно влиять на костную и мышечную ткань, сердечно-сосудистую функцию, иммунную защиту, функцию щитовидной железы, контроль массы тела, сон, регуляцию уровня глюкозы и ускорять процесс старения. Высокий уровень кортизола после тренировки характеризуется недовосстановлением организма спортсменов после предшествующей нагрузки.

В спортивной медицине для выявления утомления обычно определяют содержание гормонов симпато-адреналовой системы (адреналина, норадреналин, серотонин) 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 (дофамин) в моче, что связано с истощением биосинтетических резервов эндокринных желез и указывает на перенапряжение регуляторных функций контролирующих адаптационные процессы.

Биохимический контроль за уровнем тренированности, утомления и восстановления организма

Контроль за процессами утомления и восстановления, которые являются неотъемлемыми компонентами спортивной деятельности, необходим для оценки переносимости физической нагрузки и выявления перетренированности, достаточности времени отдыха после физических нагрузок, эффективности средств повышения работоспособности. Сроки восстановления после тяжёлых тренировок не являются строго детерминированными и зависят от характера нагрузки и степени истощения систем организма под её воздействием.

Уровень тренированности оценивается по изменению концентрации лактата в крови при выполнении стандартной либо предельной физической нагрузки для данного контингента спортсменов. О более высоком уровне тренированности свидетельствуют меньшее накопление лактата (по сравнению с не тренированными) при выполнении стандартной нагрузки, что связано с увеличением доли аэробных механизмов в энергообеспечении этой работы; меньшее увеличение содержания лактата в крови при возрастании мощности работы, увеличение скорости утилизации лактата в период восстановления после ФН.

С увеличением уровня тренированности спортсменов увеличивается общая масса крови, что приводит к увеличению концентрации гемоглобина до 160—180 г/л - у мужчин и до 130—150 г/л- у женщин, увеличению скорости утилизации лактата в период восстановления после физических нагрузок

Утомление, вызванное физическими нагрузками максимальной и субмаксимальной мощности, связано с истощением запасов энергетических субстратов (АТФ, КрФ, гликогена) в тканях, обеспечивающих этот вид работы, и накоплением продуктов их обмена в крови (молочной кислоты, креатина, неорганических фосфатов), поэтому и контролируется по этим показателям. При выполнении продолжительной напряженной работы развитие утомления может выявляться по длительному повышению уровня мочевины в крови после окончания работы, по изменению компонентов иммунной системы крови, а также по снижению содержания гормонов в крови и моче.

Для ранней диагностики перетренированности, скрытой фазы утомления используется контроль за функциональной активностью иммунной системы. Для этого определяют количество и функциональную активность клеток Т- и В-лимфоцитов: Т-лимфоциты обеспечивают процессы клеточного иммунитета и регулируют функцию В-лимфоцитов; В-лимфоциты отвечают

за процессы гуморального иммунитета, их функциональная активность определяется по количеству иммуноглобулинов в сыворотке крови.

При подключении иммунологического контроля за функциональным состоянием спортсмена необходимо знать его исходный иммунологический статус с последующим контролем в различные периоды тренировочного цикла. Такой контроль позволит предотвратить срыв адаптационных механизмов, истощение иммунной системы и развитие инфекционных заболеваний спортсменов высокой квалификации в периоды тренировки и подготовки к ответственным соревнованиям (особенно при резкой смене климатических зон).

Восстановление организма связано с возобновлением количества израсходованных во время работы энергетических субстратов и других веществ. Их восстановление, а также скорость обменных процессов происходят не одновременно. Знание времени восстановления в организме различных энергетических субстратов играет большую роль в правильном построении тренировочного процесса. Восстановление организма оценивается по изменению количества тех метаболитов углеводного, липидного и белкового обменов в крови или моче, которые существенно изменяются под влиянием тренировочных нагрузок. Из всех показателей углеводного обмена чаще всего исследуется скорость утилизации во время отдыха молочной кислоты, а также липидного обмена - нарастание содержания жирных кислот и кетоновых тел в крови, которые в период отдыха являются главным субстратом аэробного окисления, о чем свидетельствует снижение дыхательного коэффициента. Однако наиболее информативным показателем восстановления организма после мышечной работы является продукт белкового обмена - мочевины. При мышечной деятельности усиливается катаболизм тканевых белков, способствующий повышению уровня мочевины в крови, поэтому нормализация ее содержания в крови

свидетельствует о восстановлении синтеза белка в мышцах, а, следовательно, и восстановлении организма [1,2,3,4,5,6,8,15,17,26,27].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Теоретическое обоснование разработки препарата «фосфолипид+дегидрокварцетин», положительные результаты экспериментальных и клинических исследований позволяют полагать, что использование композиции на основе эссенциальных фосфолипидов+дегидрокварцетин, является перспективным средством для профилактики нарушений метаболизма и ускоренного восстановления функциональных возможностей организма у высококвалифицированных спортсменов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н.Н. Каркищенко, В.В. Уйба. Очерки спортивной фармакологии. Том 2. Москва, Санкт Петербург. Айсинг 2014. – 448С.
2. Лечебное питание: современные подходы к стандартизации диетотерапии. Под редакцией В.А. Тутельяна. Москва 2010.-301с
3. Г.А. Макарова. Фармакологическое сопровождение спортивной деятельности. Советский спорт. Москва 2013. 231С.
4. Б.А. Никулин, И.И. Родионова. Биохимический контроль в спорте. Советский спорт. Москва 2011. 228С.
5. С.С. Михайлов. Спортивная Биохимия. Советский спорт. Москва 2004. 220С.
6. Спортивная медицина. Национальное руководство. Главные редакторы С.П. Миронов, Б.А. Поляев, Г.А. Макарова. ГЭОТАР-Медиа. Москва. 2013.-1182с.
7. Ю.М. Назарова, Г.Б. Дуанбекова, А.Н. Иманбетов. Применение фармакологических средств в тренировочном процессе при занятиях игровыми видами спорта. Вестник КарГУ, 2011. стр.11-15
8. Кулиненков Д. О., Кулиненков О. С. Справочник фармакологии спорта — лекарственные препараты спорта.— М.: ТВТ «Дивизион», 2004.— 308 с.
9. Кулиненков О. С. Фармакологическая помощь спортсмену: коррекция факторов, лимитирующих спортивный результат.— М.: Советский спорт, 2006.— 240 с.
10. Яковлев Н. Н. Чтобы успешно управлять, надо знать механизмы // Теория и практика физической культуры, 1976, № 4, с. 21-25
11. Ainsworth B.E., Haskell W.L., Herrmann S.D., Meckes N., D.R. Bassett, C. Todor-Locke, et al. Compendium of physical activities: a second update of codes and MET values. Med Sci Sports Exerc, 43 (2011), pp. 1575-1581.

12. Burd N.A., Tang J.E., Moore D.R., Phillips S.M. Exercise training and protein metabolism: influences of contraction, protein intake, and sex-based differences. *J Appl Physiol*, 106 (2009), pp. 1692-1701
13. Carlsohn A, Müller W. Anthropometry and dietary intake before and during a competition in mountain runners. *Journal of Nutrition and Metabolism* 2014, Article ID 893090, doi:10.1155/2014/893090.
14. Di Donato DM, West DW, Churchward-Venne TA, Breen L, Baker SK, Phillips SM. Influence of aerobic exercise intensity on myofibrillar and mitochondrial protein synthesis in young men during early and late postexercise recovery. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2014;306(9):E1025–32. doi: 10.1152/ajpendo.00487
15. Gleeson, M., & Bishop, N.C. Elite athlete immunology: importance of nutrition. *International Journal Sports Medicine*, (2000). 21 (1), S44-50.
16. Gleeson M. Probiotics. In: Castell LM, Stear S, Burke LM (eds). *Nutritional Supplements in Sport, Exercise and Health: An A-Z Guide*. Routledge: Abingdon, UK. 2015 pp 214–215.
17. Kato H., Suzuki K., Bannai M., Moore D.R. Protein Requirements Are Elevated in Endurance Athletes after Exercise as Determined by the Indicator Amino Acid Oxidation Method. *PLoS One*. 2016 Jun 20;11(6):e0157406. doi: 10.1371/journal.pone.0157406. eCollection 2016.
18. Kerksick C, Harvey T, Stout J, Campbell B, Wilborn C, Kreider R, Kalman D, Ziegenfuss T, Lopez H, Landis J, Ivy JL, Antonio J: International Society of Sports Nutrition position stand: nutrient timing. *J Int Soc Sports Nutr* 2008, 5:17.
19. Krstrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., et al. Muscle and blood metabolites during a soccer game. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, (2006). 38, 1165–1174.