

Биохимический контроль в спорте

Реферат составил студент 2 курса, 4 факультета, 1 группы Соколов Максим

Москва 2003

При адаптации организма к физическим нагрузкам, перетренировке, а также при патологических состояниях в организме изменяется обмен веществ, что приводит к появлению в различных тканях и биологических жидкостях отдельных метаболитов (продуктов обмена веществ), которые отражают функциональные изменения и могут служить биохимическими тестами либо показателями их характеристики. Поэтому в спорте наряду с медицинским, педагогическим, психологическим и физиологическим контролем используется биохимический контроль за функциональным состоянием спортсмена.

В практике спорта высших достижений обычно проводятся комплексные научные обследования спортсменов, дающие полную и объективную информацию о функциональном состоянии отдельных систем и всего организма, о его готовности выполнять физические нагрузки. Такой контроль на уровне сборных команд страны осуществляют комплексные научные группы (КНГ), в состав которых входит несколько специалистов: биохимик, физиолог, психолог, врач, тренер.

1. Задачи, виды и организация биохимического контроля

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

В годичном тренировочном цикле подготовки квалифицированных спортсменов выделяют разные виды биохимического контроля:

текущие обследования (ТО), проводимые повседневно в соответствии с планом подготовки;

этапные комплексные обследования (ЭКО), проводимые 3—4 раза в год;

углубленные комплексные обследования (УКО), проводимые 2 раза в год;

обследование соревновательной деятельности (ОСД).

На основании текущих обследований определяют функциональное состояние спортсмена — одно из основных показателей тренированности, оценивают уровень срочного и отставленного тренировочного эффекта физических нагрузок, проводят коррекцию физических нагрузок в ходе тренировок.

В процессе этапных и углубленных комплексных обследований спортсменов с помощью биохимических показателей можно оценить кумулятивный тренировочный эффект, причем биохимический контроль дает тренеру, педагогу или врачу быструю и достаточно объективную информацию о росте тренированности и функциональных системах организма, а также других адаптационных изменениях.

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.

Немаловажное значение в биохимическом обследовании имеют используемые методы определения показателей метаболизма, их точность и достоверность. В настоящее время в практике спорта широко применяются лабораторные экспресс-методы определения многих (около 60) различных биохимических показателей в плазме крови с использованием портативного прибора IP-400 швейцарской фирмы «Доктор Ланге» или других фирм. К экспресс-методам определения функционального состояния спортсменов относится также предложенный академиком В.Г. Шахба-зовым новый метод определения энергетического состояния человека, в основу которого положены изменения биоэлектрических свойств ядер эпителиальных клеток в зависимости от физиологического состояния организма. Данный метод позволяет выявить нарушение гомеостаза организма, состояние утомления и другие изменения при мышечной деятельности.

Контроль за функциональным состоянием организма в условиях учебно-тренировочного сбора можно осуществлять с помощью специальных диагностических экспресс-наборов для биохимического анализа мочи и крови. Основаны они на способности определенного вещества (глюкозы, белка, витамина С, кетоновых тел, мочевины, гемоглобина, нитратов и др.) реагировать с нанесенными на индикаторную полоску реактивами и изменять окраску. Обычно наносится капля исследуемой мочи на индикаторную полоску «Глюкотеста», «Пентафана», «Меди-теста» или других диагностических тестов и через 1 мин ее окраска сравнивается с индикаторной шкалой, прилагаемой к набору.

Одни и те же биохимические методы и показатели могут быть использованы для решения различных задач. Так, например, определение содержания лактата в крови используется при оценке уровня тренированности, направленности и эффективности применяемого упражнения, а также при отборе лиц для занятий отдельными видами спорта.

В зависимости от решаемых задач изменяются условия проведения биохимических исследований. Поскольку многие биохимические показатели у тренированного и не

тренированного организма в состоянии относительного покоя существенно не различаются, для выявления их особенностей проводят обследование в состоянии покоя утром натощак (физиологическая норма), в динамике физической нагрузки либо сразу после нее, а также в разные периоды восстановления.

При обследовании спортсменов применяются различные типы тестирующих физических нагрузок, которые могут быть стандартными и максимальными (предельными).

Стандартные физические нагрузки — это нагрузки, при которых ограничиваются количество и мощность выполняемой работы, что обеспечивается с помощью специальных приборов — эргометров. Наиболее часто используют степэргометрию (восхождение в разном темпе на ступеньку или лестницу разной высоты, например Гарвардский степ-тест), велоэргометрию (фиксированную работу на велоэргометре), нагрузки на тредмиле — движущейся с фиксируемой скоростью ленте. В настоящее время существуют диагностические комплексы, позволяющие выполнять специальную дозированную физическую нагрузку: плавательный тредмил, гребные эргометры, инерционные велоэргометры и др. Стандартные физические нагрузки способствуют выявлению индивидуальных метаболических различий и используются для характеристики уровня тренированности организма.

Максимальные физические нагрузки применяются при выявлении уровня специальной тренированности спортсмена на разных этапах подготовки. В данном случае используются нагрузки, наиболее характерные для данного вида спорта. Выполняются они с максимально возможной интенсивностью для данного упражнения.

При выборе тестируемых нагрузок следует учитывать, что реакция организма человека на физическую нагрузку может зависеть от факторов, непосредственно не связанных с уровнем тренированности, в частности от вида тестируемого упражнения, специализации спортсмена, а также от окружающей обстановки, температуры среды, времени суток и др. Выполняя привычную для себя работу, спортсмен может осуществить большой ее объем и добиться значительных метаболических сдвигов в организме. Особенно отчетливо это проявляется при тестировании анаэробных возможностей, весьма специфичных и в наибольшей степени проявляющихся только при работе, к которой спортсмен адаптирован. Следовательно, для велосипедистов наиболее подходящими являются велоэргометрические тесты, для бегунов — беговые и т. д. Однако это не означает, что для легкоатлетов или спортсменов других видов спорта нельзя использовать велоэргометрические тесты, которые позволяют наиболее точно учитывать объем выполненной работы. Однако велосипедисты при велоэргометрическом тестировании будут иметь преимущество по сравнению с представителями других видов спорта той же квалификации и специализирующихся в упражнениях, относящихся к той же зоне мощности.

Используемые тестируемые нагрузки, специфические по мощности и продолжительности, должны соответствовать нагрузкам, используемым спортсменом в процессе тренировки. Так, для легкоатлетов-бегунов, специализирующихся на короткие и сверхдлинные дистанции, тестирующие нагрузки должны быть разными, способствующими проявлению их основных двигательных качеств — скорости либо выносливости. Важным условием применения тестируемых физических нагрузок является точное установление их мощности либо интенсивности и длительности.

На результаты исследования влияет также температура окружающей среды, время тестирования и состояние здоровья. Более низкая работоспособность наблюдается при

повышенной температуре среды, а также в утреннее и вечернее время. К тестированию, как и к занятиям, спортом, особенно с максимальными нагрузками, должны допускаться только полностью здоровые спортсмены, поэтому врачебный осмотр должен предшествовать другим видам контроля. Контрольное биохимическое тестирование проводится утром натощак после относительного отдыха в течение суток. При этом должны соблюдаться примерно одинаковые условия внешней среды, которые влияют на результаты тестирования.

Изменение биохимических показателей под воздействием физических нагрузок зависит от степени тренированности, объема выполненных нагрузок, их интенсивности и анаэробной или аэробной направленности, а также от пола и возраста обследуемых. После стандартной физической нагрузки значительные биохимические сдвиги обнаруживаются у менее тренированных людей, а после максимальных — у высокотренированных. При этом после выполнения специфических для спортсменов нагрузок в условиях соревнования или в виде прикидок в тренированном организме возможны значительные биохимические изменения, которые не характерны для нетренированных людей.

2. Объекты исследования и основные биохимические показатели

Объектами биохимического исследования являются выдыхаемый воздух и биологические жидкости — кровь, моча, слюна, пот, а также мышечная ткань.

Выдыхаемый воздух — один из основных объектов исследования процессов энергетического обмена в организме, использования отдельных энергетических источников в энергообеспечении мышечной деятельности. В нем определяют количество потребляемого кислорода и выдыхаемого углекислого газа. Соотношение этих показателей в определенной мере отражает интенсивность процессов энергообмена, долю в них анаэробных и аэробных механизмов ресинтеза АТФ.

Кровь используется как один из наиболее важных объектов биохимических исследований, так как в ней отражаются все метаболические изменения в тканевых жидкостях и лимфе организма. По изменению состава крови либо жидкой ее части — плазмы можно судить о гомеостатическом состоянии внутренней среды организма или изменении его при спортивной деятельности (табл. 1).

Для многих исследований требуется небольшое количество крови (0,01—0,05 мл), поэтому берут ее из безымянного пальца руки либо из ребра мочки уха. После выполненной физической работы забор крови

Таблица 1. Основные химические компоненты цельной крови и плазмы здорового взрослого человека

Компоненты крови	Цельная кровь	Плазма
Вода, %	75-85	90-91
Сухой остаток (белок крови), %	15-25	9-10
Общий белок, г • л ⁻¹	—	65-80
Гемоглобин, г • л ⁻¹	120—140 (женщины)	—
	140—160 (мужчины)	

Гематокрит, мл • 100 мл ⁻¹	37—47 (женщины) 40 — 54 (мужчины)	—
Глобулины, г • л ⁻¹	—	20-30
Альбумины, г • л ⁻¹	—	40-50
Мочевина, ммоль • л ⁻¹	3,30-6,60	3,30-6,60
Мочевая кислота, ммоль • л ⁻¹	0,18-0,24	0,24-0,29
Креатин, ммоль • л ⁻¹	0,23-0,38	0,08-0,11
Креатинин, ммоль • л ⁻¹	0,06-0,067	0,06-0,067
Глюкоза, ммоль • л ⁻¹	3,30-5,50	3,60-5,50
Молочная кислота, ммоль • л ⁻¹	—	1,00-2,50
Пировиноградная кислота, ммоль • л ⁻¹	—	0,07-0,14
Нейтральные жиры, ммоль • л ⁻¹	1,00-2,60	1,20—2,80
Свободные жирные кислоты, ммоль • л ⁻¹	—	0,10-0,40
Холестерин общий, ммоль • л ⁻¹	3,90-5,20	3,90-6,50
Кетоновые тела, ммоль • л ⁻¹	—	8-30
Ацетоуксусная кислота, ммоль • л ⁻¹	—	0,05-0,19
Ацетон, ммоль • л ⁻¹	0,20	0,20-0,30
Лимонная кислота, ммоль • л ⁻¹	—	0,10-0,15
Аскорбиновая кислота, ммоль • л ⁻¹	—	0,05-0,10
Билирубин общий, ммоль • л ⁻¹	—	4—26
pH	7,35—7,45	—
Гормоны (см. главу 8)		

рекомендуется проводить спустя 3—7 мин, когда наступают наибольшие биохимические изменения в ней.

При физических нагрузках и воздействии других факторов среды, а также при патологических изменениях обмена веществ или после применения фармакологических средств содержание отдельных компонентов крови существенно изменяется. Следовательно, по результатам анализа крови можно охарактеризовать состояние здоровья человека, уровень его тренированности, протекание адаптационных процессов и др. В последние годы в связи с угрозой заражения СПИДом исследования крови необходимо проводить с соблюдением всех предусмотренных мер защиты.

Моча в определенной степени отражает работу почек — основного выделительного органа организма, а также динамику обменных процессов в различных органах и тканях. Поэтому по изменению количественного и качественного ее состава можно судить о состоянии отдельных звеньев обмена веществ, избыточному их поступлению, нарушению гомеостатических реакций в организме, в том числе связанных с мышечной деятельностью. С мочой из организма выводятся избыток воды, многие электролиты,

промежуточные и конечные продукты обмена веществ, гормоны, витамины, чужеродные вещества (табл. 2). Суточное количество мочи (диурез) в норме в среднем составляет 1,5 л. Мочу собирают в течение суток, что вносит определенные затруднения в проведение исследований. Иногда мочу берут дробными порциями (например, через 2 ч), при этом фиксируют порции, полученные до выполнения физической работы и после нее. Моча не может быть достоверным объектом исследования после кратко временных тренировочных нагрузок, так как сразу после этого весьма сложно собрать необходимое для ее анализа количество.

При различных функциональных состояниях организма в моче могут появляться химические вещества, не характерные для нормы: глюкоза, белок, кетоновые тела, желчные пигменты, форменные элементы крови и др. Определение этих веществ в моче может использоваться в биохимической диагностике отдельных заболеваний, а также в практике спорта для контроля эффективности тренировочного процесса, состояния здоровья спортсмена.

ТАБЛИЦА 2 Химический состав мочи здорового взрослого человека

Компоненты мочи	Содержание в норме	
	г • сут ⁻¹	ммоль • сут ⁻¹
Органические вещества:	22-46	—
мочевина	20-35	333-583
аминокислоты	ДО 1,1	8,8
креатинин	1,0-2,0	8,8—17,7
мочевая кислота	0,2—1,2	1,2—7,1
глюкоза	0	0
белок	0	0
Неорганические вещества:	15-25	—
хлорид	3,6-9,0	100-250
фосфор неорганический	0,9—1,3	29-45
фосфаты	2,0-6,7	—
натрий	3,0-6,0	130-260
калий	1,5-3,2	38—82
кальций (общий)	0,1-0,25	2,5-6,2
магний	0,1-0,2	4,2-8,4
бикарбонаты	—	0,5 ммоль • л ⁻¹ (при рН 5,6)
азот аммиака	0,5-1,0	36—71
рН	4,6-8,0	—

Слюна обычно используется параллельно с другими биохимическими объектами. В слюне определяют электролиты (N3 и K), активность ферментов (амилазы), рН. Существует мнение, что слюна, обладая меньшей, чем кровь, буферной емкостью, лучше отражает изменения кислотно-щелочного равновесия организма человека. Однако как объект исследования слюна не получила широкого распространения, поскольку состав ее зависит

не только от физических нагрузок и связанных с ними изменений внутритканевого обмена веществ, но и от состояния сытости («голодная» или «сытая» слюна).

Пот в отдельных случаях представляет интерес как объект исследования. Необходимое для анализа количество пота собирается с помощью хлопчатобумажного белья или полотенца, которое замачивают в дистиллированной воде для извлечения различных компонентов пота. Экстракт выпаривают в вакууме и подвергают анализу.

Мышечная ткань является очень показательным объектом биохимического контроля мышечной деятельности, однако используется редко, так как образец мышечной ткани необходимо брать методом игольчатой биопсии. Для этого над исследуемой мышцей делается небольшой разрез кожи и с помощью специальной иглы берется кусочек (проба) мышечной ткани (2—3 мг), которая сразу замораживается в жидком азоте и в дальнейшем подвергается структурному и биохимическому анализу. В пробах определяют количество сократительных белков (актина и миозина), АТФ-азную активность миозина, показатели энергетического потенциала (содержание АТФ, гликогена, креатинфосфата), продукты энергетического обмена, электролиты и другие вещества. По их содержанию судят о составе и функциональной активности мышц, ее энергетическом потенциале, а также изменениях, которые происходят при воздействии однократной физической нагрузки или долговременной тренировки.

При биохимическом обследовании в практике спорта используются следующие биохимические показатели:

энергетические субстраты (АТФ, КрФ, глюкоза, свободные жирные кислоты);

ферменты энергетического обмена (АТФ-аза, КрФ-киназа, цитохромоксидаза, лактатдегидрогеназа и др.);

промежуточные и конечные продукты обмена углеводов, липидов и белков (молочная и пировиноградная кислоты, кетоновые тела, мочевины, креатинин, креатин, мочевая кислота, углекислый газ и др.); показатели кислотно-основного состояния крови (рН крови, парциальное давление CO₂, резервная щелочность или избыток буферных оснований и др.);

регуляторы обмена веществ (ферменты, гормоны, витамины, активаторы, ингибиторы);

минеральные вещества в биохимических жидкостях (например, бикарбонаты и соли фосфорной кислоты определяют для характеристики буферной емкости крови);

содержание общего белка, количество и соотношение белковых фракций в плазме крови;

анаболические стероиды и другие запрещенные вещества в практике спорта (допинги), выявление которых — задача допингового контроля.

3. Основные биохимические показатели состава крови и мочи, их изменение при мышечной деятельности

Показатели углеводного обмена

Глюкоза. Содержание глюкозы в крови поддерживается на относительно постоянном уровне специальными регуляторными механизмами в пределах 3,3—5,5 ммоль • л⁻¹ (80—

120 мг%). 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. Постоянное наличие глюкозы в моче является диагностическим тестом заболевания сахарным диабетом.

Молочная кислота. 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⁻¹ (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⁻¹ 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⁻¹, у тренированного — до 20 ммоль • л⁻¹ и выше. В аэробной зоне физических нагрузок лактат составляет 2—4 ммоль • л⁻¹, в смешанной — 4—10 ммоль • л⁻¹, в анаэробной — более 10 ммоль • л⁻¹. 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.

Показатели липидного обмена

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 \cdot л⁻¹ 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.

Кетоновые тела. Образуются они в печени из ацетил-КоА при усиленном окислении жирных кислот в тканях организма. Кетоновые тела из печени поступают в кровь и доставляются к тканям, в которых большая часть используется как энергетический субстрат, а меньшая выводится из организма. Уровень кетоновых тел в крови в определенной степени отражает скорость окисления жиров. Содержание кетоновых тел в крови в норме относительно небольшое — 8 ммоль \cdot л⁻¹. При накоплении в крови до 20 ммоль \cdot л⁻¹ (кетонемия) они могут появиться в моче, тогда как в норме в моче кетоновые тела не выявляются. Появление их в моче (кетонурия) у здоровых людей наблюдается при голодании, исключении углеводов из рациона питания, а также при выполнении физических нагрузок большой мощности или длительности. Этот показатель имеет также диагностическое значение при выявлении заболевания сахарным диабетом, тиреотоксикозом.

По увеличению содержания кетоновых тел в крови и появлению их в моче определяют переход энергообразования с углеводных источников на липидные при мышечной активности. Более раннее подключение липидных источников указывает на экономичность аэробных механизмов энергообеспечения мышечной деятельности, что взаимосвязано с ростом тренированности организма.

Холестерин. Это представитель стероидных липидов, не участвующий в процессах энергообразования в организме. Содержание холестерина в плазме крови в норме составляет $3,9—6,5$ ммоль \cdot л⁻¹ и зависит от пола (у мужчин выше), возраста (у детей ниже), диеты (у вегетарианцев ниже), двигательной активности. Постоянное увеличение уровня холестерина и его отдельных липопротеидных комплексов в плазме крови служит диагностическим тестом развития тяжелого заболевания — атеросклероза, сопровождающегося поражением кровеносных сосудов. Установлена зависимость коронарных нарушений от концентрации холестерина в крови. При поражении сосудов сердца наблюдается ишемия миокарда или инфаркт, а сосудов мозга — инсульты, сосудов ног — атрофия конечностей. В работах последних лет показано, что выведению из организма человека холестерина способствуют пищевые волокна (клетчатка), содержащиеся в овощах, фруктах, черном хлебе и других продуктах, а также лецитин и систематические занятия физическими упражнениями.

Продукты перекисного окисления липидов (ПОЛ). При физических нагрузках усиливаются процессы перекисного окисления липидов и накапливаются продукты этих

процессов, что является одним из факторов, лимитирующих физическую работоспособность. Поэтому при биохимическом контроле реакции организма на физическую нагрузку, оценке специальной подготовленности спортсмена, выявлении глубины биодеструктивных процессов при развитии стресс-синдрома проводят анализ содержания продуктов перекисного окисления в крови: малонового диальдегида, диеновых конъюгатов, а также активность ферментов глутатионпероксидазы, глутатионредуктазы и каталазы.

Фосфолипиды. Содержание фосфолипидов в норме в крови составляет 1,52—3,62 г • л⁻¹. Повышение их уровня в крови наблюдается при диабете, заболеваниях почек, гипофункции щитовидной железы и других нарушениях обмена, а понижение — при жировой дистрофии печени, т. е. когда поражаются структуры печени, в которых они синтезируются. Для стимуляции синтеза фосфолипидов и снижения содержания в крови триглицеридов необходимо увеличить потребление с пищей липотропных веществ. Поскольку длительные физические нагрузки сопровождаются жировой дистрофией печени, в спортивной практике иногда используют контроль содержания триглицеридов и фосфолипидов в крови.

Показатели белкового обмена

Гемоглобин. Основным белком эритроцитов крови является гемоглобин, который выполняет кислородтранспортную функцию. Он содержит железо, связывающее кислород воздуха. Концентрация гемоглобина в крови зависит от пола и составляет в среднем 7,5—8,0 ммоль • л⁻¹ (120—140 г • л⁻¹) — у женщин и 8,0—10,0 ммоль • л⁻¹ (140—160 г • л⁻¹) — у мужчин, а также от степени тренированности. При мышечной деятельности резко повышается потребность организма в кислороде, что удовлетворяется более полным извлечением его из крови, увеличением скорости кровотока, а также постепенным увеличением количества гемоглобина в крови за счет изменения общей массы крови. С ростом уровня тренированности спортсменов в видах спорта на выносливость концентрация гемоглобина в крови у женщин возрастает в среднем до 130—150 г • л⁻¹, у мужчин — до 160—180 г • л⁻¹. Увеличение содержания гемоглобина в крови в определенной степени отражает адаптацию организма к физическим нагрузкам в гипоксических условиях.

При интенсивных тренировках, особенно у женщин, занимающихся циклическими видами спорта, а также при нерациональном питании происходит разрушение эритроцитов крови и снижение концентрации гемоглобина до 90 г • л⁻¹ и ниже, 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.

Миоглобин. В саркоплазме скелетных и сердечной мышц находится высокоспециализированный белок, выполняющий функцию транспорта кислорода подобно гемоглобину. Содержание миоглобина в крови в норме незначительное (10—70 нг • л⁻¹). Под влиянием физических нагрузок, при патологических состояниях организма он может выходить из мышц в кровь, что приводит к повышению его содержания в крови и появлению в моче (миоглобинурия). Количество миоглобина в крови зависит от объема выполненной физической нагрузки, а также от степени тренированности спортсмена.

Поэтому данный показатель может быть использован для диагностики функционального состояния работающих скелетных мышц.

Актин. Содержание актина в скелетных мышцах в качестве структурного и сократительного белка существенно увеличивается в процессе тренировки. По его содержанию в мышцах можно было бы контролировать развитие скоростно-силовых качеств спортсмена при тренировке, однако определение его содержания в мышцах связано с большими методическими затруднениями. Тем не менее после выполненных физических нагрузок отмечается появление актина в крови, что свидетельствует о разрушении либо обновлении миофибриллярных структур скелетных мышц. В крови содержание актина определяют радиоиммунологическим методом и по его изменению судят о переносимости физических нагрузок, интенсивности восстановления миофибрилл после мышечной работы.

Альбумины и глобулины. Это низкомолекулярные основные белки плазмы крови. Альбумины составляют 50—60 % всех белков сыворотки крови, глобулины — 35—40 %. Они выполняют разнообразные функции в организме: входят в состав иммунной системы, особенно глобулины, и защищают организм от инфекций, участвуют в поддержании рН крови, транспортируют различные органические и неорганические вещества, используются для построения других веществ. Количественное соотношение их в сыворотке крови в норме относительно постоянно и отражает состояние здоровья человека. Соотношение этих белков изменяется при утомлении, многих заболеваниях и может использоваться в спортивной медицине как диагностический показатель состояния здоровья.

Мочевина. При усиленном распаде тканевых белков, избыточном поступлении в организм аминокислот в печени в процессе связывания токсического для организма человека аммиака (МНЗ) синтезируется нетоксическое азотсодержащее вещество — мочевина. Из печени мочевина поступает в кровь и выводится с мочой.

Концентрация мочевины в норме в крови каждого взрослого человека индивидуальна — в пределах 3,5—6,5 ммоль • л⁻¹. Она может увеличиваться до 7—8 ммоль • л⁻¹ при значительном поступлении белков с пищей, до 16—20 ммоль • л⁻¹ — при нарушении выделительной функции почек, а также после выполнения длительной физической работы за счет усиления катаболизма белков до 9 ммоль • л⁻¹ и более.

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 (рис. 1). 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, то это свидетельствует о недовосстановлении организма либо развитии его утомления.

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 %.

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. У мужчин оно составляет 18—32 мг • кг⁻¹ массы тела в сутки, у женщин — 10—25 мг • кг⁻¹. По содержанию креатинина в моче можно косвенно оценить скорость креатинфосфокиназной реакции, а также содержание мышечной массы тела. По количеству креатинина, выделяемого с мочой, определяют содержание тощей мышечной массы тела согласно следующей формуле:

тощая масса тела = 0,0291 x креатинин мочи (мг • сут⁻¹) + 7,38.

Изменение количества тощей массы тела свидетельствует о снижении или увеличении массы тела спортсмена за счет белков. Эти данные важны в атлетической гимнастике и силовых видах спорта.

Креатин. В норме в моче взрослых людей креатин отсутствует. Обнаруживается он при перетренировке и патологических изменениях в мышцах, поэтому наличие креатина в моче может использоваться как тест при выявлении реакции организма на физические нагрузки.

В моче у детей раннего возраста креатин постоянно присутствует, что связано с преобладанием его синтеза над использованием в скелетных мышцах.

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. К показателям КОС, которые в норме относительно постоянны, относятся:

рН крови (7,35—7,45);

рСО₂ — парциальное давление углекислого газа (H₂CO₃ + CO₂) в крови (35—45 мм рт. ст.);

5В — стандартный бикарбонат плазмы крови НСО₃, который при полном насыщении крови кислородом составляет 22—26 мэкв • л⁻¹;

ВВ — буферные основания цельной крови либо плазмы (43— 53 мэкв • л⁻¹) — показатель емкости всей буферной системы крови или плазмы;

Л/86 — нормальные буферные основания цельной крови при физиологических значениях рН и CO₂ альвеолярного воздуха;

BE — избыток оснований, или щелочной резерв (от —2,4 до +2,3 мэкв · л⁻¹) — показатель избытка или недостатка буферной емкости (BB - БВВ = BE).

Показатели КОС отражают не только изменения в буферных системах крови, но и состояние дыхательной и выделительной систем организма. Состояние кислотно-основного равновесия (КОР) в организме характеризуется постоянством рН крови (7,34—7,36).

Таблица 3

Изменение кислотно-основного состояния организма

Кислотно-основное состояние	рН мочи	Плазма НСО ₃ , ммоль · л ⁻¹	Плазма Н ₂ СО ₃ , ммоль · л ⁻¹
Норма	6—7	25	0,625
Дыхательный ацидоз	↓	↑	↑
Дыхательный алкалоз	↑	↓	↓
Метаболический ацидоз	↓	↓	↓
Метаболический алкалоз	↑	↑	↑

Примечание. Направление стрелки указывает на повышение или понижение показателей

Установлена обратная 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 и рост тренированности спортсмена, поскольку при биохимическом контроле КОС можно определять один из этих показателей.

Наиболее информативным показателем КОС является величина BE — щелочной резерв, который увеличивается с повышением квалификации спортсменов, особенно специализирующихся в скоростно-силовых видах спорта. Большие буферные резервы организма являются серьезной предпосылкой для улучшения спортивных результатов в этих видах спорта.

Активная реакция мочи (рН) находится в прямой зависимости от кислотно-основного состояния организма. При метаболическом ацидозе кислотность мочи увеличивается до рН 5, а при метаболическом алкалозе снижается до рН 7. В табл. 3 показана направленность изменения значений рН мочи во взаимосвязи с показателями кислотно-основного состояния плазмы (по Т.Т. Березову и Б.Ф. Коровкину, 1998).

Биологически активные вещества — 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 и др. Для отдельных клеточных ферментов, например лактатдегидрогеназы скелетных мышц, характерно наличие нескольких форм (изоферментов). Появление в крови индикаторных ферментов или их отдельных изоформ, что связано с нарушением проницаемости клеточных мембран тканей, может использоваться при биохимическом контроле за функциональным состоянием спортсмена.

В спортивной практике часто определяют наличие в крови таких тканевых ферментов процессов биологического окисления веществ, как альдолаза — фермент гликолиза и каталаза — фермент, осуществляющий восстановление перекисей водорода. Появление их в крови после физических нагрузок является показателем неадекватности физической нагрузки, развития утомления, а скорость их исчезновения свидетельствует о скорости восстановления организма.

После выполненных физических нагрузок в крови могут появляться отдельные изоформы ферментов — креатинкиназы, лактатдегидрогеназы, характерные для какой-то отдельной ткани. Так, после длительных физических нагрузок в крови спортсменов появляется изоформа креатинфосфокиназы, характерная для скелетных мышц; при остром инфаркте миокарда в крови появляется изоформа креатинкиназы, характерная для сердечной мышцы. Если физическая нагрузка вызывает значительный выход ферментов в кровь из тканей и они долго сохраняются в ней в период отдыха, то это свидетельствует о невысоком уровне тренированности спортсмена, а, возможно, и о предпатологическом состоянии организма.

Гормоны, При биохимической диагностике функционального состояния спортсмена информативными показателями является уровень гормонов в крови. Могут определяться более 20 различных гормонов, регулирующих разные звенья обмена веществ. Концентрация гормонов в крови довольно низкая и обычно варьируется в пределах от 10^{-8} до 10^{-11} моль \cdot л $^{-1}$, что затрудняет широкое использование этих показателей в спортивной диагностике. Основные гормоны, которые используются при оценке функционального состояния спортсмена, а также их концентрация в крови в норме и направленность изменения при стандартной физической нагрузке представлены в табл. 4.

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.

Витамины. Выявление витаминов в моче входит в диагностический комплекс характеристики состояния здоровья спортсменов, их физической работоспособности. В практике спорта чаще всего выявляют обеспеченность организма водорастворимыми витаминами, особенно витамином С. В моче витамины появляются при достаточном обеспечении ими организма. Данные многочисленных исследований свидетельствуют о недостаточной обеспеченности многих спортсменов витаминами, поэтому контроль их содержания в организме позволит своевременно скорректировать рацион питания или назначить дополнительную витаминизацию путем приема специальных поливитаминных комплексов.

Минеральные вещества В мышцах образуется неорганический фосфат в виде фосфорной кислоты (H₃PO₄) при реакциях перефосфорилирования в креатинфосфокиназном механизме синтеза АТФ и других процессах. По изменению его концентрации в крови можно судить о мощности креатинфосфокиназного механизма энергообеспечения у спортсменов, а также об уровне тренированности, так как прирост неорганического фосфата в крови спортсменов высокой квалификации при выполнении анаэробной физической работы больше, чем в крови менее квалифицированных спортсменов.

Таблица 4. Направленность изменений концентрации гормонов в крови при физических нагрузках.

Гормон	Концентрация в крови, нг • л ⁻¹	Направленность изменения концентрации при физических нагрузках
Адреналин	0-0,07	↑
Инсулин	1—1,5	↓
Глюкагон	70-80	↑
Соматотропин	1-6	↑
АКТГ	10—200	↑
Кортизол	50-100	↑
Тестостерон	3—12 (мужчины) 0,1—0,3 (женщины)	↑
Эстрадиол	70-200	↓
Тироксин	50-140	↑

4. Биохимический контроль развития систем энергообеспечения организма при мышечной деятельности

Спортивный результат в определенной степени лимитируется уровнем развития механизмов энергообеспечения организма. Поэтому в практике спорта проводится контроль мощности, емкости и эффективности анаэробных и аэробных механизмов энергообразования в процессе тренировки, что можно осуществлять и по биохимическим показателям.

Для оценки мощности и емкости креатинфосфокиназного механизма энергообразования используются показатели общего алактатного кислородного долга, количество креатинфосфата и активность креатинфосфокиназы в мышцах. В тренированном организме эти показатели значительно выше, что свидетельствует о повышении возможностей креатинфосфокиназного (алактатного) механизма энергообразования.

Степень подключения креатинфосфокиназного механизма при выполнении физических нагрузок можно оценить также по увеличению в крови содержания продуктов обмена КрФ в мышцах (креатина, креатинина и неорганического фосфата) или изменению их содержания в моче.

Для характеристики гликолитического механизма энергообразования часто используют величину максимального накопления лактата в артериальной крови при максимальных физических нагрузках, а также величину общего и лактатного кислородного долга, значение рН крови и показатели КОС, содержание глюкозы в крови и гликогена в мышцах, активность ферментов лактатдегидрогеназы, фосфоорилазы и др.

О повышении возможностей гликолитического (лактатного) энергообразования у спортсменов свидетельствует более поздний выход на максимальное количество лактата в крови при предельных физических нагрузках, а также более высокий его уровень. У высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в скоростных видах спорта, количество лактата в крови при интенсивных физических нагрузках может возрасти до $26 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ и более, тогда как у нетренированных людей максимально переносимое количество лактата составляет $5\text{—}6 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$, а $10 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ может привести к летальному исходу при функциональной норме $1\text{—}1,5 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$. Увеличение емкости гликолиза сопровождается увеличением запасов гликогена в скелетных мышцах, особенно в быстрых волокнах, а также повышением активности гликолитических ферментов.

Для оценки мощности аэробного механизма энергообразования чаще всего используются уровень максимального потребления кислорода (МПК или ИЭ2тах), время наступления ПАНО, а также показатель кислородтранспортной системы крови — концентрация гемоглобина. Повышение уровня $\dot{V}O_2\text{тах}$ свидетельствует об увеличении мощности аэробного механизма энергообразования. Максимальное потребление кислорода у взрослых людей, не занимающихся спортом, у мужчин составляет $3,5 \text{ л} \cdot \text{мин}^{-1}$, у женщин — $2,0 \text{ л} \cdot \text{мин}^{-1}$ и зависит от массы тела. У высококвалифицированных спортсменов абсолютная величина $\dot{V}O_2\text{тах}$ у мужчин может достигать $6\text{—}7 \text{ л} \cdot \text{мин}^{-1}$, у женщин — $4\text{—}5 \text{ л} \cdot \text{мин}^{-1}$.

По длительности работы на уровне ПАНО судят о повышении емкости механизма энергообразования. Нетренированные люди не могут выполнять физическую работу на уровне ПАНО более $5\text{—}6$ мин. У спортсменов, специализирующихся на выносливость, длительность работы на уровне ПАНО может достигать $1\text{—}2$ ч.

Эффективность аэробного механизма энергообразования зависит от скорости утилизации кислорода митохондриями, что связано прежде всего с активностью и количеством ферментов окислительного фосфорилирования, количеством митохондрий, а также от доли жиров при энергообразовании. Под влиянием интенсивной тренировки аэробной направленности увеличивается эффективность аэробного механизма за счет увеличения скорости окисления жиров и увеличения их роли в энергообеспечении работы.

5. Биохимический контроль за уровнем тренированности, утомления и восстановления организма спортсмена

Уровень тренированности в практике биохимического контроля за функциональным состоянием спортсмена 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 нетренированными) при выполнении стандартной нагрузки, что связано с увеличением доли аэробных механизмов в энергообеспечении этой работы;

большее накопление молочной кислоты при выполнении предельной работы, что связано с увеличением емкости гликолитического механизма энергообеспечения;

повышение ПАНО (мощность работы, при которой резко возрастает уровень лактата в крови) у тренированных лиц по сравнению с нетренированными;

более длительная работа на уровне ПАНО;

меньшее увеличение содержания лактата в крови при возрастании

мощности работы, что объясняется совершенствованием анаэробных процессов и экономичностью энерготрат организма;

увеличение скорости утилизации лактата в период восстановления после физических нагрузок.

С увеличением уровня тренированности спортсменов в видах спорта на выносливость увеличивается общая масса крови: у мужчин — от 5—6 до 7—8 л, у женщин — от 4—4,5 до 5,5—6 л, что приводит к увеличению концентрации гемоглобина до 160—180 г • л⁻¹ — у мужчин и до 130—150 г • л⁻¹ — у женщин.

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, а также для решения других задач.

Утомление, вызванное физическими нагрузками максимальной и субмаксимальной мощности, взаимосвязано 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.

В спортивной диагностике для выявления утомления обычно определяют содержание гормонов симпато-адреналовой системы (адреналина и продуктов его обмена) в крови и моче. Эти гормоны отвечают за степень напряжения адаптационных изменений в организме. При неадекватном 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 желез и указывает на перенапряжение регуляторных функций организма, контролируемых адаптационными процессами.

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.

Определение компонентов иммунной системы требует специальных условий и аппаратуры. 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 (см. главу 18). 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 — мочевина. 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.

6. Контроль за применением допинга в спорте

В начале XX ст. в спорте для повышения физической работоспособности, ускорения процессов восстановления, улучшения спортивных результатов стали широко применять различные стимулирующие препараты, включающие гормональные, фармакологические и физиологические, — так называемые допинги. Использование их не только создает неравные условия при спортивной борьбе, но и причиняет вред здоровью спортсмена в результате побочного действия, а иногда являются причиной летального исхода. Регулярное применение допингов, особенно гормональных препаратов, вызывает нарушение функций многих физиологических систем:

сердечно-сосудистой;

эндокринной, особенно половых желез (атрофия) и гипофиза, что приводит к нарушению детородной функции, появлению мужских вторичных признаков у женщин (вирилизация) и увеличению молочных желез у мужчин (гинекомастия);

печени, вызывая желтухи, отеки, циррозы;

иммунной, что приводит к частым простудам, вирусным заболеваниям;

нервной, проявляющейся в виде психических расстройств (агрессивность, депрессия, бессонница);

прекращение роста трубчатых костей, что особенно опасно для растущего организма, и др.

Многие нарушения проявляются не сразу после использования допингов, а спустя 10—20 лет или в потомстве. Поэтому в 1967 г. МОК создал медицинскую комиссию (МК), которая определяет список запрещенных к использованию в спорте препаратов и ведет антидопинговую работу, организывает и проводит допингконтроль на наличие в организме спортсмена запрещенных препаратов. Каждый спортсмен, тренер, врач команды должен знать запрещенные к использованию препараты.

Классификация допингов

К средствам, которые используются в спорте для повышения спортивного мастерства, относятся: допинги, допинговые методы, психологические методы, механические факторы, фармакологические средства ограниченного использования, а также пищевые добавки и вещества.

К средствам, которые причиняют особый вред здоровью и подвергаются контролю, относятся допинги и допинговые методы (манипуляции).

По фармакологическому действию допинги делятся на пять классов: 1 — психостимуляторы (амфетамин, эфедрин, фенамин, кофеин, кокаин и др.); 2 — наркотические средства (морфин, алкалоиды-опиаты, промедол, фентанил и др.); 3 — анаболические стероиды (тестостерон и его производные, метан-дростенолон, ретаболил, андродиол и многие другие), а также анаболические пептидные гормоны (соматотропин, гонадо-тропин, эритропоэтин); 4 — бета-блокаторы (анапримин (пропранолол), окспренолол, надолол, атенолол и др.); 5 — диуретики (новурит, дихлоти-азид, фуросемид (лазикс), клопамид, диакарб, верошпирон и др.).

Допинги являются биологически активными веществами, выделенными из тканей животных или растений, получены синтетически, как и их аналоги. Многие допинги входят в состав лекарств от простуды, гриппа и других заболеваний, поэтому прием спортсменом лекарств должен согласовываться со спортивным врачом во избежание неприятностей при допингконтроле.

К допинговым методам относятся кровяной допинг, различные манипуляции (например, подавление процесса овуляции у женщин и др.).

Биологическое действие в организме отдельных классов допингов разнообразно. Так, психостимуляторы повышают спортивную деятельность путем активации деятельности ЦНС, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, что улучшает энергетику и сократительную активность скелетных мышц, а также снимают усталость, придают уверенность в своих силах, однако могут привести к предельному напряжению функций этих систем и истощению энергетических ресурсов. Наркотические вещества подавляют болевую чувствительность, так как являются сильными анальгетиками, и отдалают чувство утомления. Анаболические стероиды усиливают процессы синтеза белка и уменьшают их распад, поэтому стимулируют рост мышц, количества эритроцитов, способствуя ускорению адаптации организма к мышечной деятельности и процессов восстановления, улучшению композиционного состава тела. Бета-блокаторы противодействуют эффектам адреналина и норадреналина, что как бы успокаивает спортсмена, повышает адаптацию к физическим нагрузкам на выносливость. Диуретики, или мочегонные средства усиливают выведение из организма солей, воды и некоторых

химических веществ, что способствует снижению массы тела, выведению запрещенных препаратов.

Следует отметить, что среди рассмотренных классов допинга наиболее часто применяются анаболические стероиды. В тяжелой атлетике, пауэрлифтинге, бодибилдинге их применяют около 90 % мужчин и 20 % женщин. В других видах спорта они используются в меньшей степени (78 % — футболисты, 40 % — спринтеры). При этом используемые дозы могут многократно превышать рекомендуемые (5—10 мг) и достигать 300 мг и даже 2 г.

Задачи, объекты и методы допингконтроля

Задачей допингконтроля является выявление возможного использования допинговых веществ и допинговых методов спортсменами на соревнованиях и в процессе тренировки, применение к виновным специальных санкций.

Допингконтроль проводится во время Олимпийских игр, чемпионатов мира и Европы, а в последнее время — и на менее крупных соревнованиях либо даже в период тренировки (по решению международных спортивных организаций). Назначается допинговый контроль медицинской комиссией МОК или НОК, а проводится аккредитованными МОК специальными лабораториями, обычно той страны, в которой проводятся соревнования. Допинглаборатории существуют при биохимических или других институтах, оснащенных современной аппаратурой.

В последнее время в качестве основного объекта контроля используется проба мочи, поскольку это неинвазивный объект и собрать можно неограниченный объем. Образец мочи должен составлять не менее 100 мл с pH 6,5. Забор мочи производят в присутствии эксперта МК МОК. Собранная проба делится на две части и на холоду доставляется в центр допингового контроля.

С целью обнаружения применения кровяного допинга используют образцы венозной крови.

Для выявления допинговых веществ в моче или крови спортсмена применяются высокочувствительные методы биохимического анализа, так как концентрация этих веществ незначительна. К таким методам относятся: газовая хроматография, масс-спектрометрия, жидкостная хроматография, флюоресцентный иммунный анализ. При этом следует использовать не менее двух методов.

Хотя методы допингконтроля высокочувствительны, в настоящее время затруднения вызывает выявление анаболических пептидных гормонов (соматотропина, эритропоэтина и др.), а также применение кровяного допинга.

Список литературы

1. Биохимия: Учебник для институтов физической культуры/ Под ред. В.В. Меньшикова, Н.И. Волкова.- М.: Физкультура и спорт, 1986. – 384 с.
2. Рогозкин В.А. Биохимическая диагностика в спорте. – Л.: Наука, 1988. – 50 с.
3. Хмелевский Ю.В., Усатенко О.К. Основные биохимические константы в норме и при патологии. – Киев: Здоров'я, 1984. – 120 с.

4. Физиологическое тестирование спортсменов высокого класса/ Под ред. Дж. Дункана МакДауэла, Говарда Э. Уэнгера, Говарда Дж. Грина. – Киев:Олимпийская литература,1998. – 430 с.

5. Н.И. Волков, Э.Н. Несен, А.А. Осипенко, С.Н. Корсун, Олимпийская литература, 2000. – 502 с.