

лекция

**БИОХИМИЧЕСКИЙ  
КОНТРОЛЬ В СПОРТЕ**

- ⦿ При адаптации организма к физическим нагрузкам, 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.
- ⦿ Поэтому в спорте наряду с медицинским, педагогическим, психологическим и физиологическим контролем используется биохимический контроль за функциональным состоянием спортсмена.

# Цели и задачи биохимического контроля в спорте

- ◎ ЦЕЛЬ: изучение закономерностей биохимической адаптации организма спортсмена к интенсивным тренировочным и соревновательным нагрузкам.

# Задачи биохимического контроля в спорте

1. Диагностика спортивной работоспособности и тренированности спортсмена (соответствия применяемых нагрузок функциональному состоянию).
2. Биохимический контроль за восстановлением после нагрузок.
3. Биохимическая оценка эффективности новых методов тренировки, действия специальных средств и факторов питания (*используемых для повышения работоспособности, ускорения восстановления и улучшения адаптации организма к физическим нагрузкам*).

## Задачи биохимического контроля в спорте

4. Выявление случаев перенапряжения и перетренированности организма.
5. Оценка состояния здоровья и выявление начальных признаков заболеваний.
6. Осуществление антидопингового контроля за спортсменами на Олимпийских играх и других международных соревнованиях.

Биохимический контроль является составной частью комплексного контроля (педагогического, медицинского, психологического, физиологического), осуществляемого за состоянием здоровья и тренированностью спортсменов.

Такой контроль на уровне сборных команд осуществляют комплексные научные группы (КНГ), в состав которых входит несколько специалистов: биохимик, физиолог, психолог, врач, тренер.

- ⦿ Диагностика тренированности и работоспособности спортсмена, оценка эффективности воздействия тренировочных нагрузок на его организм необходима как на отдельных тренировочных занятиях, так и в микро- и макроциклах, на различных этапах годичного цикла и многолетней тренировки в целом.

# ВИДЫ БИОХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

- ⊙ В годичном тренировочном цикле подготовки квалифицированных спортсменов выделяют разные виды биохимического контроля:
- ⊙ 1. текущие обследования (ТО), проводимые повседневно в соответствии с планом подготовки;
- ⊙ 2. этапные комплексные обследования (ЭКО), проводимые 3—4 раза в год;
- ⊙ 3. углубленные комплексные обследования (УКО), проводимые 2 раза в год;
- ⊙ 4. обследование соревновательной деятельности (ОСД).



Биохимические исследования проводят в динамике:

- в покое;
- во время работы (мышечная деятельность);
- на отдыхе (в восстановительном периоде).

- ◎ Срочный эффект тренировки оценивается по изменению биохимических показателей обмена веществ, которые наступают непосредственно во время мышечной деятельности и сохраняются на достигнутом уровне в течение очень короткого промежутка времени после ее окончания (обычно 1 - 3 мин).

- ① Отставленный (отдаленный) эффект тренировки оценивается по динамике биохимических процессов, происходящих в организме в восстановительном периоде.
- ① Отличительной чертой этого периода является наступление фазы суперкомпенсации в восстановлении организма (сверх параметров, которые были до нагрузки – отсюда рост тренированности);

- ◎ Кумулятивный (накопительный) эффект тренировки определяется суммированием адаптационных биохимических изменений в организме на достаточно продолжительном этапе тренировки.
- ◎ Он позволяет:
  - - оценить специфичность биохимической адаптации организма спортсмена при многолетней тренировке;
  - - составить прогноз его совершенствования.

*В связи с этим очень важным является проведение повторных биохимических исследований реакций организма при выполнении стандартных тренировочных нагрузок на различных этапах подготовки спортсмена.*

# выбор тестов и биохимических методов

- ◎ Биохимические методы контроля в спорте должны быть:
  - - надежны и информативны;
  - - не должны наносить спортсменам психологических травм при взятии проб для анализа;
  - - должны быть безболезненными;
  - - ограничиваться микроколичеством исследуемого материала;
  - - обеспечивать быструю обработку в течение 10-15 мин.

*С этой целью выпускается специальное лабораторное оборудование, приборы и наборы химреактивов для экспресс-анализа.*

- ⦿ 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 1P-400 швейцарской фирмы «Доктор Ланге» или других фирм.

# Для биохимического контроля используют

- ⦿ - мочу
- ⦿ - кровь
- ⦿ - слюну
- ⦿ - пот
- ⦿ - выдыхаемый воздух
- ⦿ - биопсия мышц.

## выбор тестов и биохимических методов

- ⊙ Чаще всего подвергается анализу **кровь и моча** спортсменов.
- ⊙ Относительно редко используются для анализа:
  - биопсию мышц;
  - пробы слюны;
  - пота;



- ⦿ Для биохимического анализа мочи и крови используют специальные диагностические экспресс-наборы. 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.

- ⦿ Для этих исследований требуется небольшое количество крови - 0,01—0,05 мл.
- ⦿ Берут ее из безымянного пальца руки либо из мочки уха.
- ⦿ После выполненной физической работы забор крови проводят спустя 3—7 мин, когда в ней наступают наибольшие биохимические изменения.

# В крови определяют

- ⦿ Кол-во форменных элементов;
- ⦿ Концентрацию гемоглобина;
- ⦿ Щелочной резерв крови
- ⦿ Концентрацию белка в плазме крови;
- ⦿ Концентрацию глюкозы.
- ⦿ Концентрацию лактата.
- ⦿ Концентрацию триглицеридов
- ⦿ Концентрацию кетоновых тел
- ⦿ Концентрацию мочевины.
- ⦿ Концентрацию некоторых ферментов (КФК, ЛДГ, АСТ, АЛТ).

# Забор крови на допинг

- Не может быть взят, пока участник не закончит соревновательную программу в день тестирования.
- Кровяной забор может быть проведен до, после или вместо забора мочи.
- После 2-х неудачных попыток забора крови из вены, следующий забор может быть осуществлен не ранее 24 часов.
- В течение 48 часов у спортсмена не может быть взято более 2-х проб.
- Суммарная доза забора крови не может быть больше 20 мл.
- Забор крови должен всегда проводиться врачами или медицинскими сотрудниками, прошедшими специальную подготовку.
- Кровь должна анализироваться только на предмет использования ЭПО, ГН, или других запрещенных препаратов.

- ⦿ Каждый спортсмен, который должен сдать пробу, должен также представить информацию по специальной форме в том числе:
- ⦿ О применении любых лекарств, которые могут повлиять на процедуру забора крови, особенно те, которые влияют на свертываемость крови;
- ⦿ О любых других лекарствах или пищевых добавках, которые спортсмен употреблял за 3 дня до старта;
- ⦿ О любых повреждениях кровеносной системы;
- ⦿ О переливании крови и причину переливания за 6 месяцев до начала соревнований.

# Биологический паспорт спортсмена

- Структура биологического паспорта спортсмена состоит из трех модулей, по которым распределяются все индивидуальные показатели спортсмена:
  1. **Гематологический модуль** – программа, в которой собраны все биологические маркеры эритропоэза (процесс образования эритроцитов в костном мозге), измеренные в крови спортсмена.
  2. **Стероидный модуль** – программа, в которой собрана информация о маркерах измененного метаболизма эндогенных (внутренних, природных, естественных) стероидов в пробах мочи. Позволяет обнаружить допинг с применением тестостерона и его прекурсоров (предшественников), а также препаратов, которые действуют как антагонисты рецепторов эстрогена и ингибиторы ароматазы (класс лекарственных препаратов, которые используются для снижения концентрации эстрогенов в крови и повышения уровня собственного тестостерона). Стероидный модуль БПС введен в действие с 01 января 2014 года.
  3. **Эндокринный модуль** – программа, в которой собрана информация о маркерах наличия в крови избыточного количества гормонов роста. Планируемый период введения эндокринного модуля БПС в действие – до конца 2014 года.

## Биологический паспорт спортсмена

- После очередного забора проб у конкретного спортсмена эти показатели сравнивают не с усредненными показателями или показателями других спортсменов, а с индивидуальными показателями этого же спортсмена, полученными ранее.
- Спортсмен выступает в роли эталона для себя самого, поэтому в любой момент у специалистов антидопинговой организации имеется возможность предсказать ожидаемые показатели всех биологических маркеров конкретного спортсмена, исключительно на основании данных биологического паспорта этого спортсмена.
- Границы естественных отклонений показателей биологических маркеров внутри одного организма гораздо меньше, чем подобные границы, но установленные для некой общности людей, следовательно, биологический паспорт спортсмена позволяет определить использование даже микродоз запрещенных веществ и (или) кратковременное применение запрещенных методов.

# Гематологический паспорт спортсмена (ГПС)

- – это модуль БПС, в котором собрана вся информация о маркерах эритропоэза, измеренных в пробах крови спортсмена. ГПС позволяет обнаружить любую форму рекомбинантного ЭПО, а также любую форму переливания крови или манипуляций с составом крови.
- Всемирное антидопинговое агентство зарегистрировало следующие параметры, которые заносятся в ГПС: □ HCT: hematocrit (**гематокрит**) □ HGB: hemoglobin (**гемоглобин**) □ RBC: red blood cells count (**количество эритроцитов**) □ RET%: the percentage of reticulocyte (**процентное содержание ретикулоцитов**) □ RET#: reticulocytes count (**количество ретикулоцитов**) □ MCV: mean corpuscular volume (**средний объем эритроцита**) □ MCH: mean corpuscular hemoglobin (**средний эритроцитный гемоглобин**) □ MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration (**средняя концентрация корпускулярного гемоглобина**).
- Эти параметры измеряются на основании гемограммы проб крови спортсмена.
- Из всей совокупности перечисленных параметров еще выводятся многопараметральные маркеры: «OFF-score» (индекс стимулирования) и ABPS (атипичный показатель профиля крови).



# ГПС

- ⦿ Несмотря на то, что все параметры получают по результатам анализов проб крови спортсмена, **только маркеры HGB и OFF-score сегодня отвечают условиям, позволяющим наложить на спортсмена санкции.**
- ⦿ *Остальные биологические маркеры используются комиссией независимых экспертов в качестве дополнительных показателей для того, чтобы отличить кровяной допинг, испорченную пробу крови (например, в результате гемолиза) и/или диагностику патологии в организме.*
- ⦿ При принятии решения комиссия должна учесть шесть гетерогенных искажающих факторов, занесенных в ГПС:  пол (постоянный фактор)  этническое происхождение (постоянный фактор)  возраст (постоянный фактор)  высота над уровнем моря (фактор, меняющийся при каждом измерении)  вид спорта (постоянный фактор)  используемая технология (фактор, меняющийся при каждом измерении).
- ⦿ **ГПС – единственный модуль БПС, уже использующийся сегодня в постоянной практике нескольких спортивных федераций**

# В моче определяют

- - объем
- -плотность
- - кислотность (pH)\*
- - сухой остаток
- - лактат
- - мочевины\*
- - кетоновые тела\*
- - показатели свободнорадикального окисления
- - патологические **компоненты** (белок\*, сахар\*, цилиндры, эритроциты и др.)
- \_\_\_\_\_
- \* - Есть методы экспресс диагностики

# Лабораторные тесты проводятся

- - после стандартных физических нагрузок и тестов (велоэргометрических, степ-теста, комбинированных функциональных проб);
- - после специальных тестов (дозированные физические нагрузки, соответствующие данному виду спорта: бег, плавание, контрольные упражнения и прикидки и др.);
- Эти нагрузки проводятся в естественных условиях тренировки и соревнований.

## Диагностика состояния организма по биохимическим показателям крови

- ◎ По изменению содержания глюкозы в крови можно судить о мобилизации и степени использования углеводов организма.
- ◎ В норме в покое в крови содержится 3,3-6,0 ммоль/л глюкозы.
- ◎ Умеренное повышение уровня глюкозы в крови свидетельствует об адекватности приспособительных реакций организма на нагрузку.
- ◎ При значительном возбуждении (эмоциональный стресс, большое кратковременное физическое напряжение и др.) содержание глюкозы в крови может резко возрасти сверх почечного порога — 8-9 ммоль/л - до состояния гипергликемии.
- ◎ При очень утомительных, изнуряющих нагрузках может наблюдаться явление гипогликемии: понижение уровня глюкозы до 2,5-2,7 ммоль/л.

- ◎ По изменению содержания лактата (молочной кислоты) в крови судят об интенсивности анаэробных гликолитических процессов.
- ◎ Нормальным уровнем лактата в покое является 0,5-1,5 ммоль/л.
- ◎ При нагрузках аэробного характера содержание лактата обычно не возрастает более 5,5-8,0 ммоль/л;
- ◎ При ярко выраженных анаэробных нагрузках — превышает 20-22 ммоль/л и может достигать 25-30 ммоль/л.
- ◎ Об увеличении аэробных возможностей организма под влиянием тренировки свидетельствует понижение уровня лактата в крови при выполнении стандартных нагрузок на велоэргометре (тест PWC-170) в динамике через 4-6 месяцев тренировок;

## Динамика уровня мочевины в крови

- отражает состояние белкового обмена.
- В покое у спортсменов в крови обычно содержится 3,3-5,8 ммоль/л мочевины (норма — 2,5-8,0 ммоль/л).
- При физических нагрузках, адекватных возможностям спортсмена, уровень мочевины практически не изменяется.
- При большом утомлении в тканях значительно усиливается катаболизм белков и окисление аминокислот, что приводит к увеличению содержания мочевины в крови до 10-13 ммоль/л и более.
- Сохранение этого уровня мочевины в крови, взятой натощак, после ночного отдыха, свидетельствует о незакончившемся восстановлении организма и требует корректировки УТП;
- Нормализация уровня мочевины указывает на успешное восстановление организма после тяжелой физической нагрузки.

- ① У хорошо тренированных спортсменов биохимические изменения в организме (и в крови) при стандартных дозированных физических нагрузках менее значительны, а при соревновательных — более выражены, чем у мало- или нетренированных.
- ① Процессы восстановления у первых протекают более эффективно, поэтому биохимические показатели крови нормализуются быстрее.

# Выдыхаемый воздух

Работа в спец. маске с клапаном.

Выдыхаемый воздух собирают в спец. дыхательный мешок.

Газоанализатором определяют в нем содержание кислорода и углекислого газа. Рассчитывают:

- ⊙ - МПК
- ⊙ -кислородный приход (воздух за время выполнения работы)
- ⊙ - кислородный долг (воздух после завершения работы)
- ⊙ - дыхательный коэффициент



# В СЛЮНЕ определяют

- ⦿ - активность фермента АМИЛАЗЫ\*
- ⦿ - величину рН.
- ⦿
- ⦿ \* - судят об интенсивности углеводного обмена (есть корреляция активности амилазы в слюне с тканевыми ферментами обмена углеводов).

# ПОТ

- ⦿ Вытирают спортсмена х/б-полотенцем после нагрузки.
- ⦿ Его замачивают в дистиллированной воде, где растворяются компоненты пота.
- ⦿ Раствор выпаривают в вакууме и подвергают химическому анализу.
- ⦿ **Оценивают состояние минерального обмена.**

# **Ipramorelin** – новое поколение релизинг пептидов гормона роста

- ◎ **Ипаморелин** является пептидным препаратом, который усиливает выработку собственного гормона роста. Принцип его действия очень схож с другими представителями данной группы (GHRP 2, GHRP 6), но при этом он обладает рядом преимуществ. Основные из них:
- ◎ сильная стимуляция секреции гормона роста (ГР);
- ◎ сохранение его естественной кривой;
- ◎ отсутствие изменений аппетита;
- ◎ отсутствие влияния на количество пролактина и кортизола.
- ◎ **Ipramorelin** был синтезирован в 1998 г путем замены одного фрагмента GHRP и введением в цепочку таких элементов как GABA (гамма-аминомасляная кислота), гистидин и декстро форма 2-нафтиламин.

# Iramorelin

- ⦿ Кроме увеличения выработки ГР, Iramorelin обладает следующими положительными эффектами:
- ⦿ улучшение ментальной концентрации и внимательности;
- ⦿ ускорение процессов восстановления организма после тренировок и эмоциональных встрясок;
- ⦿ улучшение качества сна;
- ⦿ укрепление костей и восстановление суставов и связок;
- ⦿ обладает омолаживающим действием (разглаживает морщины).
- ⦿ Источник: [www.sport-peptides.com.ua](http://www.sport-peptides.com.ua)