

Раздел I

Влияние мышечной деятельности на моторные и вегетативные функции организма, качество нервных процессов

Лекция 1

Морфофункциональная специализация спортсмена в свете теории адаптации

Вопросы:

1. Морфофункциональная специализация организма спортсмена и основные процессы, лежащие в ее основе. Гетерохронность и специфичность приспособительных перестроек организма.

2. Особенности адаптации нервно-мышечной системы к нагрузкам силового и аэробного характера.

3. Стимуляция адаптационных перестроек организма спортсмена посредством соревновательной деятельности.

4. Профилактика негативных морфофункциональных перестроек организма спортсмена в ходе формирования долговременной адаптации к специализированным тренировочным нагрузкам.

1. Морфофункциональная специализация организма спортсмена и основные процессы, лежащие в ее основе. Гетерохронность и специфичность приспособительных перестроек организма.

Спортивная тренировка – это сложный, многолетний процесс, который имеет определенную структуру и осуществляется в строгом соответствии с биологическими закономерностями роста и развития организма человека. Его морфофункциональные эффекты не сопоставимы с результатами любых других видов мышечной активности, присущих виду гомо сапиенс. Даже тяжелый физический труд в сложных климатических условиях не вызывает в организме человека таких глубоких адаптационных перестроек, которые происходят у спортсменов высокой квалификации под влиянием систематических тренировочных воздействий, особенно если они направлены на развитие выносливости.

Систематические тренировочные нагрузки вызывают целый комплекс структурных и функциональных изменений во всех физиологических системах организма, несущих на себе основную нагрузку при выполнении конкретного вида двигательной деятельности. В каждой из них происходят свои строго определенные приспособительные перестройки, характер которых определяется спецификой выполняемых физических нагрузок. Совокупность адаптационных изменений различных функций организма определяет уровень специальной физической работоспособности и тренированности спортсмена.

Морфофункциональная специализация организма спортсмена в первую очередь проявляется в перестройке регуляторных влияний со стороны ЦНС на деятельность физиологических систем организма, а также в изменениях морфологических характеристик и метаболических свойств скелетных мышц в соответствии с особенностями физических нагрузок, характерных для избранного вида спорта.

В основе формирования морфофункциональной адаптации организма спортсмена к специфическим тренировочным воздействиям лежат 2 взаимосвязанных процесса:

1. Развитие в требуемом направлении функциональных возможностей нервно-мышечной системы и систем вегетативного обеспечения мышечной деятельности на базе структурных и биохимических изменений.

2. Формирование и совершенствование взаимодействия между всеми физиологическими системами, обеспечивающими высокий уровень специальной работоспособности организма спортсмена, посредством совершенствования координационной деятельности ЦНС.

Адаптационные перестройки, обеспечивающие морфофункциональную специализацию организма спортсмена, происходят гетерохронно. Известно, что в развитии приспособительных перестроек организма существует строго определенная последовательность. Кроме того, начало интенсивного прироста отдельных показателей, характеризующих функциональные возможности конкретной физиологической системы, не совпадает во времени.

Подобная гетерохронность обусловлена неуклонным увеличением тренировочных нагрузок в процессе многолетней подготовки спортсмена, что закономерно повышает требования к функциональным возможностям физиологических систем организма, несущих на себе основную нагрузку при выполнении мышечной деятельности. Это требует мобилизации дополнительных потенциальных возможностей организма, способных обеспечить эффективное выполнение возросших физических нагрузок.

Характер приспособительных перестроек, происходящих в организме спортсмена в процессе систематической спортивной тренировки, определяется интенсивностью и продолжительностью выполняемых физических нагрузок, особенностями энергетического и структурного обеспечения мышечной деятельности.

При *относительно умеренной, но продолжительной нагрузке* (например, бег на длинные дистанции) приспособительные перестройки организма направлены на активизацию процессов энергопродукции. Это достигается путем увеличения количества и размеров митохондрий, а также количества и активности окислительных ферментов, содержащихся в скелетной мускулатуре. Одновременно усиливается капилляризация мышц. В результате возрастает потребление мышечной тканью кислорода из притекающей к ней крови, повышается эффективность аэробного энергообеспечения мышечной деятельности.

Выполнение *мощных, высокоинтенсивных, но кратковременных физических нагрузок* (например, подъем тяжестей, бег на короткие дистанции) активизирует синтез сократительных белков мышцы, т.е. миофибрилл. Это приводит к развитию выраженной гипертрофии мышц, которая сопровождается снижением удельной плотности в них митохондрий и капилляров. Данные приспособительные перестройки уменьшают снабжение скелетной мускулатуры кислородом, увеличивают продукцию молочной кислоты, что способствует быстрому развитию утомления при выполнении нагрузок, требующих проявления выносливости.

Подобная специфичность морфофункциональных перестроек мышц при выполнении тренировочной работы различной направленности не позволяет им быть одновременно и выносливыми, и сильными.

Приспособительные перестройки кислородтранспортной системы, формирующиеся под влиянием систематических тренировочных нагрузок, применяемых в избранном виде спорта, также характеризуются специфичностью. К сожалению, обратной стороной выраженной морфофункциональной специализации организма спортсмена к систематическим тренировочным воздействиям является снижение общего уровня его физического здоровья. Подтверждением тому является повышенная чувствительность организма спортсмена высокой квалификации к неблагоприятным внешним воздействиям в состоянии «спортивной формы».

2. Особенности адаптации нервно-мышечной системы к нагрузкам силового и аэробного характера.

Повышение специальной работоспособности скелетных мышц в процессе спортивной тренировки связано с увеличением в них массы и мощности тех структур, которые обеспечивают адаптацию к конкретному виду двигательной деятельности.

Адаптация скелетных мышц к силовым нагрузкам

Главная особенность спортивных движений заключается в необходимости быстро наращивать силу мышечного сокращения. Сила мышечного сокращения определяется *центрально-нервными, периферическими и энергетическими факторами*.

Роль *центрально-нервных факторов* заключается в регулировании количества активируемых двигательных единиц (внутримышечная координация) и согласовании активности вовлекаемых в сокращение мышечных групп (межмышечная координация) посредством изменения частоты импульсации мотонейронов, степени синхронизации их импульсной активности. Чрезвычайно высокая роль ЦНС в развитии силы скелетной мускулатуры подтверждается тем, что в процессе специальной тренировки прирост силы мышц в 1,5–2 раза превышает увеличение мышечной массы.

В основе адаптации нейронов к интенсивной мышечной деятельности лежит активизация синтеза нуклеиновых кислот и белков, приводящая к гипертрофии и повышению работоспособности этих клеток. В процессе спортивной тренировки происходит также активизация заторможенных ранее мотонейронов, что увеличивает число двигательных единиц, участвующих в сокращении мышцы.

Таким образом, увеличение силы мышечных сокращений обеспечивается вовлечением в работу дополнительного количества двигательных единиц и усилением стимуляции уже функционирующих мышечных волокон.

Последовательная активизация сначала низкопороговых, а затем высокопороговых двигательных единиц позволяет тонко дозировать величину и продолжительность мышечных сокращений. При предельных и околопредельных напряжениях разнопороговые двигательные единицы активизируются практически одновременно.

Способность человека дифференцировать мышечное напряжение путем включения минимально необходимого количества двигательных единиц является одним из важнейших проявлений адаптации мышц к спортивной деятельности, значительно повышающей эффективность внутримышечной координации.

Еще одним важным направлением адаптации мышц является улучшение межмышечной координации. Систематическая спортивная тренировка приводит к устранению излишнего напряжения мышц-антагонистов и обеспечивает координацию деятельности мышц-синергистов при выполнении различных упражнений.

Среди *периферических факторов* силы особое значение имеет композиция мышц, которая практически не изменяется в процессе специальной спортивной тренировки т.к. на 99% генетически детерминирована.

В структуре мышцы различают 2 типа мышечных волокон, отличающихся друг от друга морфологическими, биохимическими и сократительными свойствами:

- медленно сокращающиеся (МС) или медленные (I тип, низкопороговые, окислительные, т.е. используют преимущественно аэробный путь ресинтеза АТФ);

- быстро сокращающиеся (БС) или быстрые (II тип, высокопороговые, гликолитические, т.е. используют преимущественно анаэробный путь ресинтеза АТФ). Существует 2 подтипа этих мышечных волокон – БСа (окислительно-гликолитические) и БСб (гликолитические).

Таблица 1 – Характеристика мышечных волокон различного типа

Тип волокон	Скоростные способности	Силовые способности	Аэробные способности
МС	Низкие	Низкие	Высокие
БСа	Высокие	Высокие	Средние
БСб	Высокие	Высокие	Низкие

В мышцах человека несколько больше МС-волокон (от 52% до 55%). Среди БС-волокон преобладают волокна типа БСа (30%–35%). Количество волокон типа БСб значительно меньше (12–15%). У выдающихся спортсменов медленные или быстрые волокна могут быть не просто преобладающими, но и составлять практически всю мышцу (от 91 до 99%) Выраженное преобладание в мышцах волокон какого-либо типа чаще встречается у мужчин.

Одним из основных путей адаптации мышц к тренировочным нагрузкам является их *гипертрофия*, связанная с увеличением количества миофибрилл и кровеносных капилляров в мышечном волокне.

Увеличение массы МС-волокон, связанное с увеличением числа и объема миофибрилл, количества и плотности митохондрий, приводит к увеличению удельного веса этих волокон в мышце. Это приводит к повышению ее выносливости и снижению скоростных способностей. Гипертрофия БС-волокон увеличивает их удельный вес в мышце, способствуя увеличению ее скоростного потенциала.

Несмотря на то, что тренировка соответствующей направленности способна значительно изменить объем тех или иных мышечных волокон, она не может изменить процентное соотношение количества БС- и МС-волокон, т.е. композицию мышц.

Рациональная тренировка аэробной направленности способна значительно повысить возможности окислительного способа энергообеспечения как БСа-, так и БСб-волокон, но не может вызвать в них изменений, присущих хорошо тренированным МС-волокнам. При этом МС-волокна мало подвержены скоростной тренировке.

Таким образом, достижение высоких спортивных результатов возможно только при избирательном и эффективном воздействии на генетически детерминированные функциональные возможности мышечных волокон соответствующего типа.

Энергетические факторы

Увеличение силовых способностей мышцы связано с увеличением ее способности к быстрой мобилизации химической энергии фосфатных соединений, содержащихся в мышце, и превращением ее в энергию механическую. Это достигается путем повышения активности тех или иных ферментов в соответствии с содержанием силовых нагрузок.

Энергетическое обеспечение кратковременных усилий большой мощности осуществляется в основном за счет алактатного анаэробного механизма. При этом используются внутримышечные резервы креатинфосфата. Тренировка с продолжительными мышечными усилиями (до 30 с) повышает активность гликолитических ферментов. При этом продолжительность каждого максимального усилия является более важным стимулом для увеличения ферментативной активности мышц, по сравнению с количеством выполненной работы.

Существенное значение в энергообеспечении кратковременных мышечных усилий имеют некоторые гормоны, в частности катехоламины.

Таким образом, можно говорить о специфическом характере адаптивных реакций мышц в зависимости от режима силовой работы.

Адаптация скелетных мышц к нагрузкам, требующим проявления выносливости

Адаптация мышц к нагрузкам на выносливость идет по двум направлениям: *метаболическому и гемодинамическому.*

Перестройки метаболизма

Метаболическая адаптация к нагрузкам аэробного характера включает увеличение количества и величины митохондрий, повышение активности окислительных ферментов, прирост содержания миоглобина, увеличение внутримышечного гликогена.

Выносливость лимитируется не недостатком поступления кислорода к работающим мышцам, а низкой способностью митохондрий мышц его использовать.

Развитие выносливости сопровождается экономизацией использования энергетического потенциала организма, что выражается в более активном использовании жиров при снижении утилизации углеводов.

Перестройки метаболических реакций в процессе адаптации к нагрузкам на выносливость обусловлены совершенствованием гормональной регуляции (значительно увеличивается содержание в крови кортизола и соматотропина на фоне сохранения или повышения уровня инсулина).

Перестройки гемодинамики

Приспособительные гемодинамические изменения связаны с усилением капилляризации мышц (число капилляров на 1 мм² мышечной ткани может увеличиться с 305 до 425), что способствует повышению потребления кислорода мышечными волокнами, увеличению артериовенозной разницы. Перестройке капиллярной сети всегда предшествует повышение активности аэробных ферментов.

Эффективность адаптации к длительной работе аэробного характера зависит также от совершенства внутри- и межмышечной координации.

3. Стимуляция адаптационных перестроек организма спортсмена посредством соревновательной деятельности.

Роль соревновательной деятельности в ходе многолетней подготовки спортсмена существенно трансформируется.

В тренировочном процессе начинающих юных спортсменов, в организме которых еще только формируются механизмы адаптации к интенсивной мышечной деятельности, соревнования следует рассматривать исключительно в качестве способа реализации того, что было достигнуто в процессе спортивной тренировки. Недостаточно высокие функциональные резервы детского организма обуславливают необходимость осторожного использования такого мощного средства физического воздействия как соревновательная нагрузка.

С ростом квалификации спортсмена темпы формирования долговременных приспособительных перестроек организма существенно замедляются. Соревновательная деятельность высококвалифицированного спортсмена является наиболее мощным средством стимуляции адаптационных реакций. Только она способна вывести физиологические системы его организма на предельный уровень активности, который во время тренировочных занятий оказывается не достижимым. При работе с спортсменами высокой квалификации, у которых уже сформирована выраженная устойчивая адаптация к тренировочным воздействиям, соревнования следует рассматривать еще и в качестве эффективного средства спортивной подготовки.

Создание соревновательного микроклимата в ходе реализации программы спортивной тренировки способствует более глубокой мобилизации функциональных резервов организма, выраженному приросту физической работоспособности спортсмена.

Таким образом, соревновательная деятельность является не просто средством реализации заложенных в ходе спортивной тренировки потенциальных возможностей спортсмена, но и необходимым условием поступательного совершенствования механизмов адаптации и расширения приспособительных возможностей его организма, особенно на заключительных этапах многолетней спортивной тренировки.

4. Профилактика негативных морфофункциональных перестроек организма спортсмена в ходе формирования долговременной адаптации к специализированным тренировочным нагрузкам.

Тренировочные нагрузки являются естественным биологическим фактором, формирующим и совершенствующим механизмы долговременной адаптации спортсмена к интенсивной мышечной деятельности. Однако способность организма человека к адаптации не безгранична. Необоснованно высокие по объему и интенсивности физические нагрузки, ранняя специализация тренировочного процесса ускоряют истощение резервов адаптации, особенно у детей и подростков. Следствием чего становится развитие таких патологических состояний как переутомление, перенапряжение, перетренированность. Только оптимальное построение спортивной тренировки на всех ее многолетних этапах обеспечивает максимальную реализацию индивидуальной способности спортсмена к адаптации при сохранении и повышении резервов здоровья.

Чрезмерные физические нагрузки приводят к ряду негативных морфофункциональных перестроек в организме спортсмена:

- снижение числа лимфоцитов и эозинофилов крови;
- временное нарушение синергизма (синхронного взаимодействия) симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы (доминирование того или другого);
- резкое изменение (падение или увеличение) глюкозы в крови;
- значительное уменьшение корреляции между частотой сердечных сокращений и дыхания;
- длительное искажение ритма и структуры дыхательных циклов;
- патологические трансформации сердца;
- появление атипичных вариантов реакции системы кровообращения на дозированную физическую нагрузку (при условии, что в обычном состоянии наблюдается нормотоническая реакция);
- выраженное нарушение пульса на психогенной основе (ЧСС в состоянии покоя при подсчете за 10 с отклоняется от обычной величины на 3 и более ударов);
- уменьшение размеров печени, селезенки, количества жировой ткани, нарушение белкового обмена.

Важнейшими условиями снижения цены адаптации к предельным и околопредельным узкоспециализированным тренировочным нагрузкам, характерным для спорта высших достижений, профилактики нарушений в состоянии здоровья спортсмена любого возраста и спортивной квалификации являются:

- планирование тренировочного процесса на основе результатов контроля оперативного, текущего и этапного функционального состояния спортсмена;
- использование внутренировочных средств ускорения процессов восстановления после мышечной деятельности.

Таким образом, первоочередной задачей тренера следует считать выведение спортсмена на максимально возможный для него уровень адаптации к специализированной мышечной деятельности и тренированности при обязательном сохранении состояния здоровья. Достижение высокого спортивного

результата ценой снижения резервов здоровья спортсмена не может считаться нормой.

Лекция № 2

Вегетативное обеспечение мышечной деятельности

Вопросы:

1. Энергетические потребности организма в процессе мышечной деятельности.
2. Обеспечение кислородного запроса сокращающейся мускулатуры.
3. Координация моторных (двигательных) и вегетативных функций при мышечной деятельности.
4. Роль исходного вегетативного тонуса и вегетативной реактивности в формировании вегетативного ответа организма на выполнение мышечной деятельности.
5. Характеристика внешнего дыхания в период мышечной деятельности.
6. Особенности носового и ротового дыхания при мышечной деятельности.
7. Характеристика центральной гемодинамики в период мышечной деятельности.

1. Энергетические потребности организма в процессе мышечной деятельности.

Выполнение любой мышечной деятельности, независимо от ее объема и интенсивности, существенно увеличивает энергетические потребности организма (при выполнении максимальных динамических нагрузок – более чем в 50 раз по отношению к уровню покоя).

Усиление энергопродукции организма во время мышечной деятельности призвано обеспечить:

1. Адекватное энергоснабжение сокращающихся мышц, а также активизировавшихся вегетативных и регуляторных систем организма.
2. Поддержание рабочей позы.
3. Нормализацию внутренней среды организма, нарушенную накопившимися продуктами метаболизма.

После окончания мышечной деятельности повышенные энерготраты организма некоторое время сохраняются. Направлены они на окончательную нормализацию внутренней среды организма, восстановление поврежденных или измененных в процессе работы структур, осуществление долговременных адаптивных перестроек.

Величина энерготрат по обеспечению мышечной деятельности служит критерием определения тяжести работы. Выполнение работы *умеренной* тяжести сопровождается энерготратами (в сутки), превышающими уровень основного обмена веществ менее чем в 3 раза. Энергетическая стоимость *тяжелой* работы превышает уровень основного обмена веществ в 3–8 раз, *очень тяжелой* – более чем в 8 раз.

Мо мере возрастания энерготрат на мышечную деятельность сокращается предельно возможная длительность выполнения физической нагрузки. При среднем уровне энерготрат в 300 ккал/мин максимально возможная длительность

работы составляет лишь доли секунды; при 110 ккал/мин – 5 с; 25 ккал/мин – 5 мин; 15 ккал/мин – 1 ч; 12,5 ккал/мин – 4 ч; 10 ккал/мин – 10 ч; 5 ккал/мин – 2–3 дня; 4 ккал/мин – 10 дней; 3 ккал/мин – несколько месяцев; 2,5 ккал/мин – неограниченное время.

Удовлетворение в полном объеме энергетического запроса сокращающейся мускулатуры является важнейшим условием эффективного выполнения физического упражнения. Недостаточное энергообеспечение работающих мышц снижает силу и скорость их сокращения и расслабления, нарушает внутри- и межмышечную координацию, увеличивает вероятность травмирования опорно-двигательного аппарата.

Снижение сократительных способностей мышц из-за недостатка энергии обусловлено уменьшением числа поперечных мостиков, образующихся между актином и миозином; затруднением выхода ионов кальция из цистерн саркоплазматического ретикулума в саркоплазму. Ухудшение мышечного расслабления вызвано нарушением работы кальциевых насосов, нагнетающих соответствующие ионы обратно в цистерны.

Усиление энергопродукции во время мышечной деятельности обеспечивается интенсификацией обмена веществ. В первую очередь возрастает потребление кислорода (ПК). Чем больше мощность работы, тем выше скорость его утилизации сокращающимися мышцами. В анаэробных условиях они способны выполнять работу всего несколько десятков секунд.

Результативность мышечной деятельности напрямую зависит от полноты удовлетворения кислородного запроса работающей скелетной мускулатуры.

2. Обеспечение кислородного запроса сокращающейся мускулатуры.

Увеличенное поступление кислорода к сокращающимся мышцам достигается посредством активизации кардиореспираторной системы.

Система дыхания обеспечивает поступление кислорода из атмосферного воздуха в альвеолы легких и его диффузию в кровь. Первый процесс опосредован величиной легочной вентиляции (ЛВ). Второй – диффузионной способностью легких.

Сердечно-сосудистая система обеспечивает циркуляцию крови по всему организму, доставляя кислород от легких к органам и тканям. На этот процесс влияют такие гемодинамические факторы как сердечный выброс, или минутный объем крови (МОК), и перераспределение кровотока между органами, обеспечивающими и не обеспечивающими выполнение мышечной деятельности.

При нагрузке любой мощности величина ЛВ точно следует за изменением ПК. Линейная зависимость между МОК и ПК сохраняется только при выполнении нагрузки не более чем 40% от максимальной. При более интенсивной работе рост ПК происходит на фоне стабилизации МОК либо его некоторого снижения (особенно это заметно при выполнении субмаксимальной нагрузки).

Независимо от интенсивности выполняемой работы процент прироста ЛВ по отношению к уровню покоя значительно превышает процент прироста МОК.

В возрастном аспекте участие дыхательной и сердечно-сосудистой системы в обеспечении работающих мышц кислородом неодинаково. В возрасте 10–12 лет доминирующая роль принадлежит системе дыхания, в дальнейшем главенствующая роль отводится системе кровообращения. Эту особенность

необходимо учитывать при планировании тренировочных воздействий для спортсменов разного возраста.

Для усиления кровоснабжения работающих мышц важно не только рациональное перераспределение МОК, но и степень их капилляризации, а также проницаемость капиллярных стенок.

Эффективность использования (скорость утилизации) скелетной мускулатурой доставленного кислорода определяются следующими мышечными факторами: содержанием миоглобина, запасами энергетических ресурсов, количеством и размерами митохондрий, количеством и активностью окислительных ферментов.

Эффективность мышечной деятельности определяется не только качеством внутри- и межмышечной координации, но и степенью согласованности в работе скелетной мускулатуры и вегетативных функций.

3. Координация моторных (двигательных) и вегетативных функций при мышечной деятельности.

Координация работы мышц и вегетативных функций организма во время выполнения физической нагрузки является важнейшим условием достижения высокой физической работоспособности и длительного ее сохранения на требуемом уровне. Рассогласование их деятельности может выражаться как в недостаточной активности вегетативных функций, так и в ее избыточности. Первое уменьшает доставку кислорода к мозгу, сердцу, мышцам, лимитирует энергопродукцию, снижает физическую работоспособность, точность выполняемых двигательных действий, эффективность их перестройки в соответствии с изменившейся окружающей обстановкой. Второе приводит к необоснованно высокому истощению физиологических ресурсов организма, быстрому снижению физической работоспособности, увеличению продолжительности восстановительного периода.

Координация моторных и вегетативных функций нарушается по мере развития утомления. Такой же эффект наблюдается и при детренированности организма.

Взаимодействие мышц и вегетативных систем организма при выполнении физических упражнений регулируется нервным и гуморальными механизмами, а также работой так называемого «мышечного насоса», облегчающего венозный возврат крови к сердцу. Ведущим является нервный механизм (условнорефлекторная и безусловнорефлекторная регуляция).

Условнорефлекторный механизм координации деятельности мышц и кардиореспираторной системы формируется в процессе многолетних систематических занятий физическими упражнениями.

Данный механизм активизации вегетативных функций срабатывает еще до начала работы. Условным сигналом к запуску вегетативных перестроек может послужить не только восприятие внешней обстановки, в которой будет осуществляться мышечная работа или разъяснение содержания предстоящей двигательной деятельности, но и мысленное воспроизведение самого движения. На этом базируется идеомоторная тренировка. Следует отметить, что идеомоторное выполнение привычных для человека двигательных действий

(физических упражнений) сопровождается более глубокими вегетативными сдвигами.

Функциональные сдвиги, вызванные условнорефлекторным механизмом, нередко оказываются избыточными, особенно у детей и мало подготовленных людей.

В самом начале мышечной деятельности условнорефлекторный механизм активизации вегетативных функций является доминирующим, но не единственным. По мере вработывания на первый план выходит безусловно-рефлекторная регуляция, которая экономизирует ответные реакции организма, приводя активность вегетативных систем в полное соответствие с интенсивностью мышечных сокращений. Данный механизм запускается активизацией проприорецепторов сокращающихся мышц, растягивающихся сухожилий, связок и суставных сумок.

Импулсация проприорецепторов активизирует деятельность системы дыхания и кровообращения с учетом интенсивности, продолжительности и направленности текущей мышечной деятельности. Срабатывают так называемые моторно-висцеральные рефлексы. Их качество повышается по мере роста тренированности.

Вегетативные сдвиги согласуются с уровнем проприоцептивной активности к началу устойчивого состояния, что является важным условием эффективного выполнения мышечной деятельности.

В обеспечении взаимодействия вегетативных функций друг с другом во время мышечной деятельности большое значение имеет интероцептивная импulsация (сигнализация), играющая существенную роль в формировании висцеро-висцеральных рефлексов.

4. Роль исходного вегетативного тонуса и вегетативной реактивности в формировании вегетативного ответа организма на выполнение мышечной деятельности

Эффективность мышечных сокращений определяется не только функциональными резервами кардиореспираторной системы и энергетическими запасами организма, но и состоянием механизмов вегетативной регуляции функций. Активизация систем, обеспечивающих мышечную деятельность, зависит как от исходного вегетативного тонуса, так и типа вегетативной реактивности.

Согласование вегетативных сдвигов с уровнем проприоцептивной активности достигается к началу устойчивого состояния и является важным условием эффективного выполнения мышечной деятельности.

Скорость и степень активизации вегетативных функций организма до уровня, соответствующего интенсивности мышечных сокращений, во многом определяется состоянием исходного вегетативного тонуса и типом вегетативной реактивности. Для адекватной активизации вегетативных функций организма во время мышечной деятельности наиболее благоприятна исходная нормотония (сбалансированная активность парасимпатического и симпатического отделов вегетативной нервной системы). Исходная ваготония (преобладающая активность парасимпатической нервной системы) является благоприятной предпосылкой эффективного вегетативного обеспечения сокращающейся мускулатуры только у

взрослого человека (19–25 лет). У детей и подростков в возрасте 9–16 лет она не дает никаких преимуществ при выполнении мышечной деятельности.

В соответствии с «законом исходного уровня» чем выше напряженность функционирования системы в состоянии покоя, тем меньше выражен ее ответ на действие возмущающих стимулов. Поэтому исходная симпатикотония (преобладающая активность симпатической нервной системы) не только затрудняет адаптацию организма к мышечной деятельности, но и способствует развитию патологических изменений в сердечно-сосудистой системе.

Из трех типов вегетативной реактивности, независимо от возраста человека, наиболее благоприятным для эффективной мышечной деятельности любой интенсивности и продолжительности является нормотонический тип. Он обеспечивает не только своевременную, но и адекватную (в нужном объеме) мобилизацию функциональных и энергетических резервов организма. Асимпатикотонический и гиперсимпатикотонический типы вегетативной реактивности по причине недостаточной либо избыточной мобилизации физиологических резервов организма не могут обеспечить адекватное энергообеспечение мышечной деятельности, что препятствует длительному сохранению оптимального уровня физической работоспособности.

5. Характеристика внешнего дыхания в период мышечной деятельности.

Увеличение легочной вентиляции во время мышечной деятельности обусловлено тремя основными факторами:

1. Развитием тканевой гипоксии, сопровождающейся усилением процессов анаэробного ресинтеза АТФ.
2. Развитием ацидоза, связанного с образованием молочной кислоты в процессе гликолиза.
3. Развитием гиперкапнии, связанной с усилением продукции углекислого газа в процессе метаболизма и утилизации бикарбонатной буферной системой образовавшейся молочной кислоты.

Уровень рабочей легочной вентиляции опосредуется величиной энергозатрат, сопровождающих мышечную деятельность. При этом в начале работы он практически не зависит от мощности нагрузки. В устойчивом состоянии при выполнении циклической работы уровень легочной вентиляции обычно соответствует интенсивности продукции углекислого газа.

К моменту начала упражнения (мышечной деятельности) легочная вентиляция, как правило, в 2–3 раза превышает уровень покоя. Первые 15–20 с работы она остается практически неизменной.

У представителей скоростно-силовых видов спорта при выполнении предельных нагрузок наблюдается более значительное увеличение легочной вентиляции по сравнению со спортсменами, развивающими выносливость.

Гибкое приспособление дыхания к нагрузкам различного характера и интенсивности во многом обеспечивается временными связями, формирующимися в коре головного мозга в процессе обучения тому или иному двигательному действию. По этой причине активизация дыхания в соответствии со спецификой выполняемой мышечной деятельности происходит более эффективно в случае выполнения человеком привычной работы.

В увеличении легочной вентиляции во время работы большую роль играют как нервный, так и гуморальный механизмы стимуляции дыхания.

Нервный механизм усиления легочной вентиляции представляет собой влияния на дыхательный центр со стороны вышележащих структур центральной нервной системы, например, коры головного мозга, а также со стороны рецепторов опорно-двигательного аппарата и сердечно-сосудистой системы.

Гуморальный механизм усиления легочной вентиляции представляет собой влияния на дыхательный центр со стороны центральных хемочувствительных структур и артериальных хеморецепторов.

В начале умеренной работы в ходе быстрой фазы периода вработывания увеличение легочной вентиляции обусловлено почти исключительно влиянием нейрогенных стимулов. Подключение гуморальных стимулов активизации дыхания происходит в медленной фазе вработывания. В устойчивом состоянии сохраняется их взаимодействие.

Вклад обоих механизмов стимуляции дыхания в увеличение легочной вентиляции при выполнении нагрузок разной тяжести неодинаков. При легкой нагрузке ведущая роль отводится нейрогенным стимулам, при тяжелой – гуморальным.

Рост легочной вентиляции во время мышечной деятельности сопровождается увеличением энерготрат на работу системы дыхания. Они могут возрасти более чем в 60 раз по сравнению с уровнем покоя.

Энергетическая стоимость работы дыхательной мускулатуры у человека с большими величинами жизненной емкости легких (5,5–6,0 л) снижена, т.к. увеличение легочной вентиляции у него происходит при меньшем росте частоты сокращения респираторных мышц. Это в свою очередь повышает эффективность мышечной деятельности.

Рост легочной вентиляции преимущественно за счет углубления дыхания возможен до тех пор, пока его глубина составляет менее 50% от величины жизненной емкости легких. При дальнейшем углублении дыхания преодоление эластичного сопротивления растянутых легких становится настолько затруднительным, что дальнейший рост легочной вентиляции оказывается возможным преимущественно или даже исключительно, за счет увеличения частоты дыхания.

При выполнении стандартной физической нагрузки спортсмены, развивающие быстроту движений, преимущественно учащают дыхание, а спортсмены, развивающие выносливость, в основном его углубляют.

При одинаковом уровне потребления кислорода бег сопровождается большим учащением и меньшим углублением дыхания по сравнению с ходьбой.

Во время циклической мышечной работы произвольное учащение дыхания сопровождается неосознанным увеличением частоты движений. Это обусловлено наличием тесных рефлекторных связей в деятельности дыхательного и двигательного центров. Эта особенность произвольного управления внешним дыханием широко используется в спортивной практике.

Локомоции человека способны облегчить осуществление дыхательного акта. Поэтому спортсмены часто координируют фазы дыхания с фазами движения. В спортивных упражнениях выдох выполняется в момент проявления

наибольшего усилия (например, при сгибании тела), а вдох – во время относительного расслабления (например, при разгибании тела).

При выполнении упражнений, осуществляемых за счет мышц плечевого пояса, координация фаз дыхания и фаз движения является обязательной (вдох – при подъеме рук, выдох – при опускании рук).

Координация фаз дыхания с фазами движения особенно выражена при выполнении привычной для человека работы.

В состоянии покоя минутный объем дыхания составляет 6–8 л/мин. Максимальная легочная вентиляция во время мышечной деятельности у квалифицированных спортсменов способна достигать 180–250 л/мин (увеличение в 20–25 раз по сравнению с покоем). У обычного человека этот показатель может выходить на уровень 90–100 л/мин (увеличение в 10–15 раз). И те и другие способны сохранять максимальную легочную вентиляцию всего несколько секунд. Как правило, основное время выполнения соревновательного упражнения минутный объем дыхания у спортсмена находится на уровне 75–160 л/мин.

При выходе ЛВ на уровень свыше 120–140 л/мин энерготраты респираторных мышц возрастают настолько, что весь кислород, дополнительно поступающий в кровь при дальнейшем увеличении легочной вентиляции, используется исключительно для обеспечения их работы. В результате мышцы, выполняющие внешнюю полезную работу, вынуждены сокращаться в условиях острой гипоксии, что существенно снижает их работоспособность.

Работа, выполняемая руками, сопровождается большим ростом легочной вентиляции по сравнению с энергетически эквивалентной работой ногами. Эта закономерность обусловлена большим содержанием мышечных веретен в мускулах верхних конечностей, импульсы от которых стимулируют деятельность дыхательного центра.

6. Особенности носового и ротового дыхания при мышечной деятельности.

На слизистой оболочке носа расположена особая рецепторная зона, раздражение которой движением воздуха с объемной скоростью 6–15 л/мин, характерной для состояния покоя, оказывает тонизирующее действие на центральную нервную систему, оптимизирует рефлекторную регуляцию дыхания и сердечной деятельности.

Кроме того, слизистая оболочка носа препятствует проникновению в легкие механических частиц, уменьшает токсическое действие вредных для организма газов и паров, вдыхаемых с атмосферным воздухом.

Если величина легочной вентиляции во время мышечной деятельности не превышает 16–30 л/мин, следует сохранять дыхание через нос! Интенсивный поток воздуха, проходящий через носовые пути, возбуждает рецепторы слизистой носа, создавая в организме благоприятный для работы функциональный фон. При таком дыхании отмечается большая величина коэффициента утилизации кислорода и более качественная очистка воздуха от пыли, вредных газов и паров, его частичное согревание и увлажнение. Вдыхание воздуха, охлажденного до минус 15–30°C, охлаждает дыхательные пути, увеличивая их сопротивление потоку воздуха.

Если мышечная деятельность сопровождается более значительным увеличением легочной вентиляции (35–90 л/мин, рабочая частота сердечных сокращений (ЧСС) = 140–165 уд./мин) и ее продолжительность составляет свыше 3-х минут, то рекомендуется переход на смешанное дыхание. При приближении к максимальным значениям ЛВ целесообразно переключение на ротовое дыхание.

Невозможность сохранения носового дыхания при интенсивной мышечной деятельности обусловлена значительным усилением кровотока в слизистой носа по отношению к состоянию покоя (на 58%) и повышенным содержанием в ней секретов. Все это увеличивает сопротивление току воздуха, что, в свою очередь, значительно повышает энергозатраты организма, особенно при выполнении работы высокой мощности, и ускоряет снижение физической работоспособности.

Во время напряженной мышечной деятельности переход на носоротовое или ротовое дыхание снижает аэродинамическое сопротивление потоку воздуха на треть. Максимальная легочная вентиляция и максимальное потребление кислорода при дыхании через рот выше, чем при носовом дыхании, рабочая ЧСС – ниже.

Фильтрующие свойства слизистой ротовой полости значительно ниже, по сравнению со слизистой носовой полости. Поэтому при переключении с носового дыхания на ротовое во время выполнения физической нагрузки проникновение вредных газов в легкие увеличивается в 660 раз.

Переход на ротовое или ротоносовое дыхание при выполнении значительных физических нагрузок, а также координация фаз дыхания с фазами движения способствуют уменьшению энергетической стоимости функции дыхания и повышению эффективности газообмена в легких.

В момент прекращения работы отмечается резкое снижение легочной вентиляции, что обусловлено значительным уменьшением нейрогенной стимуляции дыхания. Однако под влиянием метаболических сдвигов, произошедших во время работы, она достаточно долго остается повышенной.

В большинстве видов спорта функциональные возможности аппарата дыхания не лимитируют уровень спортивных результатов. Исключением являются циклические виды спорта, чьи соревновательные упражнения относятся к зонам субмаксимальной и большой мощности.

7. Характеристика центральной гемодинамики в период мышечной деятельности.

Важным фактором, обеспечивающим мышечную деятельность, является увеличение минутного объема крови, что позволяет увеличить доставку к работающим мышцам кислорода и ускорить выведение из них продуктов метаболизма. Несмотря на существование прямой зависимости между величиной МОК и уровнем потребления кислорода, линейная связь между этими показателями сохраняется только при выполнении нагрузки, не превышающей 40% от максимальной. При более интенсивной работе рост ПК происходит на фоне стабилизации МОК либо его некоторого снижения (особенно это заметно при выполнении субмаксимальной нагрузки).

В состоянии покоя минутный объем крови составляет 5–6 л/мин. У тренированного человека динамическая мышечная деятельность может увеличить этот показатель в 5–7 раз по сравнению с покоем и вывести его на уровень 35–40

л/мин. У обычного человека минутный объем крови увеличивается не более чем в 3–4 раза по отношению к исходным значениям и достигает всего 20–24 л/мин. При выполнении статической работы он не превышает 9–10 л/мин.

При выполнении легкой физической нагрузки на долю сокращающихся мышц приходится 47% от рабочей величины минутного объема крови, средней – 71%, максимальной – 88% (для сравнения, в состоянии покоя – всего 21%).

Активизация сердечно-сосудистой системы при низкоинтенсивной мышечной деятельности (ЧСС не выше 124 уд/мин, мощность нагрузки менее 135–160 кгм/мин) осуществляется главным образом местными и саморегуляторными механизмами. С началом работы «мышечного насоса» по механизму Франка-Старлинга увеличивается венозный возврат крови к сердцу, что ведет к увеличению систолического объема крови.

При выполнении физических нагрузок более высокой мощности ведущая роль в активизации кровообращения отводится центральным и гуморальным механизмам регуляции кровообращения.

Усиление сердечной деятельности в первые секунды такой мышечной работы является безусловнорефлекторным ответом на импульсацию с проприорецепторов сокращающейся мускулатуры. Чуть позже подключается импульсация с хеморецепторов, чувствительных к метаболитам, накапливающимся во время мышечной работы.

Активизация кровообращения возможна также и по механизму условных рефлексов, запускаемых сигналами о предстоящей мышечной деятельности. Она имеет место, например, в предстартовом состоянии.

Ведущим фактором, влияющим на интенсивность кровотока в работающих мышцах, является величина артериального давления. Она в значительной степени определяет скорость метаболизма и выведения продуктов распада, а также эффективность гуморальной регуляции функций.

В начальный период работы основная роль в поддержании необходимой величины артериального давления принадлежит сердечной деятельности (насосная функция сердца). В процессе выполнения физической нагрузки ведущее значение приобретает увеличение содержания в крови катехоламинов, а также рост чувствительности к ним рецепторов сердечной мышцы и кровеносных сосудов.

Насосную функцию сердца характеризуют такие показатели как ЧСС и систолический объем крови. Степень увеличения данных показателей, их вклад в прирост сердечного выброса (минутного объема крови) определяется характером мышечной деятельности и функциональными возможностями организма.

Увеличение МОК во время мышечной работы преимущественно за счет роста систолического объема крови считается предпочтительным, т. к. является более выгодным в плане энергозатрат. Низкие сократительные способности сердца ограничивают увеличение систолического объема крови и существенно снижают потребление кислорода во время мышечной деятельности, а, следовательно, лимитируют физическую работоспособность человека.

Увеличение систолического объема крови во время мышечной деятельности обеспечивается следующими механизмами:

1. Увеличением симпатической стимуляции работы сердца.
2. Усилением механизмов инотропизма и Франка-Старлинга.

3. Включением «мышечного насоса».

4. Усилением присасывающего действия грудной клетки вследствие активизации дыхания.

Последние 2 механизма обеспечивают увеличение систолического объема крови посредством увеличения венозного возврата.

Вклад этих механизмов в обеспечение адекватного кровоснабжения работающих мышц определяется характером работы. Значимость «мышечного насоса», например, наиболее высока при выполнении динамической работы в вертикальном положении тела.

С началом мышечной деятельности одновременно с увеличением систолического объема крови отмечается и прирост ЧСС.

Обычно по мере увеличения мощности работы систолический объем крови увеличивается до тех пор, пока ЧСС не выйдет на уровень приблизительно 110 уд/мин. При такой рабочей ЧСС систолический объем крови приближен к индивидуальному максимуму. Потребление кислорода в этот момент составляет всего 40% от максимальных для данного человека значений. По другим данным, максимальный систолический объем крови отмечается при выходе ЧСС на уровень 130 уд/мин. Потребление кислорода в этот момент приближается к 60% от индивидуального максимума.

Дальнейший рост минутного объема крови обеспечивается только за счет увеличения ЧСС.

В научной литературе представлены данные о том, что при выполнении очень тяжелой и продолжительной нагрузки (например, непрерывная 3-часовая работа при ПК 75% от максимального уровня) может наблюдаться не только стабилизация, но даже и уменьшение систолического объема крови, компенсируемого дальнейшим увеличением ЧСС.

ЧСС во время напряженной мышечной деятельности и в течении первых 5–10 с восстановления, как правило, находится в пределах 170–200 уд./мин. Это обеспечивает высокий уровень минутного объема крови, необходимый для такой работы.

ЧСС более 200–220 уд./мин свидетельствует о недостаточной способности сердца поддерживать высокий уровень кровообращения, требуемый для выполнения интенсивной мышечной деятельности. Выход на такую чрезвычайно высокую ЧСС является компенсацией недостаточной величины предельного систолического объема крови.

Чрезмерное увеличение пульса негативно сказывается на физической работоспособности человека.

Гемодинамическое обеспечение мышечной деятельности при выполнении различных физических упражнений имеет свои отличительные особенности.

Во-первых, увеличение МОК при выполнении физической нагрузки в положении лежа достигается в основном за счет роста ЧСС. Систолический объем крови увеличивается по сравнению с уровнем покоя всего на 10–20%. Увеличение МОК при выполнении физической нагрузки в вертикальном

положении происходит преимущественно за счет увеличения систолического объема крови.

Во-вторых, работа ног сопровождается меньшим ростом ЧСС и большим увеличением систолического объема крови, по сравнению с сопоставимой по величине и характеру работой рук. Причина этого, вероятно, кроется в большем объеме мышечной массы нижних конечностей, что усиливает работу «мышечных насосов», способствующих осуществлению венозного возврата крови к сердцу. Это, в свою очередь, создает благоприятные условия для увеличения систолического объема крови, позволяя уменьшить рост ЧСС в процессе мышечной деятельности.

В-третьих, выполнение упражнений силовой направленности сопровождается натуживанием, повышающим внутригрудное и внутрибрюшное давление. Это уменьшает приток крови к сердцу, затрудняя рост систолического объема крови.

Снижению венозного возврата при статических усилиях, особенно продолжительных, способствует также нарушение оттока крови от конечностей. Статическое напряжение мышц приводит к механическому сдавлению сосудов в активных мышцах и повышению тонуса сосудов в неактивных мышечных группах. При статической силовой нагрузке, превышающей 70 % от максимальной, кровоток в работающих мышцах практически полностью останавливается из-за их значительного напряжения.

Вследствие снижения венозного возврата при выполнении силовой работы, особенно статической, минутный объем крови увеличивается преимущественно за счет роста ЧСС. Благодаря этому снижение доставки крови к работающим мышцам оказывается менее выраженным. Недостаточное кровоснабжение работающих мышц нарушает поступление к ним кислорода. В результате энергия, необходимая для их сокращения, образуется анаэробным путем с образованием молочной кислоты.

Адекватное гемодинамическое обеспечение работы мышц возможно только в том случае, если развиваемое ими напряжение не превышает 4–8 % от их максимума. Наиболее эффективное гемодинамическое обеспечение мышечной деятельности отмечается у спортсменов, занимающихся аэробными видами спорта.

Эффективность гемодинамики можно оценивать по величине кислородного пульса. Он представляет собой отношение потребления кислорода за 1 мин к ЧСС за эту же минуту. Чем выше кислородный пульс, тем эффективнее гемодинамическое обеспечение мышечной деятельности, т.к. доставка требуемого количества кислорода осуществляется при меньшей ЧСС. В покое кислородный пульс составляет 3,5–4 мл. При интенсивной мышечной деятельности он возрастает до 16–18 мл.

Лекция 3

Физиологическое обоснование оздоровительного влияния физических упражнений на организм человека

Вопросы:

1. Двигательная активность как естественный фактор биопрогресса. Функции двигательной активности.
2. Влияние гипокинезии и гиподинамии на организм человека.
3. Механизмы оздоровительного влияния двигательной активности на организм человека.
4. Роль двигательной активности на различных этапах онтогенеза.
5. Нормирование двигательной активности оздоровительной направленности. Уровни двигательной активности.

Вопрос 1. Двигательная активность как естественный фактор биопрогресса. Функции двигательной активности.

В ходе практически всего своего эволюционного развития человечество существовало в условиях, требующих от каждого индивида высокой двигательной активности, значительных мышечных усилий. Поэтому все органы и системы нашего организма приспособлены к активному двигательному режиму, а его моторная функция контролируется обширной областью коры больших полушарий.

Что же собой представляет двигательная активность человека? Двигательная активность – это любое движение тела, производимое скелетными мышцами, в результате которого происходит достоверное увеличение энерготрат выше основного обмена веществ.

Функции двигательной активности:

1. *Моторная* – двигательные действия обеспечивают более эффективное взаимодействие человека с окружающей средой.

2. *Побудительная* – двигательная активность, являясь врожденной биологической потребностью человека, побуждает организм к ее безусловному удовлетворению.

3. *Творческая* – движение стимулирует процессы диссимиляции и ассимиляции, в ходе которых сверхвосстанавливается белок, необходимый для построения различных клеточных структур, увеличиваются запасы энергоресурсов. Это побуждает клетку делиться на две новые клетки, каждая из которых повторяет тот же цикл. Таким образом, двигательная активность творит многоклеточный организм на этапе эмбриогенеза, обуславливает его развитие и обеспечивает жизнедеятельность на всех последующих этапах онтогенеза.

4. *Тренирующая* – систематическая физическая тренировка увеличивает массу, силу и энергетический потенциал скелетных мышц, совершенствует нервную и гуморальную регуляцию функций, расширяет функциональные возможности вегетативных систем организма. Это повышает адаптационные возможности человека, укрепляет его здоровье.

5. *Защитная* – физические упражнения обеспечивают высокую устойчивость организма к неблагоприятным факторам окружающей среды, как биологической, так и социальной, предупреждая развитие стрессового состояния.

6. *Стимулирующая* – двигательная активность посредством нервных импульсов, возникающих в проприорецепторах сокращающихся мышц, стимулирует головной мозг, особенно кору больших полушарий. Иными словами, движения «заряжают» мозг. Чем выше тонус коры больших полушарий, тем выше

уровень бодрствования. Кроме того, оптимальная двигательная активность стимулирует синтез мозгом «гормонов счастья» – эндорфинов, которые вызывают положительные эмоции, способствуя гармонизации жизнедеятельности человека.

7. *Терморегуляционная* – сократительный термогенез вносит существенный вклад в теплопродукцию организма.

8. *Биоритмологическая* – биоритмы организма имеют четкую иерархичность (соподчиненность). В этой иерархии ведущими являются биоритмы центральной нервной системы (ритмы биотоков головного мозга). Все остальные биоритмы ведомые. Двигательная активность, особенно ритмичная, способна перестраивать ритмы биотоков мозга.

9. *Корректирующая* – физические упражнения позволяют достичь не только физического совершенства, но и устойчивой согласованности в работе всех внутренних органов. Они совершенствуют функции нервной системы и психические процессы.

10. *Речеобразующая* – в период раннего детства существует тесная связь речевой функции с двигательной активностью. В первую очередь это касается движений пальцев рук. Их активирующее влияние на речевую функцию обусловлено тем, что в коре больших полушарий нервные центры, регулирующие работу кисти и контролирующие речь, морфологически и функционально тесно связаны, т.к. расположены рядом.

Вопрос 2. Влияние гипокинезии и гиподинамии на организм человека.

Еще относительно совсем недавно мышечные усилия наших предков обеспечивали расход энергии на уровне примерно 5000 ккал в сутки.

На протяжении последних десятилетий объем двигательной активности в повседневной жизни человека стремительно уменьшался на фоне значительного роста умственных нагрузок и нервно-психического напряжения, сопровождающегося выбросом в кровь катехоламинов, увеличением содержания в ней глюкозы, учащением дыхания и сердцебиения, сужением кровеносных сосудов, повышением артериального давления. Однако эмоциональное напряжение, возникающее в процессе повседневной жизнедеятельности современного человека, все чаще не имеет физиологической разрядки в виде активной мышечных сокращений, что является серьезной угрозой для его здоровья.

В настоящее время на мышечную деятельность, связанную с физическим трудом, человек затрачивает около 1200–2000 ккал, люди умственного труда расходуют на двигательную активность значительно меньше энергии – всего лишь 600–1000 ккал в сутки.

Малоподвижный образ жизни ограничивает поступление нервных импульсов от мышц в кору больших полушарий, что снижает ее функциональную активность и приводит к вялости (астении) моторной зоны коры больших полушарий. Это негативно отражается на работе подчиненной ей подкорковой зоны мозга, в которой располагаются вегетативные центры, регулирующие обменные процессы, а также деятельность системы кровообращения, дыхания, пищеварения и других жизненно важных функций.

Сегодня на протяжении всего периода индивидуального развития человечеству необходимо противостоять гипокинезии (недостатку общего количества движений) и гиподинамии (недостатку движений силового характера).

Под влиянием гиподинамии в организме человека происходит целый спектр негативных изменений в состоянии и деятельности основных жизненно важных органов и систем:

- уменьшается объем мышечной массы и костной ткани, развивается мышечная слабость, нарушается осанка, увеличивается вероятность перелома костей и развития остеохондроза позвоночника, мышечная ткань замещается на жировую;

- нарушается координация движений, уменьшается подвижность в суставах, снижается уровень развития физических качеств;

- уменьшается продукция нейропептидов; появляется синдром астенизации, выражающийся в быстрой утомляемости, эмоциональной неустойчивости, в ряде случаев он сопровождается обидчивостью, склонностью к конфликтам;

- ухудшается кровоснабжение головного мозга, нарушается вегетативный тонус, что снижает эффективность регуляторных влияний со стороны центральной и вегетативной нервной системы на деятельность моторной и вегетативных функций организма;

- нарастает скорость развития атеросклероза в мозговых и коронарных артериях;

- снижаются сократительные способности миокарда, ухудшается венозное кровообращение, увеличивается риск развития сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний;

- снижаются резервные возможности всего организма, особенно кислородтранспортной системы;

- снижается интенсивность обмена веществ и толерантность к глюкозе, замедляются окислительно-восстановительные процессы на уровне клеток;

- ослабевает иммунная система;

- снижается физическая и умственная работоспособность.

Негативные результаты малоподвижного образа жизни накапливаются постепенно и, что самое опасное, до поры, до времени не ощущаются человеком. Однако после 40 лет, а то и раньше, его начинают беспокоить одышка, учащенное сердцебиение, ухудшение памяти, слабость. Большинство нарушений, возникающих в деятельности физиологических систем организма из-за недостатка двигательной активности, могут быть устранены при восполнении дефицита движений.

Эффективным средством борьбы с негативными последствиями гипокинезии и гиподинамии является специально организованная и контролируемая физическая активность умеренной интенсивности.

Вопрос 3. Механизмы оздоровительного влияния двигательной активности на организм человека.

Оздоровительное влияние физических упражнений на организм детей и подростков, лиц зрелого и пожилого возраста связано, в первую очередь, с моторно-висцеральными рефлексам.

Выполнение физических упражнений через моторно-висцеральные рефлексы благотворно влияет не только на опорно-двигательный аппарат, но и на

весь организм в целом. Они стимулируют энергетические процессы, во всех органах и тканях. Регулярные физические нагрузки через утомление и восстановление организма выводят его на новый, более высокий энергетический уровень, необходимый для успешной адаптации человека к различным стрессовым воздействиям окружающей среды.

Двигательная активность стимулирует деятельность не только скелетной мускулатуры, общий вес которой составляет в среднем 40 % от массы тела, но и практически всех органов и систем организма, в первую очередь кардиореспираторной.

Длительное ограничение двигательной активности – опасный антифизиологический фактор, разрушающий организм, приводящий к ранней нетрудоспособности и ускорению процессов старения.

В сформировавшемся организме взрослого человека нарушения, вызванные гиподинамией, могут быть устранены за счет рационализации его двигательной активности. В растущем организме ребенка повреждающий эффект гиподинамии ничем не компенсируется.

Положительные эффекты двигательной активности:

- Увеличение прочности костей, предупреждение развития остеопороза. Поддержание мышечного тонуса, повышение силы мышц. Увеличение подвижности суставов, прочности и эластичности связочного аппарата.

- Стимуляция синтеза белка не только в работающих мышцах, но и в других органах и тканях.

- Снижение уровня холестерина в крови и риска развития атеросклероза, увеличение количества капилляров, повышение эластичности стенок кровеносных сосудов, что позволяет удерживать артериальное давление в пределах физиологической нормы, создает благоприятные условия для его снижения в случае патологического повышения данного показателя.

- Улучшение коронарного кровообращения за счет увеличения количества и просвета коронарных сосудов, снижение риска развития ишемической болезни сердца, снижение общей смертности от сердечной патологии на 20–25 %.

- Увеличение размеров и массы сердечной мышцы, благодаря чему возрастает ударный объем сердца, снижается частота сердечных сокращений (ЧСС) в покое и при нагрузке. Ритмичные сокращения скелетной мускулатуры способствуют продвижению крови по венам от капилляров к сердцу, что облегчает осуществление венозного возврата.

- Стимуляция работы органов кроветворения, снижение риска образования тромбов в кровеносных сосудах.

- Увеличение жизненной емкости легких и глубины дыхания, улучшение легочной вентиляции, профилактика застойных явлений в альвеолах, что предупреждает развитие пневмонии и ряда других легочных заболеваний.

- Повышение устойчивости организма к условиям гипоксии.

- Нормализация функции желез внутренней секреции (гипофиза, щитовидной железы, половых желез, надпочечников), повышение устойчивости организма к стрессовым воздействиям окружающей среды.

- Предупреждение развития застойных явлений в брюшной полости, устранение гнилостных процессов и запоров в кишечнике.

– Улучшение всех видов обмена веществ (углеводного, белкового, жирового, минерального). Уменьшение жировых отложений в подкожной клетчатке, предотвращение ожирения. Более полное выведение из организма продуктов обмена веществ.

– Активизация окислительно-восстановительных процессов в организме. Повышение физической работоспособности.

– Снижение метеозависимости и синхронизация биоритмов организма.

- Стимуляция продукции мозгом нейропептидов, играющих важную роль в проявлении психических функций, что благоприятно отражается на качестве сна, настроении, состоянии эмоциональной сферы человека, улучшает память и логическое мышление, предупреждает развитие психосоматических заболеваний (занятия длительной ходьбой и бегом успешно используются при лечении депрессии).

- Снижение уровня тревожности человека (в сочетании с навыками саморегуляции психического состояния занятия физическими упражнениями являются эффективным средством профилактики суицидального поведения человека).

- Повышение концентрации в мозге некоторых веществ, стимулирующих новообразование и рост нервных клеток. Доказана эффективность профилактики и лечения старческого слабоумия посредством сочетанного использования умственных и физических нагрузок, особенно длительного бега.

- Стимуляция мыслительной и творческой деятельности за счет улучшения кровоснабжения головного мозга.

Рациональная двигательная активность человека обеспечивает его физическое, психическое и психологическое благополучие. Тесная взаимосвязь психического и физического развития человека вполне закономерна, т.к. деятельность головного мозга больше, чем какого-либо другого органа, зависит от его кровоснабжения, эффективность которого, в свою очередь, в значительной степени определяется уровнем активности скелетных мышц.

При длительной малоинтенсивной физической нагрузке гипофиз выделяет в кровь эндорфины (гормоны счастья). Двигательная активность человека стимулируется потенциальной возможностью получения положительных эмоций, достижения состояния эйфории.

По своей химической структуре эндорфины близки к морфину. Причем при равной концентрации в крови эндорфинов и морфина первые из них действуют на организм человека в 200 раз сильнее второго. Благодаря этим гормонам уже через 30–40 мин выполнения циклических упражнений умеренной интенсивности появляется чувство радости, веселья, приподнятого настроения. Через 1 час занятий медленным бегом содержание эндорфинов в крови увеличивается в 5 раз и удерживается на повышенном уровне в течение нескольких часов, постепенно снижаясь до нормы в течение суток. Сила воздействия эндорфинов на психическое состояние человека столь велика, что они могут заменить наркоману очередную дозу психоактивных веществ. Это позволяет относить малоинтенсивную физическую нагрузку к действенному средству профилактики и лечения наркозависимости, например, у подростков.

При многократном выполнении человеком самых разнообразных двигательных действий мозг приобретает особую операционную способность –

двигательный интеллект. Он позволяет индивиду быстро и адекватно перестраивать свою двигательную деятельность в соответствии с требованиями меняющейся обстановки. Таким образом, хорошо развитый двигательный интеллект повышает эффективность адаптации организма к непрерывно меняющимся условиям среды обитания.

Вопрос 4. Роль двигательной активности на различных этапах онтогенеза.

На начальном этапе онтогенеза нормальному развитию эмбриона способствуют исключительно движения матери. Вскоре и сам плод за счет собственной двигательной активности начинает влиять на поступление в зародившийся и активно развивающийся организм жизненно необходимого кислорода и питательных веществ. Его движения усиливают кровоток в материнской плаценте. Это улучшает питание еще не рожденного человека, способствует формированию и росту его органов и тканей. Если беременная женщина поддерживает достаточно высокую двигательную активность, повышая тем самым интенсивность кровообращения, то беспокойство плода уменьшается, количество его шевелений снижается.

В период постнатального развития в организме ребенка по-прежнему создаются новые клетки и сосуды. Двигательная деятельность активизирует процессы восстановления, в ходе которых происходит избыточное накопление в организме как живой цитоплазменной массы, так и энергетических ресурсов. Эта закономерность имеет особое значение в период его роста и развития. К тому же двигательная активность является важным средством взаимодействия детского организма с окружающей средой.

Дети готовы постоянно двигаться. В движении они познают мир. Здоровый ребенок дошкольного возраста совершает в сутки в среднем:

- в возрасте трех лет – 9–9,5 тыс. движений,
- в возрасте четырех лет – 10–10,5 тыс. движений,
- в возрасте пяти лет – 11–12 тыс. движений,
- в возрасте шести лет – 13–14 тыс. движений,
- в возрасте семи лет – 15–16 тыс. движений.

У детей количество шагов в день напрямую определяет уровень их физического развития. В свою очередь, высокий уровень физического развития стимулирует двигательную активность ребенка.

На втором и третьем годах жизни мышечные сокращения являются основным фактором, стимулирующим созревание корковых зон мозга. Активная двигательная деятельность стимулирует возникновение речи. Высокая двигательная активность является важным фактором повышения концентрации внимания, улучшения памяти и мыслительных процессов, что очень важно для успешного обучения в школе. Она ускоряет восстановление организма после стрессовых воздействий, к числу которых относится и учебная деятельность ребенка.

Низкая двигательная активность ребенка замедляет его рост; препятствует гармоничному развитию мышц, внутренних органов и нервной системы; способствует снижению остроты зрения, нарушению осанки, развитию плоскостопия, накоплению избыточной массы тела. Она снижает физическую и

умственную работоспособность, эффективность усвоения школьниками учебного материала. Малоподвижные подростки хуже справляются с психологическими трудностями периода полового созревания.

Зачастую главными виновниками неправильного физического воспитания ребенка являются его собственные родители, стремящиеся развивать исключительно интеллектуальные способности своего отпрыска. Занятия физической культурой и спортом они рассматривают в качестве несерьезной забавы, отвлекающей их ребенка от важных дел.

При всей несомненной пользе движений для развития ребенка нельзя забывать, что чрезмерные физические нагрузки, особенно у ослабленных детей, довольно часто приводят к патологическим изменениям в органах и системах растущего организма, снижают его устойчивость к инфекциям и другим стрессовым факторам внешней среды.

Формирование потребности в движении необходимо начинать уже в период внутриутробного развития человека. Для этого следует всеми доступными средствами, стимулировать двигательную активность беременной женщины. По мере перехода от одного периода возрастного развития к другому эффективность формирования данной потребности снижается.

В раннем детстве (в дошкольном возрасте) ребенка необходимо неустанно мотивировать к выполнению движений. К сожалению, с наступлением биологической зрелости человек, как правило, утрачивает потребность в поддержании достаточно высокой двигательной активности.

Наиболее благоприятным периодом для формирования у ребенка стойкой потребности в движении, стремления к занятиям спортом является возраст до 10–12 лет. Первостепенная роль в этом процессе отводится отнюдь не педагогу (воспитателю, учителю, тренеру либо инструктору). Решение данной задачи, в первую очередь, возлагается на родителей, которые своим личным примером должны побуждать ребенка к активной двигательной деятельности в любое время года.

Организация физического воспитания дошкольников и младших школьников должна базироваться на 4 основных принципах:

1. *Деятельностный подход*, предусматривающий непосредственное участие родителей в формировании активного двигательного режима ребенка, особенно до начала посещения детских дошкольных учреждений.

2. *Индивидуально-дифференцированный подход*, учитывающий особенности физического развития и физической подготовленности ребенка, уровень его двигательной активности.

3. *Создание развивающей физкультурно-спортивной среды*, как основы стимулирования активного двигательного режима.

4. *Координация деятельности* родителей, учреждений здравоохранения и образования.

Существует тесная связь между ранним приобщением детей к занятиям физической культурой и спортом и сохранением достаточно высокого уровня их двигательной активности в последующие годы жизни.

Исследования, проведенные с участием студенческой молодежи, показали, что молодые люди с низким уровнем двигательной активности в большей степени подвержены как традиционным зависимостям (курение, алкоголизм, наркомания),

так и новым «технологическим» зависимостям («зависание» в компьютерных играх, интернете, социальных сетях). Им присущи черты инфантильности. Вместо действительного состояния сознания предпочитают измененное. Высокий уровень двигательной активности существенно снижает вероятность попадания молодых людей под различные виды зависимости.

С возрастом многие люди оказываются в центре порочного круга. С одной стороны старение ограничивает двигательную активность человека. С другой стороны возрастная гипокинезия ускоряет процессы инволюции, способствуя преждевременному старению.

Возрастное снижение показателей физической подготовленности человека в возрасте 30–50 лет в значительной степени обусловлено детренированностью его организма вследствие ограничения двигательной активности. Функциональные возможности физически тренированных людей дольше сохраняются на достаточно высоком уровне.

Систематические физические нагрузки не только замедляют инволюционные процессы, но и способствуют сохранению достаточно высокой работоспособности человека даже при наличии определенных морфологических и функциональных нарушений в его организме.

Рационально организованная систематическая двигательная активность приводит к определенным приспособительным перестройкам в деятельности кислородтранспортной системы, улучшая обеспечение организма кислородом, снабжение его энергетическими субстратами.

Существует эволюционно обусловленный порог аэробных возможностей организма, ниже которого увеличивается риск развития заболеваний и смертности. У мужчин ему соответствует величина максимального потребления кислорода, составляющая 42 мл/мин/кг, у женщин – 35 мл/мин/кг. Это так называемый «безопасный уровень соматического здоровья».

Повышенный уровень аэробных возможностей организма позволяет сохранять функциональную активность его физиологических систем на должном уровне вплоть до 70-летнего возраста. Доказано, что у 70-летнего физически активного человека состояние сосудов, тканей и суставов такое же, как и у 30-летних людей, ведущих малоподвижный образ жизни.

Вопрос 5. Нормирование двигательной активности оздоровительной направленности. Уровни двигательной активности.

Норма двигательной активности – это объем движений, наиболее соответствующий потребностям организма, способствующий укреплению здоровья, гармоничному развитию, хорошему самочувствию, высокой работоспособности и жизненной активности.

Превышение адекватного объема и интенсивности двигательной деятельности истощает нервную систему, нарушает нейрогуморальную регуляцию функций, вызывает патологические изменения в органах и тканях, снижает устойчивость организма к действию неблагоприятных факторов окружающей среды.

Адекватные нагрузки – это нагрузки, которые в полной мере соответствуют функциональным возможностям организма. Они не вызывают больших

затруднений в дыхании, не сопровождаются болевыми ощущениями в мышцах и суставах и приводят к легкой приятной усталости.

Двигательная активность человека считается повышенной, если суточный объем выполняемых им движений превышает необходимый для соответствующего возраста уровень на 10–30% и более. При дефиците движений в 50% и более по отношению к необходимой норме говорят о пониженной двигательной активности.

В зависимости от объема и интенсивности выполняемых двигательных действий выделяют три уровня двигательной активности человека:

1. *Минимальная двигательная активность*, поддерживающая достигнутый уровень физической подготовленности и состояния здоровья. Снижение двигательной активности ниже этого уровня ведет к гипокинезии, развитию ряда заболеваний (10 000 шагов/сутки).

2. *Оптимальная двигательная активность*, обеспечивающая достижение наиболее высокого уровня функциональных возможностей организма. Она предполагает выполнение довольно большой физической нагрузки с выходом на уровень ПАНО, способствует совершенствованию аэробных возможностей организма, улучшению функционального состояния кардиореспираторной системы, увеличению физиологических резервов, замедлению процессов старения.

3. *Максимальный уровень двигательной активности*. Это работа выше порога анаэробного обмена (ПАНО), выполняемая в анаэробных условиях. Она граничит с чрезмерными нагрузками, которые могут привести к перенапряжению и заболеваниям.

Необходимый уровень двигательной активности для каждого человека очень индивидуален и определяется его генетикой, возрастом, состоянием здоровья, физической подготовленностью, особенностями профессиональной деятельности (умственный или физический труд).

В молодом возрасте люди с хорошей физической подготовленностью способны без вреда для здоровья выполнять достаточно интенсивные физические нагрузки в рамках занятий спортом. На занятиях ОФК, особенно в пожилом и старческом возрасте, необходимый уровень двигательной активности целесообразно обеспечивать за счет выполнения продолжительных физических упражнений не высокой интенсивности. Ориентироваться в данном случае следует на уровень ПАНО. В зрелом возрасте у здоровых людей ЧСС на уровне ПАНО обычно составляет 150–160 уд/мин. По мере повышения ПАНО (через развитие аэробной выносливости) создаются условия для повышения интенсивности физических нагрузок.

У большинства мужчин и женщин зрелого возраста двигательная активность находится ниже минимального уровня. При этом уровень двигательной активности мужчин выше, чем у женщин.

Не важно, каким образом человек обеспечивает себе достаточный уровень двигательной активности, главное, чтобы программы его занятий физическими упражнениями строились с учетом трех основополагающих принципов:

- сочетанное активирование аэробных и анаэробных механизмов энергообеспечения;

- достаточность проприоцептивной импульсации от мышц, сухожилий и суставов;

- последовательное включение различных мышечных групп.

Двигательная активность человека должна быть строго контролируемой, особенно для лиц, выполняющих большие нагрузки, либо занимающихся не регулярно, особенно при достижении пожилого возраста.

Контроль функционального состояния организма человека в процессе физического воспитания и спортивной тренировки

Вопросы:

1. Роль функционального контроля в управлении физической подготовкой лиц, занимающихся физической культурой и спортом.

2. Виды функционального контроля.

3. Показатели и методики функционального контроля в процессе физического воспитания и спортивной тренировки.

Вопрос 1. Роль функционального контроля в управлении физической подготовкой лиц, занимающихся физической культурой и спортом.

В системе управления процессом физической подготовки, как в рамках занятий физической культурой, так и в ходе спортивной тренировки, можно выделить 3 звена:

1. Установление текущего уровня физической подготовленности человека и определение ее желаемых модельных значений с учетом специфических задач физического воспитания или спортивной тренировки.

2. Разработка программы оздоровительных либо тренировочных занятий с учетом исходного и намеченного уровней физической подготовленности человека, а также материально-технических условий, в которых она будет реализовываться.

3. Организация контроля за осуществлением запланированной программы занятий, а при необходимости и ее коррекция.

Рациональная система контроля предусматривает непрерывный мониторинг не только педагогических, но и физиологических, а по возможности и биохимических показателей, характеризующих реакцию организма на оказываемые физические воздействия.

Особую актуальность функциональный контроль приобретает в практике спорта. Дело в том, что спортивная тренировка является мощным физиологическим раздражителем, вызывающим значительные приспособительные перестройки в органах и системах организма, как во время выполнения физической нагрузки, так и в период восстановления после нее. Это обуславливает актуальность поиска такой системы нагрузок, которая обеспечила бы не только поддержание достигнутого уровня адаптации, но и его дальнейший рост без истощения и изнашивания структур и функций организма, несущих на себе основную нагрузку в процессе тренировочной или соревновательной деятельности спортсмена.

Поступательное повышение тренированности и специальной физической работоспособности высококвалифицированных спортсменов возможно только при использовании тренировочных нагрузок приближающихся по своей величине к пределу адаптационных возможностей организма. В то же время тренировочные воздействия, превышающие функциональные возможности спортсмена, вызывают срыв механизмов адаптации, истощают все виды физиологических резервов организма, приводят к росту травматизма, развитию патологических изменений в органах и тканях, приводящих порой к необратимым негативным последствиям, в частности к внезапной смерти спортсмена.

Сегодня под термином «внезапная смерть» в спорте понимают наступление летального исхода во время физических нагрузок, либо в течение ближайших 24 часов с момента появления первых симптомов, обусловивших прекращение физической нагрузки либо повлекших ее изменение.

Частота внезапной смерти в спорте находится примерно на уровне 1–6 случаев на 100000 занимающихся. Примерно 75% умерших спортсменов не достигли возраста 35 лет. Средний возраст внезапно умерших спортсменов составляет 27–28 лет. В 91–97% случаев ими являются представители мужского пола. Основная доля смертельных исходов (81% случаев) приходится на время проведения тренировочного занятия или сразу после него.

Ведущая причина внезапной смерти в спорте – патологические состояния и заболевания сердца (более 90% всех причин). Чаще всего они связаны с нарушением коронарного кровоснабжения сердечной мышцы ($\frac{1}{3}$ случаев) и развитием гипертрофической кардиомиопатии ($\frac{1}{4}$ случаев). Реже в качестве причин внезапной смерти спортсмена выступают миокардит, клапанные пороки, в частности пролапс митрального клапана.

Одной из ведущих причин внезапной смерти спортсмена является скрытая инфекция сердца. Оно может быть атаковано различными вирусами (например, гриппа, свинки, кори, герпеса) и бактериями. Поэтому следует воздерживаться от занятий спортом, по меньшей мере, в течение 10 дней даже после легких заболеваний. Ни в коем случае нельзя стремиться «компенсировать» упущенное во время болезни усиленными тренировками.

Когда вирус проникает в сердце, спортсмен, как правило, уже не может показывать своих прежних результатов. Он чаще испытывает потребность в отдыхе. У спортсмена отмечается повышение ЧСС в состоянии покоя. Инфицированное сердце в минуту совершает на 8–12 сокращений больше, чем здоровое. Поэтому следует регулярно следить за своим пульсом.

К сожалению, инфицированное сердце, в отличие от пораженных вирусами или бактериями скелетных мышц, сигнализирующих о возникшей проблеме болевыми ощущениями, может достаточно долго не подавать никаких тревожных сигналов. Это создает негативные предпосылки для развития глубоких патологических изменений в его работе, особенно на фоне интенсивной или продолжительной мышечной деятельности.

Система кровообращения наиболее напряженно функционирует в холодное время года. Неслучайно, пик смертности от сердечно-сосудистых заболеваний приходится на январь месяц. Этому предшествует декабрьское повышение уровня холестерина в крови. Данная особенность функционирования системы кровообращения требует повышенного внимания к качеству приспособительных

реакций сердца и кровеносных сосудов на выполнение физических нагрузок в зимний период.

Группу риска по развитию внезапной смерти составляют спортсмены, от которых требуется проявление выносливости на протяжении длительного времени, например, бегуны на длинные и сверхдлинные дистанции. В эту же группу входят атлеты, чья тренировочная и соревновательная деятельность характеризуется резкими переходами от работы малой интенсивности к высокоинтенсивной мышечной деятельности, особенно если она сопровождается значительным повышением внутригрудного давления. К ним относятся, например, представители большого тенниса.

Внезапная смерть может быть вызвана не только внутренними, но и внешними причинами, например, сложными климатическими условиями, а также тренировочной или соревновательной деятельностью, содержащей физические нагрузки, превышающие функциональные возможности организма спортсмена. Так, 80% умерших спортсменов не предъявляли никаких жалоб накануне смерти и не имели высокого наследственного риска внезапной смерти.

Выявить тонкую грань между допустимым пределом физической нагрузки и чрезмерным тренировочным воздействием, нарушающим нормальную деятельность органов и систем организма, можно только на основе объективных результатов функционального контроля за ходом спортивной тренировки. Именно они позволяют подобрать рациональные объемы и интенсивность тренировочных воздействий, обеспечивающих наибольший прирост физической работоспособности спортсмена без ущерба его здоровью.

Вопрос 2. Виды функционального контроля.

В организационном плане принято выделять три вида функционального контроля: оперативный, текущий, этапный.

Оперативный контроль позволяет оценить срочные реакции организма на выполнение отдельных физических нагрузок в ходе занятия, а также его функциональное состояние после завершения целого занятия. Наиболее доступным для оперативного контроля показателем является ЧСС.

Определять ее целесообразно не только в процессе тренировочного занятия и сразу после его окончания, но и на 10-й минуте отдыха. Эта рекомендация обусловлена тем, что именно на 8–10 мин восстановления в организме происходят определенные тонкие перестройки, обеспечивающие его переход от активного состояния к отдыху. В этот период малейшие признаки переутомления, нарушения вегетативной регуляции функций, особенно кровообращения, видны наиболее четко.

По результатам оперативного контроля специалист в области физического воспитания и спортивной тренировки в случае необходимости может своевременно скорректировать величину физических нагрузок, выполняемых в рамках отдельного занятия. Это позволит не допустить чрезмерного истощения физиологических резервов организма и развития глубокого утомления, а также создать необходимые предпосылки к эффективному восстановлению организма

после завершения интенсивной мышечной деятельности с обязательным выходом на сверхвосстановление.

Текущий контроль направлен на оценку функционального состояния организма, которое является следствием кумулятивного тренировочного эффекта серии занятий, микроциклов.

В связи с тем, что функциональное состояние спортсмена может существенно измениться в течение 2 – 3 недель спортивной тренировки, оценку его динамики целесообразно осуществлять после каждого микроцикла. Контроль отдельных маловариативных функциональных показателей допустимо проводить с периодичностью от 2 – 3 недель до 1 – 3 месяцев.

Объективная информация о текущем функциональном состоянии занимающихся, предоставляемая разнообразными высокоинформативными медико-биологическими методиками, позволяет тренеру (инструктору) получить ответы на 3 очень актуальных вопроса:

1. Какова физиологическая стоимость выполненных спортсменом (физкультурником) физических нагрузок?

2. Нуждается ли реализуемая программа физической подготовки в какой-либо коррекции?

3. Кого целесообразнее включить в стартовый состав команды?

Последняя задача, в виду своей специфичности, представляется более актуальной в области спортивной тренировки, нежели в сфере физического воспитания.

Этапный контроль позволяет оценить состояние организма, являющееся следствием его долговременной адаптации к физическим нагрузкам, выполняемым в процессе длительного периода подготовки (в течение макроцикла).

Этапный контроль функционального состояния спортсмена с использованием масштабной батареи тестов целесообразно осуществлять 4 раза в год:

1-й раз – в *начале подготовительного периода*. Задача контроля – оценка состояния спортсмена после отпуска (точка отсчета). Выявление его слабых и сильных сторон.

2-й раз – в *конце подготовительного периода*. Задача контроля – изучение степени прогресса спортсмена, оценка эффективности реализуемой тренировочной программы.

3-й раз – *середина соревновательного периода*. Задача контроля – оценка эффективности работы по поддержанию достигнутого в подготовительном периоде уровня развития основных физических качеств спортсмена. Данный контрольный срез наиболее актуален в тех видах спорта, где соревновательный период растягивается на достаточно длительный срок, например, в биатлоне, лыжных гонках, хоккее, футболе и т.д.

4-й раз – *завершение соревновательного периода*. Задача контроля – определить, что необходимо подтянуть или восстановить во время отпуска, предоставленного спортсмену.

В процессе занятий оздоровительной физической культурой этапный контроль можно проводить реже, например, 1 раз в 4–6 месяцев. Он необходим не только инструктору для оценки эффективности разработанной им программы

физической подготовки, но и занимающимся для объективизации результатов своих занятий тем или иным видом оздоровительного фитнеса.

Если оперативный и текущий функциональный контроль можно проводить в так называемых «полевых» условиях, то показатели этапного контроля регистрируют, как правило, в специально организованных условиях с использованием более сложных методик, требующих аппаратного обеспечения.

Вопрос 3. Показатели и методики функционального контроля в процессе физического воспитания и спортивной тренировки.

Выбор контролируемых показателей и физиологических систем организма опосредован специализацией спортсмена. В скоростно-силовых и сложнокоординационных видах спорта акцент делают на изучении функционального состояния центральной нервной системы, сенсорных систем и нервно-мышечного аппарата. В видах спорта, требующих проявления выносливости, – на изучении функциональных возможностей кислородтранспортной системы. Кроме того, для всех видов спорта и оздоровительного фитнеса важна оценка динамики физической работоспособности.

Достоверно оценить физическую работоспособность человека можно по совокупности ее косвенных показателей, в качестве которых выступают различные физиологические, биохимические и психофизические константы, отражающие реакцию организма на выполнение физической нагрузки. Например, частота сердечных сокращений, систолический объем крови, концентрация молочной кислоты в крови, величина кислородного долга, максимальное потребление кислорода и т.д.

Снижение косвенных показателей физической работоспособности в пределах до 15% от исходного уровня указывает на развитие утомления. Ухудшение анализируемых показателей на 16–19% свидетельствует о возникновении хронического утомления. Снижение на $\geq 20\%$ указывает на развитие таких патологических состояний как переутомление и перетренированность.

Наиболее распространенными методами определения физической работоспособности в процессе физического воспитания и спортивной тренировки являются различные варианты степ-тестовых и велоэргометрических нагрузок.

При проведении контроля функционального состояния лиц, занимающихся физической культурой и спортом, приоритетными следует считать показатели, объективно характеризующие функциональное состояние системы кровообращения. Их высокая диагностическая значимость в выявлении ранних признаков переутомления обусловлена тем, что при выполнении чрезмерных физических нагрузок в первую очередь нарушаются условные рефлекс, регулирующие работу сердечно-сосудистой системы. Лишь спустя некоторое время расстраиваются двигательные условные рефлекс. Так, на фоне снижения приспособительных возможностей системы кровообращения хорошее функциональное состояние нервно-мышечного аппарата может сохраняться в течение 6–8 недель тренировок.

Некоторое представление о функциональном состоянии человека можно получить на основе анализа показателей, характеризующих деятельность сердечно-сосудистой системы в состоянии покоя. Однако наибольшую диагностическую значимость имеют функциональные пробы с дозированными физическими нагрузками. При их проведении целесообразно изучать не только реакцию системы кровообращения на физическую нагрузку, но и скорость восстановления характеризующих ее показателей к исходному уровню. Это обусловлено тем, что адаптация сердца к физическим нагрузкам происходит сразу по двум направлениям:

1. Повышается мощность сердечных сокращений.
2. Ускоряются восстановительные процессы, протекающие в миокарде, по окончании мышечной деятельности.

В качестве интегрального показателя системы кровообращения широко используется частота сердечных сокращений (ЧСС), которая легко определяется по пульсу. Пульсометрия является наиболее простым и доступным методом изучения функционального состояния системы кровообращения и оценки уровня ее адаптации к физическим нагрузкам. Изменение частоты сердечных сокращений во время мышечной деятельности и ее динамика в восстановительном периоде объективно характеризуют приспособительные возможности организма человека. Неслучайно этот показатель считается эффективным инструментом управления физическими нагрузками. Увеличение ЧСС в состоянии покоя является наиболее ранним признаком дизадаптации организма человека к физическим нагрузкам, требующим оперативной коррекции его двигательной деятельности.

Подсчет ЧСС методом пульсометрии следует производить в одних и тех же условиях не менее 3-х раз в день. 1-й раз – утром в состоянии покоя сразу после сна. 2-й раз – сразу после занятий физическими упражнениями. 3-й раз – на 10-й минуте восстановления после мышечной деятельности. Измерения всегда производятся в одном и том же положении (лежа или сидя). При этом важно оценивать не только частоту сердечных сокращений, но и ритмичность, а также наполнение пульса. Неодинаковое наполнение пульсовых волн даже при стабильной ЧСС, а тем более аритмия, вплоть до пропусков отдельных пульсовых волн, указывают на необходимость снижения физических нагрузок, увеличения продолжительности и повышении качества отдыха.

Повысить информативность ЧСС позволяет математический анализ сердечного ритма, лежащий в основе такой методики как кардиоинтервалография. Благодаря своей высокой диагностической значимости в оценке уровня тренированности спортсмена и эффективности его адаптации к физическим нагрузкам, названная методика в последние годы приобретает все большую популярность в спортивной практике. Специалисты в области физического воспитания на сегодняшний день, к сожалению, крайне редко используют кардиоинтервалографию в целях контроля функционального состояния занимающихся.

Во время выполнения физических упражнений ЧСС должна значительно возрастать по сравнению с уровнем покоя, иначе не будет получено ни оздоровительного, ни тренировочного эффекта от двигательной активности. В то

же время нельзя превышать допустимых для каждого возраста *максимальных значений* данного показателя. Они рассчитываются по следующим формулам:

$$\begin{aligned} 220 & - \text{возраст для лиц в возрасте до 60 лет,} \\ 210 & - \text{возраст для лиц старше 60 лет.} \end{aligned}$$

Оптимальный диапазон рабочей ЧСС на занятиях физической культурой рассчитывается по следующим формулам:

$$\begin{aligned} \text{Верхняя граница} & - \text{ЧСС}_{\text{макс}} * 0,75 \\ \text{Нижняя граница} & - \text{ЧСС}_{\text{макс}} * 0,60 \end{aligned}$$

Оптимальный диапазон рабочей ЧСС на тренировочном занятии рассчитывается по другим формулам:

$$\begin{aligned} \text{Верхняя граница} & - (\text{ЧСС предельная} - \text{ЧСС покоя}) * 0,85 + \text{ЧСС покоя} \\ \text{Нижняя граница} & - (\text{ЧСС предельная} - \text{ЧСС покоя}) * 0,6 + \text{ЧСС покоя} \end{aligned}$$

Для оценки соответствия выполненной физической нагрузки функциональным возможностям организма целесообразно производить подсчет ЧСС не только сразу после ее завершения, но и в период восстановления. С этой целью можно использовать индекс Никитина:

$$P = \text{ЧСС}_2 - \text{ЧСС}_1$$

P – разность

ЧСС₁ – частота сердечных сокращений в покое

ЧСС₂ – частота сердечных сокращений через 10 минут после завершения занятия

Для хорошо подготовленных людей, систематически занимающихся физической культурой, и для спортсменов допускается величина P в диапазоне 18–25 уд/мин.

Для малоподготовленных людей, имеющих нарушения в состоянии здоровья, допустимая величина P – 10–14 уд/мин. Если значение данного показателя менее 10 уд/мин, то выполненная нагрузка была недостаточной, более 14 уд/мин – чрезмерной.

Динамику восстановительных процессов по ряду гомеостатических констант целесообразно исследовать и на более поздних этапах восстановительного периода: через 30–60 мин, 4–6 ч и 36–48 ч после окончания тренировки.

Наряду с ЧСС достаточно высокой диагностической значимостью обладают и такие показатели системы кровообращения, которые характеризуют артериальное давление человека, состояние периферического кровотока, сократительные способности сердца, его электрическую активность.

Исследования, проведенные О. С. Коган и С. Д. Галиуллиной, свидетельствуют о том, что у абсолютного большинства высококвалифицированных спортсменов (66,7 % мужчин и 66,1% женщин)

широко распространены различные изменения на электрокардиограмме (ЭКГ) (синусовая аритмия, неполная блокада правой ножки пучка Гиса, нарушения внутрижелудочковой и внутрипредсердной проводимости, процессов реполяризации, метаболических процессов в миокарде). Наиболее часто негативные ЭКГ-признаки выявляются в циклических видах спорта (84,5 % обследованных), реже в игровых (73,5 %), скоростно-силовых (61,3 %), сложнокоординационных (57,6 %) видах спорта и единоборствах (52,8 %).

В самостоятельную группу негативных ЭКГ-признаков авторами выделены случаи дистрофии миокарда вследствие физического перенапряжения (ДМФП). Частота их встречаемости составила 4,7 % случаев. ДМФП свидетельствует о серьезных изменениях метаболизма сердечной мышцы и является неблагоприятным прогностическим признаком в отношении функционировании системы кровообращения.

Высокая информативность присуща и биохимическим показателям. Также как и физиологические показатели, они позволяют оценить срочный эффект нагрузки, выявить характер и продолжительность восстановления функций организма после ее выполнения, проследить динамику адаптационных процессов, протекающих в организме человека при выполнении мышечной деятельности различной направленности и интенсивности.

Контроль биохимических показателей по ряду объективных причин не нашел широкого распространения в практике физического воспитания. При подготовке спортсменов, особенно высококвалифицированных, биохимические исследования являются неотъемлемой составной частью контроля уровня их адаптации к тренировочным нагрузкам.

Наиболее часто применяемыми биохимическими критериями переносимости тренировочных нагрузок является содержание в периферической крови *мочевины, креатинфосфокиназы (КФК) и кортизола*.

Забор крови для определения мочевины, КФК и кортизола осуществляют утром натощак и после окончания вечерней тренировки для определения суммарного адаптационного сдвига в течение тренировочного дня.

Характер метаболической адаптации к нагрузкам различной направленности определяется особенностями энергообеспечения мышечной деятельности.

При тренировках на уровне ПАНО в энергообмен вовлекаются углеводы, которые используются как в аэробном, так и частично в анаэробном процессах. Углеводные энергоресурсы организма ограничены. Пополнение их запасов происходит главным образом за счет белков. Неоглюкогенез сопровождается образованием такого побочного продукта, как аммиак, который в печени превращается в *мочевину*. Возрастание уровня мочевины в крови в нагрузочный и постнагрузочный периоды указывает на восполнение углеводных ресурсов организма из белковых структур. Это приводит к снижению мышечной массы, иммунитета и физической работоспособности, потере веса.

При выполнении нагрузок силовой направленности энергия образуется за счет расщепления АТФ и креатинфосфата. Расщепление креатинфосфата стимулируется ферментом *креатинфосфокиназой*. Его высокие значения в крови спортсмена в период отдыха требуют проведения полного диагностического обследования мышц с целью выявления в них скрытых проблем, вызванных

продолжительным утомлением. Кроме того, высокое содержание креатинфосфокиназы является показанием к снижению интенсивности тренировочных нагрузок.

Исследование динамики содержания данного фермента в крови под влиянием физических нагрузок позволяет подобрать упражнения различного характера и интенсивности, не вызывающие негативных процессов в мышечной ткани.

Выявление повышенной концентрации *кортизола* (гормона стресса) в крови спортсмена свидетельствует о срыве механизмов его адаптации к мышечной деятельности вследствие выполнения чрезмерных физических нагрузок в процессе спортивной тренировки. Сохранение концентрации обсуждаемого гормона в пределах нормы свидетельствует об успешной адаптации организма спортсмена к тренировочным воздействиям.