

**Методические рекомендации по оценке уровня функциональной
подготовленности и адаптации организма к выполнению физических
нагрузок московскими спортсменами с ограниченными возможностями с
учетом специфики заболевания**

Москва 2012

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Введение.....	3
1. Принципы тестирования в паралимпийском спорте.....	5
2. Методы оценки функциональной подготовленности и адаптации организма спортсменов.....	10
2.1. Методы измерения аэробных возможностей.....	10
2.2. Определение контрольных показателей адаптивных систем организма спортсмена.....	13
2.3. Оценка типов реакций сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку.....	23
2.4. Кардиоинтервалографическая методика с применением клино- ортостатической пробы.....	26
2.5. Электромиографическое тестирование спортсменов с ограниченными возможностями.....	30
Заключение.....	34

ВВЕДЕНИЕ

В современной научной литературе достаточно хорошо описано влияние физических нагрузок на организм здорового человека, изучены особенности адаптации сердечно-сосудистой и нервно-мышечной систем к психофизическим нагрузкам, механизмы формирования спортивного сердца, патологические изменения, возникающие у спортсменов при нерациональных занятиях спортом. Известно, что реакция различных систем на действие стресса в виде тяжелых физических упражнений зависит от различных факторов, как внешних (характеристики физических упражнений, продолжительность, интенсивность и кратность физической нагрузки, и др.), так и внутренних (генетически обусловленных).

В связи с развитием диагностической техники появились новые методики оценки уровня функциональной подготовленности и адаптации организма спортсменов к выполнению физических нагрузок спортсмена, исследованы корреляционные взаимоотношения между многими клиническими критериями функционального состояния, что существенно повысило эффективность тренировочного процесса. К наиболее распространенным методам оценки уровня функциональной подготовленности и адаптации организма к выполнению физических нагрузок относят: нагрузочные тесты (определение МПК, PWC170, Вингейт-тест, Гарвардский степ-тест, одномоментные пробы (Руфье, Мартинэ) и др.), биохимический анализ, стандартные методы функциональной диагностики (ЭКГ, ЭХО-КГ, определение типов адаптации сердечно-сосудистой системы на физические нагрузки), антропометрия, анализ состава тела, ряд педагогических тестов и др.

Вместе с тем, методика оценки уровня функциональной подготовленности и адаптации организма к выполнению физических нагрузок спортсменами с ограниченными возможностями с учетом специфики заболевания остается не до конца разработанной. Несмотря на относительно хорошую разработанность системы комплексного контроля в спорте, в настоящее время остаются серьезные

проблемы с интерпретацией полученных данных и их использованием в процессе управления тренировкой спортсменов с ограниченными возможностями.

Причины заключаются в следующем: во-первых, необеспеченность действительной комплексности оценки. Во-вторых, отсутствие критериев, позволяющих оценивать уровень различных сторон подготовленности спортсменов-паралимпийцев и на основании этого невозможность сопоставления исходного состояния спортсмена, состояния на фоне тренировочных нагрузок и необходимого целевого состояния. В связи с этим, разработка методики оценки уровня функциональной подготовленности и адаптации организма спортсменов с ограниченными возможностями к выполнению физических нагрузок различной направленности и длительности, является актуальной задачей при подготовке паралимпийцев.

В данных методических рекомендациях описаны основные методы оценки уровня функциональной подготовленности и адаптации организма к выполнению физических нагрузок спортсменами с ограниченными возможностями с учетом специфики их заболевания.

1. Принципы тестирования в паралимпийском спорте

Процедура выполнения теста называется тестированием, результатом тестирования является численное значение, полученное в ходе измерений. В зависимости от цели все тесты подразделяются на несколько групп. В первую из них входят показатели, измеряемые в покое. К таким тестам относятся показатели физического развития (длина и масса тела, толщина жировых складок, объем мышечной и жировой ткани и т.д.); показатели, характеризующие функционирование основных систем организма (частоту сердечных сокращений, состав крови, мочи и т.п.). В эту же группу входят психические тесты. Информация, получаемая с помощью этих тестов, является основной, во-первых, для оценки физического состояния занимающихся, во-вторых, для сравнения значений, полученных при выполнении нагрузки. При этом уровень покоя принимается за базовый и относительно него ведутся расчеты.

Вторая группа - это стандартные тесты, когда всем спортсменам с ограниченными возможностями предлагается выполнить одинаковое задание (например, в течение одной минуты подтянуться на перекладине 10 раз или другие требования). Специфическая особенность этих тестов заключается в выполнении неопредельной нагрузки, и, следовательно, отсутствует мотивация на достижение максимально возможного результата.

Результат такого теста зависит от способа задания нагрузки: если задается механическая её величина, то измеряются медико-биологические показатели. Если же нагрузка теста задается по величине сдвигов медико-биологических показателей, то измеряются физические величины нагрузки (время, расстояние и т.п.).

Третья группа - это тесты, при выполнении которых, нужно показать максимально возможный двигательный результат, а измеряются значения различных функциональных систем (ЧСС, МПК и т.д.). Особенность таких тестов - высокий психологический настрой (мотивация) занимающегося на достижение предельных результатов. Следовательно, все, что регистрируется при их

выполнении, зависит как минимум от двух факторов: 1) уровня развития измеряемого качества (например, выносливости или техники и т.д.) и 2) мотивации.

Может оказаться так, что спортсмен, обладающий высоким уровнем выносливости, не продемонстрирует его в тесте: он прекратит работу в тесте "до отказа" задолго до исчерпания резервных возможностей, не проявив своих волевых качеств. Оценка подготовленности по одному тесту проводится крайне редко. Как правило, используется несколько тестов, которые в этом случае принято называть комплексом или батареей тестов.

Тестирующие нагрузки должны отвечать определенным метрологическим требованиям. Первое требование. Должна быть определена цель применения любого теста или комплекса тестов. Правильное определение цели тестирования содействует правильному подбору тестов. В спортивной метрологии существует три вида тестирования: этапный, текущий и оперативный и в каждом из них десятки вариантов тестирования. Поэтому комплекс тестов должен включать в себя показатели, характеризующие двигательные качества, уровень, а также структуру физической подготовленности, соотношение, взаимосвязь между ними соответствующие профессиональной подготовке занимающихся.

Второе требование. Следует разработать стандартизированную методику измерений результатов в тестах и процедуру тестирования. Это значит, что измерения различных сторон физической подготовленности спортсменов должны проводиться систематически, это дает возможность сравнить значения показателей на разных этапах тренировки и в зависимости от динамики приростов в тестах нормировать нагрузку. Эффективность нормирования зависит от точности результатов контроля, которые в свою очередь зависят от стандартности проведения тестов и измерения в них результатов. для стандартизации методики тестирования следует соблюдать следующие требования: режим дня предшествующего тестированию должен строиться по одной схеме. Исключаются большие и средние нагрузки, но могут проводиться занятия восстановительного

характера; разминка должна быть стандартной; тестирование должны проводить одни и те же, умеющие это делать люди; схема выполнения теста не изменяется от тестирования к тестированию; интервалы между попытками должны ликвидировать утомление; спортсмен должен показать в тесте максимально возможный результат.

Третье требование. Необходимо определить надежность и информативность используемых тестов. Надежность - это степень совпадения результатов при повторном тестировании одних и тех же людей в одинаковых условиях. Надежность это, по сути дела, надежность оценки состояния человека, его способностей. Одно и то же двигательное качество можно измерить с помощью нескольких тестов. Например, максимальную скорость - по результатам пробегания с ходу отрезков в 10, 20 и 30 м. Силовую выносливость - по числу подтягиваний на перекладине, отжиманий в упоре, количеству подъемов штанги в положении лежа на спине и т.д. Такие тесты называются эквивалентными. Эквивалентность теста определяется следующим образом: занимающиеся выполняют одну разновидность теста и затем, после небольшого отдыха, вторую и т.д. Если результаты оценок совпадают, то это свидетельствует об эквивалентности тестов.

Информативность тестов. В её определении необходимо ответить на вопросы о том, какие проявления физического состояния человека наиболее важны для учебной, трудовой и военной деятельности? Какими жизненно важными двигательными навыками должен владеть каждый человек? С помощью каких тестов можно оценить физическое состояние и двигательные навыки?

Четвертое требование. Должна быть разработана система оценок результатов в тестах. Как правило, специалисты физического воспитания пользуются специальными таблицами оценки результатов по видам спорта: легкоатлетические многоборья, единая спортивная классификация, комплекс ГТО (незаслуженно забытый) и др. Оценки результатов можно разработать и самим преподавателям следующим образом. Проводятся массовые испытания, затем в

каждой группе (по договоренности с экспертами) 20% лучших результатов оценивают как отличную физическую подготовленность. Хорошие оценки проставляют в диапазоне от 41 до 80%, удовлетворительный уровень от 11 до 40%; неудовлетворительный - у оставшихся 10% людей/1/. для того, чтобы рассчитать нормативы для классификаций необходимо иметь полный диапазон результатов, показанных в данном виде тестирования от новичка до мирового рекордсмена.

Пятое требование. Необходимо указать вид контроля (оперативный, текущий или этапный).

1. Цель этапного контроля - получить информацию, на основании которой можно составить планы подготовки на период, этап или другой какой-то относительно длительный срок.

2. Основная задача текущего контроля - сбор и анализ информации, необходимой для планирования нагрузок или их коррекции. Измерения проводятся на каждом занятии или раз в неделю.

3. Оперативный контроль - экспресс-оценка состояния, в котором находится занимающийся физическими упражнениями в момент или сразу по окончании выполнения нагрузки (упражнений, серии упражнений и т.д.).

Проблема выбора и практического использования простых и информативных критериев, отражающих изменение физических качеств на различных этапах подготовки, чрезвычайно актуальна и значима. Многие специалисты убеждены, что тестирующие нагрузки должны отвечать определенным требованиям: быть простыми, надёжными, валидными (информативными), воспроизводимыми в динамике, специфичными, выполняемыми в естественных условиях, носить комплексный характер, а итоговая батарея тестов должна быть одинаковой на всех этапах подготовки в годичном цикле тренировки, учебного занятия. Для того, чтобы определить уровень физической подготовленности, а затем в течение работы установить есть ли изменения, выявить их характер, необходимость корректирующих действий и

осуществить их, необходим рациональный подбор тестов, которые должны отвечать следующим требованиям: объективно отражать качества и способности, для оценки которых они применяются; быть понятными тем, для кого они предназначены; естественно вписываться в учебный процесс, поскольку его построение и контроль за эффективностью взаимосвязаны и взаимообусловлены и ни один из них не может нормально существовать без другого; быть доступными для широкого использования без существенных временных затрат и нарушения качеств процесса занятия.

Если тестирование органически вписывается в учебное занятие, то тесты не только позволяют получать данные о состоянии спортсменов, но и являются действенными средствами повышения их функциональных возможностей и улучшения психологического состояния, связанного, прежде всего, с воспитанием волевых качеств. Из вышесказанного можно сделать следующее заключение: тестирующие нагрузки заключают в себе двойственную функцию. С одной стороны они выполняют свое прямое назначение, а с другой, являясь органической частью физических упражнений, оказывают на организм занимающегося и тренирующее воздействие.

Непременным условием успешного использования тестов является ознакомление спортсменов с программой тестирования, методикой анализа результатов и т.д. Спортсмены должны получать задания регулярно, вести специальные дневники, в которые заносятся полученные данные по результатам тестирования. Это обеспечивает наглядность, информативность, значительно облегчает анализ динамики уровней, повышает интерес к занятиям по физическому совершенствованию, осознанному подходу к своему здоровью. Деятельность тренера малоэффективна, если она не опирается на осознанные, самостоятельные и активные действия спортсмена.

2. Методы и критерии оценки функциональной подготовленности и адаптации организма спортсменов

Существует множество методов оценки функциональной подготовленности и адаптации организма спортсменов с ограниченными возможностями, к которыми относят функциональные, биохимические, физиологические и педагогические.

2.1. Методы измерения аэробных возможностей

Напрямую оценить общее количество АТФ, ресинтезируемой за счет аэробных реакций в рабочих мышцах и даже отдельной мышце, к сожалению, невозможно. Однако можно измерять показатель, пропорциональный количеству ресинтезируемой АТФ в аэробных реакциях.

Для косвенной оценки скорости аэробного ресинтеза АТФ во время мышечной работы используют следующие основные методы: прямое измерение потребления кислорода; непрямая калориметрия; ^1H и ^{31}P магниторезонансная спектроскопия; позитронно-эмиссионная томография; инфракрасная спектрометрия. В спортивной практике наибольшее распространение получил метод непрямой калориметрии.

Непрямая калориметрия (газоанализ вдыхаемого и выдыхаемого воздуха). Общее $\dot{V}\text{O}_2$ организмом пропорционально суммарному количеству АТФ, ресинтезированному за счет реакций окисления в организме. $\dot{V}\text{O}_2$ рассчитывают как произведение скорости легочной вентиляции, приведенной к стандартным условиям, на разницу между долями кислорода во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе. Рассчитывая дыхательный коэффициент (отношение выделяемого углекислого газа к потребленному кислороду), можно приближенно определить вклад углеводов и жиров в окисление. Затем, используя калорический эквивалент кислорода, можно рассчитать количество энергии, полученной

организмом за счет окисления каждого из этих субстратов (Beaver et al. 1981; Welch and Pedersen, 1981).

Достоинством этого метода является неинвазивность, простота в использовании и возможность проводить измерения во многих видах мышечной деятельности. Возможности использования метода существенно расширились с появлением портативных газоанализаторов. К недостаткам газоанализа следует отнести следующее. С помощью непрямой калориметрии можно оценить $\dot{V}O_2$ и энерготраты только для целого организма. Это значит, что невозможно определить, какая часть кислорода используется для обеспечения работы активных мышц, сердца, дыхательных мышц и остальных тканей. Это задача становится особенно актуальной при работе, в которой задействована небольшая мышечная масса. В этом случае потребление кислорода сердцем и дыхательными мышцами может вносить значительный вклад в величину общего потребления кислорода.

Нагрузочные тесты для изучения аэробных возможностей

Для определения аэробных возможностей организма в лабораторных условиях используют моделирование реальной мышечной деятельности – нагрузочные тесты. Основными требованиями к этим тестам должны быть надежность, информативность и специфичность. В спортивной физиологии последнее требование является особенно важным, поскольку при выборе теста необходимо, чтобы в используемом упражнении были задействованы те же мышечные группы, что и в соревновательном движении, а также использовался паттерн движений, максимально приближенный к реальным условиям (к соревновательному движению). Например, тестировать бегуна следует при беге на тредбане, а гребца при работе на специальном гребном эргометре. Бессмысленно определять общее $\dot{V}O_2$ организмом у пловца в тесте на велоэргометре (работа ногами), тогда как основные рабочие мышцы в его виде спорта это мышцы рук и туловища т.д.

Все тесты, применяемые в физиологии мышечной деятельности, сводятся к измерению физиологических реакций в ответ на заданную или выбираемую нагрузку. В приросте любого физиологического показателя в ответ на увеличение нагрузки выделяют этап быстрого роста (0.5-1.5 мин), этап медленного прироста (квазиустойчивое состояние) и этап выхода показателя на истинное устойчивое состояние. При субмаксимальных и максимальных по интенсивности аэробных нагрузках третий этап не всегда достижим. Для того чтобы четко описать реакцию организма на ту или иную нагрузку, необходимо добиться выхода физиологических показателей на истинное устойчивое состояние или на максимальный уровень. Как правило, выход на истинное устойчивое состояние может занимать для разных показателей 5-15 мин даже при относительно небольшом (10-15% от максимальной величины) приросте нагрузки. Это означает, что если дожидаться выхода показателя на истинное устойчивое состояние, то тест может занять слишком много времени. С другой стороны, при тестировании необходимо определить, как изменяются те или иные физиологические показатели в ответ на нагрузки разной интенсивности: от минимальной до максимальной. Поэтому желательно, чтобы тест включал в себя несколько нагрузок разной интенсивности.

Учитывая приведенные выше рассуждения становится понятно, почему в физиологии мышечной деятельности получил широкое распространение тест со ступенчато повышающейся нагрузкой. Данная тестовая модель позволяет оценить реакцию организма во всем диапазоне нагрузок от минимальной до максимальной аэробной нагрузки. Здесь и далее под максимальной аэробной мощностью будет пониматься максимальная мощность, достигнутая в тесте с повышающейся нагрузкой, то есть интенсивность, сопоставимая с нагрузкой, при которой достигается максимальная скорость потребления кислорода ($\dot{V} O_{2max}$). В последующем появился аналог данного теста – тест с непрерывно возрастающей нагрузкой. Оба способа задания нагрузки получили широкое распространение и

являются практически общепризнанной моделью для тестирования аэробной работоспособности.

Недостатками данных моделей является наличие периода запаздывания между приростом нагрузки и приростом физиологического показателя, поскольку физиологический показатель в данном случае не успевает выйти на истинное устойчивое состояние. Поэтому результаты теста (показатель, отнесенный к мощности) будут несколько занижены относительно длительного теста с постоянной нагрузкой. Период запаздывания особенно выражен на низких нагрузках и несколько больше проявляется в тесте с непрерывно возрастающей нагрузкой, чем в тесте со ступенчато возрастающей нагрузкой.

С другой стороны, тест с непрерывно возрастающей нагрузкой имеет ряд преимуществ. Различные физиологические показатели имеют разную скорость выхода на квазистойчивое состояние, поэтому при скачкообразном приросте нагрузки неизбежна гетерогенность: например, скорость прироста потребления кислорода в этом случае будет выше скорости прироста выделения углекислого газа. Это может искажать некоторые расчетные показатели, такие как аэробно-анаэробный переход, определяемый с помощью метода V-slope. К тому же, если в тесте со ступенчато возрастающей нагрузкой величина прироста мощности достаточно велика (50 Вт), то спортсмен может отказаться от работы на последней ступени, так и не выйдя на свой индивидуальный максимум. Поэтому тесты с непрерывно возрастающей нагрузкой становятся все более популярными для оценки аэробных возможностей организма.

2.2. Определение контрольных показателей адаптивных систем организма спортсмена

Комплексность медико-биологических исследований является одним из важнейших принципов диагностики функционального состояния в спортивной медицине. Очень важно подобрать такую группу тестов, которые при минимальных затратах времени и ресурсов могли бы дать максимум информации.

Для оценки уровня адаптации систем организма спортсменов разработаны контрольные показатели, на которые следует ориентироваться.

Существует программа комплексного тестирования состояния сердечно-сосудистой системы (ССС) у спортсменов на базе модифицированной велоэргометрической пробы, разработана и апробирована система биоуправления тренировкой «Вектор», которая является аналогом известной финской системы «Поляр». С помощью разработанной программы и аппаратного обеспечения проводились наблюдения за спортсменами различных видов спорта и квалификации.

В основе разработанной программы комплексного тестирования ССС у спортсменов лежит принцип комплексности исследования функциональных систем организма. Программа состоит из ряда блоков:

1. Оценка субъективного статуса осуществлялась по 10-бальной системе (продолжительность и качество ночного сна (ч.), качество засыпания вечером и пробуждения утром, нервозность, спортивная форма, аппетит), фиксировались жалобы спортсмена. Избыточные психофизические перегрузки вне тренировок (учёба, быт, личная жизнь) провоцируют развитие патологических процессов. Самооценка функционального состояния совместно с получаемыми данными объективного исследования дают возможность правильно оценить состояние спортсмена, выявить патогенетические механизмы развития патологических и предпатологических состояний. Такая корректировка объективных данных весьма важна при оценке явления диссимуляции у спортсменов.

2. Лабораторный контроль (определению основных прямых циркуляторных показателей, КФК, лактата, ЛДГ, мочевины и др.).

3. Антропометрические исследования (рост, вес, окружность грудной клетки, ЖЕЛ с расчетом индексов - $BMI = \text{вес (кг)} / (\text{рост (м)})^2$, ИК (индекс Кетле) = $\text{вес (г)} / \text{рост (см)}$ и ИГ (индекс гармоничности) = $\text{ЖЕЛ (мл)} / \text{динамометрию (дин)} - 0,5 \text{ веса (кг)}$).

4. Анализ стандартной ЭКГ в классической варианте в 12-ти отведениях и по Небу (отведения D, A, I) с анализом количественных (интервалы RR, PQ, QT) и качественных характеристик (водитель ритма, соотношение R/T, динамика сегмента S/T, сумма R/T) в покое, при ФН и в восстановительный период. Наличие патологических изменений, особенностей ЭКГ у спортсменов оценивается до и после физической нагрузки.

Электрокардиография является важным методом диагностики утомления. В состоянии острого утомления отмечаются признаки перегрузки желудочков сердца и диффузные изменения миокарда (уплощение зубца Г, удлинение электрической систолы и предсердно-желудочковой проводимости, отрицательный зубец Т в III и II отведениях). В основе дистрофических изменений в мышце сердца лежит недостаточное коронарное кровообращение и развитие гипоксии.

Наиболее часто явления перегрузки сердца наблюдаются у спортсменов с очагами хронической инфекции: хроническим тонзиллитом, кариесом зубов, гайморитом и др. При функциональных пробах с физической нагрузкой наблюдаются неадекватная реакция, замедление времени восстановления, изменение конечной части желудочкового комплекса ЭКГ (низкий зубец Г на изолинии или отрицательный), экстрасистолия. Признаки гипоксии миокарда могут быть обнаружены на ЭКГ: смещается сегмент S-T, уплощается зубец Т, учащается ритм сердца. Гипоксия создает благоприятные условия для развития аритмии или для усиления уже имеющейся.

5. Определение биохимических показателей до начала тестирования, на 1, 3 и 8 минутах оцениваются показатели уровней лактата, глюкозы, ЛДГ, АсАТ, КФК, калия в периферической крови.

6. Частота сердечных сокращений (ЧСС) и артериальное давление (АД). Наиболее полно характеризуют функциональное состояние сердечно-сосудистой системы. Во время физической нагрузки при высокой тренированности ЧСС достигает 180-200 уд/мин. В состоянии острого утомления по сравнению с покоем

она увеличивается в 1,5-2 раза (Л.Прокоп, 1959; В.Н. Волков, 1968). При нарастании утомления пульс может быть более частым или редким, нередко отмечается аритмия. Уровень АД также четко отражает степень утомления. Обычно при нарастании утомления АД повышается на 20-50 мм рт. ст. При остром утомлении после большой физической нагрузки минимальное давление падает до нуля (феномен бесконечного тона).

Обследованным лицам предлагается велоэргометрическая проба, разработанная Engstrom (1993) в модификации. Выполняется четырёхступенчатая повышающаяся нагрузка на велоэргометрах. В покое, во время нагрузки в конце каждого этапа и в восстановительный период - в конце 1, 3 и 8 минут - снималась ЭКГ по Небу по 20-30 кардиоинтервалов. В это же время проводился забор периферической капиллярной крови из пальца пациента.

Нагрузочное тестирование проводится по следующей методике:

1. 2-4 минутная разминочная нагрузка мощностью 1 Вт/кг (ФН 0).
2. Три ступенчато повышающихся нагрузки (ФН1-3) длительностью по 3 минуты и мощностью 1,5-2-2,3-3 (3,2) Вт/кг, соответственно.
3. Частота педалирования - 60-80 оборотов в минуту.
4. ЧСС, АД, забор крови осуществляются в конце каждой минуты за 15-20 сек.
5. После последней нагрузки 30-60 сек. - восстановительное педалирование со снижающейся нагрузкой.
6. Рассчитывается максимальная аэробная производительность (МАП) и МПК.

$$\text{МАП (Вт)} = H_3 + ((\text{ЧСС}_{\text{макс.}} - \text{ЧСС}_3) * \frac{H_3 - (H_1 + H_{2/2})}{\text{ЧСС}_3 - (\text{ЧСС}_1 + \text{ЧСС}_{2/2})})$$

$$\text{ЧСС}_3 - (\text{ЧСС}_1 + \text{ЧСС}_{2/2}),$$

где: $H_{1, 2, 3}$ - мощность нагрузки в Ваттах, $\text{ЧСС}_{1, 2, 3}$ - пульс в конце каждой нагрузки, $\text{ЧСС}_{\text{макс.}} = 220 - \text{возраст}$.

$$\text{МПК (мл/кг/мин)} = \text{МАП} * 12,48 + 217 / \text{вес (кг)}$$

7. Запись и анализ кардиоинтервалограммы проводится с помощью прибора «Вектор 2-3» или «Polar» со статистической обработкой (поэтапно и в среднем). Основными критериями «цены адаптации» при проведении КИГ-исследования являются ЧСС среднее, максимальное, минимальное, М (математическое ожидание, мс), Мо (мода, мс) - наиболее часто встречаемое значение RR, АМо (амплитуда моды) - частота определения Мо, индекс напряжения (ИН) по Баевскому $= \text{АМо} / 2 * \text{Мо} * dX$, сигма (стандартное отклонение RR, мс), коэффициенты вариации (КВ), ассиметрии (КА), эксцесса (КЭ), представляющие собой нормирование по разной частоте сигмы, dX (вариационный размах, мс).

8. Результаты ультразвукового исследования до и после нагрузки (на 10-й мин.) с оценкой сократительной функции сердца. Критериями адаптации к ФН являются такие показатели, как диаметр аорты (Ао), конечные диастолические размеры и объёмы (см) (КДР, КСР и КСО, КДО), рассчитанные по формуле Teicholz (1976), толщина межжелудочковой перегородки (ТМЖП) и задней стенки левого желудочка (ТЗСЛЖ), ударный объём (УО) и фракция выброса (ФВ). Учитывается также степень пролабирования митрального клапана во 2-ой стандартной позиции датчика.

Эхокардиографическая оценка морфо-функционального ремоделирования миокарда спортсменов проводится на ультразвуковых сканерах фазированным датчиком с частотой импульсации 3.5 МГц. Миокард, клапаны и подклапанные структуры изучают в М- и В- режимах. Основные измерения проводятся в М-режиме на изображении длинной оси левого желудочка, полученном при стандартном парастернальном положении датчика. Определяют толщину межжелудочковой перегородки в диастолу (МЖП, см), толщину задней стенки ЛЖ в диастолу (ЗС_{ЛЖ}, см), конечно-диастолический размер ЛЖ (КДР_{ЛЖ}, см), конечно-систолический размер ЛЖ (КСР_{ЛЖ}, см), конечно-диастолический объём ЛЖ (КДО_{ЛЖ}, мл), конечно-систолический объём ЛЖ (КСО_{ЛЖ}, мл), массу миокарда ЛЖ (ММЛЖ, г), ударный объём в покое (УО, мл), ударный индекс (УИ,

отношение УО к площади поверхности тела, мл/м²) и минутный объем кровообращения в покое (МОК, л).

Для оценки эхокардиографических показателей морфометрии и гемодинамики принято исходить из нормативов, полученных при обследовании лиц, не занимающихся спортом, того же пола и возраста. Согласно этим нормативам, за верхнюю границу нормы ММЛЖ принимается величина, равная 170 г. Если ММЛЖ находится в пределах от 170 до 195 г., то есть основания думать об умеренной гипертрофии миокарда. При выраженной гипертрофии величина ММЛЖ превышает 200 г. В последние годы чаще используется индекс – отношение ММЛЖ к площади поверхности тела (ИММ_{лж}). ММЛЖ считается увеличенной, если индекс превышает 125 г/м² у мужчин и 118 г/м² у женщин. Кроме того, степень гипертрофии можно оценивать по толщине МЖП. Гипертрофия отсутствует при значениях МЖП ≤ 1,2 см; умеренная гипертрофия соответствует МЖП 1,3-1,4 см; при МЖП 1,5 см и более гипертрофия является выраженной (Дембо и Земцовский, 1989).

9. Динамика основных гемодинамических показателей (ЧСС, АД) в покое, поэтапно в пробе, в восстановительный период определяются для типирования реакции ССС на ФН.

Для количественной оценки гемодинамики предложен универсальный экспресс-индекс - общий гемодинамический показатель ОГП = АД ср. + ЧСС (ед.). Учёт исходного гемодинамического состояния в покое для последующей интерпретации исходного состояния и постнагрузочных изменений очень важен в прогнозировании спортивной деятельности. Исходя из ранее проведенных исследований, отличными результатами считаются значения ОГП в положении сидя до 135 единиц, хорошими 135-145 ед., удовлетворительными 145-155 ед., неудовлетворительными - более 155 ед. У высококвалифицированных спортсменов, особенно «на выносливость», эти значения несколько ниже. Преимущество данного индекса над достаточно распространённым «двойным произведением» в том, что он является многофакторными (т.е. учитывают

изменения АД мин., макс., пул. и ЧСС), а суммирование составляющих уравнивает значимость каждого из них, и прежде всего, ЧСС. Более того, согласно исследованиям Бова А.А., Замотаева И.П. (1998), двойное произведение не даёт достаточно полного представления о состоянии коронарного резерва, и требует учета динамики ЧСС и АД при нагрузке.

На значение ДП серьёзно влияет эмоциональный фактор; оценка значений ДП проводится только при проведении субмаксимальных тестов (как правило, RWC170, Гарвардский степ-тест) с умеренными объёмами ФН, которые редко используются в спортивно-медицинской практике наблюдения за высококвалифицированными спортсменами, что ограничивает применение индекса Робинсона в спортивной медицине. Поэтому, разрабатывая ОГП в различных условиях спортивной деятельности, акцентировано внимание на использование ОГП не столько при проведении функциональных проб, сколько для регулярного ежедневного экспресс-контроля спортсменов в командных видах спорта.

Гарвардский степ-тест.

Сущность Гарвардского степ - теста (название связано с местом, где он был разработан, - лаборатория утомления при Гарвардском уни-верситете) заключается в восхождении и спуске со ступеньки определенной высоты, различной для каждого возраста, в определенном темпе в течение определенного времени. Обычно для мужчин высота ступеньки составляет 50 см, время 5 мин, темп 30 восхождений и спусков в 1 мин; для женщин соответственно 45 см, 4 мин. при том же темпе.

После выполнения пробы в восстановительный период определяется трижды ЧСС за 30 с. - первый раз в промежуток от 60-й до 90-й секунды, затем - от 120-й до 150-й и далее - от 180-й до 210-й секунды. Результаты этой пробы выражаются количественно по так называемому индексу Гарвардского степ – теста:

$$ИТГС = \frac{T}{(T_1 + T_2 + T_3) * 2}$$

где

T₁ - частота сердечных сокращений за 60-90-секундный промежуток восстановительного периода;

T₂ - за 120-150-секундный промежуток;

T₃ - за 180-210 секундный промежуток;

T- фактическое время выполнения теста в секундах.

Если ИТГС ниже 50, то физическая работоспособность считается очень плохой, при цифрах 51-60- плохой, 61-70- достаточной, 71-80- хорошей, 81-90- очень хорошей, более 91- отличной.

Следует иметь в виду, что если испытуемый прекращает восхождение на ступеньку раньше, чем 5 мин, фиксируется только истинное время ее выполнения и расчет ИТГС ведется по истинному времени его выполнения (T). Как видно из формулы расчета ИТГС, его величина характеризует скорость восстановительных процессов после физической нагрузки. Чем выше индекс, тем быстрее идет восстановление пульса.

Ортостатическая проба. В состоянии хорошей тренированности ортостатические воздействия не вызывают значительных изменений пульса. Как известно, в норме его учащение после перехода в вертикальное положение достигает в среднем 6-18 ударов в 1 мин, в то время как большой прирост свидетельствует о наличии функциональных отклонений.

Клиностатическая проба. Урежение пульса при переходе в горизонтальное положение норме не более 4-12 ударов в 1 мин, в то время как более уреженный пульс указывает на недостаточную тренированность.

Проба Штанге - задержка дыхания на вдохе. обследуемый в положении стоя делает вдох, затем глубоки выдох и снова вдох (80—90 % от максимального) и закрывает рот. На нос накладывают резиновый зажим. Отмечается время задержки дыхания. Тренированные спортсмены способны задержать дыхание на

60—120 с. При утомлении время задержки резко снижается. Пробу можно записать на ленте кимографа от манжетки, наложенной на живот.

Проба Генчи - задержка дыхания на выдохе. При хорошем функциональном состоянии спортсмены способны задержать дыхание на выдохе на 60—90 с. При утомлении время задержки дыхания резко уменьшается. Пробу также можно записать на кимографе через капсулу Маррея. Значимость этих проб увеличивается, если вести наблюдения постоянно, в динамике.

Тест PWC₁₇₀

Определение физической работоспособности по тесту PWC₁₇₀ сложнее, так как требует специальной аппаратуры, в частности велоэргометра, позволяющего точно дозировать нагрузку. Измерение ЧСС при этом исследовании производится не непосредственно во время выполнения физической нагрузки. Свое название тест PWC₁₇₀ получил от первых букв английского термина - физическая работоспособность - Physical Working Capacity.

Принцип теста PWC₁₇₀ основан на том, что, по мнению его авторов (Съестранда и Валунд, 1947-1948), существует линейная зависимость между ЧСС и мощностью выполняемой работы. Это позволяет предсказать на основании выполняемой работы, какой будет у обследуемого ЧСС при любой нагрузке большей интенсивности. Эта зависимость после ЧСС, равной 170, нарушается. Поскольку физиологи считают, что ЧСС, равная 170 ударам в 1 мин., характеризует оптимальный по производительности режим сердечно-сосудистой системы, физическая работоспособность определяется величиной мощности мышечной работы, при которой ЧСС достигает 170 ударов в 1 мин.

Был предложен способ измерения этого показателя, основанный на том, что зависимость частоты пульса от мощности линейна, а значит, её можно описать уравнением вида

$$F = A * W + F_0$$

где

F - частота пульса при нагрузке;

A - коэффициент пропорциональности;

W - мощность;

F_0 - частота пульса в покое.

Если измерить частоту пульса двух последовательных нагрузок, нетрудно рассчитать мощность при пульсе 170 ударов в минуту. Величина этой мощности и будет PWC_{170} .

Исследование PWC_{170} у спортсменов обнаружили, что у борцов и гимнастов она сравнительно невысока, тогда как у лыжников, велогонщиков, бегунов-стайеров - очень большая. Поэтому принято считать, что PWC_{170} отражает, прежде всего аэробную производительность, то есть работоспособность в зонах умеренной и большой мощности, где главным источником энергии являются окислительные процессы. Отечественными учеными было предложено использовать в качестве опорной точки для расчета PWC_{170} пульс покоя. Такая методика в последние годы получила широкое распространение.

Восстановление фазовой структуры сердечного цикла после физических нагрузок протекает у лиц с различной физической работоспособностью неодинаково. Чем выше значение PWC_{170} , тем быстрее протекает восстановительная перестройка кардиогемодинамики.

Последовательность выполнения теста:

Испытуемый последовательно выполняет две нагрузки в течение 5 мин. с 3-минутным интервалом отдыха между ними. В последние 30 сек. пятой минуты каждой нагрузки подсчитывается пульс.

Мощность первой нагрузки (N_1) подбирается по таблице 1 в зависимости от веса тела обследуемого с таким расчетом, чтобы в конце 5-й минуты пульс (f_1) достигал 110...115 уд./мин.

Мощность второй (N_2) нагрузки определяется по табл. 2 в зависимости от величины N_1 . Если величина N_2 правильно подобрана, то в конце пятой минуты пульс (f_2) должен составить 135...150 уд./мин.

Испытуемым предлагается последовательно выполнить на велоэргометре две нагрузки умеренной интенсивности с частотой вращения педалей 60-75 об/мин, разделенные 3-минутным интервалом отдыха. Мощность первой нагрузки дозируется исходя из массы тела. Каждая нагрузка продолжается 5 минут и по ее окончании подсчитывается ЧСС. Значения PWC_{170} рассчитывается путем подстановки экспериментальных значений ЧСС и мощности выполняемой нагрузки в следующую формулу:

$$PWC_{170} = W + (W^1 - W^2) \cdot \frac{(170 - f)}{f^1 - f^2}$$

Это уравнение позволяет легко найти величину PWC-170, если известны мощность 1-й (W^1) и 2-й (W^2) нагрузок и ЧСС в конце 1-й (f^1) и 2-й (f^2) нагрузок.

Уровень физической работоспособности по тесту PWC_{170} определяется прежде всего производительностью кардиореспираторной системы. Чем эффективнее работа аппарата кровообращения, тем выше функциональные возможности вегетативных систем организма, тем больше величина PWC_{170} .

2.3. Оценка типов реакций сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку.

На основании полученных данных, аналитического материала научной литературы была модифицирована классификация типов реакции ССС на ФН. В основе стандартизации типов реакций положены следующие критерии:

1. Сопряженность изменений ЧСС и АД пульсового.
2. Адекватность изменений ЧСС, АД пульсового, АД среднего, ОГП объему ФН.
3. Абсолютные значения ЧСС и АД.
4. Время восстановления ЧСС и АД.
5. Внешние признаки утомления, субъективные жалобы.
6. Специфичность предъявляемой нагрузки.

Классификация типов реакции ССС на ФН:

1. Нормотонический тип:

а) гиперреактивный вариант

2. Гипертонический тип:

а) с повышением АД диастолического,

б) без повышения АД диастолического,

в) ступенчатый.

3. Гипотонический.

4. Дистонический:

а) феномен бесконечного тона.

Нормотонический тип реакции характеризуется сочетанным и адекватным объему ФН повышением ЧСС и АД пульсового. Разность приростов ЧСС и АД пульсового может достигать 10-30%. АД мин в зависимости от специфичности ФН либо не изменяется либо снижается на 10-30 мм. рт. ст. АД макс. не достигает значений выше 170 мм. рт. ст. АД ср. колеблется в пределах ± 10 мм. рт. ст. Время восстановления не превышает 60 сек. при одномоментных пробах и 3-3,5 мин при велоэргометрической пробе (ВЭП) и других. Может отмечаться гиперемия кожных покровов при ВЭП.

Гиперреактивный вариант предполагает значительный прирост ЧСС на 1 минуте, но к концу 1 минуты восстановления соотношение ЧСС и АД пульсового нормализуется. Прирост ЧСС может превышать прирост АД пульсового до 50%. Подобный вариант чаще встречается у подростков с высокой психоэмоциональной лабильностью нервной системы (синдром белого халата и др.), после неполноценного отдыха.

Гипертонический тип предполагает значительный прирост АД пульсового более чем на 60%, прирост АД среднего более 10 мм. рт. ст. и составляет 102 мм рт. ст. и более; АД макс. достигает значений выше 170 мм. рт. ст. Любое повышение АД мин. после одномоментной пробы расценивается как гипертонический тип. Восстановление АД макс. 4-5 минут (при ВЭП), причем снижение ЧСС происходит на 1-2 минуты ранее. Выделяют варианты с

повышением и без повышения АД мин. Во втором варианте прирост АД среднего составляет 15-30 мм. рт. ст. и расценивается как крайне неблагоприятный. ПНИ - более 38 - 40.

Увеличение МОК неадекватно объёму ФН. В данном случае можно говорить об относительно компенсированной как систолической, так и диастолической перегрузках левого желудочка. Оба варианта встречаются при перенапряжении ССС по дисциркуляторному типу, ожирении, нарушениях режима, у бывших спортсменов, не поддерживающих спортивную форму. В случае повышения АД макс. на 1-3 минутах восстановления определяется ступенчатый вариант, который чаще встречается при грубых нарушениях режима, у плохоподготовленных лиц. Субъективно отмечаются одышка, гипергидроз, гиперемия. Техника заметно страдает при выполнении длительных нагрузок. Данный тип встречается достаточно часто.

Кратковременное повышение АД мин. после неспецифической ФН может наблюдаться у гимнастов, тяжелоатлетов, других спортсменов, выполняющих физические нагрузки с натуживанием. При быстром восстановлении АД тип реакции следует считать нормотоническим.

Гипотонический тип определяется при незначительных колебаниях АД и выраженном приросте ЧСС (более чем в 2 раза выше прироста АД пульсового). Эти изменения носят неадекватный ФН характер. АД ср. практически не изменяется. Время восстановления ЧСС 5-15 минут. Обычно ЧСС несколько снизившись ко 2 минуте, длительное время не восстанавливается. Субъективно отмечается вялость, низкая мотивация выполнения нагрузок, одышка, головная боль. В целом, гипотонический тип реакции ССС встречается редко, в основном, у девушек в околоменструальном периоде.

Дистонический тип реакции характеризуется неустойчивой тенденцией изменений АД без связи с ЧСС. Чаще ЧСС снижается на 2 минуте на 20-30%, продолжая очень медленно восстанавливаться. Значение АД колеблется 3-4 минуты восстановительного периода, после чего отмечается тенденция к

снижению. Чем больше время неустойчивого колебания АД, тем неблагоприятнее прогноз. Время восстановления - более 5 минут.

Вариантом данного типа является феномен бесконечного тона (ФБТ), при котором минимальное АД не определяется, что связано с техническими издержками метода Короткова. В механизмах такого явления преобладает несоответствие сердечного выброса и периферического тонуса сосудов. АД макс. достигает 160-190 мм. рт. ст. Нередко абсолютные значения ЧСС и АД макс. совпадают, особенно при ВЭП. Субъективные симптомы разнообразны, но могут быть асимптоматичные случаи.

Такой тип нередко встречается у спортсменов с неблагоприятным неврологическим анамнезом (черепно-мозговые травмы, невриты др.) при выраженной дилатации левого желудочка, ВСН по смешанному типу. Неклассифицированные варианты требуют дополнительного внимания.

2.4. Кардиоинтервалографическая методика с применением клино-ортостатической пробы

Методика предназначена для автоматизированного проведения кардиоинтервалографических исследований с применением функциональных проб с целью характеристики вегетативного гомеостаза и вегетативного реагирования. В настоящей работе методика использовалась для донозологической диагностики, характеристики процессов адаптации организма и его функциональных резервов. В комплексе «ЭКГ-триггер-Heart Mirror 3 ИКО» реализуется такая схема применения клино-ортостатической пробы, которая позволяет оценить исходный вегетативный тонус (состояние вегетативной регуляции в условиях физиологического покоя), реакцию на нагрузку, способность организма к быстрому восстановлению.

Ритмологические исследования проводятся после 10-15 минутного отдыха обследуемого. Время полного обследования одного пациента от момента запуска программ до выдачи заключения до 20 минут.

Исследование включает в себя три основных этапа:

- заполнение паспортной части;
- ввод и обработка КИГ;
- выдача заключения.

1. Комплекс обеспечивает создание электронной картотеки.

2. При заполнении паспортной части на экране появляется окно с различными разделами, куда вносятся исходные данные.

3. Проводится создание новой карточки обследуемого при первичном обследовании или выбор уже существующей при повторном обследовании.

4. В карточке содержатся данные об обследуемом: код пациента, фамилия, имя, отчество, дата рождения, пол; а также данные о ранее проведенных исследованиях (дата проведения, тип исследования).

5. В графе Группа отображаются данные о принадлежности пациента к какой - либо группе обследуемых. Например - здоров - условно здоровые люди, заболевания ССС - люди с различными заболеваниями ССС и т.д.

Если открыть это окно с помощью кнопки Редактировать, то появляется возможность изменить ошибочно введенные данные о пациенте.

7. Наложение электродов. Места наложения электродов предварительно очищались спиртом, а на поверхность электродов наносилась проводящая паста. Затем электроды в следующих точках: красный электрод на лучезапястном суставе правой руки, черный электрод на внутренней стороне лучезапястного сустава левой руки, желтый электрод на правой руке выше лучезапястного сустава

8. Следующим этапом исследования являются ввод и обработка КИГ, включающие пятикратный съем 256 кардиоинтервалов в следующих условиях.

Следующим этапом обследования после заполнения паспортной части является кардиоинтервалографическое исследование, включающее пятикратный съем 256 кардиоинтервалов в следующих условиях:

- фоновая кардиоинтервалограмма - 256 кардиоинтервалов, введенных в состоянии покоя;
- клино-ортостатическая кардиоинтервалограмма - 256 кардиоинтервалов, введенных сразу после команды "Встать", т.е. после перевода пациента в ортоположение;
- 1-я ортостатическая кардиоинтервалограмма - 256 кардиоинтервалов, введенных на шестой минуте ортостаза;
- 2-я ортостатическая кардиоинтервалограмма - 256 кардиоинтервалов, введенных на одиннадцатой минуте ортостаза;
- клиностатическая кардиоинтервалограмма - 256 кардиоинтервалов, введенных через 4 минуты после команды "Лечь" (перевод пациента в клиноположение).

9. Анализ КИГ.

Измеряемые параметры (для каждой из 5 кардиоинтервалограмм):

1. мода (M_o) - наиболее часто встречающееся значение кардио-интервала, характеризующее гуморальный канал регуляции и уровень функционирования системы;
2. амплитуда моды (AM_o) - число значений интервалов соответствующих M_o , и выраженное в процентах к общему числу кардиоциклов массива; отражает степень влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы на сердечный ритм;
3. вариационный размах длительности кардиоинтервалов (ΔX) - разница между максимальным и минимальным значениями длительности интервалов R-R в секунду, отражает степень влияния парасимпатического отдела вегетативной нервной системы на сердечный ритм;
4. отношение $AM_o/\Delta X$ - баланс симпатических и парасимпатических влияний на сердце;
5. отношение AM_o/M_o - указывает на реализующий путь центрального стимулирования (нервный или гуморальный);

6. вегетативный показатель ритма $VPR = 1/Mo * dX$;

7. индекс напряжения (выражается в %) $ИН = A_{mo}/(2 * Mo * dX)$.

Интегральный показатель уровня централизации регуляции сердечным ритмом (в усл.ед.). Характеризует активность механизмов симпатической регуляции, состояние центрального контура регуляции. Информирован о степени напряжения компенсаторных механизмов организма. Был предложен в 1979 г. Р.М. Баевским;

Перечень заключений

Исходный вегетативный тонус:

- Ваготония;
- Эйтония;
- Симпатикотония;
- Гиперсимпатикотония;

Вегетативная реактивность:

- Асимпатикотоническая;
- Нормотоническая;
- Гиперсимпатикотоническая;

Вегетативное обеспечение деятельности и тип реакции на ортостатическую нагрузку:

- Недостаточное (симпато-астеническая, астено-симпатическая, астеническая реакция);
- Достаточное (умеренная симпатикотоническая реакция);
- Избыточное (симпатикотоническая, астено-симпатическая реакция);

Период восстановления:

- Удлинен (реакция утомления);
- Нормальный;
- Удлинен (симпатикотоническая реакция);

2.5. Электромиографическое тестирование спортсменов с ограниченными возможностями

Электромиографическое обследование является примером прикладной нейрофизиологии и, следовательно, функциональным исследованием, отвечающим на определенные клинические вопросы. Прежде всего, это касается патофизиологического состояния нервно-мышечного аппарата в целом с преобладанием поражения тех или иных элементов ДЕ.

ЭМГ (ЭНМГ) - полимодальный метод исследования, включающий в себя большое количество методик. По способу получения данных, характеру исследования и методам обработки данных в ЭМГ выделяют следующие методики обследования:

1. Интерференционная поверхностная ЭМГ.

2. Стимуляционная ЭМГ.

- Исследование М-ответа и скорости распространения волны по моторным волокнам (СРВм).

- Исследование потенциала действия нерва и скорости распространения волны по сенсорным волокнам (СРВс).

- Исследование поздних нейрографических феноменов (F-волна, H-рефлекс, A-волна).

- Ритмическая стимуляция и определение надежности нервно-мышечной передачи (декремент-тест).

- Игольчатая ЭМГ (Исследование потенциалов двигательных единиц (ПДЕ)).

3. Магнитная, стимуляция.

- Исследование центрального времени моторного проведения.

- Исследование М-ответа и СРВм по глубоко расположенным нервным стволам.

Электромиографическое исследование не следует проводить после физиотерапевтических и других лечебных процедур (например, электротерапии),

а также после приема сильнодействующих лекарств, изменяющих функциональное состояние нервной системы.

Интерференционная поверхностная ЭМГ или глобальная ЭМГ позволяет получить информацию о состоянии мышцы, количестве мышечных волокон. Сущность методики состоит в регистрации биоэлектрической активности мышцы при помощи накожных электродов. При данной методике проводится регистрация произвольной (спонтанной) активности мышц поверхностными электродами. Если межэлектродное расстояние небольшое, потенциал отводится от определенного (ограниченного) участка мышцы. Получаемую кривую можно называть "суммарной", так как в конечном итоге она представляет суммарную активность тех ДЕ, которые в настоящее время возбуждены и активность которых достаточна, чтобы быть зарегистрированной поверхностными электродами.

При достаточно большом межэлектродном расстоянии необходимо учитывать, что в случае установки активного электрода на моторную точку мышцы регистрируется ЭМГ со всего мышечного массива. Часть потенциалов фиксируется непосредственно с данной мышцы, часть с соседних, прилегающих мышц. Особенно это актуально при регистрации ЭМГ с многослойных мышечных групп (предплечье, бедро).

Классификация электромиограммы в спорте

Р.М. Городничев предлагает использовать в качестве основных классификационных признаков:

- 1) наличие и характер двигательной активности;
- 2) возможность идентификации потенциалов отдельных двигательных единиц (ДЕ) исследуемой мышцы.

В связи с этим предлагается следующая классификация рисунка (паттерна) ЭМГ:

- суммарная ЭМГ при полном расслаблении мышц;
- биоэлектрическая активность для обеспечения поз (лежание, сидение, стояние);

- рефлекторная суммарная активность (рефлексы: "нагрузки", "разгрузки", сухожильный, вибрационный);
- интерференционная ЭМГ при статических усилиях;
- залповидная ЭМГ при циклической (ритмической) деятельности;
- гиперсинхронизированная ЭМГ (при утомлении и треморе);
- селективная (избирательная) ЭМГ отдельных ДЕ (1-3) мышцы.

Типы ЭМГ.

1. Суммарная ЭМГ при полном расслаблении мышц - регистрируется обычно в положении лежа при выполнении обследуемым инструкции "максимально расслабить определенную мышцу". Амплитуда такой ЭМГ не превышает 4 - 8 мкВ и в основном отражает активность концевых пластинок мышц.

2. Биоэлектрическая активность для обеспечения поддержания поз (лежание, сидение, стояние) - характеризуется относительно небольшими по амплитуде потенциалами действия и умеренной частотой их импульсации. Величина амплитуды и частоты разрядов зависит от степени напряжения мышцы, участвующей в поддержании той или иной позы. Наибольшая амплитуда обычно наблюдается в мышцах нижних конечностей, несущих основную нагрузку при сохранении вертикальной позы. В этом случае амплитуда в среднем составляет 20 - 110 мкВ.

3. Рефлекторная суммарная активность - электроактивность, регистрируемая в мышцах при сухожильном и вибрационном рефлексам, а также при рефлексам "нагрузки" и "разгрузки". Амплитуда основных колебаний при этом варьируется в диапазоне 15 - 140 мкВ, а их частота равна 30 - 85 колебаниям в секунду. Конкретные величины определяются параметрами внешнего воздействия.

4. Интерференционная ЭМГ при статических усилиях - вид суммарной поверхностной ЭМГ, регистрируемой при развитии изометрического мышечного напряжения и поддержании его на достигнутом уровне. Значения амплитуды и

частоты ЭМГ зависят от величины статического усилия. Наиболее высокие значения отмечаются при макси-мальном мышечном напряжении. Амплитуда может достигать 1,5 мВ, а частота - 160 колебаний в секунду.

5. Залповидная ЭМГ при циклической (динамической) деятельности характеризуется высокоамплитудными и высокочастотными потенциалами, генерируемыми в момент активных фаз многократно повторяемых двигательных действий. Залповидные вспышки активности особенно отчетливо проявляются при выполнении локомоторных движений (бег, спортивная ходьба). Амплитуда и частота потенциалов действия определяются величиной мышечного напряжения, развиваемого в активных фазах движения. Так, у бегунов-спринтеров в момент фазы отталкивания амплитуда потенциалов достигает 1-2 мВ, а частота - 140-190 колебаний в секунду. В неактивные фазы движения отмечается незначительная фоновая биоэлектрическая активность.

6. Гиперсинхронизированная ЭМГ - вид поверхностной ЭМГ, регистрируемой в стадии явного утомления, а также при отчетливо выраженном треморе, наступающем в период резкого снижения работоспособности скелетных мышц. Этот тип ЭМГ характеризуется наличием высокоамплитудных гиперсинхронных потенциалов, наслаивающихся на фоновую насыщенную ЭМГ и превышающих ее по амплитуде. Амплитуда таких потенциалов колеблется в диапазоне 1 - 3 мВ, а частота составляет 6 - 18 колебаний в секунду.

7. Селективная (избирательная) ЭМГ - отражает электроактив-ность нескольких (1-3) различающихся по амплитуде и форме отдель-ных ДЕ мышц. Такая ЭМГ регистрируется с помощью электродов, имеющих малую отводящую поверхность, а также при введении искусственно созданной биологической обратной связи об активности ДЕ в виде звуковых или зрительных сигналов. В этом случае амплитуда потенциалов отдельных ДЕ составляет 130 - 600 мкВ, а частота - 6 - 50 импульсов в секунду. Величины амплитуды и частоты потенциалов зависят от степени мышечного напряжения.

Заключение

Контроль функционального состояния спортсмена с ограниченными возможностями является важным фактором планирования тренировочного процесса и оценки результатов соревнований. Жесткие по объему и интенсивности физические нагрузки в различных видах спорта при неправильном планировании тренировочного процесса могут привести не только к перетренировке, спаду спортивных результатов, но и способствовать возникновению патологических изменений в организме спортсмена.

В спортивной медицине широко используются автоматизированные физиологические методики, позволяющие контролировать состояние основных систем организма до, во время и после физических нагрузок. Такой контроль актуален как при занятии оздоровительным, так и профессиональным спортом. Для обеспечения эффективности и безопасности оздоровительных физических тренировок естественно использовать методы врачебного контроля, принятые в спортивной медицине.

В связи с развитием диагностической техники появились новые методики оценки уровня функциональной подготовленности и адаптации организма спортсменов к выполнению физических нагрузок спортсмена, исследованы корреляционные взаимоотношения между многими клиническими критериями функционального состояния, что существенно повысило эффективность тренировочного процесса.