

**Методические рекомендации**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАЦИОНАРНОЙ И МОБИЛЬНОЙ  
АППАРАТУРЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ  
ПАРАМЕТРОВ СПОРТСМЕНА ВО ВРЕМЯ ТРЕНИРОВОЧНЫХ  
НАГРУЗОК В РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ СПОРТА, ВХОДЯЩИХ В  
ОЛИМПИЙСКУЮ ПРОГРАММУ**

**Москва - 2012**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Методика использования стационарной и мобильной аппаратуры для получения индивидуальных функциональных параметров спортсмена .</b>	<b>4</b>
<b>Методика использования стационарной и мобильной аппаратуры для получения индивидуальных функциональных параметров спортсмена</b>	<b>30</b>
<b>Методика использования стационарной и мобильной аппаратуры для эффективного дозирования тренировочных нагрузок.....</b>	<b>36</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

Одной из важнейших задач тренировочного процесса является объективизация управления состоянием спортсмена в ходе тренировочной и соревновательной деятельности. Для этого необходимо применение приборов и систем, регистрирующих и анализирующих информацию о работающем спортсмене в минимально короткие временные интервалы.

Научно-технический прогресс не мог не отразиться на такой важной области нашей жизни, как физическая культура и спорт. Развитию и усовершенствованию подверглось, прежде всего, инструментально-аппаратное оборудование. Появление новых, технически совершенных приборов может дать тренерам и специалистам огромный объем информации в виде различных показателей, критериев и параметров.

## **Методика использования стационарной и мобильной аппаратуры для получения индивидуальных функциональных параметров спортсмена**

Ни для кого не секрет, что в современном спорте одним из доминирующих факторов, обуславливающих успешность выступления спортсмена на соревнованиях, является высокий уровень энергетических возможностей спортсмена. Так, например, по различным данным от уровня энергообеспечения в лыжных гонках зависит до 90% результата спортсмена.

Энергетические возможности спортсменов обеспечиваются по средством двух различных энергетических систем: аэробной и анаэробной системами энергообеспечения.

Для получения индивидуальных характеристик аэробной энергетической системы в настоящее время широко используются различные спирогазометрические комплексы, дающие наиболее полное представление о физиологических процессах, происходящих в организме спортсмена.

В настоящее время эргоспирометрическое тестирование является диагностической методикой, позволяющей проводить тестирование физической работоспособности, оценить текущее состояние и изменения в работе кислородтранспортной системы спортсменов при различных режимах мышечной деятельности.

Для тестирования кардио-респираторной выносливости спортсменов используются следующие аппаратно-программные комплексы: Oxycon Mobile, Oxycon Pro, Cardiovit AT-104PC, Metamax и др.

Одним из представителей современных спирогазометрических комплексов является аппарат Oxycon Mobile, который предназначен для использования, как в помещении, так и в полевых условиях. Классические эргоспирометрические исследования предполагают использование какого-либо типа эргометра. Однако использование стационарных эргометров не позволяет в полной мере смоделировать актуальную нагрузку в различных

ситуациях. Oхусон Mobile позволяет проводить кардиореспираторные исследования непосредственно в условиях реальной физической нагрузки (рис.1).



*Рисунок.1. Использование мобильного газоанализатора в тренировочном процессе велосипедистов*

Небольшой, по габаритам, прибор крепится непосредственно на испытуемом с помощью системы ремennого крепления. Данные исследования передаются по телеметрии в режиме реального времени на ПК испытателя на расстоянии до 1 км или, при потере телеметрической связи, сохраняются на встроенную карту памяти. После сохранения результатов исследования в ПК можно произвести их оценку с помощью специального пакета.

Известно, что оборудование для анализа газа имеет наибольший потенциал для создания ошибок. Для сведения их к минимуму необходимо проводить калибровку согласно правилам эксплуатации.

В большинстве газоанализаторов предусмотрено 3 варианта калибровки: калибровка по параметрам окружающей среды, калибровка датчика «поток-объем» и газовая калибровка прибора.

Для регистрации ЧСС вовремя тестирования спортсменов в большинстве случаев используется нагрудный приемопередатчик POLAR, передающего сигнал ЧСС с пары электродов, укрепленных в нагрудном поясе, на приемник, регистрирующий частоту сердечных сокращений. Во многих газоанализаторах эта система интегрирована непосредственно в сам прибор. Большинство газоанализаторов в настоящий момент комплектуются «жесткими» поясами – приемопередатчиками использование которых в ряде

случаев может быть затруднено. Для решения этой проблемы можно использовать мягкие пояса от различных кардиомониторов Polar способных передавать сигнал на частоте, аналогичной «жесткому» поясу. В некоторых случаях также можно использовать пояса Garmin, на которые можно закрепить непосредственно сам приемопередатчик сигнала Polar. После каждого использования пояс Polar должен быть очищен в слабом мыльном растворе. Затем необходимо прополоскать пояс в дистиллированной воде и тщательно его высушить. Регулярная и тщательная чистка продлевает срок службы электродов. Грязь ухудшает эластичность и функционирование передатчика. Пот и влажность могут сохранять влажность электродов такой, что передатчик будет поддерживаться включенным. Таким образом снижается срок службы батареи. Для дезинфекции пояса нельзя использовать химикаты, алкоголь, стальную губку, и т.д., поскольку они могут повредить электрод.

Ниже представлена краткая характеристика основных параметров, регистрируемых этими газоанализаторами.

1. Потребление кислорода. Количество  $O_2$ , поглощенное организмом в течение определенного отрезка времени. В диапазоне аэробных нагрузок ПК линейно зависит от мощности циклической работы и связано линейными зависимостями с частотой сокращений сердца (ЧСС) и легочной вентиляцией (ЛВ). ПК является наиболее надежным показателем текущих энергозатрат организма, поэтому измерение этого показателя является важным методом в диагностике общей и специальной работоспособности спортсменов.

2. Максимальное потребление кислорода. Максимальные размеры аэробного энергообразования оценивается по величине максимального потребления кислорода – МПК. МПК является наиболее точным показателем аэробной производительности.

3. Порог анаэробного обмена. Это точка равновесия продукции и элиминации лактата, переходная зона от аэробного типа энергообеспечения

нагрузки к анаэробному, возникающая когда транспортируемый в мышцы кислород не удовлетворяет потребность в нем для окисления субстратов. Это компенсируется образованием большого количества энергии путем анаэробного гликолиза, что ведет к увеличению образования молочной кислоты, которая в сочетании с бикарбонатом натрия, нейтрализующим кислоту, образуют лактат натрия, воду и диоксид углерода.

4. Частота сердечных сокращений. ЧСС надежно отражает уровень интенсификации аэробных реакций как всего организма в целом, так и непосредственно самого. В основе использования ЧСС при дозировании нагрузок лежит линейная зависимость между мощностью работы и увеличением ЧСС.

5. Кислородный пульс. Важной характеристикой согласованности и экономичности работы кардиореспираторной системы при физической нагрузке служит кислородный пульс (КП), то есть отношение скорости потребления кислорода  $V_{O_2}$  к частоте пульса. КП показывает, сколько кислорода транспортируется к потребляющим кислород тканям, и в первую очередь - к работающим мышцам, за одно сердечное сокращение.

6. Дыхательный коэффициент. Это - безразмерная величина, отражающая самую суть газообмена: соотношение количества потребленного кислорода и выделенного углекислого газа. Этот показатель отражает сразу несколько никак между собой не связанных (или слабо связанных) процессов в организме:

- величина ДК напрямую зависит от того, какую пищу потребляет человек;
- величина ДК отражает вентиляционно-перфузионные отношения в легких.
- ДК существенно увеличивается при включении анаэробно-гликолитического источника энергии для осуществления мышечной деятельности.

Самое главное, что при напряженной мышечной работе меняются все три обстоятельства, ведущие к изменению ДК, причем все три в одну сторону - увеличения ДК: окисляемые субстраты по мере увеличения интенсивности нагрузки все в большей мере представлены углеводами; вентиляционно-перфузионное отношение нередко возрастает, а активация гликолиза неминуемо приводит к появлению  $\text{ExsCO}_2$ . В этом заключается вся сложность трактовки данных об изменении ДК при мышечной работе, однако это не повод, чтобы отмахиваться от столь важного показателя. Вкупе с остальными, он способен пролить свет на происходящие в организме процессы.

7. Минутная вентиляция ( $\text{VE}$ )- параметр, отражающий количество воздуха, вентилируемого за 1 мин.

8. Вентиляционные эквиваленты  $\text{Ve}/\text{VCO}_2$  и  $\text{Ve}/\text{VO}_2$ . Под вентиляционным эквивалентом по кислороду принято понимать отношение вдыхаемого воздуха (л/мин) к количеству потребляемого кислорода (л/мин), а под эквивалентом по углекислому газу – отношение вдыхаемого воздуха (л/мин) к количеству выдыхаемого углекислого газа. Повышение дыхательных эквивалентов свидетельствует о повышении активности респираторной системы.

### ***Нагрузочные устройства***

Для проведения комплексного обследования в настоящий момент наиболее широко применяются нагрузочные устройства двух типов: беговые дорожки и велоэргометры.

Велоэргометры могут быть двух типов: с электрическим или механическим тормозом. Велоэргометры с электрическим тормозом обеспечивают постоянную нагрузку, независимо от скорости вращения, и снабжены счетчиком вращений для калибровки.

Механически регулируемые (трением) эргометры значительно дешевле и широко используются. Однако они не обеспечивают точную регулировку мощности во время нагрузки при изменении скорости педалирования.

## ***Методика получения функциональных параметров***

### ***Подготовительный этап***

На данном этапе необходимо проверить заключение о состоянии здоровья и допуск спортсмена к нагрузочному тестированию, а также подготовить диагностическое и эргометрическое оборудование к тестированию.

Основной задачей подготовительного периода является непосредственно калибровка прибора. Перед запуском текущей калибровки необходимо дождаться окончания времени прогрева аппаратуры. В современных аппаратах выполнять калибровку объема можно не ранее, чем через 15-40 минут после включения прибора в сеть.

Как уже указывалось выше в большинстве современных газоанализаторов предусмотрено 3 варианта калибровки: калибровка по параметрам окружающей среды, калибровка датчика «поток-объем» и газовая калибровка прибора..

### ***Калибровка газоанализатора***

Данная калибровка проводится для точного определения минутной вентиляции измерительная. Рассчитанные компьютером корректирующие коэффициенты являются результатом этой калибровки. Неточные корректирующие факторы могут привести к ошибкам в интерпретации полученных данных. Чистота роторного датчика потока очень важна для точности измерений. Поэтому, его дезинфекция должна проводиться перед тестированием каждого спортсмена. В настоящее время для очистки и дезинфекции датчиков большинство производителей рекомендуют использовать чистящий состав Descogen. При его использовании стоит учитывать, что данный раствор обладает неприятным запахом, что может отрицательно сказываться на результатах тестирования. В связи с этим, после очитки роторного датчика целесообразно проводить дополнительную очистку с применением ультразвуковой ванны.

Калибровка анализатора газов выполняется при помощи стандартной газовой смеси, содержащей 5-6 % CO<sub>2</sub> и 16 % O<sub>2</sub>. Если используется газоанализатор Oхусон, то для проведения газовой калибровки необходимо навинтить регулятор давления с манометром на баллон с калибровочным газом и присоединить трубку баллона с калибровочным газом к штуцеру на задней панели анализатора. Открыть клапан калибровочного газа. Подготовка аппаратных модулей к работе. С помощью соединительного кабеля необходимо соединить анализирующее и передающее устройство в один блок и включить аппарат путем нажатия на многофункциональную кнопку. Если же в работе применяется газоанализатор Metamax, то газовая калибровка в нем осуществляется отдельно. Сначала нужно провести калибровку по «окружающему» газу. Для этого необходимо только освободить от датчика «объем-поток» трубку отбора газа и запустить калибровку по газу 1. Далее следует подсоединить трубку отбора газа к калибровочному баллону и запустить калибровку по газу 2. После чего необходимо передать полученные коэффициенты калибровки в прибор.

Калибровка прибора по параметрам окружающей среды происходит по следующим параметрам: атмосферное давление, влажность и температура.

Маска и мундштук должны быть промыты в дезинфицирующем растворе и дистиллированной воде.

Калибровку прибора рекомендуется проводить перед каждым испытуемым.

Перед тем как пациент впервые будет подвергнут испытаниям, должны быть введены его личные данные. С особой внимательностью следует вводить массу спортсмена, т.к. от этого будут зависеть рассчитанные прибором относительные показатели ПК, выделяемого CO<sub>2</sub> и др.

До старта программы измерения испытуемый пациент должен быть подготовлен следующим образом. Закрепление пояса Polar. Электроды в передатчике пояса Polar измеряют частоту сердечных сокращений пациента. Передатчик передает эти данные в виде радиосигналов к измерительному

модулю. Передатчик автоматически активизируется, после того, как он закреплен и электроды увлажнены электродным гелем или водой.

### ***Закрепление маски и газоанализатора***

Для получения корректных измерений маска, закрепляемая на лице спортсмена, должна быть правильно закреплена, т.е. при закрытии на выдохе входного отверстия маски, воздух не должен выходить за ее пределы. В случае использования портативного газоанализатора блоки газоанализатора могут быть закреплены на пациенте при помощи специального.

Непосредственно в процессе тестирования необходимо следить за субъективным и объективным состоянием спортсмена. Критериями остановки теста являются появление жалоб или неадекватных эргоспирометрических значений, отражаемых на экране монитора.

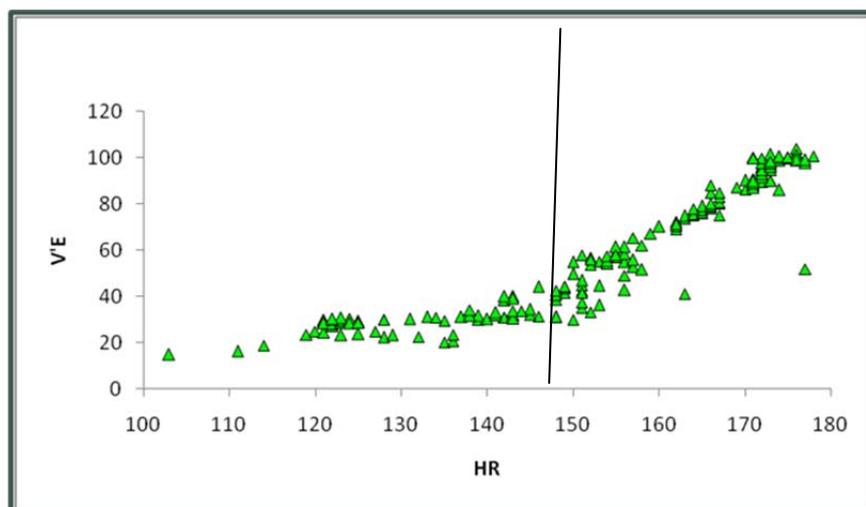
На основании полученных результатов проводится расчет биоэнергетических и физиологических параметров, позволяющих сделать заключение о максимальной физической работоспособности спортсмена и оценить влияние максимальной физической нагрузки на кислородтранспортную систему.

До недавнего времени интерпретация данных тестов завершалась простым сообщением о значении максимального потребления кислорода (МПК) и рекомендациями расходовать больше времени на аэробную тренировку или выбирать другой вид спорта. Использование современных аппаратно-программных комплексов позволяет не только наблюдать за основными эргоспирометрическими параметрами в реальном времени, но и давать развернутый анализ адаптационных изменений системы дыхания.

При ступенчатом повышении нагрузки в работу вовлекается все больше и больше мышечных волокон, что ведет к увеличению кровоснабжения мышц и, следовательно, доставка кислорода к мышцам возрастает. Одновременно наблюдается линейный рост продукции  $\text{CO}_2$  в мышцах. При нагрузке в диапазоне от 40 до 65 % от индивидуального максимального потребления кислорода ( $V_{\text{O}_2\text{max}}$ ) продукция  $\text{CO}_2$  начинаем

возрастать гораздо быстрее, чем потребление  $O_2$ , что говорит об увеличении анаэробных процессов получения энергии благодаря вовлечению в работу БС-волокон. Увеличивается также продукция лактата и  $H^+$ -ионов, а синтез  $CO_2$  возрастает в 4 раза по сравнению с исходным. Возникший ацидоз тканей через хеморецепторы ведет к резко возрастающей потребности в кислороде, что в свою очередь вызывает рост вентиляции и дыхательного эквивалента по кислороду ( $VE/V_{O_2}$ ) при наличии повышающегося дыхательного коэффициента.

Одновременный непропорциональный рост синтеза  $CO_2$  и его высвобождения ( $VC_{O_2}$ ) может быть иллюстрирован крутым наклоном кривой  $VC_{O_2}$  и ЛВ при возрастающей нагрузке.



*Рис.2. Пример регистрации и определения порога анаэробного обмена*

Таким образом, анаэробный порог можно вычислить геометрически из кривых  $V_{O_2}$  и  $VC_{O_2}$  и ЛВ. Этот зависит от уровня функциональной подготовленности и может варьироваться от 50 до 95 % у спортсменов.

При этом значение RER становится близким к 1. После газоаналитического достижения анаэробного порога продукция  $H^+$ -ионов некоторое время находится в пределах 1, а затем возрастает еще быстрее, что ведет к дальнейшей центральной стимуляции вентиляции и повышению уже высоких значений  $VC_{O_2}$ .

Анаэробный порог и точка компенсации дыхания могут быть получены из дыхательных эквивалентов по кислороду ( $V_E/V_{O_2}$ ) и углекислому газу ( $V_E/V_{CO_2}$ ).

Минутная вентиляция ( $V_E$ , л/мин) характеризуется объемом воздуха, проходящим через легкие за 1 дыхательное движение ( $V_T$ , мл) и частотой дыхательных движений. В течение теста оба параметра возрастают. При значениях  $V_{O_2}$ , равных примерно 70-80 % от МПК, продолжает обычно расти только частота дыхания.

Однако высокая стоимость данного оборудования и отсутствие его в «широком» применении в различных спортивных учреждениях несколько затрудняет его использование для круглогодичной оценки индивидуальных функциональных параметров спортсмена во время тренировочных нагрузок.

При этом данное оборудование довольно активно используется в различных лабораториях для проведения комплексных обследований спортсменов. Такие обследования дают объективное представление о динамике физиологических показателей у спортсменов и могут применяться на всех этапах годичного цикла подготовки. Исследование уровня развития аэробной работоспособности необходимо проводить после каждого периода подготовки спортсменов. Особенно эффективно проходить данные обследования до и после тренировочных сборов для оценки степени адаптивных сдвигов в функциональных системах.

В свою очередь, дополнительные измерения кислотно-щелочного состояния организма значительно расширили понимание метаболических, сердечно-сосудистых и нервно-мышечных взаимодействий в процессе адаптации организма к физическим нагрузкам.

Способы анализа лактата в крови делятся обычно на две категории: химические и электрохимические. Оба из указанных методов известны с точностью в пределах 1 % в случае правильного применения, но подвержены многочисленным проблемам в руках неопытных пользователей.

Для исследования динамики лактат крови, могут использоваться различные лактометры. Одним из таких приборов является аппарат фирмы Biosen.



*Рисунок.3. Анализатор лактата крови Biosen C\_line*

Biosen C\_line предназначен для количественного определения глюкозы и лактата в цельной крови, плазме и сыворотке человека. Проба отбирается в капилляр, который помещается в пробирку, заполненную гемолизирующим буфером, и затем измеряется прибором. Поскольку исследуемый материал потенциально инфицирован, отработанные пробирки должны быть обеззаражены согласно инструкциям.

Одним из минусов данного прибора является сложность его использования в условиях учебно-тренировочных сборов, ввиду того, что он предъявляет высокие требования к хранению и перевозке. Для этих целей существуют портативные измерители лактата. Одним из представителей этого вида лактометров является LactateScout.



*Рисунок.4. Анализатор лактата крови LactateScout*

Lactate SCOUT создан для медицинского сопровождения спортсменов, в физиотерапии и реабилитации, а также в качестве дополнения к лабораторной диагностике.

Стоит отметить, что применение газоанализаторов пригодно не только для исследования аэробных возможностей спортсменов, но также может использоваться и для исследования параметров анаэробной энергопродукции.

Одними из основных показателей анаэробной производительности являются алактатный кислородный долг (АКД) и лактатный долг (ЛКД), которые регистрируются при помощи газоанализатора.

В условиях кислородного дефицита активируются анаэробные реакции ресинтеза АТФ. В результате этих процессов в клетках и крови накапливаются недоокисленные продукты распада. Устранение продуктов анаэробного распада может происходить по большей части либо путем их полного окисления до конечных продуктов - углекислоты, и воды, либо ресинтезом из них исходных веществ. Этот восстановительный излишек кислородного потребления получил название кислородного долга. Вопрос о биохимической природе кислородного долга имеет большое значение для спортивной практики.

В зависимости от мощности и продолжительности нагрузки, а также индивидуальных различий в протекании метаболических реакций соотношение биохимических процессов, приводящих к образованию и «оплате» кислородного долга, может претерпевать значительные изменения.

Выбор конкретных тренировочных упражнений, последовательность их использования в тренировочном занятии, число повторений упражнений, величина пауз отдыха часто находятся в непосредственной связи с определением вклада различных энергообразующих процессов в энергетику соревновательных нагрузок. Однако определение кислородного долга очень трудоемко и требует длительного времени, поэтому в большинстве случаев исследование параметров анаэробной энергопродукции производится при помощи эргометрических методов.

Для получения индивидуальных характеристик анаэробной энергетической системы в настоящее время активно используется аппаратура

фирмы «Монарк» и программное обеспечение «Эргомакс», разработанное Н.И. Волковым и др. Данная система позволяет считывать 10 точек на каждом обороте маховика, частота передачи данных - 20 точек в секунду. Т. е. реально уже на первых оборотах можно получить эпюры мощности в зависимости от нажима на педали.



*Рис. 5. Система «Эргомакс» на велоэргометере Монарк*

Перед началом тестирования в системах «Эргомакс» и «Monark» необходимо удобно разместить аппаратуру.

Следует обратить внимание на некоторые моменты:

- кабели не должны касаться маховика и располагаться в непосредственной близости от ног спортсмена и педалей;
- нужно обеспечить свободный доступ к механизму изменения нагрузки велоэргометра;
- во время работы может понадобиться удерживать велоэргометр за руль и седло, как правило, это необходимо для спортсменов с большой массой и если отсутствует надёжное крепление велоэргометра к полу;
- по возможности необходимо устранить посторонние шумы, заглушающие сигналы прибора.

До запуска теста необходимо подготовить испытуемого и велоэргометр, а именно:

- Подогнать высоту сиденья и, если позволяет конструкция велоэргометра, положение сиденья «вперед-назад»;
- Поставить удобно для испытуемого руль
- Очень затянуть ремешки туклепсов. Этот момент часто определяет успешное проведение теста, так как при максимальных нагрузках

ступни соскакивают с педалей, что при десятисекундном тесте недопустимо. Неплохо, если обувь с развитым «протектором», ещё лучше использовать контактные педали и велотуфли. В крайнем случае, для наиболее надежной фиксации можно использовать скотч или лейкопластырь.

- Установить нагрузку на велоэргометре. Процедура подробнее описана ниже.

В практике тестов на максимальную анаэробную мощность принято ставить тормозное усилие 7.5% от веса, но в десятисекундной работе такая нагрузка для тренированного спортсмена явно недостаточна. Испытуемый развивает частоту педалирования более 160-170 оборотов в минуту и ограничение мощности возникает из-за невозможности вращать педали быстрее. Из практики тестирования нагрузка устанавливается следующим образом:

- Тренированные спортсмены-мужчины 10% от веса тела;
- Тренированные спортсмены-женщины 7.5%-10% в зависимости от вида спорта;

Если всё же испытуемый развивает запредельные обороты (>160 об/мин), тест необходимо повторить после восстановления, установив большую нагрузку, если, конечно, для этого есть организационная возможность.

Перед проведением обследования следует внести данные пациента. Для того чтобы удалить из базы данных испытуемого необходимо вначале удалить все его тесты, соответственно, чтобы удалить группу испытуемых, сначала удаляются все испытуемые из этой группы. При просмотре результатов тестирования открывается окно, в котором тесты расположены по времени проведения, а на панели основного окна добавляются четыре кнопки: просмотр результатов, печать, перевод данных в буфер обмена, удаление теста.

Далее следует установить параметры теста, его продолжительность и теста и нагрузка в килограммах и в процентах, также необходимо выбрать

режим сброса груза. Программа запуска теста устроена таким образом, что регистрация данных по нагрузке начинается только после сброса груза.

- Вариант «Fully manual» – старт программы и сброс груза производится экспериментатором с компьютера.
- Вторая строчка «Manually...» – старт задаётся экспериментатором, а груз сбрасывается при нажатии кнопки на конце руля.
- Третий вариант «Fully Automatic» – груз сбрасывается при достижении заданной в правой графе (на рисунке цифра 70) скорости педалирования.

После установки продолжительности теста, нагрузки и режима сброса груза, следует запустить стартовый протокол. Тест начинается нажатием кнопки «Start». В правом верхнем углу пойдет время, на графике кривая скорости педалирования. После старта активируется кнопка «Stop», позволяющая остановить тест в любое время с потерей результатов, по завершении работы активируется кнопка «Analysis», нажав которую, можно просмотреть уже обработанные результаты тестирования.

Максимальная мощность, регистрируемая при проведении испытаний в данном виде тестирующей процедуры, соответствует той части свободной энергии распада АТФ и КрФ, которая преобразуется в полезную механическую работу с максимальной эффективностью. Поэтому это параметрическое измерение с полным правом может служить количественной оценкой максимума алактатной анаэробной мощности.

Константа скорости начального нарастания мощности педалирования в исполняемом лабораторном тесте или, в более упрощённом виде, градиент мощности оценивают скорость развития процесса активации мышечного сокращения в ответ на прилагаемый стимул. Поэтому этот параметр, выводимый из анализа эргометрической кривой изменения мощности педалирования на велоэргометре, может служить количественной оценкой алактатной анаэробной эффективности.

Время удержания максимальной мощности педалирования отражает ту часть от общих запасов КрФ в работающих мышцах, которая может быть использована для поддержания максимальной скорости ресинтеза АТФ, т. е. этот показатель может быть идентифицирован как эффективная алактатная анаэробная мощность.

Константа скорости снижения мощности педалирования или градиент падения мощности отражает снижение алактатной анаэробной эффективности при развитии локального утомления в работающих мышцах. В том случае, когда скорость креатинфосфокиназной реакции не способна обеспечить ресинтез АТФ с интенсивностью, соответствующей мощности задаваемого упражнения, поддержание необходимой скорости освобождения свободной энергии метаболических процессов происходит за счёт анаэробного гликолиза. Определение концентрации молочной кислоты в крови сразу после завершения контрольного упражнения может рассматриваться в качестве количественной оценки неэффективности алактатного анаэробного процесса на завершающей стадии тестирования в состоянии локального мышечного утомления

Общее количество механической работы, выполняемой за время проведения теста, служит количественной оценкой суммарной алактатной анаэробной емкости, оно эквивалентно общим затратам креатинфосфата на выполнение велоэргометрического теста с максимальной мощностью, доступной для испытуемого.

Длинный путь к высоким достижениям в виде спорта целенаправленно формирует специфические макроморфологические проявления, касающиеся непосредственно структур, обеспечивающих специальную работоспособность, таких как развитие лабильных компонентов массы тела (мышечной и жировой), развитие мышечного обеспечения отдельных сегментов конечностей и туловища.

В настоящее время метод электронейромиографии может быть эффективно использован при решении ряда важных проблем физиологии массового и профессионального спорта.

Электронейромиограф - аппарат для стимуляции, регистрации и анализа биоэлектрической активности мышц и нервов. Любая ЭНМГ-система имеет электроды, отводящие биопотенциалы, усилитель этих потенциалов и регистрирующее устройство. В настоящее время используются компьютерные электромиографы, обладающие высокими техническими характеристиками при регистрации и обработке биопотенциалов. Современный электронейромиограф состоит из усилителя биопотенциалов, стимулятора, компьютерного блока, электродов и соединительных проводов.

Одними из наиболее широко используемых приборов исследования биоэлектрической активности мышц являются - программно-аппаратный комплекс компании «Нейрософт», а также система MuscleLab 4020e



*Рис.6. Аппаратно-программный комплекс MuscleLab*

Система MuscleLab 4020e - разработана фирмой Ergotest Technology и является аппаратно-программным комплексом, позволяющим решать различные задачи физиологии и биомеханики. Эта телеметрическая система имеет модульный принцип, конфигурация которого меняется в зависимости от задач исследования

В процессе ЭМГ - исследования нужно строго соблюдать все общепринятые требования по электробезопасности.

Правильное расположение отводящих электродов невозможно без точного установления локализации двигательной точки исследуемой мышцы у каждого обследуемого. «Двигательная точка» место ветвления нерва, наиболее возбудимый участок мышцы. С этой целью можно использовать атлас двигательных точек мышц. Двигательная точка обычно располагается на наиболее выступающей при сокращении части мышцы.

Поверхностные отводящие электроды располагают на двигательных точках мышц. При динамическом исследовании ЭМГ двигательную точку и расположение референтного электрода можно маркировать йодом, раствором бриллиантовой зелени, пастой канцелярского маркера. Биполярные электроды на фиксированной платформе локализуют таким образом, чтобы один электрод находился на двигательной точке, а другой должен быть смещен от нее по ходу волокон к сухожилию. При таком наложении биполярных электродов регистрируется максимальная разность потенциалов. Не рекомендуется использование биполярных электродов с расстоянием между ними более 20 мм, так как в этом случае могут регистрироваться биотоки соседних мышц.

До наложения электродов кожную поверхность обезжиривают спиртом (70°). Помимо этого для улучшения контакта электрода с кожей используется электродный гель или электродная паста.

### ***Выбор мышц***

Выбор мышц определяется задачами исследования. Регистрация ЭМГ дает важную информацию о механизмах регуляции спортивных движений и позволяет анализировать силу, распределение электроактивности разных мышц, в процессе осуществления двигательных действий, характерных для того или иного вида спорта. Поэтому, при исследовании сложно-координированных движений записывается ЭМГ большого числа мышц, при изучении простых по технике движений регистрируются биотоки нескольких мышц. Обычно ЭМГ записывается с тех скелетных мышц, которые являются «ведущими» для исследуемого спортивного движения.

### ***Условия регистрации поверхностной ЭМГ***

В спорте регистрация ЭМГ обычно производится при выполнении статической, циклической (динамической) и сложно-координированной двигательной деятельности. Величина статических усилий обычно выбирается с учетом индивидуального максимума и составляет 25, 50, 75 и 100 процентов его величины. В некоторых случаях статическое напряжение мышц осуществляется посредством удержания стандартного груза. В качестве циклической работы часто исследуются естественные локомоции: ходьба, бег; сложно-координированные точностные движения, технические элементы и комбинации. Особый интерес представляет методика «следающих» движений, предусматривающая изменение двигательной активности обследуемого в соответствии с параметрами, назначаемыми зрительным или звуковым сигналом.

### ***Визуальная обработка ЭМГ***

Визуальный анализ амплитуды потенциалов ЭМГ позволяет установить «ведущие» и «вспомогательные» мышцы при выполнении того или иного спортивного движения. Визуально можно также определить порядок активации и выключения разных мышц в процессе осуществления двигательного действия. Наличие высокоамплитудной и высокочастотной электромиограммы или отсутствие таковой позволяет дифференцировать отдельные фазы движения.

### ***Методика количественного анализа ЭМГ***

Визуальная оценка электроактивности мышц может быть существенно дополнена результатами количественной обработки ЭМГ, в том числе и компьютерного анализа по специализированным программам.

Оценка координационных отношений мышц применяется при анализе взаимодействия между произвольно активируемыми и покоящимися мышцами. Координационные взаимоотношения мышц выражают в величинах коэффициента реципрокности (КР) и коэффициента синергии (КС). Коэффициент реципрокности отражает взаимодействие мышц в

системе агонист-антагонист и показывает степень активации мышцы-антагониста в процентах по отношению к активности мышцы-агониста. Он вычисляется по формуле:

$$KR = \frac{\text{Амплитуда ЭМГ антагониста (при напряжении агониста)}}{\text{Амплитуда ЭМГ агониста (при напряжении антагониста)}} * 100\%$$

Коэффициент синергии применяется для оценки степени активации покаящейся мышцы по отношению к произвольно напрягаемой мышце. КС отражает процессы иррадиации возбуждения в мышцах, находящихся в состоянии относительного покоя, и высчитывается по формуле:

$$KS = \frac{\text{Амплитуда ЭМГ покаящейся мышцы}}{\text{Амплитуда ЭМГ напрягаемой мышцы}} * 100\%$$

Величина коэффициента реципрокности и синергии у здоровых лиц обычно не превышает 15%. В разгибателях верхних и нижних конечностей коэффициент реципрокности и синергии больше, чем в сгибателях.

Анализ основных колебаний потенциалов ЭМГ осуществляется путем подсчета амплитуды и частоты только тех потенциалов, конфигурация которых включает пересечение нулевой линии. В зависимости от задачи работы измеряют либо амплитуду стандартного числа наибольших по величине потенциалов действия, либо среднюю амплитуду колебаний на определенном участке ЭМГ. В интерференционной электромиограмме количество основных колебаний варьирует в диапазоне от 50 до 110 колебаний в секунду и зависит от величины напряжения исследуемой мышцы и ее структуры.

Анализ поворотов колебаний ЭМГ - автоматическая компьютерная оценка количества значимых пиковых потенциалов действия и их амплитуды. За «поворот» (турн) кривой ЭМГ принимается изменение направления потенциала в пределах одной фазы без пересечения изолинии. Учитываются только значимые потенциалы, т. е. те, амплитуда которых равна 100 мкВ и более. Количество «поворотов» (турнов) всегда больше по сравнению с числом основных колебаний и у здоровых людей составляет

150-400 в одну секунду. Средняя амплитуда турнов находится в диапазоне 350-450 мкВ. Оценка поверхностной ЭМГ методом «поворотов» проводится при выполнении дозированной мышечной нагрузки или развитии максимального произвольного мышечного усилия. Для полного изучения активности мышцы обычно анализируют 20 различных односекундных участков.

В условиях компьютерной обработки ЭМГ количество и амплитуда турнов предъявляются в графической форме в виде гистограммы турновых интервалов, амплитуды турнов, скатерограммы отношений амплитуды турнов к частоте турнов в одну секунду и гистограммы пиков турно-амплитудных отношений. Такой графический анализ позволяет получить довольно полные и детальные данные о характере биоэлектрической активности мышц в состоянии покоя и в процессе выполнения физических нагрузок.

Гистограмма межтурновых интервалов показывает число интервалов (ось ординат) стандартизированной длительности, зарегистрированных на односекундном участке или усредненных на 20 односекундных участках. У здоровых спортсменов продолжительность интервалов равняется 2,5-3,9 мс.

Гистограмма амплитуды турнов показывает количество турнов фиксированной амплитуды, зарегистрированных на участке ЭМГ длительностью в одну секунду. При развитии значительных по величине мышечных усилий наблюдается смещение высокоамплитудных столбцов влево. Сдвиг гистограммы вправо характерен для умеренных по силе сокращений мышц. У лиц, занимающихся разными видами спорта, средняя амплитуда турнов составляет 230-560 мкВ.

Скатерограмма амплитуды и частоты турнов позволяет сопоставить динамику этих двух параметров на одном графике, где средняя амплитуда турнов является функцией их частоты. На оси ординат отмечается средняя амплитуда турнов, на оси абсцисс средняя частота турнов, имеющих в односекундном паттерне ЭМГ. Конфигурация точек на скатерограмме,

характеризующая амплитудно-частотную зависимость турнов, выглядит как специфическое облако. Смещение облака влево и вверх от

Гистограмма пиков турно-амплитудных отношений характеризует изменения отношения количества поворотов ЭМГ к средней амплитуде ЭМГ за 1 секунду и применяется в диагностике функционального состояния мышц. Средняя амплитуда ЭМГ возрастает пропорционально величине мышечного усилия, поскольку эти два параметра связаны прямо пропорциональной зависимостью. В то же время количество поворотов ЭМГ растет пропорционально усилию только до 40% от максимального, что соответствует состоянию «насыщения» ЭМГ, и остается относительно постоянным при дальнейшем увеличении мышечного напряжения. Величины пиков отношений турно-амплитудных параметров являются чувствительным показателем в оценке состояния мышечного аппарата спортсменов.

Интегрирование ЭМГ позволяет определить площадь электромиограммы на ее фиксированном временном участке, т.е. меру выраженности активности мышц во времени при той или иной двигательной деятельности. Площадь ЭМГ отражает суммарную электроактивность мышцы и пропорциональна величине развиваемого мышечного усилия. Она выражается в относительных единицах или в мВ\*с (мВ, умноженные на секунды). Интегрирование ЭМГ может эффективно использоваться при оценке активности мышц, обеспечивающих выполнение основных и «специально-подготовительных движений в разных видах спорта.

Автокорреляционный анализ является удобным методом для выявления состояния утомления и тремора, при которых обычно наблюдается ритмическая модуляция амплитуды поверхностной ЭМГ.

Кросскорреляционный анализ применяется для изучения взаимосвязи между ЭМГ разных мышц. Этот вид анализа эффективен при исследовании взаимосвязи биоэлектрической активности мышц в системе агонист-антагонист, позволяя характеризовать механизмы их супраспинального и межсегментарного контроля. Особо важное значение имеет

кросскорреляционный анализ в изучении координации мышц-антагонистов в момент подготовки к выполнению движения и в начальный период его осуществления. При изменении функционального состояния организма спортсмена меняются и кросскорреляционные отношения между активностью разных мышц.

Различные экспериментальные данные свидетельствуют, что в процессе формирования сложного по координации двигательного навыка, происходит экономизация биоэлектрической активности скелетных мышц, обеспечивающих выполнение такого технического приема и это доказывает, что применение поверхностной ЭМГ в спорте будет способствовать наиболее быстрому и эффективному освоению и корректировке технической составляющей спортивного мастерства

Подводя итоги описанию техники и методики электронейромиографического исследования необходимо отметить, что в инструкции к аппаратуре и ее паспорте приводятся сведения о конструктивных особенностях данной электронейромиографической системы, конкретное описание порядка ее эксплуатации, технические детали методики. Перед началом работы эта инструкция и паспортные данные аппаратуры должны быть тщательно изучены.

Длинный путь к высоким достижениям в виде спорта целенаправленно формирует специфические макроморфологические проявления, касающиеся непосредственно структур, обеспечивающих специальную работоспособность, таких как развитие лабильных компонентов массы тела (мышечной и жировой), развитие мышечного обеспечения отдельных сегментов конечностей и туловища.

В спортивной практике стали широко применяться методы биоимпедансного анализа, основанные на измерении электропроводности тканей организма. Наиболее распространенным аппаратно-программным комплексом, работающим на основе биоимпедансного анализа является аппарат Медасс АБС01. Данный аппарат позволяет оценивать динамику

изменений компонентного состава тела быстро и неинвазивно на любом этапе годового цикла подготовки спортсменов, а также сможет с успехом использоваться в условиях учебно-тренировочных сборов.



*Рис. 7 Аппарат Медасс АВС01.*

Биоимпедансный анализатор АВС-01 «МЕДАСС» позволяет измерять модуль импеданса на 6 частотах: 5, 20, 50, 100, 200 и 500 кГц. Диапазон измерения активной составляющей импеданса 10 - 700 Ом, реактивной составляющей 10 - 200 Ом. Принцип работы основан на использовании зависимости баланса электрического сопротивления тканей на низкой и высокой частоте. Электродная система анализатора состоит из 4 электродов для интегрального (классического) обследования.

Для корректного исследования компонентного состава тела следует соблюдать некоторые правила, а именно: за неделю до отменить диуретики, за двое суток – отказаться от алкоголя, кофеина, и др. веществ, изменяющих водно-солевой обмен; за 3-4 часа отменить физические нагрузки, а также прием воды и пищи, за 30 минут – очистить мочевой пузырь; перед началом измерения провести лежа 7-10 минут на горизонтальной поверхности, изолировать обследуемого от окружающих электропроводных предметов.

Для измерения импеданса определенного сегмента тела токовые и измерительные электроды необходимо расположить подходящим образом. Существуют различные схемы измерения компонентного состава тела методом биоимпедансного анализа, наиболее часто используемы в спортивной практике, описанные Д.В. Николаевым и др. Для наиболее удобного их изложения, для начала следует рассмотреть различные условные обозначения: E - голова, R - правая рука, L - левая рука, F - левая нога, N -

правая нога, T - туловище. Измерение, при котором источник тока подключают к левой и правой рукам, а напряжение измеряют между левой рукой и левой ногой, сокращенно можно записать как LR/LF. Измеряемое напряжение в данном случае пропорционально модулю импеданса  $Z_L$ , так как ток через  $Z_T$  и  $Z_F$  не протекает. Этот же импеданс можно определить при измерениях EL/LR, LR/LE, LF/LR и т. д. Импеданс туловища получается при измерениях LF/RN, EF/RN, LN/RF и т.п. Аналогично можно подобрать варианты измерения импедансов других сегментов. Полисегментный биоимпедансный анализ основан на поочередном подключении генератора тока и измерителя напряжения к разным парам электродов с целью последовательного измерения импедансов всех сегментов тела.

Основные схемы измерений, применяемые при анализе состава тела. Исторически первой была схема А.Томассета, измерение по которой записывается как LN/LN. В измеряемую область входят рука, значительная часть туловища и нога, так что схема позволяет получить интегральную оценку состава тела. Наиболее широко применяемой является схема, реализующая измерение RN/RN. Эта схема далее будет называться стандартной. Еще один вариант схемы для интегральной оценки - по М.И.Тищенко. Эта схема обеспечивает лучший учет импеданса туловища, чем предыдущие две, но требует вдвое больше электродов.

Следующие две схемы применяются в приборах японских фирм Omron и Tanita. Выполняемые в них измерения, соответственно, RL/RL и FN/FN позволяют оценить состав верхней и нижней частей тела. Эти оценки с применением эмпирических соотношений затем экстраполируются на все тело.

В последние годы все шире применяются полисегментные схемы измерений. Наиболее известная из них, 8-электродная схема, представлена на рис. При расположении электродов на всех конечностях возможны разные наборы измерений, дающие импедансы всех сегментов. В приборах ABC-01 «Медасс» выполняется, помимо прочих, следующий набор измерений:

RF/RN, LN/LF, RF/LF, LN/RN, LN/RF, RF/LN. Каждое из первых четырех измерений дает сумму импедансов одной из конечностей и туловища, а последние два измерения - только импеданс туловища. Импедансы конечностей определяются затем вычитанием. В приборах фирмы BioSpace (Корея) при том же наборе электродов выполняются измерения RN/RL, LF/RL, RN/FN, LF/FN, RN/LF, дающие импедансы, соответственно, правой руки, левой руки, правой ноги, левой ноги и туловища.

Развитием 8-электродной схемы является 12-электродная схема, в которой дополнительные потенциальные электроды накладываются на локти и колени, что дает возможность измерять отдельно импедансы дистальных и проксимальных сегментов конечностей.

Решение вопросов управления и коррекции тренировки предполагает оперативную оценку развивающихся в организме реакций и поэтапное отслеживание адаптивного ответа на заверченный по характеру тренировочный фрагмент. Одной из ведущих характеристик адаптации к тренировке является специальная физическая работоспособность (СФР). Изменения СФР тесно сопряжены с динамикой показателей состава тела.

Динамика лабильных компонентов массы тела адекватно отражает этапные изменения СФР и может быть использована для прогнозирования ее уровня при невозможности проводить реальные тестирования на отдельных этапах подготовки.

Динамика мышечного и жирового компонентов имеет в цикле подготовки устойчивый характер изменений и зависит от направленности подготовки. В случае акцента аэробного и креатинфосфатного компонентов на начальном этапе подготовительного периода с целью формирования или поддержания базы общей физической подготовленности происходит устойчивая активация мышечного синтеза и липолиза, что обеспечивает выход спортсменов к соревновательному периоду с максимальным для себя уровнем мышечной массы и сниженным уровнем жировой массы – высокой работоспособностью. В случае приоритета развития силовых возможностей

на начальном этапе подготовительного периода происходит активация мышечного синтеза, не обеспеченная активацией энергообмена – спортсмены уже к началу соревновательного периода снижают активность мышечного синтеза при невысокой активности энергообеспечения, что в условиях нарастания соревновательной отдачи формирует сниженный рабочий потенциал. Третий вариант раскрывает результат начального приоритета специальной подготовки в смешанном режиме энергообеспечения, что не позволяет повышать общую физическую базу специальной реализации в подготовительном периоде и приводит к минимальному уровню работоспособности к решающим стартам сезона (Т.Ф. Абрамова, 2001).

Таким образом, изменения лабильных компонентов тела человека отражают неспецифические приспособительные реакции организма в условиях сугубо специфичных факторов воздействия; с высокой объективностью и достоверностью могут быть использованы в контроле за текущими и кумулятивными сдвигами в функциональной системе под воздействием нагрузки.

### **Методика использования стационарной и мобильной аппаратуры для получения индивидуальных функциональных параметров спортсмена**

В спортивной деятельности ведущие специалисты, тренеры, спортсмены постоянно стремятся к совершенствованию методики подготовки спортсменов на основе анализа и обобщения практического опыта и специально организованных исследований. В результате обработки и анализа информации о структуре спортивного упражнения, разрабатываются более совершенные критерии управления тренировочным процессом.

Одним из способов повышения эффективности тренировочного процесса является использование в практической деятельности тренера объективных данных биомеханического анализа сложных спортивных движений. Однако при реализации этого положения имеются значительные

трудности.

Технические средства контроля, позволяющие реализовать экспресс-анализ структуры спортивного упражнения и на его основе оперативное управление тренировочным процессом, должны иметь высокое быстродействие и осуществлять углубленный анализ биомеханических параметров движений.

Таким требованиям соответствует современная микропроцессорная техника. Микропроцессоры, применяемые в вычислительных системах, позволяют создавать на базе персонального компьютера автоматизированные системы (АС), позволяющую мгновенно определить биомеханические параметры спортивного упражнения, и на основе их анализа выдавать необходимые методические рекомендации. Таким образом, внедрение данной АС в текущий тренировочный процесс способствует совершенствованию биодинамической структуры соревновательных движений и повышению эффективности управления спортивной тренировкой.

Результат в спорте при прочих равных условиях в конечном итоге является следствием реализации спортсменом той или иной техники, характеризующейся определенным перемещением тела и/или его звеньев во времени и пространстве. На обеспечение этого биомеханического процесса фактически направлены все процессы, задействованные в спортивно-двигательной деятельности. С естественнонаучной и педагогической точек зрения выходными параметрами системы «спортсмен» являются биомеханические характеристики его движений. Для анализа техники с целью повышения эффективности процесса ее формирования и совершенствования эти параметры необходимо зарегистрировать, измерить и проанализировать.

С этой целью в настоящее время применяются различные методы, среди которых наибольшее распространение получили бесконтактные оптико-электронные компьютеризированные системы. С их помощью

определяются координаты опорных точек тела спортсмена и на их основе рассчитываются кинематические характеристики движения.

Объективная биомеханическая информация о спортивно-двигательной деятельности человека и его движениях, особенно на уровне спорта высших достижений, представляет собой самостоятельную научную ценность. В этой связи проблема регистрации и измерения биомеханических параметров движений человека имеет особую актуальность.

Наиболее популярными методами, основанным и на использовании этих средств, являются биомеханическая кинематография и биомеханическая видеоциклография с соответствующими системами для количественного анализа изображений.

Видеоанализ спортивного движения позволяет оценить и посчитать кинематические параметры любого двигательного акта (скорость, ускорение, объем движения в суставе, траекторию перемещения участка тела). Анализ кинематических параметров может быть осуществлен в ключевые моменты конкретного движения. По данным признакам возможно сравнение технического выполнения спортивного движения или его составляющих. Оценка биомеханических параметров спортивного движения может проводиться во всех видах спорта. Программное обеспечение позволяет проводить оценку соревновательной деятельности даже при условии анализа отснятого ранее видеоматериала. Данная технология может использоваться для профилактики спортивного травматизма, улучшения спортивной техники. Представляет интерес сравнение одного и того же элемента в разные временные периоды, прохождения участка разными спортсменами. Система позволяет документировать не только технику выполнения, но так же индивидуальные особенности двигательного стереотипа спортсмена.

На данный момент одним из наиболее простых и в тоже время весьма информативных аппаратно-программных комплексов для измерения биомеханических параметров является программа Dartfish.

Анализ подготовки высококвалифицированных спортсменов

показывает, что уровень развития скоростно-силовых качеств в значительной степени определяет техническое мастерство спортсмена, наилучшим образом обеспечивает рациональную структуру двигательного действия и значительно повышает качество выполнения упражнения. Совершенствование спортивно-технического мастерства в соотношении с развитием специфических скоростно-силовых качеств позволяет овладеть рациональной и эффективной структурой двигательных действий.

В процессе многолетней спортивной подготовки взаимосвязь физических качеств и техники не остается постоянной, и на разных этапах спортивного совершенствования существует своя структура взаимосвязи. Основные средства и методы, направленные на развитие и совершенствование скоростно-силовых качеств, зачастую используются без учета индивидуальных биомеханических параметров техники, что в конечном результате приводит к нерациональному совершенствованию спортивно-технического мастерства. Учет закономерностей данных взаимосвязей позволит дифференцированно подходить к выбору и распределению тренировочных средств. С другой стороны, это позволит выявить причину ошибок в технике, разработать методику их преодоления и, что более важно, - методику их предупреждения.

Программное обеспечение Dartfish зарекомендовало себя во всем мире. Данная программа позволяет не только проводить анализ биомеханических характеристик того или иного движения, но и использовать для дальнейшего наглядного представления материала различные спецэффекты.



### *Рис.8 .Применение системы Dartfish*

Модуль Аналайзера Dartfish предлагает комплекс возможностей, которые помогут наблюдению, и понимаю действия спортсмена.

Данная система может работать практически с любым видеоизображение, а соответственно можно проводить анализ ранее отснятых материалов. Dartfish позволяет сравнивать до 4 клипов одновременно и смешивать 2 клипа. Также эта система позволяет сохранять все произведенные вычисления

Для выявления индивидуальных биомеханических особенностей спортсмена следует использовать набор рисовальных и текстовых инструментов, которые помогут увеличить наблюдение, сделать измерение дистанции, расстояния, углов, времени и добавить текстовые комментарии к видеоклипам. Инструменты существуют, для того чтобы увеличить эффективность рисунков, таких как автоматическое прослеживание и замирание в уместных позициях в видео клипе. Текстовые или аудио комментарии могут быть добавлены к анализу, чтобы сэкономить время, комментарии могут быть импортированы из существующих анализов.

Одним из наиболее значимых параметров в биомеханическом анализе техники движений в большинстве видов спорта и особенно сложно-координационных является измерение углов в суставах при выполнении того или иного движения.

Для начала измерения углов следует выбрать пункт Angle из меню, поместить курсор в том месте, где будет находиться вершина угла, который необходимо измерить. Нажать левую кнопку мыши, держать и перемещать курсор мыши. Линия будет рисоваться, в то время как вы перемещения мышшки.

Когда линия достигнет того места где необходимо измерить угол, следует отпустить клавишу мыши. Чтобы создать желаемый угол, необходимо двигать курсор мыши вверх или вниз. Скольким градусам равняется угол показывается по мере того как вы двигаете мышью. В данной

программе возможно изменять толщину линии, цвет и шрифт.

Также в ряду наиболее важных параметров исследование можно выделить измерение расстояния.

Расстояния только точные в плоском перпендикуляре к камере. Сначала необходимо откалибровать этот план соответствующими расстояниями. Чтобы сделать это, помещают объект известной длины на котором будет выполняться измерение. Для того, чтобы измерить дистанцию нужно выбрать в меню пункт Distance. Нажать, удерживать и двигать курсор мыши, чтобы нарисовать требуемое расстояние. Нажать правую клавишу мыши и из появившегося меню выбрать Set as reference. В появившемся диалоговом окне необходимо ввести размер объекта. Это будет считаться исходным справочным значением. После этого можно приступать к измерению требуемого расстояния.

Точность измерения зависит от многих факторов, например, таких как расстояние между камерой и исполнителем, точность перпендикулярности между опорой камеры и планом, на котором выполняется действие и т.п.

Dartfish позволяет использовать секундомеры чтобы оценить продолжительность действия, а также чтобы измерить время в различных секциях действия/гонки.

Особенно актуально может быть применение этой системы во время тренировок. Для этого следует воспользоваться функцией InTheAction. InTheAction разделяет свойства Аналайзера, такие как совместный экран, и смешанное сравнение видео и возможность добавления рисунков.

SimuICam- - это спецэффект, отображающий позицию движения двух спортсменов, которая произошла в разное время, но на одном и том же месте. Спецэффект формируется как видеоклип с двумя спортсменами. Телезритель при просмотре этого видео клипа может сравнить скорость, стиль, траекторию и позицию одного спортсмена относительно другого. При этом телезритель видит, почему один спортсмен победил другого.

SimulCam может быть использован для разного типа соревнований для сравнения стиля и визуализации относительных траекторий и скоростей спортсменов.

StroMotio это элемент отображения статичных фаз движения спортсмена, объекта, спортивного снаряда или их групп с целью последующей демонстрации телезрителям данной последовательности в виде короткого видеоклипа. Этот эффект напоминает наблюдение за спортсменом через стробоскоп. Телезритель при просмотре видеоклипа StroMotio видит всю эволюцию движения спортсмена во времени и пространстве. Он видит эволюцию, например прыжка от начальной точки до его последней фазы. Спецэффект выводится в виде панорамной прокрутки статической картинке со всеми фазами движения спортсмена или в виде клипа, где все фазы спортсмена «замораживаются» разворачиваясь в пространстве. StroMotion позволяет наблюдать эволюцию движения спортсмена и его технику.

### **Методика использования стационарной и мобильной аппаратуры для эффективного дозирования тренировочных нагрузок**

Интенсивность тренировочного процесса в большинстве видов спорта чаще всего измеряется по отношению к уровню порога анаэробного обмена, который в свою очередь определяется по результатам лабораторных тестов под контролем газообмена и/или измерения концентрации лактата в капиллярной крови. По результатам обследования производится расчет или коррекция индивидуальных тренировочных пульсовых зон, которые впоследствии используются для наиболее эффективного управления тренировочным процессом.

В настоящее время одним из наиболее перспективных направлений повышения эффективности тренировочного процесса высококвалифицированных спортсменов может служить оценка о дозирование физической нагрузки на основе использования ЧСС в качестве индикатора напряженности.

Многие авторы используют показатели ЧСС, когда оценивают интенсивность нагрузки. Объективность этого показателя, его информативность подтверждается многими исследованиями, в которых определена взаимосвязь ЧСС с другими физиологическими показателями. В частности, установлена линейная зависимость ЧСС от скорости потребления кислорода. Это говорит о том, что ЧСС является универсальным индикатором физической нагрузки, который наиболее доступен для использования в практике спортивной и оздоровительной тренировки.

Современные технико-измерительные возможности позволяют изучать деятельность сердечно-сосудистой системы во время выполнения тренировочного и соревновательного упражнения. При этом расширяются экспериментальные возможности исследования, т.к. спортсмен может свободно перемещаться по спортивному залу и т.д.

При мышечной работе на увеличение ЧСС влияет множество факторов:

- уровень тренированности;
- пол и возраст;
- интенсивность мышечной работы;
- эмоциональный фон;
- положение тела и др.

Наиболее яркая выраженность сдвигов в работе системы кровообращения зависит от мощности выполняемой работы. ЧСС возрастает в линейной зависимости, но перед достижением максимальных величин ЧСС в зоне субмаксимальных аэробных нагрузок (по физиологической классификации циклических аэробных упражнений Коца Я.М.) скорость прироста ЧСС замедляется. Нарушение линейной зависимости между ЧСС и уровнем выполняемой работы при значениях, близких к максимальной аэробной мощности, очень сильно выражено у нетренированных людей.

ЧСС в покое у спортсменов, тренирующих выносливость, может достигать 30 уд/мин, а при одинаковом сердечном выбросе у таких спортсменов ЧСС на 10 – 20 уд/мин ниже, чем у не спортсменов, что

связанно с усилением парасимпатических тормозных влияний на функцию автоматизма сердца. Снижение ЧСС (брадикардия) повышает экономичность работы, т.к. чем меньше ЧСС, тем меньше энергетические запросы сердца. В результате тренировки выносливости максимальная ЧСС, так же как и ЧСС в покое снижается и у высококвалифицированных спортсменов составляет 185-195 уд/мин, что на 10-15 уд/мин ниже, чем у не спортсменов. Снижение ЧСС покоя и ЧСС тах у выносливых спортсменов компенсируется за счет увеличения систолического объема (СО). Если у нетренированного человека в покое он составляет в среднем 70 мл, а максимальный СО не превышает 120-130 мл, то у высококвалифицированных спортсменов (с ЧСС покоя 40-45 уд/мин) – 100-120 мл, а максимальный СО - составляет 190-210 мл.

На характер изменений сердечного ритма во время мышечной работы влияет пол и возраст испытуемых. Известно, что в условиях одинакового потребления O<sub>2</sub> ЧСС у женщин на 10-12 ударов выше, чем у мужчин. В результате продолжительных тренировок различия показателей ЧСС между мужчинами и женщинами несколько сглаживаются (особенно при кратковременной и интенсивной работе). С возрастом ЧСС тах как у мужчин, так и у женщин снижается до 150-160 уд/мин.

На показатели ЧСС влияет и положение тела человека. В положении лежа в покое и при выполнении одинаковых умеренных и субмаксимальных нагрузок ЧСС несколько ниже, чем в положении сидя и стоя. В вертикальном положении при одинаковом потреблении кислорода ЧСС больше при выполнении работы руками, чем ногами.

Наибольшее распространение сейчас получили различные кардиомониторы. Зафиксированные показатели затем переносятся в ПК для хранения и последующего анализа. Стоит отметить, что для работы с профессиональными спортсменами и командами необходимо выбирать специальные модели пульсометров с большими функциональными возможностями, но прежде всего способными переносить информацию на компьютер через прилагаемый к ним интерфейс.

Современные мониторы сердечного ритма обладают значительным множеством полезных функций. Их можно рассмотреть на примере кардиомонитора Polar rs 800.



Рис.9. Монитор сердечного ритма Polar

Данная система регистрации ЧСС обладает следующими возможностями:

- определение сердечного ритма с точностью ЭКГ.
- определение среднего значения пульса за тренировку.
- возможность установки значений пульса для верхней и нижней границы целевой тренировочной зоны.
- сердечный ритм может отображаться на функциональном дисплее не только в количественном выражении (кол-во ударов в минуту - bpm), но и в процентном отношении (% от максимума).
- автоматическое сохранение всех тренировочных данных по всем последним тренировкам.
- возможность работ часов с датчиками бега и всевозможными велосипедными датчиками.
- запись времени в мили сек. между каждым г пиком сердечного ритма. темп релаксации указывает на состояние физического восстановления организма. такие данные позволяют вести углубленное изучение реакции на нагрузку с помощью специального ПО идущего в комплекте.

- режим двустороннего соединения с компьютером в инфракрасном диапазоне связи.
- упрощенный способ выбора и последующего контроля уровня интенсивности занятия, а также выполнения тренировочных программ, основанных на функции определения отдельных зон тренировки.

Для наиболее эффективного управления тренировочным процессом используя ЧСС необходимо, чтобы она была рассчитана индивидуально.

Пульсовые зоны соответствуют состоянию здоровья и уровню функциональных возможностей организма. По мере улучшения состояния в работе вегетативных систем, данные пульсовые зоны требуют коррекции, чтобы объективно отражать нагрузку и ответные реакции организма на нее.

Тренировка в индивидуально рассчитанных тренировочных пульсовых зонах приводит к достижению более высоких результатов, чем работа с использованием общестатистических данных. Эти изменения прекрасно регистрируются по средствам измерения параметров газообмена.

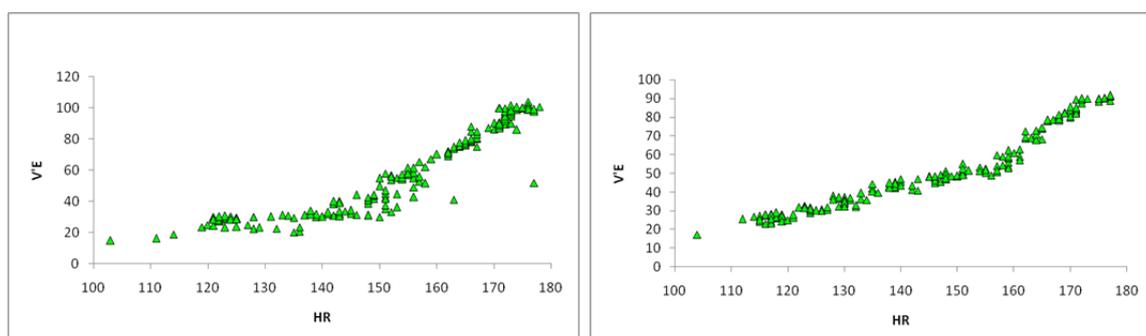


Рис.10. *Изменение уровня порога анаэробного обмена до и после тренировочного сбора*

На данном рисунке видно, что под воздействием тренировочного процесса произошло значительное увеличение уровня порога анаэробного обмена. Помимо этого, на основании результатов обследования возможно более точное и индивидуализированное планирование дальнейшего тренировочного процесса. В связи с этим можно заключить, что наиболее эффективное управление тренировочным процессом на основе

индивидуально рассчитанных пульсовых зон возможно после прохождения нагрузочного тестирования под контролем газоанализа.

Использование ЧСС в качестве индикатора напряженности тренировочного занятия может использоваться не только в процессе нагрузки, но и в восстановительном периоде. По динамике вегетативных показателей в восстановительном периоде можно судить о пульсовом долге, накопленном за время выполнения упражнения. Этот долг погашается, как и кислородный пульс, в течение длительного времени, иногда – десятки минут (что зависит как от мощности, так и от длительности выполненной работы). Однако наиболее быстрые изменения ЧСС в восстановительном периоде завершаются обычно к 5 минуте после окончания нагрузки. Величина пульсового долга (ПД), в той же мере, как и величина кислородного долга, способна характеризовать функциональные затраты организма на выполнение физической работы. Оценка пульсового долга в качестве индикатора работоспособности неоднократно использовалась в различных методиках, особенно в тех случаях, когда величину нагрузки точно измерить трудно или невозможно, но можно создать примерно равные возможности для испытуемых, регламентируя частоту и амплитуду движений.