Министерство спорта и туризма Республики Беларусь

Государственное учреждение
«Республиканский научно-практический центр спорта»

Захаревич А. Л., Кузикевич А. С., Пфейфер Д. С.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД В ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Практическое пособие

Минск
РНПЦ спорта
2017

УДК 796.01:612(076)+796.01:572.7
ББК 75.0я73
К 63

Рекомендовано к изданию экспертной комиссией РНПЦ спорта,
протокол № 6 от 24 ноября 2017 года.

Подготовлено в рамках отраслевого проекта
111-16 «Разработать программу медико-биологического контроля подготовки спортивного резерва Республики Беларусь с учетом особенностей детского и юношеского возраста»

Авторы:
А. Л. Захаревич,
А. С. Кузикевич ,
Д. С. Пфейфер

Рецензенты:
И. Н. Рубченя, кандидат биологических наук, доцент;
В. Ф. Кобзев, кандидат медицинских наук, доцент

Захаревич, А. Л.

К 63 Комплексный подход в оценке функционального состояния спортсменов с использованием физиологических и морфологических параметров Особенности функционального состояния системы внешнего дыхания юных спортсменов: практ. пособие / А. Л. Захаревич, А. С. Кузикевич, Д. С. Пфейфер; РНПЦ спорта. – Минск: РНПЦ спорта, 2017. – 32 с.

ISBN 978-985-7054-45-9

УДК 796.01:612(076)+796.01:572.7
ББК 75.0я73

В пособии представлена информация о практической целесообразности применения комплексного подхода к определению функционального состояния организма спортсменов с использованием совокупности функционально-диагностических методов. Показано, что современное построение тренировочного процесса невозможно без наличия объективной информации о состоянии здоровья и функциональных возможностях спортсмена. Поднят вопрос о стандартизации (единообразном подходе) проведения исследований, интерпретации их результатов.

Издание предназначено для врачей спортивной медицины, тренеров-врачей, специалистов организаций, обеспечивающих научно-методическое сопровождение подготовки спортсменов.

ISBN 978-985-7054-45-9

Ó Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта», 2017
© Оформление. ГУ «Республиканский учебно-методический центр физического воспитания населения», 2017

ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ

Функциональное состояние организма – интегральная характеристика состояния здоровья, которая отражает адаптивные возможности организма и оценивается по данным изменений функций и структур в текущий момент при взаимодействии с факторами внешней среды.

Диагностика функционального состояния спортсмена – интегральная оценка состояния здоровья, отражающая уровень функционального резерва, который может быть израсходован на адаптацию (спортивную деятельность).

Функциональный резерв здоровья – степень готовности основных систем к выполнению нагрузки, способность органа, системы и организма адекватно нагрузке усиливать во много раз интенсивность работы функциональных систем по сравнению с состоянием относительно покоя. Этот резерв для каждой конкретной функциональной системы может быть оценен с помощью воздействия на нее тестовыми физическими нагрузками.

Функциональная готовность спортсмена – интегральная характеристика готовности организма к реализации максимальных спортивных достижений на этапах учебно-тренировочного процесса и соревнований. Включает параметры физической работоспособности, уровень здоровья, генофенотипические особенности, психологическую устойчивость, психофизиологическую и психосоматическую готовность к работе на пределе функциональных возможностей организма, содержание эритроцитов и гемоглобина крови, параметры биохимии и гормонов крови и степень компенсированности соматических отклонений (приложение 1).

Адаптивность – способность организма спортсмена к перестройке функциональных систем и развитию приспособительных реакций в условиях изменения окружающей среды. Это и долгосрочная адаптивность к занятиям определенным видом спорта, и краткосрочная адаптивность, например к переезду в другую климатическую зону на соревнованиях.

Перенапряжение – динамический, чаще клинически скрытый, патологический процесс, непосредственно связанный со спортивной деятельностью, т.е. переходное состояние между нормой и патологией, смещенное в сторону скрытого, латентного периода развития заболевания.

Перетренированность – «спортивный невроз», частный случай перенапряжения ЦНС. Проявляется астено-вегетативными жалобами по симпатикотоническому или парасимпатикотоническому типу, обязательно связанными со спортивной деятельностью. «Психологическое или физиологическое состояние, которое выражается в снижении спортивного результата».

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшим условием успешности спортивной подготовки является своевременное получение тренером и самим спортсменом объективной информации о типологических и индивидуальных особенностях атлета, состоянии его здоровья и функциональных возможностях. В настоящее время практика функционального тестирования спортсменов предлагает широкий спектр диагностических методик, применяющихся дифференцированно, с учетом спортивной специализации, квалификации, условий, задач обследования [1].

Направление спортивной науки, связанное с медико-биологическим обеспечением тренировочного процесса и соревновательной деятельности, в настоящее время активно развивается во всем мире [2, 3].

Спортивной тренировке современного уровня свойственны высокие физические и эмоциональные нагрузки, что предъявляет к организму спортсмена весьма высокие требования, увеличивая опасность физического перенапряжения, развития предпатологических и патологических состояний в этой связи [4].

На современном этапе планирование физических нагрузок необходимо производить с учетом ***комплекса данных медико-биологического контроля***. В результате использования совокупности функционально-диагностических исследований у спортсменов могут быть определены медицинские и физиологические факторы, лимитирующие выполнение плановых тренировочных и соревновательных нагрузок.

С другой стороны, реализация унифицированной (стандартизированной) процедуры проведения исследований позволит сформировать методологический, научно обоснованный подход в вопросах интерпретации результатов медико-биологических исследований с учетом особенностей реакции организма спортсмена на тренировочную и соревновательную нагрузку.

1. СОВОКУПНОСТЬ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ КАК ОСНОВА КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА В ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНА

Функциональная диагностика (ФД) является одним из фундаментальных разделов медицины, предназначенным для изучения деятельности различных систем организма человека с применением медицинской аппаратуры, в том числе высокотехнологичной. ФД также является составной частью спортивной науки.

Для оценки функционального состояния организма спортсменов существует достаточное количество методов ФД, которые основаны на анализе показателей кардиореспираторной системы как в покое, так и под влиянием физических нагрузок. Это связано с тем, что современный спорт предъявляет высокие требования к дыхательной и сердечно-сосудистой системам (ССС), которые непосредственно обеспечивают высокую физическую работоспособность.

Мониторирование компонентного состава массы тела является значимой информативной составляющей в системе подготовки спортсменов. Данные результатов морфологического исследования позволяют сформировать представления о тенденциях изменения изучаемых характеристик, дают возможность сформулировать «модельные» показатели представителей разных видов спорта, уровня мастерства на разных этапах подготовки.

Таким образом, правильной оценке функциональной готовности организма спортсменов будет способствовать система комплексной оценки функции кардиореспираторной системы, а также оценка морфологического статуса спортсмена в динамике.

В результате комплексного подхода в организации медико-биологических исследований спортсменов реализуются следующие цели:

- объективная оценка текущего функционального состояния;
- оперативный контроль адаптационных реакций организма в ответ на интенсивные физические нагрузки;
- оценка текущего морфологического статуса, а также в динамике;
- оценка резервных возможностей функции внешнего дыхания, сердечно-сосудистой системы;
- количественная оценка состояния здоровья. Выявление «слабых звеньев», лимитирующих работоспособность;

- профилактика явлений «перенапряжения» и «перетренированности», возникновения заболеваний и травм;
- формирование методологической основы интерпретации результатов диагностических исследований с учетом особенностей реакции организма спортсмена на тренировочную и соревновательную нагрузку;
- применение полученной информации в профессиональном отборе;
- оптимизация системы научно-методического обеспечения подготовки спортсменов на основе унификации и стандартизации протоколов (алгоритмов) диагностики.

Достижение поставленных целей осуществляется путем решения (выполнения) следующих задач:

- рациональный выбор комплекса диагностических методик, соответствующих метрологическим критериям надежности, объективности и информативности;
- определение оптимального объема информативных (валидных) показателей для оценки функционального состояния и уровня подготовленности спортсменов;
- соответствие методов функциональной диагностики задачам научно-методического обеспечения подготовки спортсменов, учет специфики вида спорта;
- анализ показателей функционального состояния спортсменов в динамике (динамическое наблюдение);
- анализ показателей функционального состояния спортсменов с учетом периода подготовки;
- комплексная оценка результатов исследований;
- разработка «модельных характеристик» спортсменов с учетом вида спорта, уровня квалификации;
- проведение исследований по единым методикам и протоколам для обеспечения сопоставимости (воспроизводимости) результатов.

2. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Как указано ранее, эффективная организация тренировочного процесса в профессиональном спорте невозможна без использования объективных диагностических методик. В целях реализации унифицированного подхода к оценке функционального состояния спортсменов и интерпретации полученных данных нами сформирован перечень медико-биологических исследований спортсменов. Оценка функционального состояния спортсменов проводится на основании комплекса физиологических и морфологических параметров.

Основные:

1. Анкетирование.
2. Оценка морфологического статуса.
3. Биоимпедансный анализ состава массы тела.
4. Электрокардиография.
5. Вариабельность сердечного ритма.
6. Спирометрия.
7. Нагрузочное тестирование (велоэргометрия, тредмил, спировелоэргометрия).

Дополнительные:

1. Экспресс-оценка адаптации к физическим нагрузкам с применением программно-аппаратного комплекса.
2. Мониторы сердечного ритма.

Порядок проведения медико-биологических исследований представлен в приложении 2. В результате сочетания диагностических методов данный подход приобретает форму комплексной программы (многокомпонентной системы) медико-биологического контроля/обеспечения подготовки спортсменов (приложение 3).

2.1. Анкетирование

В настоящее время существуют алгоритмы кардиологического скрининга спортсменов, разработанные в различных странах и принятые в клинической практике. Одними из наиболее распространенных в кардиологической практике являются опросники, разработанные American Heart Association и European Society of Cardiology, которые позволяют выделять группу юных спортсменов, требующих углубленного кардиологического обследования. Использование дан-

ных опросников предусматривает активное вовлечение родителей в процесс раннего выявления заболеваний сердечно-сосудистой системы или наследственной предрасположенности к ним [5–7].

С учетом изученной литературы и проведенных обследований нами подготовлен опросник (приложение 4) для проведения анкетирования с целью раннего выявления патологических и предпатологических состояний сердечно-сосудистой системы.

Опросник разделен на два блока:

– первый включает вопросы, касающиеся семейного анамнеза, так как особенно важно выявить генетически детерминированные заболевания с аутосомно-доминантным типом наследования, а также эпизоды внезапной смерти у ближайших родственников и заболевания сердечно-сосудистой системы у родственников моложе 50 лет;

– второй – жалобы и анамнез непосредственно анкетируемого для выявления признаков переутомления и перетренированности, что может привести к последующему формированию перенапряжения сердечно-сосудистой системы.

Таким образом, проведение опроса перед началом спортивной карьеры может помочь сформировать группу активного наблюдения или группу риска. С другой стороны, у действующих спортсменов проведение такого опроса может помочь выявить группу для дополнительного углубленного обследования с дальнейшим прогнозированием развития патологии сердечно-сосудистой системы.

2.2. Оценка морфологического статуса спортсмена

Мониторирование компонентного состава массы тела является значимой информативной составляющей в системе подготовки спортсменов (приложение 5).

Телосложение и состояние опорно-двигательного аппарата – важные критерии при спортивной ориентации и спортивном отборе. Особенности телосложения занимающихся являются одним из показателей, оказывающих существенное влияние на достижение

успехов в соревновательной деятельности. Поэтому в преобладающем большинстве побед добиваются спортсмены, морфологически предрасположенные к данному виду спорта. При этом антропометрические показатели, соматотип и пропорции тела спортсменов в совокупности с другими особенностями индивидуума позволяют определить спортивную пригодность и перспективность занимающихся для конкретного вида спорта уже на начальных этапах многолетней подготовки [8].

Актуальной тематикой является определение биологического возраста юного спортсмена, его соответствия паспортному. Общеизвестно, что у детей-акселератов раньше начинается период полового созревания, показатели физического развития и уровень функциональных возможностей организма выше, что создает предпосылки для ранних успехов в спорте. Однако такой ускоренный темп созревания может быть связан с неравномерным развитием организма, отставанием в развитии отдельных органов и систем, нарушением их формирования. В противоположность акселератам у детей с замедленным темпом биологического созревания – ретардантов – период полового созревания начинается позже, ниже показатели физического развития, невысок уровень функциональных возможностей, биологический возраст отстает от паспортного, однако развитие организма протекает более равномерно.

Проведение оценки морфологического статуса спортсмена требует выполнения следующих этапов:

1-й – измерение антропометрических показателей, включающее измерение длины тела, массы тела, диаметров тела, обхватов, кожно-жировых складок, кистевую динамометрию. Все измерения проводят по стандартным методикам [9, 10] последовательно согласно протоколу обследования. Оценка биологической зрелости (для девушек до 16 лет, для юношей до 17 лет);

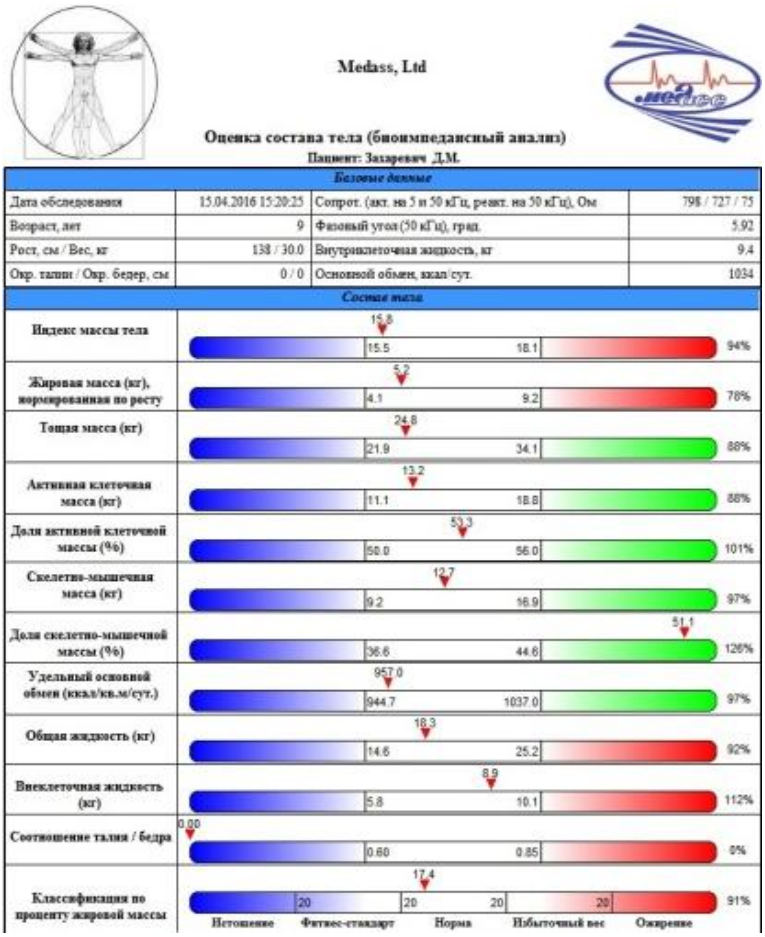
2-й – определение (расчет) лабильных метаболически зависимых компонентов массы;

3-й – определение соматотипа;

4-й – формирование заключения по результатам морфологического исследования с оценкой соответствия модельным характеристикам по виду спорта и уровню квалификации.

2.3. Биоимпедансный анализ состава массы тела

Биоимпедансный анализ состава тела – это диагностический метод, позволяющий на основе измеренных значений электрического сопротивления тела человека и антропометрических данных определить абсолютные и относительные значения параметров состава тела и метаболических коррелятов, соотнести их с интервалами нормальных значений признаков, позволяя оценивать динамику изменений компонентного состава тела быстро и неинвазивно на любом этапе годичного цикла подготовки спортсменов. В спортивной практике наиболее часто используются схемы измерения компонентного состава тела методом биоимпедансного анализа, описанные Д. В. Николаевым и др. [11].



Следует подчеркнуть, что биоимпеданс и антропометрия – не являются взаимозаменяемыми методами исследования компонентного состава тела. В этой связи динамический контроль композиционного состава тела для объективной оценки спортивной подготовки атлетов желательно осуществлять единым методом, использованным первоначально [12].

2.4. Электрокардиография

ЭКГ позволяет выявить патологические изменения, обусловленные хроническим физическим и/или эмоциональным перенапряжением, а также изменения, которые относятся к особенностям ЭКГ у спортсменов. Однако выявленные ЭКГ- феномены могут как маскировать серьезные нарушения в работе сердца, так и быть причиной излишне пристального внимания врача к спортсмену и необоснованного отстранения его от занятий спортом.

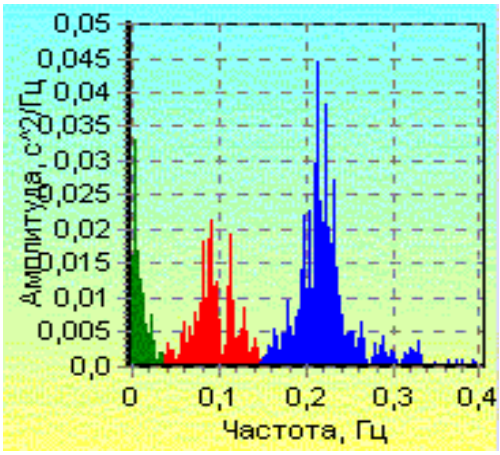
Сегодня методологический подход к статистическому анализу ЭКГ спортсменов у разных авторов отличается. Так 5-минутная запись ЭКГ, использование проб с физической нагрузкой и суточного мониторирования ЭКГ существенно меняют процент выявления нарушений ритма сердца (НРС) у спортсменов в сравнении со стандартной ЭКГ покоя. Кроме того, одни авторы включают физиологические нарушения ритма и проводимости в статистику (в том числе синусовую брадикардию), другие оценивают только те аритмии, которые являются для спортсменов патологией. Это приводит к тому, что в литературе информация о распространенности НРС у спортсменов крайне противоречива – от полного отсутствия до 80% [13].

Важным этапом в понимании нормы, варианта нормы и патологии в ЭКГ спортсмена стали предложенные в 2010 году. Corrado D., Pelliccia A., Heidbuchel H. с соавторами рекомендации. Основная цель этих рекомендаций – получить достоверную границу между физиологическими и потенциально злокачественными изменениями на ЭКГ спортсмена. С этой целью все ЭКГ-феномены были разделены на две группы: первая – связанные со спортом и встречающиеся часто, вторая – не связанные со спортом и встречающиеся редко:

- связанные со спортом и встречающиеся часто: синусовая брадикардия; миграция водителя ритма, АВ-блокада I степени, неполная блокада правой ножки пучка Гиса, синдром ранней реполяризации левого желудочка, изолированные вольтажные критерии гипертрофии миокарда левого желудочка;
- не связанные со спортом и встречающиеся редко: инверсия зубца Т, депрессия сегмента ST, патологический зубец Q, отклонение электрической оси сердца влево/блокада передней ветви левой ножки п. Гиса, отклонение электрической оси сердца вправо/блокада задней ветви левой ножки п. Гиса, гипертрофия миокарда правого желудочка, синдром преждевременного возбуждения желудочков, полная блокада левой ножки п. Гиса или полная блокада правой ножки п. Гиса, удлинение или укорочение интервала QT, Бругада-подобная ранняя реполяризация левого желудочка.

2.5. Вариабельность сердечного ритма

Оценка вариабельности сердечного ритма (ВСР) является комплексным методом оценки состояния механизмов регуляции физиологических функций в организме человека, в частности, общей активности регуляторных механизмов, нейрогуморальной регуляции сердца, соотношения между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы.



Методы оценки ВСР не предназначены для диагностики клинических патологий. Преимущество данного метода состоит в возможности обнаружить тончайшие отклонения в сердечной деятельности, что особенно эффективно для оценки общих функциональных возможностей организма в норме, а также ранних отклонений [14].

Анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) в настоящее время является одним из популярных методов в спортивной медицине и физиологии.

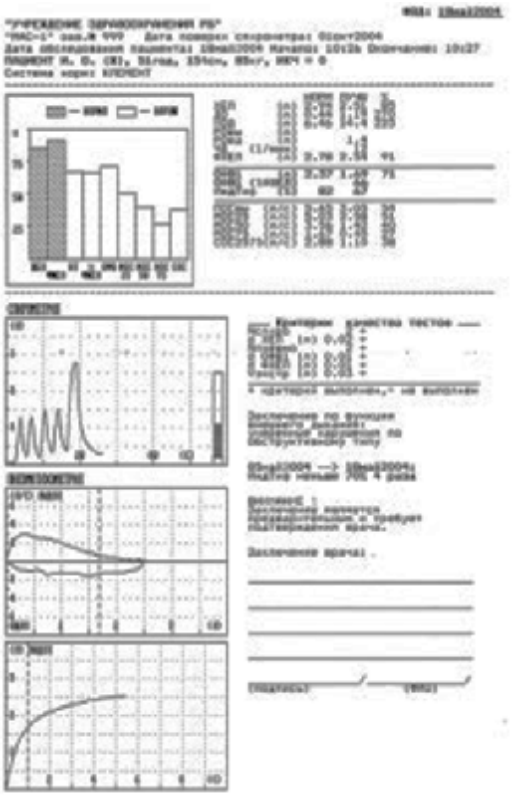
Измерение соответствующих показателей может проводиться как в исходном состоянии покоя, так и во время физической нагрузки или в период восстановления [15].

Исследование ВСР полезно как в оценке текущих событий: динамический контроль и определение спортивной «формы», раннее выявление признаков физического перенапряжения и состояния перетренированности, так и для определения резерва адаптации, прогноза спортивного результата, скорости протекания восстановительных процессов [16].

2.6. Спирометрия

Одним из важнейших показателей состояния спортивной работоспособности является функциональная активность внешнего дыхания. Влияние физических нагрузок разной интенсивности на организм человека отражается в первую очередь на кардиореспираторной системе, поскольку данная система обеспечивает адаптацию организма к различным

воздействиям и отражает динамику восстановительных процессов. Поэтому одной из ведущих проблем изучения физической реабилитации и спортивной медицины является исследование особенностей показателей внешнего дыхания и формирование у спортсменов целостного представления о возможностях их респираторной системы [17].



Цель проведения спирометрии – определение функционального состояния и резервных возможностей аппарата внешнего дыхания в покое, а также адаптация внешнего дыхания к физической нагрузке у спортсменов на этапах годичной и многолетней подготовки. Проведение спирометрии позволяет определить целый ряд показателей, характеризующих функцию внешнего дыхания. Это измерение статических объемов и емкостей, характеризующих упругие свойства легких и грудной стенки, и динамические исследования, характеризующие количество поступающего в легкие и выводящегося из легких воздуха за единицу времени. Сюда относится ряд показателей, регистрирующихся в режиме спокойного дыхания, и динамические объемы и потоки, которые регистрируются при проведении форсированных маневров и в основном отражают состояние дыхательных путей.

Показатели функционального состояния аппарата внешнего дыхания необходимо регистрировать в покое и после дозированной нагрузки. Адаптация к выбранной тестируемой нагрузке исследуется по параметрам, зарегистрированным через 5–8 минут после нагрузочного тестирования. Кроме того, актуальна и проблема бронхоспазма, вызванного физической нагрузкой именно у лиц, занимающихся спортом. Распространенность бронхоспазма, вызванного физической нагрузкой, среди спортсменов значительно выше, чем в популяции в целом [18]. В связи с этим физическая нагрузка используется в качестве провоцирующего фактора для определения наличия или отсутствия бронхообструкции физического усилия у спортсменов (в условиях теста со ступенчато повышающейся нагрузкой на велоэргометре, тредмиле).

2.7. Нагрузочное тестирование

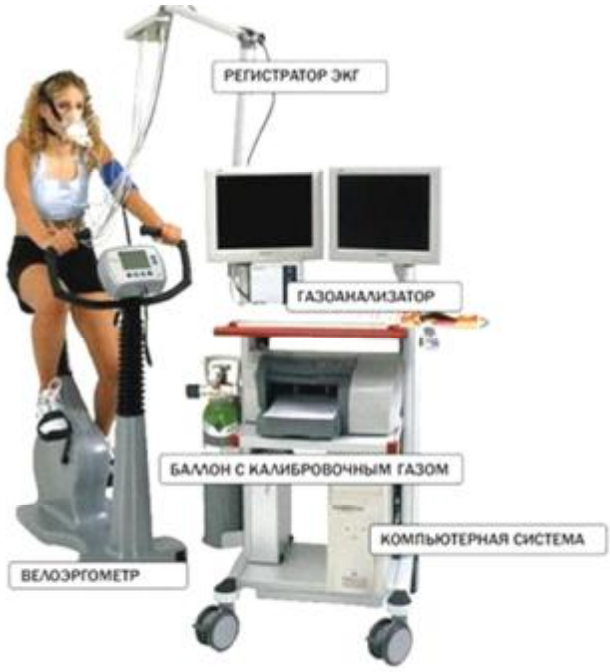
2.7.1. Велоэргометрия, тредмил тест

Физическая нагрузка (ФН) является физиологичным видом провокации, которая позволяет оценить состояние компенсаторно-приспособительных механизмов организма, а также выявить скрытую патологию кардиореспираторной системы. Проведение теста с ФН является универсальным методом выявления процессов нарушения толерантности к интенсивной физической нагрузке, в частности у спортсменов, а также дает возможность оценить уровень физической работоспособности независимо от внешних факторов [19]. Виды нагрузочного тестирования, применяемые в спортивной науке, представлены в приложении 6.

В практике спортивной науки интерпретация результатов нагрузочного тестирования подразумевает также оценку работоспособности (общей, специальной) и определение тренировочных зон (приложение 7). Приоритетными становятся не так называемые «ЭКГ – признаки», а такие показатели, как мощность выполненной нагрузки, общий объем выполненной работы, динамика артериального давления и частоты сердечных сокращений как во время теста, так и в восстановительный период и др.

Определение уровня физической работоспособности спортсменов осуществляется путем применения тестов с максимальными и субмаксимальными мощностями физических нагрузок [20]. По типу нагрузки нагрузочные тесты (пробы) также разделяются на специфические и неспецифические. Специфическими называют такие функциональные пробы, фактором воздействия в которых служат движения, свойственные конкретному виду спорта. Например, для бегуна такой пробой будет бег (или бег на тредмиле), для пловца – плавание и т.д. К неспецифическим относятся пробы, в которых используются движения, не свойственные тому или иному виду спорта. Например, для борца – велоэргометрическая нагрузка и т.д.

Велоэргометры и тредбаны применяются для тестирования работоспособности спортсменов различной специализации, так как педалирование и бег – наиболее естественные для человека виды локомоций. Использование каждого метода имеет свои преимущества и недостатки, в зависимости от цели использования.



Согласно требованиям ВОЗ для проведения нагрузочного тестирования на общую работоспособность необходимо проведение количественной оценки показателей точной воспроизводимости метода при повторных тестах и обеспечение регистрации физиологических параметров реакции организма, тестируемого на нагрузку.

2.7.2. Спировелоэргометрия

Кардиореспираторные НТ (эргоспирометрия, КРНТ) относятся к группе высокотехнологичных тестов, проведение которых требует дорогостоящего оборудования для определения газообмена и устройства для дозирования физической нагрузки (эргометр). КРНТ с возрастающей нагрузкой необходим для того, чтобы предоставить исследователю ключевые данные, которые не могут быть получены при измерении респираторной и сердечно-сосудистой функций в покое [21].

Основные параметры, регистрируемые газоанализатором.

Потребление кислорода (ПК). 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 диагностики общей и специальной работоспособности спортсменов.

Максимальное потребление кислорода. По определению ВОЗ, МПК является одним из наиболее информативных показателей функционального состояния кардиореспираторной системы, ее резервов, системы энергетического метаболизма, аэробного потенциала организма и уровня здоровья.

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.

Частота сердечных сокращений. ЧСС надежно отражает уровень интенсификации аэробных реакций как всего организма в целом, так и непосредственно самого.

Кислородный пульс. Важной характеристикой согласованности и экономичности работы кардиореспираторной системы при физической нагрузке служит кислородный пульс (КП), то есть отношение скорости потребления кислорода $V0_2$ к частоте пульса.

Дыхательный коэффициент (ДК) – безразмерная величина, отражающая самую суть газообмена: соотношение количества потребленного кислорода и выделенного углекислого газа.

Минутная вентиляция (VE) – параметр, отражающий количество воздуха, вентилируемого за 1 мин.

Вентиляционные эквиваленты Ve/VCO_2 и Ve/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 [22].

2.8. Экспресс-оценка адаптации к физическим нагрузкам с применением программно-аппаратного комплекса

Программно-аппаратный комплекс «Омега-С» – это методика оценки функционального и физического состояния спортсменов с использованием, технологии математического анализа биоритмологических процессов, протекающих в организме человека.

Технология обследования базируется на данных регистрации ЭКГ в одном из стандартных отведений с последующей автоматизированной оценкой вариабельности сердечного ритма и одновременным нейродинамическим и фрактальным анализом, а также оценкой психоэмоционального состояния по результатам картирования биоритмов мозга [23].

2.9. Мониторы сердечного ритма

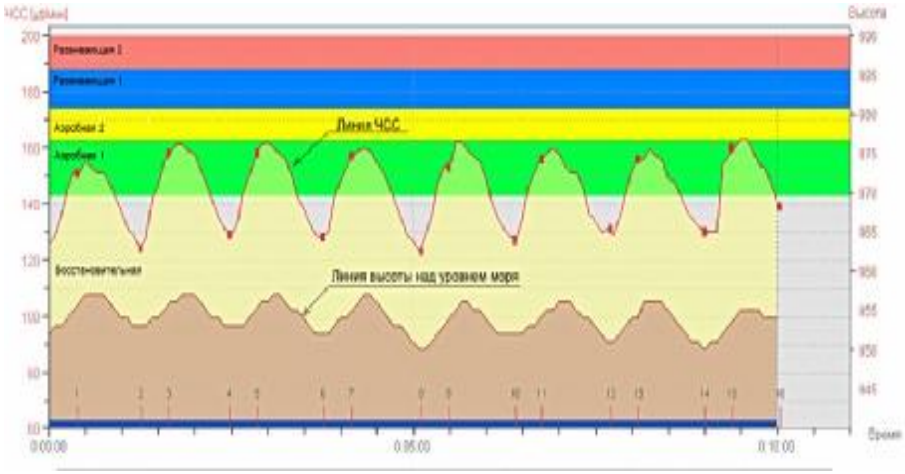
Рациональное и грамотное использование мониторов сердечного ритма – это современный, удобный и эффективный способ непрерывного врачебно-педагогического наблюдения, позволяющий регистрировать ЧСС в течение всей тренировки с возможностью последующего анализа пульсограммы выполненной нагрузки и восстановительного периода [24].

Принцип работы современных мониторов основан на регистрации биоэлектрической активности сердца. В комплект оборудования для кардиомониторирования входит нагрудный датчик (эластичный ремень и передатчик) и приемник-монитор, или беговой компьютер, располагаемый на запястье в виде наручных часов. Нагрудный датчик передает сигналы о работе сердца на приемник-монитор в течение всей тренировки и в восстановительном периоде с точностью, достоверно коррелирующей с данными ЭКГ.

Компьютерная программа монитора обрабатывает полученную информацию и формирует информационные и корригирующие сигналы. В зависимости от модели на экране приемника – монитора может отражаться следующая информация:

- время, дата;
- реальная ЧСС в данный момент (в абсолютном значении или в процентах от максимума, определяемого по возрасту пользователя);
- заданные границы индивидуальной целевой зоны сердечного ритма;
- энергетическая стоимость работы в ккал;
- скорость ходьбы или бега, интенсивность педалирования (при наличии датчика);
- общая протяженность дистанции;
- уровень высоты над уровнем моря, атмосферное давление и температура окружающей среды и т. д.

К основным практическим аспектам применения кардиомониторинга в спорте можно отнести:



1. Контроль интенсивности физических нагрузок.
2. Анализ тренировочного процесса и результатов соревнований.
3. Коррекция и индивидуализация тренировочной нагрузки.

Современное программное обеспечение портативных кардиомониторов позволяет хранить и обрабатывать полученную информацию, составлять наглядные отчеты, осуществлять планирование нагрузок различной направленности, вести индивидуальные дневники тренировок для каждого спортсмена, передавать данные по электронной почте.

Необходимо отметить, что ЧСС один из многих показателей, которые следует контролировать и учитывать при построении тренировочного процесса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рост спортивных результатов неразрывно связан с повышением интенсивности и объема физических нагрузок, выполняя которые спортсмен иногда достигает предела функциональных возможностей своего организма [25].

Поэтому спортсмену и тренеру крайне необходимо иметь объективную информацию об уровне функционального состояния организма атлета в любой период тренировочно-соревновательного процесса.

В свою очередь проведение медико-биологических исследований в динамике необходимо для адекватного планирования учебно-тренировочного процесса, снижения риска развития заболеваний и травм, продления спортивной жизни и достижения максимальных результатов.

Таким образом, в рамках данного пособия освещены вопросы комплексной оценки кардиореспираторной системы, а также морфологического статуса атлета с использованием ресурсов лаборатории медико-биологических исследований. Авторы акцентируют внимание на том, что главная особенность медико-биологического контроля спортсменов – это комплексный подход, направленный на изучение целостной деятельности организма. Он должен нести объективную и существенную информацию о состоянии здоровья, функциональном состоянии кардиореспираторной системы, нервно-мышечного аппарата, морфологическом статусе, а также учитывать психофизиологические параметры, биохимические показатели и др. В этой связи совокупность методов исследования должна подбираться с таким расчетом, чтобы как можно полнее охарактеризовать все системы организма спортсмена.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Платонов, В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В.Н. Платонов. – М.: Советский спорт, 2005. – 820 с.

2. Аикин, В.А. Современные тенденции в медико-биологическом обеспечении высококвалифицированных спортсменов за рубежом / В.А. Аикин, Ю.В. Корягина // Вестник спортивной науки. – 2014. – № 3. – С. 50–55.

3. Фудин, Н.А. Медико-биологические технологии при подготовке спортсменов высшей квалификации (краткий обзор литературы) / Н.А. Фудин, С.В. Чернышев, С.Я. Классина // Вестник новых медицинских технологий. – 2016. – Т. 23. – №2. – С. 2006–2013

4. Внезапная сердечная смерть молодых людей / М.В. Гордеева [и др.] // Вестник аритмологии. – 2012. – № 68. – С. 27–37.

5. Скуратова, Н.А. Рекомендации по допуску детей и подростков к занятиям спортом и ведению юных спортсменов с отклонениями со стороны сердечно-сосудистой системы / Н.А. Скуратова, Л.М. Беляева, Е.Ю. Проценко // Проблемы здоровья и экологии. – 2015. – № 1 (43). – С. 58–63.

6. 36th Bethesda Conference: eligibility recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities / B.J. Maron [et. al.] // J. Am. Coll. Cardiol. – 2005. – Vol. 45. – P. 2–64.

7. Sudden cardiac death in athletes: the Lausanne recommendations / K. Bille [et. al.] // Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehabil. – 2006. – Vol. 13. – P. 859–875.

8. Рылова, Н.В. Актуальные аспекты изучения состава тела спортсменов / Н.В. Рылова // Казанский медицинский журнал. – 2014. – Т. 95. – №1. – С.108–111.

9. Мартиросов, Э.Г. Технологии и методы определения состава тела человека / Э.Г. Мартиросов, Д.В. Николаев, С.Г. Руднев. – М.: Наука, 2006. – 248 с.

10. Дорохов, Р.Н. Спортивная морфология / Р.Н. Дорохов, В.П. Губа. – М.: СпортАкадемПресс 2002. – 230 с.

11. Николаев, Д.В. Биоимпедансный анализ состава тела человека / Д.В. Николаев, А.В. Смирнов, И.Г. Бобринская, С.Г. Руднев. – М.: Наука: 2009. – 392 с.

12. Рылова, Н.В. Методы биоимпедансметрии и антропометрии в спортивной практике [электронный ресурс] / Н.В. Рылова, Г.Н. Хафизова – Режим доступа:

http://www.rusnauka.com/39_VSN_2014/Sport/0_180362.doc.htm – Дата доступа: 10.10.17

13. Гаврилова, Е.А. Допуск лиц с нарушениями ритма и проводимости сердца к занятиям спортом / Е.А. Гаврилова // Спортивная медицина: наука и практика: материалы 3 науч.-практ. конф. «Реабилитация при патологии опорно-двигательного аппарата». – М., 2013. – С. 75–76.

14. Криворученко, Е.В. Вариабельность сердечного ритма в практике спортивной медицины и спортивной подготовки: обзор научной литературы / Е.В. Криворученко // Спортивная медицина. – 2006. – №1. – С. 37–45.

15. Autonomic control of heart rate after exercise in trained wrestlers / C. Henriquez Olguin [et al.] // Biology of Sport. – 2013. –Vol. 30, № 2. – P. 111–114.

16. Гаврилова, Е. А. Использование вариабельности ритма сердца в оценке успешности спортивной деятельности / Е. А. Гаврилова // Практическая медицина. – 2014. – Т.1. – №3 (88) – С. 52–57.

17. Вилмор, ДЖ. Х. Костил Д. Л. Физиология спорта / ДЖ. Х. Вилмор, Д. Л. Костил. – Киев: Олимпийская литература, 2003. – 656 с.

18. Pathogenesis, prevalence, diagnosis, and management of exercise-induced bronchoconstriction: a practice parameter / Weiler J.M. [et. al.] // Joint Task Force of the American Academy of Allergy, Asthma and Immunology; the American College of Allergy, Asthma and Immunology and the Joint Council of Allergy, Asthma and Immunology. Ann Allergy Asthma Immunol. – 2010. – Vol. 105, №6 – P. 1–47.

19. Мустафина, М.Х. Кардиореспираторный нагрузочный тест / М.Х. Мустафина, А.В. Черняк // Атмосфера. Пульмонология и аллергология. – 2013. – № 3. – С. 56–62.

20. Белоцерковский, З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / З.Б. Белоцерковский. – М.: Советский спорт, 2005. – 312 с.

21. Рылова, Н. В. Уровень максимального потребления кислорода как показатель работоспособности спортсменов, специализирующихся в различных видах спорта / Н. В. Рылова, А. А. Биктимирова, А. С. Назаренко // Практическая медицина. – 2014. – № 9. – С. 85.

22. Возможности кардиопульмонального нагрузочного тестирования в оценке физической работоспособности и функционального состояния дыхательной системы у здоровых лиц / Л.Б. Постникова

[и др.] // Вестник современной клинической медицины. – 2015. – Т. 8, № 1. – С. 35–42.

23. Питкевич, Э.С. Перспективы диагностического применения программно-аппаратных комплексов «Омега-С» для оценки функционального состояния организма учащихся и спортсменов: учеб.-метод. пособие / Э.С. Питкевич. – Гомель: УО «Гомель. гос. мед. ун-т», 2012. – 200 с.

24. Ландырь, А.П. Мониторинг сердечной деятельности в управлении тренировочным процессом в физической культуре и спорте / А.П. Ландырь, Е.Е. Ачкасов. – М.: Триада Х, 2011. – 176 с.

25. Струганов, С.М. Управление учебно-тренировочным процессом спортсменов в циклических видах спорта с использованием инновационных технологий / С.М. Струганов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта . – 2015. –№ 6 (124). – С.185–190.

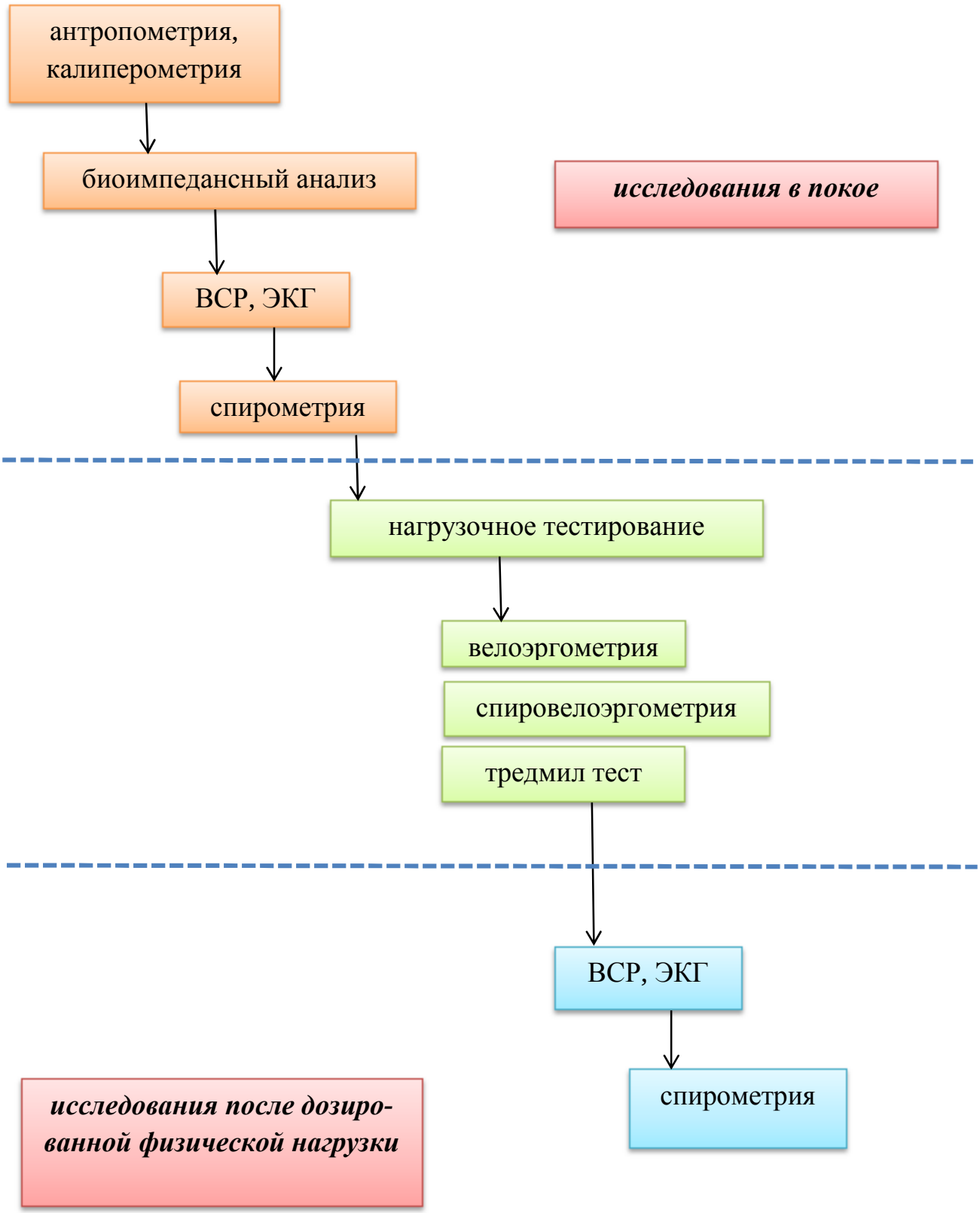
ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Критерии функциональной готовности спортсмена

Группы методов	Критерии
Генофенотипические	Наследственность, адаптивность организма
Морфофункциональные	Мышечная масса, жировая масса, фазовый угол
Физическая работоспособность	Время и мощность выполнения нагрузки, порог анаэробного обмена (ПАНО), максимальное потребление кислорода (МПК)
Периферическая кровь	Гемоглобин, эритроциты, лейкоциты, лимфоциты (состояние тревоги, активности, стресса)
Гемодинамика	Ударный объем, общее периферическое сопротивление сосудистой стенки, интегральный показатель функционального состояния
Биохимия и гормоны крови	Аспартатаминотрансфераза, аланинаминотрансфераза, тестостерон, соматотропный гормон, кортизол
Профессионально важные качества	Психоэмоциональная устойчивость, любовь к спорту, способность получать удовлетворение от своей деятельности
Социально-психологические особенности (степень адаптации)	Страх, комплекс вины, стресс, хроническое перенапряжение, психосоматические особенности
Степень компенсации отклонений в состоянии здоровья	Отсутствие острых и подострых заболеваний скрытой патологии

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Порядок проведения медико-биологических исследований



ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Комплексная оценка результатов медико-биологических исследований

Направленность исследования	Метод	Используемая аппаратура, инструментарий	Регистрируемые показатели
Оценка морфологического статуса /динамика компонентов массы тела в процессе подготовки	Антропометрия, калиперометрия	Антропометрический инструментарий. Специальная компьютерная программа «Морфология»	Масса тела (кг), длина тела (см), масса костной ткани (кг, %), масса мышечной ткани (кг, %), масса жировой ткани (кг, %)
	Метод биоимпедансного анализа состава тела и баланса водных сред организма	Измерительный прибор АВС-1 «Медас»	Индекс массы тела (кг/м), жировая масса (кг), тощая масса (кг), активная клеточная масса (кг, %), скелетно-мышечная масса (кг, %), удельный основной обмен (ккал/м^2/сут.), общая жидкость (кг), внеклеточная жидкость (кг)
Определение функционального резерва системы саморегуляции вегетативных функций	Оценка вариабельности сердечного ритма	Аппаратный комплекс «Полиспектр»	Показатели временного анализа: R-R min (мс), R-R max (мс), RRNN (мс), SDNN (мс), RMSSD (мс), pNN50 (%), CV (%) Показатели спектрального анализа: TP, VLF (%), LF (%), HF (%), LF/HF Кардиоинтервалография: M (с), Mo (с), AMo (%), ПАПР (у. е.), ИН (у. е.). Инн/ИНп(у. е/у. е.)
Определение функции внешнего дыхания	Спирометрия	Спирограф МАС-1	ЖЕЛ, ДО, МОД, РОвд, РОвыд, ЧД, ФЖЕЛ, ОФВ1, ОФВ1/ФЖЕЛ, индекс Тиффно, ПОС, МОС, СОС, МВЛ (до и после ФН)

Направленность исследования	Метод	Используемая аппаратура, инструментарий	Регистрируемые показатели
Электрофизиологическое исследование деятельности сердца	Электрокардиография	Аппаратный комплекс «Полиспектр	Ритм (синусовый, несинусовый), ЧСС (уд./мин), ось, интервал PQ (мс), комплекс QRS (мс), интервал QT (мс) и QT коррегированный (мс), нарушения ритма / проводимости, изменение сегмента ST, др
Нагрузочное тестирование*	Велоэргометрия, тредмил тест	Комплексы для проведения стресс-тестов с применением велоэргометра, беговой дорожки, газоаналитическое оборудование	Время работы, максимально достигнутая мощность (Вт), объем выполненной работы (кгм), АД (мм рт. ст.), ЧСС (уд./мин) ЭКГ
	Спировелоэргометрия		АэП, (VO2 мл/мин/кг) и ЧСС, уд/мин на уровне АэП, ПАНО (VO2 мл/мин/кг) и ЧСС на уровне ПАНО, МПК л/мин, мл/мин/кг) и ЧСС на уровне МПК и др., мощность (Вт. МЕТ) на уровне АэП, ПАНО

*Выбор протокола и вида теста с физической нагрузкой с учетом вида спорта, возраста, квалификации, целей и задач тестирования.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Опросник*

ФИО: _____
Возраст: _____
Вид спорта: _____
Квалификация: _____

Семейный анамнез

1. Преждевременная смерть (внезапная или неожиданная) у близкого родственника до 50 лет вследствие заболевания сердца (если да, указать у кого, во сколько лет и от какого заболевания) _____
2. Заболевание сердца у близких родственников в молодом возрасте (до 50 лет) (если да, указать у кого и какое заболевание)_____
3. Наличие у близких родственников следующих сердечно-сосудистых заболеваний (подчеркнуть):

гипертрофическая или дилатационная кардиомиопатия, аритмогенная дисплазия/кардиомиопатия правого желудочка;

синдром Марфана;

синдромы удлиненного или короткого QT;

синдром Бругада;

катехоламинергическая желудочковая тахикардия;

болезнь Лева-Ленегра;

жизнеугрожающие аритмии сердца.

Жалобы и анамнез (если есть, то подчеркнуть)

4. повышенное артериальное давление, зафиксированное более одного раза.
5. Необъяснимые обмороки/предобморочные состояния, сердцебиение.
6. Выраженная/необъяснимая одышка при физической нагрузке.
7. Боль/дискомфорт в грудной клетке при физической нагрузке.
8. Чувство сильной усталости после тренировок и интенсивных физических нагрузок.
9. Частые ангины, ОРВИ, гаймориты.
10. Наличие хронической болезни (указать какая).
11. Наличие кариеса.

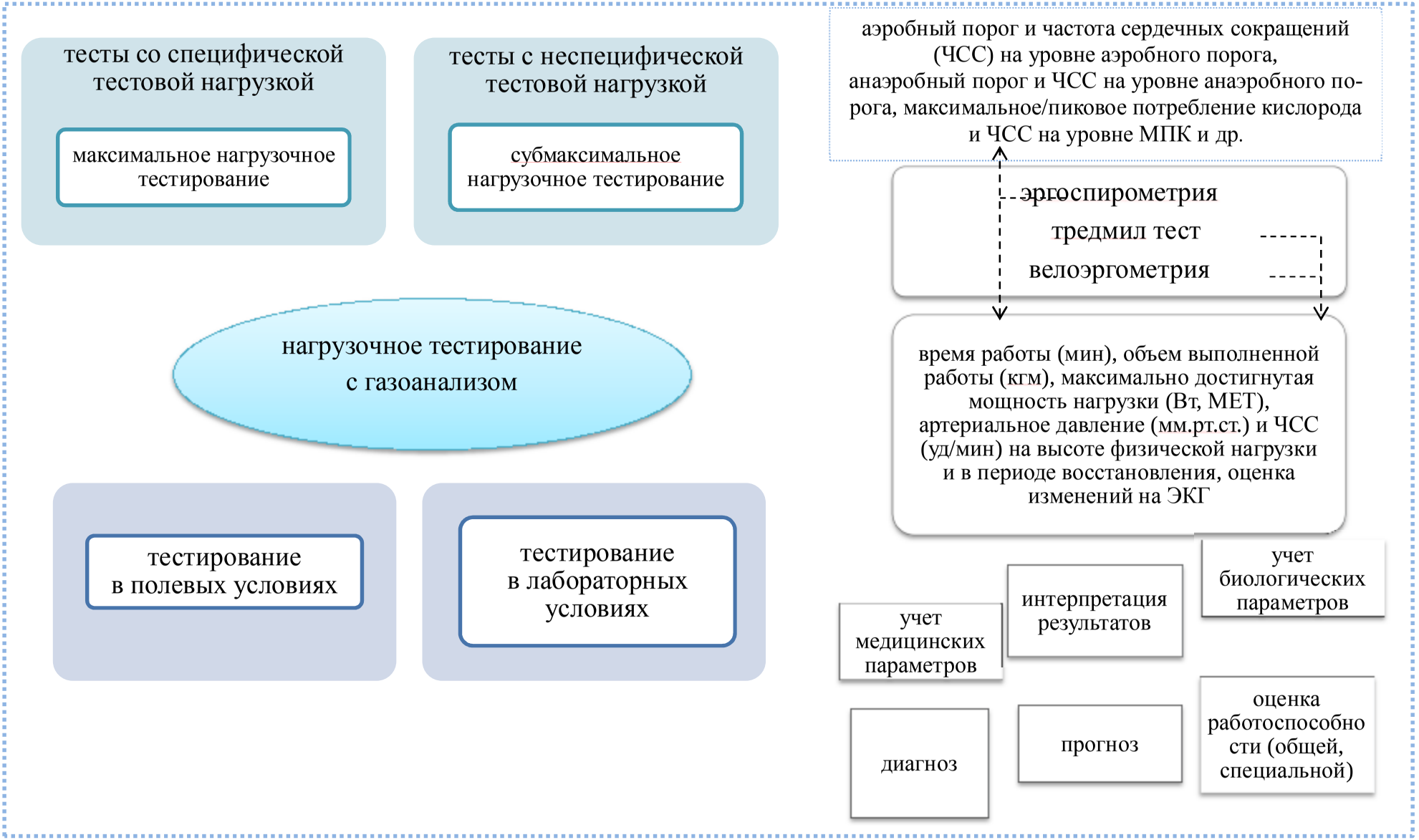
*Рекомендовано проводить опрос юного спортсмена в присутствии родителей (законных представителей)

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

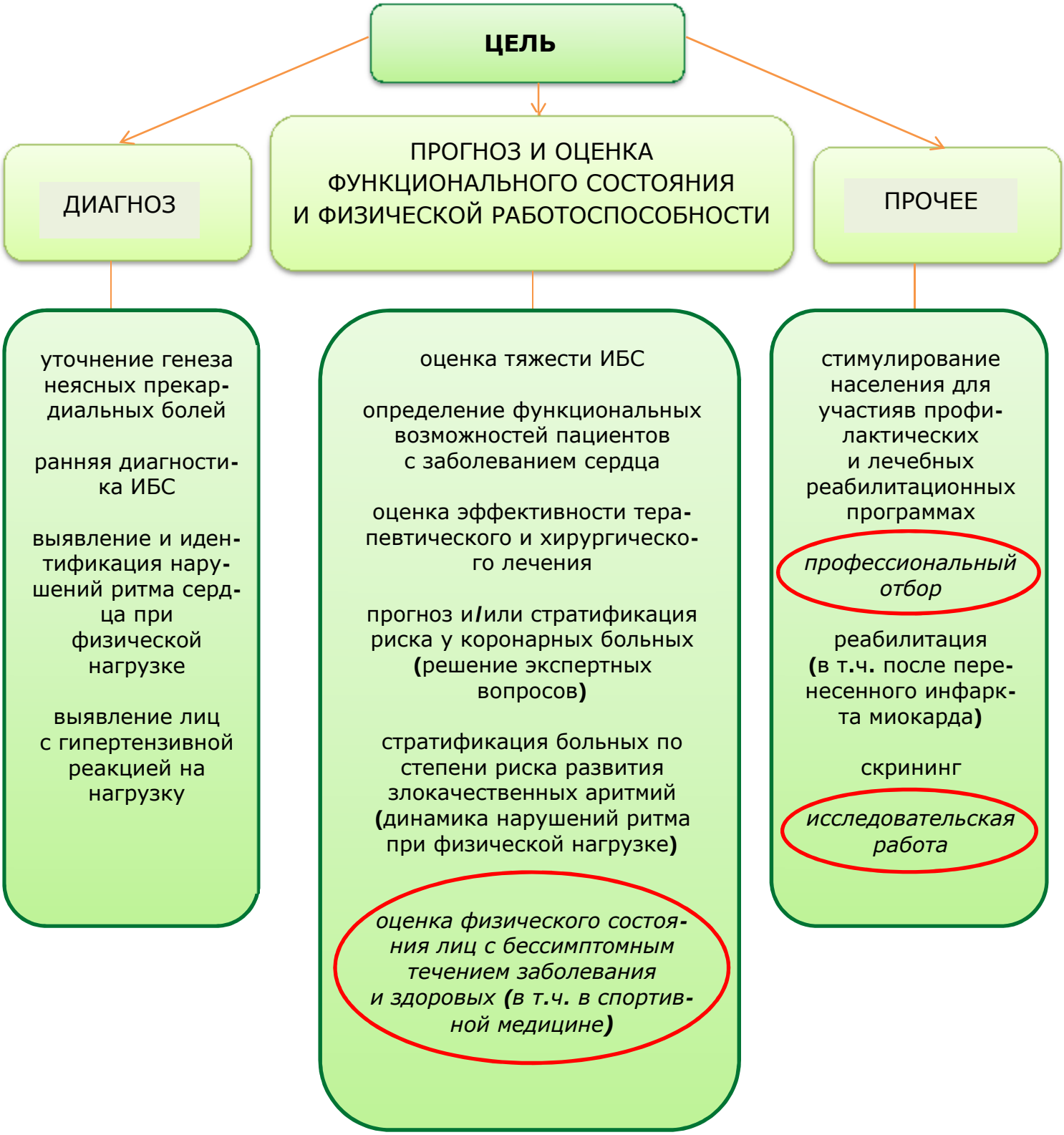
Морфологический контроль в системе подготовки спортсменов

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Нагрузочное тестирование в практике спортивной науки



Цели нагрузочного тестирования



ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

1. СОВОКУПНОСТЬ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ КАК ОСНОВА КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА В ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНА 5

2. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ 7

2.1. Анкетирование 7

2.2. Оценка морфологического статуса спортсмена 8

2.3. Биоимпедансный анализ состава массы тела 10

2.4. Электрокардиография 10

2.5. Вариабельность сердечного ритма 12

2.6. Спирометрия 12

2.7. Нагрузочное тестирование 14

2.7.1. Велоэргометрия, тредмил тест 14

2.7.2. Спировелоэргометрия 15

2.8. Экспресс-оценка адаптации к физическим нагрузкам с применением программно-аппаратного комплекса 16

2.9. Мониторы сердечного ритма 17

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 19

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 20

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 23

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 24

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 25

ПРИЛОЖЕНИЕ 4 27

ПРИЛОЖЕНИЕ 5 28

ПРИЛОЖЕНИЕ 6 29

ПРИЛОЖЕНИЕ 7 30

Производственно-практическое издание

Захаревич *Анна Леонидовна*
Кузикевич *Алина Сергеевна*
Пфейфер *Дарья Сергеевна*

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД В ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Практическое пособие

Корректор А. М. Зиновик
Компьютерная верстка К .А. Тагиева
Оформление обложки П .С. Максименко

Подписано в печать 18.12.2017. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,11. Тираж 100 экз. Заказ 153.

Полиграфическое исполнение:
Государственное учреждение «Республиканский учебно-методический центр физического воспитания населения»

Свидетельство №1/42 от 1 октября 2013

Ул. Гусовского, 4-1, 220073, Минск

Издатель: РНПЦ спорта

Свидетельство №1/447 от 14 ноября 2014 г.

Ул. Воронянского, 50/1, 220007, Минск