**Лабораторное занятие 14**

***Компьютерная диагностика в физической культуре и спорте***

**АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ В СПОРТЕ**

Донозологическая диагностика в рамках функционального исследования спортсменов необходима для управления тренировочным процессом, информационной компьютерной поддержки медицинского и педагогического аспектов принятия решений по его коррекции.

Здоровый спортсмен способен выполнять большие объемы нагрузок без отрицательных последствий для своего здоровья, высокий уровень которого служит базой функционального совершенствования, также, как и общая физическая работоспособность — основой для развития специальной работоспособности. Контроль уровня совершенства функциональной подготовленности осуществляется в процессе функционально-диагностического обследования спортсмена, направленного, прежде всего, на формирование донозологического диагноза, который имеет целью отличить возникающие в процессе перехода от нормы к патологии преморбидные состояния от проявлений несовершенства функциональной подготовленности. Кдонозологическим состояниям относят состояния напряжения регуляторных систем организма, обеспечивающих мобилизацию необходимого функционального резерва. Состояние неудовлетворительной адаптации, когда функциональные резервы снижены, должно быть отнесено к преморбидным, всегда имеющим доклиническую манифестацию. С точки зрения клиницистов, только срыв адаптации может быть отнесен к состоянию болезни, а все остальные состояния могут рассматриваться как различные уровни здоровья, обусловленные различным уровнем функциональных резервов организма.

Практика детального анализа функциональных резервов (ФР) организма показала, что удобно и вполне допустимо рассматривать три условно отдельных составляющих ФР — физические, психические и адаптационные резервы. Можно условно говорить об уровне функционального совершенства физической, психической и адаптационной подготовленности, что в дальнейшем позволит ввести понятие обобщенной ФП, практически не зависящей от специфики конкретного вида спорта. Кроме того, в данном контексте понятия «уровень здоровья» и «уровень функциональной подготовленности» спортсмена можно считать совпадающими.

К современным инструментальным и методическим средствам контроля функциональной подготовленности (ФП) спортсмена должны предъявляться следующие требования, основанные на доно-зологическом подходе: 1) Достаточность набора средств определения и оценки уровня функционирования наиболее важных для спортивной деятельности систем организма: сердечно-сосудистой, дыхательной, центральной нервной систем, опорно-двигательного аппарата и психоэмоциональной сферы. 2) Возможность оценивания степени напряжения регуляторных механизмов соответствующих систем в покое и при нагрузке. 3) Надежная верификация и известность широкому кругу специалистов каждой из применяемых методик. 4) Наличие итоговой обобщенной (интегральной) оценки уровня совершенства ФП (вместе с профилем ФП спортсмена, позволяющим выявить ее слабые и сильные стороны), понятной не только спортивному врачу, но и тренеру, и спортсмену. 5) Расширяемость и адаптируемость к разным видам спорта, без нарушения концептуальной целостности и смысла итоговой оценки ФП. 6) Автоматизация выполнения тестов, обработки результатов и формирования рекомендаций, поддержка принятии решений спортивными специалистами. Возможность дополнения средств оценки ФП средствами оценки специальной спортивной подготовленности по видам спорта, что позволило бы и врачу, и тренеру иметь полную информацию для выработки эффективных мер по совершенствованию функциональной и специальной подготовленности спортсмена. 7) Неинвазив-ность, достаточная информативность, быстрота и удобство обследования.

Многие разработчики аппаратно-программных комплексов (АПК) утверждают, что их продукт предназначен, помимо прочего, и для контроля функционального состояния спортсменов. При этом одна большая группа диагностических комплексов основана на методах анализа вариабельности ритма сердца («Карди», «Ритм-Экспресс», «Акутест», «Пульс-Антистресс» и др.), вторая — на различных вариантах акупунктурных методов («Диакомс», «Медискрин», «РОФЭС», «Евразия», «РУНО» и др.), третья — на оригинальных методах изучения электропроводности тканей организма или электрической активности сердца («АМСАТ», «ESTECKCOMPLEX», D&Kh др.). Однако оценка этих средств сучё-том обозначенных требований показывает их неприспособленность для решения этой задачи.

Действительно, средства первой группы ориентированы на исследования вариабельности сердечного ритма в покое, что позволяет в некоторой степени оценить адаптационные резервы организма, но не позволяет сколько-нибудь достоверно оценивать физические и психические резервы, соответственно, контроль ФП такими средствами слишком неполон. Кроме того, не выполняются требования 4—6.

Средства второй группы позволяют косвенно оценить состояние энергетики организма в целом и интерпретировать это состояние как оценку ФП в соответствии с представлениями восточной медицины. При этом врачам и тренерам при работе со спортсменами предлагается опираться на неизвестные им интерпретации и соответствующие корректирующие воздействия, рекомендуемые восточной медициной. Прямых оценок физических, психических и адаптационных резервов в средствах второй группы нет, кроме того, не выполняются требования 4—6.

Средства третьей группы позволяют косвенно оценить некоторые параметры ФП, но отсутствие нагрузочных и психологических тестов не позволяет обеспечить высокую надежность оценок и делает эти средства достаточно неудобными для спортивных медиков. Кроме того, не выполняются требования 2, 4—6.

Причины низкой эффективности рассмотренных средств оценки ФП вполне очевидны: все они (за исключением D&K, реализующего методику С.А. Душанина для оценки энергетического метаболизма) изначально не предназначались для контроля ФП спортсменов, а были ориентированы на массовую донозологическую диагностику.

Проведен сравнительный анализ средств, которые предназначались в первую очередь для практики врачебного контроля спортсменов: Омега-С («Динамика», Санкт-Петербург), Адаптолог («Со-тек», Москва), диагностические комплексы компании «Нейрософт» (Иваново), Истоки здоровья («Истоки здоровья», Рязань).

Система «Омега-С» («Омега Спорт») предназначена для решения задач объективного оперативного контроля физического состояния спортсменов в тренировочном процессе и в период подготовки к соревнованиям. «Омега-С» помогает тренеру и спортивному врачу контролировать показатели физического и психического состояния атлетов, прогнозировать сроки достижения пика спортивной формы и поддерживать её на протяжении всего соревновательного периода. Для получения всей необходимой информации достаточно регистрации ЭКГ в любом стандартном отведении в течение 5 минут в положении пациента сидя или лежа. Биоритмы головного мозга выделяются из сигнала ЭКГ, регистрируемого в широкой полосе частот. Ввод электроэнцефалограммы не требуется. Контроль показателей функционального состояния осуществляется непосредственно в процессе записи ЭКГ

Отмечено, что ряд требований к средствам контроля ФП система Омега-С в том или ином объеме выполняет, однако требования 1 и 2 выполняются не в полном объеме, а требования 5 и 6 — не выполняются вовсе. Отсутствие нагрузочных тестов не позволяет в достаточной мере исследовать и оценивать ФП спортсмена. Методический недостаток системы Омега-С состоит в большом количестве выходной информации формируемом на основании только одного электрокардиографического обследования, с последующим анализом ЭКГ и анализом ритма сердца методом вариационной кардиоин-тервалометрии. Это метод, объективно отражающий состояние нейрогуморальной регуляции и позволяющий на этой основе оценить общее функциональное состояние и общие адаптационные резервы организма. Безусловно, это необходимый, но не достаточный метод оценки функционального состояния организма. Поэтому получаемая в результате тестирования разнообразная информация не содержит комплексной оценки резервов здоровья и ФП, а лишь отражает известный факт, что все процессы в организме тесно взаимосвязаны. Излишнее количество информации, представленной в непривычной форме, усложняет её понимание врачом, тренером и, тем более, спортсменом. Достоинством этой системы является и глубокая интерпретация результатов ЭКГ в отношении адаптации сердечнососудистой системы (ССС), вегетативной регуляции, уровня энергетического обеспечения организма.

Специалисты компании «Нейрософт» полагают, что для оценки функционального состояния спортсмена, его готовности к соревнованию, своевременной диагностики перетренированности и выявления начальных стадий заболевания необходимо оценить психологическое состояние и психофизиологический статус обследуемого, текущее функциональное состояние, адаптационные резервы и стрессовую устойчивость организма, физическую работоспособность. С этих позиций разработаны современные инструментальные диагностические комплексы компании «Нейрософт».

Для психологического и психофизиологического тестирования используется аппаратно-программный комплекс « НС - ПсихоТест». позволяющий проводить исследования когнитивных функций (мышление, память, внимание), осуществлять оценку состояния двигательного, слухового, зрительного анализаторов. Оценку текущего функционального состояния, адаптационных резервов и стрессовой устойчивости организма разработчики предлагают оценивать с помощью программы «Поли-Спектр-Ритм». Основу методики составляет исследование вариабельности ритма сердца (ВРС), проводимое в соответствии с Международным Стандартом (1996 г.). Для оценки физической работоспособности и подбора адекватной мощности физической нагрузки в тренировочном процессе предложен стресс-тест (велоэргометрия, тредмил). Определение «пороговой» или «предельной» ЧСС для конкретного обследуемого позволяет подобрать индивидуальный тренировочный режим. Разработанная в компании Нейрософт программа «Поли-Спектр-Эрго» позволяет проводить обследование на любом типе велоэргометра или тредмила, с большим выбором стандартных или настраиваемых пользователем протоколов.

Для срочного (текущего) контроля функционального состояния разработана система медицинского контроля (СМК) на основе радиотелеметрической регистрации 2-х каналов ЭКГ и 1 канала дыхания в процессе тренировки. На экране монитора осуществляются отображение и оценка физиологических сигналов в виде графиков и таблиц. Применение СМК в режиме on-line в процессе тренировок позволяет, помимо наблюдения за ритмом сердца, контролировать реакцию организма на физическую нагрузку, своевременно вносить коррективы путем изменения мощности и интенсивности нагрузки, варьирования количества и длительности периодов отдыха.

По нашему мнению, уровень проработанности и исполнения инструментальных средств фирмы «НейроСофт» с точки зрения медицинской диагностики достаточно высок. Однако специфические вопросы контроля функциональной подготовленности спортсменов практически не затрагиваются, хотя авторы позиционируют свои разработки как инструментальные средства для спортивной медицины. Основное внимание разработчиков сосредоточено на выявлении преморбидных состояний и патологических проявлений. Необходимо отметить существенный, но единственный шаг разработчиков в сторону спортивной медицины — они обеспечили возможность контроля состояния ССС спортсмена во время тренировки. С помощью радиотелеметрии (система медицинского контроля) осуществляется контроль вариабельности сердечного ритма, ЭКГ и дыхания, что позволяет оперативно корректировать объем и интенсивность нагрузки по ЧСС, выявлять аритмии, нарушения проводимости и ишемию миокарда.

Анализ требований, предъявленных к рассматриваемым средствам, показывает, что требования 4 и 5, практически не выполнены, а требование 6 выполнено не полностью. В итоге в целом продукты компании «Нейрософт», предлагаемые в качестве средств мониторинга состояния спортсменов на разных этапах их подготовки, представляются слишком громоздкими и дорогими.

Разработчики системы АПК «Адаптолог» предлагают использовать свой продукт для исследования функционального состояния спортсменов посредством «определения адаптационного состояния через формализованную оценку изменений вегетативной нервной системы организма по матрице, характеризующей перепад температур кожных покровов от центральных отделов тела к периферическим».

При повседневном контроле адаптационного состояния спортсмена система позволяет различать нормальное состояние при адекватных нагрузках (адаптационные уровни 2 и 3, высокие значения коэффициента реакции), снижение защитно-компенсаторных функций организма при небольшой перегрузке (адаптационные уровни 2 и 3, низкие значения коэффициента реакции), срыв защитно-компенсаторных функций организма при перегрузке (адаптационный уровень 1, низкие значения коэффициента реакции), реакцию организма на резко нарастающую нагрузку (адаптационный уровень 5, значения коэффициента реакции выше средних). В соответствии с текущим адаптационным состоянием даются рекомендации о снижении нагрузки или проведении восстановительных мероприятий.

Авторы методики утверждают, что АПК «Адаптолог» позволяет контролировать некоторые стороны текущего уровня ФП спортсмена, ведя речь о неспецифическом звене адаптации организма, проявления которого, не обладают той количественной определенностью. В зависимости от индивидуальных свойств организма спортсмена, времени суток, режима питания и других факторов количественные показатели этих проявлений заметно меняются, что существенно усложняет интерпретацию результатов обследования. Кроме того, процедура измерения перепада температур кожных покровов чрезвычайно чувствительна к условиям измерения (стабильная температура окружающей среды, отсутствие движения воздуха или людей, удаление от нагревательных приборов, необходимость 20-ти минутного периода привыкания к среде проведения исследования). Несоблюдение этих условий ставит под сомнение результаты измерений и все последующие рекомендации.

В системе «Адаптолог» не в полном объеме удовлетворены требования 1 и 3, а требование 6 практически не удовлетворено. Отсутствие нагрузочных тестов не позволяет исследовать и оценить функциональные возможности (резервы) кислородтранспортной системы — основной в комплексной оценке ФП спортсменов. Среди достоинств метода остается его неинвазивность и быстрота обследования.

В отличие от всех рассмотренных ранее, АПК «Истоки здоровья» изначально предназначался для разносторонней оценки функциональных резервов организма. Все используемые в комплексном обследовании тесты базируются на соответствующих современных научных теориях и разработках, и, по сути, являются оригинальными компьютерными реализациями «классических» неавтоматизированных тестов, что в принципе сняло проблему их верификации при включении в состав комплекса. АПК «Истоки здоровья» отличается сбалансированностью состава по принципу минимальной достаточности, что позволяет проводить исследование за приемлемое время. В этот АПК включены: вариант теста вариационной кардиоинтервалометрии по RM. Баевскому, тест сенсорно-моторной реакции по Т.Д.Лоскутовой, тест цветовых выборов по Л.Н. Собчик, тест тревожности по Спилбергеру-Ханину, тест общей реактивности по Л.Х. Гаркави, тест физических возможностей по ГЛ. Апанасен-ко, тест PWC-170 по В.Л. Карпману и некоторые другие. Разнообразие тестов позволяет надежно оценить за 20—25 мин функциональные резервы организма по 3 составляющим — физическим, психическим и адаптационным резервам.

В оценку результатов теста вариационной кардиоинтервалометрии включены дополнительные высокоинформативные показатели, предложенные Ю.Н. Шейх-Заде (должная ЧСС в покое, уровень испытываемого сердечно-сосудистого стресса) и Н.И.Шлык (тип вегетативной регуляции сердечного ритма). Их использование позволяет контролировать корректность проведения теста и соотнести результаты с индивидуально оптимальным уровнем регуляции сердечного ритма в покое.

Тест сенсомоторной реакции позволяет исследовать не только текущий уровень функциональных резервов ЦНС (степень утомления), но и провести при необходимости более детальное исследование с применением разномодальных стимулов (зрительных, цветовых, звуковых) для выявления состояния разных анализаторов, выполнения ответных действий одной и другой рукой для выявления типа функциональной межполушарной асимметрии. Для выявления психологических особенностей спортсмена при выполнении длительной монотонной работы используется предъявление 100 стимулов, при стандартном исследовании — 30 стимулов. Тест общей реактивности по Л.Х. Гаркави позволяет неинва-зивно оценить текущее состояние неспецифического звена адаптации, являющегося важнейшим элементом адаптации организма спортсмена к нагрузкам. В режиме ежедневного мониторинга состояния спортсменов для получения оценок по физическим, психическим и адаптационным резервам достаточно использовать сокращенный набор тестов — вариационную кардиоинтервалометрию, тест сенсомоторной реакции, тест общей реактивности, измерение АД. Вычисление интегральной оценки (ИО) выполняется с помощью оригинального нелинейного алгоритма, который позволяет отобразить наличие слабого звена уже в значении ИО. То есть, если в организме есть слабое звено (звенья), то значение ИО будет близким к оценке этого слабого звена, если же все оценки по отдельным звеньям примерно одинаковы, то ИО будет близкой к средней арифметической этих оценок. Принцип выявления слабого звена реализуется вначале на уровне каждой составляющей, а затем и на уровне ИО.

Таким образом, в АПК «Истоки здоровья» в достаточном объеме выполнены пункты 2—4 и 7 сформулированных требований, вследствие чего базовая версия АПК «Истоки здоровья» с успехом применяется много лет для донозологической диагностики в практике врачебного контроля физкультурников и спортсменов массовых разрядов (врачебно-физкультурные диспансеры, кафедры физического воспитания вузов, спортивные и фитнес-клубы). Для учета специфики контроля ФП спортсменов высокой квалификации целесообразно уточнить состав тестов и их показателей (пункт 1).

Требования пунктов 5 и 6 реализованы частично, так как опробованы частные (неуниверсальные) решения для выполнения этих требований для отдельных видов спорта. Важно, что АПК «Истоки здоровья» перспективен для модификации продукта, позволяющей удовлетворять требованиям 5 и 6 в достаточном объеме.

Выводы. Анализ существующих средств, позиционируемых разработчиками в качестве средств контроля функционального состояния спортсменов, показал, что указанным требованиям в достаточной мере не соответствует ни один из существующих продуктов. Однако, из проанализированных диагностических комплексов наиболее полно отвечает всем требованиям, предъявляемым к мониторингу подготовленности спортсменов, АПК «Истоки здоровья», который может рассматриваться в качестве базовой модели при разработке специализированного АПК для исследования и оценки функциональной подготовленности спортсменов.