**УДК 57.087.1**

**ББК 28.7**

**П. В. Хало, Н. Д. Быков, Г. В. Хвалебо**

**ВЫБОР ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ АКТИВАЦИИ**

**РЕЗЕРВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СПОРТСМЕНА**

**ДЛЯ ХОЛТЕРОВСКОГО МОНИТОРИНГА**

***Аннотация.*** В статье анализируется важность отдельных биологических показателей для оценки уровня активации адаптационных резервов, пригодных для использования холтеровского мониторинга. На основе проведенного анализа делается вывод о необходимой конфигурации исследовательского комплекса в спорте высших достижений.

***Ключевые слова:***психофизиологическое состояние, холтеровский мониторинг, спорт высших достижений, активация резервных возможностей.

**P. V. Halo, N. D. Bykov, G. V. Khvalebo**

**CHOICE OF INDICATORS OF EFFICIENCY OF METHODS OF ACTIVATION**

**OF RESERVE POSSIBILITIES OF THE ATHLETE**

**FOR HOLTEROVSKY OF MONITORING**

***Abstract.*** The article examines the importance of individual biological indicators of the body to assess the level of activation of adaptive reserves, suitable for use of Holter monitoring. Based on this analysis, the conclusion is made about the required configuration of the research complex of psycho-physiological monitoring in sports of the higher achievements.

***Key words:***psychophysiological state, Holter monitoring, sports of higher achievements, the activation of reserve opportunities.

Возникновение феномена активации резервных возможностей человека тесно связанно с расширенными состояниями сознания, возникающими спонтанно в экстремальных ситуациях или специальных психотренингах. В таких случаях довольно затруднительно провести медицинское обследование спортсмена, с целью выявления основных психофизиологических паттернов данного процесса. Следствием этого является тот печальный факт, что до сих пор не существует ни полноценных теорий механизмов возникновения этих состояний, ни уверенных методов их воспроизводства [5].

Решением проблемы могло бы стать использование методов холтеровского мониторинга, позволяющего в течение длительного периода времени снимать со спортсмена биологические показатели работы его организма, без причинения ему каких-либо неудобств, в процессе тренировок, а также во время сна. Однако для этого необходимо определить наиболее информативные физиологические показатели в различных видах спорта. Попробуем это сделать.

Уровень электроэнцефалографической (ЭЭГ) активности. Разновидность доминирующей мозговой активности свидетельствует о текущем функциональном состоянии и их изменениях в процессе тренировки. Впоследствии эти данные можно увязать с индивидуальным психосемантическим пространством спортсмена и таким образом определить мотивы того или иного функционального состояния. Это может помочь в дальнейшем в разработке методов активации его резервных возможностей. Кроме того, по ЭЭГ-параметрам можно определить и предсказать время и условия появления этих состояний, оценить эффективность корректирующих процедур, выявить недопустимые в данной деятельности спортсмена приемы.

Считается, что пределы изменения ЭЭГ активности являются генетически заданными и мало поддаются влиянию в процессе спортивного совершенствования. У 35-40 % людей в правом полушарии амплитуда α-волн несколько выше, чем в левом, отмечается и некоторая разница в частоте колебаний – на 0,5-1 Гц. Так, например, при профотборе спортсменов ситуационных видов спорта, где требуется высокое качество быстроты, предпочтительными считаются индивиды с высокой частотой α-ритма. Исследования ЭЭГ высококвалифицированных баскетболистов показали наличие у них α-ритма 11-12 Гц, в то время как у лыжников-гонщиков она составляла всего 9-10 Гц. Вместе с тем замечено, что систематическая спортивная тренировка постепенно приводит к значительному изменению пространственно-временных отношений корковых потенциалов головного мозга.

Среди спортсменов ситуационных видов спорта выявлены существенные различия между спортсменами контратакующего и атакующего стиля по многим психофизиологическим показателям. Так, у контратакующих фехтовальщиков межполушарная асимметрия выражена слабее, ведущую роль играют передне-лобные отделы, более высокий IQ в тесте Г. Айзенка, в БОС-тренингах с обратной связью по **электромиографии (ЭМГ)** более успешно происходит совершенствование мышечного чувства и точности воспроизведения заданных усилий. У атакующих фехтовальщиков по сравнению с контратакующими достоверно короче временные параметры сенсомоторных реакций и тактического мышления. Аналогичные данные, полученные на баскетболистах, волейболистах, футболистах и боксерах, позволяют отнести атакующих спортсменов к лицам с невербальным, а контратакующих с вербальным мышлением.

ЭЭГ имеет большое значение в ранней диагностике травм головного мозга, сосудистых и воспалительных заболеваний мозга, а также контроля над функциональным состоянием спортсмена, выявления ранних форм неврозов (особенно в карате, боксе и другие видах спорта, связанных с нанесением ударов по голове). При травмах головы α-ритм исчезает, заменяясь колебаниями большей частоты и амплитуды и медленными волнами.

Кроме того, на основе анализа ЭЭГ-активности можно диагностировать ранние признаки переутомлений и перетренированности у спортсменов, и таким образом, выработать индивидуальные режимы тренировок [3].

Однако измерения на базе ЭЭГ-методик затруднены тем, что различные спектральные составляющие ЭЭГ-колебаний несут индивидуальную окраску, чувствительны к мышечным движениям, что затрудняет их анализ в процессе реальной деятельности испытуемого. Низкая помехоустойчивость этих сигналов создает вероятность ошибки в оценке функционального состояния (ФС) спортсмена. Сложность идентификации этих изменений и их связи с параметрами деятельности спортсмена обусловлена тем, что статистические исследования быстро меняющихся ритмов во множестве отделов мозга с помощью традиционных методов анализа ЭЭГ, учитывающих изменения одного параметра, невозможны. Сама картина асимметрии десинхронизации ЭЭГ достаточно сложна и трудно поддается интерпретации. Кроме того, изменение коэффициентов и общего профиля асимметрии в зависимости от модели деятельности имеют разную направленность у лево- и правополушарных индивидов. Эти обстоятельства обуславливают значительные трудности использования ЭЭГ для определения психофизиологического состояния (ПФС) в условиях реальной спортивной деятельности. Таким образом, для повышения точности оценки функционального стояния спортсмена необходимо дополнение ЭЭГ-мониторинга вспомогательными каналами съема биологической информации.

Электрокардиографический (ЭКГ) мониторинг. Математический анализ ритма сердца, широко используемый в спортивной медицине, является не только интегральным методом изучения функционального состояния организма (Баевский Р. М., 1979, 1997), но может служить инструментом для подбора и оценки эффективности реабилитационных мероприятий.

Одним из таких параметров является вариабельность сердечного ритма – это изменение ритма сердца в зависимости от эмоционального и физического состояния. Эти изменения сильно зависят от индивидуальных особенностей психической структуры человека, его тренированности, возраста, и меньше – от половой принадлежности; от физической нагрузки, различных эмоциональных состояний; от значимости ситуации, в которой человек находится, и от информации, которую он получает. Оптимальная вариабельность сердечного ритма наблюдается у физически и психически здоровых людей. Они отличаются спокойствием, уверенностью, внутренней независимостью, и часто - повышенными творческими способностями и развитой интуицией. В настоящее время в специальной литературе описаны исследования зависимости вариабельности сердечного ритма от уровня стресса, степени напряжения регуляторных систем. Исследованы изменения вариабельности сердечного ритма в процессе психологической нагрузки для групп с различными негативными состояниями: невротизации, депрессии, астенизации. Исследователи отмечают, что, поскольку вариабельность сердечного ритма содержит информацию не только о сердечной деятельности, но и о деятельности регуляторных систем более высокого порядка, управляющих многочисленными функциями целостного организма, этот показатель может быть использован как интегральный показатель процессов регуляции, оценивающий уровень адаптации организма в целом, функционирования вегетативной нервной системы, как в соматическом, так и в психосоматическом аспектах, в аспекте поведенческой адаптации. Поэтому этот параметр может быть использован как индикатор изменения психологического статуса спортсмена и применяться для организации биологической обратной связи (БОС) в методах обучения произвольной саморегуляции и биоуправления функциональными состояниями [6].

ЭМГ-параметр. С помощью ЭМГ возможно предупреждение на ранних этапах возникновения травм мышц и сухожилий, прогнозирование функциональных возможностей нервно-мышечного аппарата. ЭМГ, в сочетании с биохимическими исследованиями (определение гистамина, мочевины в крови), возможно выявление на ранних стадиях переутомления, перетренированности. Множественной миографией определяют работу мышц в двигательном цикле, например, у фехтовальщиков во время тестирования.

Кроме того, при анализе ЭМГ определяют латентный период между подачей сигнала к сокращению мышц и появлением первых осцилляций на ЭМГ, а также латентный период исчезновения осцилляций после команды «стоп» (хронаксиметрия)*.* Например, установлено, что проксимальные мышцы имеют меньшую хронаксию, чем дистальные. Мышца и иннервирующий ее нерв, а также мышцы-синергисты имеют одинаковую хронаксию (изохронизм). На верхних конечностях хронаксия мышц-сгибателей в два раза меньше хронаксии разгибателей, на нижних конечностях отмечается обратное соотношение. У спортсменов резко снижается хронаксия мышц, и может увеличиваться разница хронаксий (анизохронаксия) сгибателей и разгибателей при перетренировке (переутомлении), миозитах, паратенонитах икроножной мышцы и др.

Считается, что процесс многолетних занятий спортом у человека не приводит к изменениям числа медленных и быстрых мышечных волокон. Так, например, при длительной тренировке в академической гребле присущие отдельным индивидам соотношения волокон не изменяются. У гребцов низкой квалификации количество медленных волокон в 4-главой мышце бедра составляет 44-82 %, и у спортсменов высокой квалификации оно находится в близких пределах: 47-73 %. Вместе с тем имеются субпопуляции со значительным преобладанием медленных или быстрых волокон.

Реоэнцефалография (РЭГ) используется при диагностике хронических нарушений мозгового кровообращения, вегетососудистой дистонии, головных болях и других изменениях сосудов головного мозга, а также при диагностике патологических процессов, возникающих в результате травм, сотрясений головного мозга и заболеваний, вторично влияющих на кровообращение в церебральных сосудах (шейный остеохондроз, аневризмы и др.). Данный параметр является ценным в видах спорта, связанных с ударами в голову (бокс, карате и пр.). В расширенных состояниях сознания может наблюдаться феномен повышения мозгового кровообращения.

Измерение электроокулограммы (ЭОГ) при регулярных тренировках полезно в ряде видов спорта, в особенности там, где зрительному анализатору принадлежит ведущая роль (спортивные игры, фигурное катание, бокс, горнолыжный спорт, акробатика, батут и др.), поле зрения расширяется, совершенствуется глазодвигательный аппарат. Также, известны психологические методики для определения ПФС человека по движению глаз. Например, нейролингвистическая методика определения индивидуальных стратегий обработки информации и оценки ее достоверности по сигналам глазного доступа. ЭОГ-мониторинг может быть полезен в психотехниках освоения сверхнормативных компетенций спортсменом [2].

Пневмограмма (ПГ). Достаточно важным параметром в спорте является **порог анаэробного обмена** (ПАНО)**.** Степень напряжения кислородтранспортной системы при ПАНО отражает аэробный функциональный резерв организма, который можно оценить по относительным значениям её основных параметров (в % от значений при критической мощности нагрузки). Наиболее распространенной практикой является определение ПАНО по уровню концентрации лактата, равного 4 мМ/л. Применение этого метода затруднительно, в случае возможного изменения этого параметра при возникновении феномена активации резервных возможностей организма (в связи с глубокой перестройкой функциональных систем на уровне метаболизма). Однако, очевидно этот параметр можно измерить косвенным путем на основе феномена сердечно-дыхательного синхронизма, т.е. на основе сопоставления параметров ЭКГ и ПГ, реализуемого с помощью ремневых тензодатчиков [1].

По аэробным возможностям различают индивидов с широкой и узкой нормой реакции по одному и тому же показателю. Прирост этого показателя у них в процессе тренировки сильно отличается от среднепопуляционных значений – обычно у большинства людей прирост максимального потребления кислорода (МПК) составляет, в среднем, около 30 % от исходного уровня. Однако, близнецовые исследования канадских ученых выявили генетическую зависимость тренируемости при выполнении одинаковой аэробной работы. У одних индивидов повышение величины МПК достигало за 15-недельный тренировочный цикл 60 % и более, таких насчитывалось примерно 5-10 %, а у других прирост за тот же период оказался менее 5 %, их было всего 4 % от наблюдавшихся лиц. Считается, что эти индивидуальные особенности являются врожденными.

В процессе многоступенчатого отбора выделяют группы спортсменов с гипокинетическим и гиперкинетическим типом реагирования на физические нагрузки. Последние показывают более высокий тренировочный эффект в сравнении с гипокинетической группой. Аналогичная ситуация наблюдается среди спортсменов ситуационных видов спорта. Наиболее мощными и высоко мобилизуемыми аэробными и анаэробными возможностями обладают: среди волейболистов – 10 %, баскетболистов – 18 %, футболистов – 33 %.

Одним из методов оценки ПФС спортсмена является измерение электрической активности кожи (ЭАК). Существует прямая связь между уровнем ЭАК и активацией нервной системы. Различают два основных метода регистрации ЭАК: по Фере, или метод измерения кожно-гальванической реакции (КГР) с использованием внешнего тока (экзосоматический метод), и по Тарханову, или метод изменении электрического кожного сопротивления (ЭКС) (эндосоматический метод). Под КГР обычно понимают изменения сопротивления кожи в ответ на какое-либо воздействие (чаще всего эмоциогенного характера).

Кроме того, различают тонические и фазические показатели активности. Тоническая активность – это относительно длительные показатели, такие как уровень проводимости кожи ‑ SCL, а фазическая – более короткие ответы на раздражители ‑ реакция проводимости кожи (SCR). В случаях, когда у спортсмена возникает SCR без всяких внешних раздражителей, например, при возникновении яркого внутреннего переживания, то возникает спонтанная реакция проводимости кожи ‑ SSCR. Общее число таких фазических реакций за длительный промежуток времени называют частотой спонтанной активности, которая является тоническим показателем ЭАК. Различают однофазную реакцию потенциала кожи ‑ SPR, с медленным восстановлением и двухфазную SPR, с быстрым восстановлением. В первом случае это защитная реакция, при которой пот остается на поверхности тела для предотвращения ссадин, во втором – биологически адаптивный процесс, предохраняющий кожу от переувлажнения, для возможности выполнения точного движения. Потовые железы также участвуют в ориентировочной реакции.

Традиционные приемы регистрации ЭАК не позволяют нормировать величину проводимости кожи из-за неоднозначности и нестабильности контакта электрод-кожа. Даже при стабилизации площади контакта изменение величины ЭАК резко меняется при изменении давления на электрод и состава используемого электролита. К этому можно добавить временную динамику артефактного характера, связанную с постепенным проникновением электролита в эпидермис, деформацию кожного покрова и мацерацией – изменением свойств кожи под электродом из-за ее изоляции от воздуха, воздействия электролита и избыточного потоотделения. Известно, что тонический компонент ЭАК отражает уровень операционной напряженности деятельности, то есть ее субъективной трудности. При этом следует учитывать различия в исходном уровне активации и разном уровне ЭКС в фоновом режиме. Это в свою очередь влияет на величину нормированных, по отношению к нему значений. Изменяется также некий гипотетический коэффициент пропорциональности между активацией нервной системы и уровнем ЭАК, что также приводит к несопоставимым данным. Следовательно, необходима процедура нормирования электропроводности кожи относительно некоторого уровня активации.

Для этого обычно вводят понятие «нулевой точки» активации по показателям электропроводности кожи. Процесс снижения электропроводности кожи под влиянием психического расслабления носит асимптотический характер, приближаясь к некоторому уровню, ограничивающему процесс снизу. Этот уровень оказывается различным, в зависимости от нарушения релаксационной кривой спонтанными активирующими воздействиями, обусловленными внутренними психическими процессами [4].

По данным Максвелла Кейда, между состояниями сознания существуют особые корреляции обратной связи. Исследования Кейда позволили идентифицировать ряд ПФС по показателям ЭЭГ и ЭКС каналам (см. таблицу 1).

**Таблица 1**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ЭКС | ЭЭГ | ПФС |
| Низкое | Высокая β-активность | Паника |
| Высокое | Высокая α- и β-активность | Концентрация внимания |
| Низкое | Высокая α-активность | Трансовое состояние |
| Высокое | Высокая α-, β- и  Θ-активность | Плавающее состояние сознания |

Стабилометрия. В ряде видов спорта (акробатика, спортивная гимнастика, черлидинг и др.) важным информативным показателем в оценке функционального состояния ЦНС и нервно-мышечного аппарата являются функции удержания равновесия. Эти функции ухудшаются при переутомлении, травме головы и других негативных состояниях. Устойчивость в статическом положении можно изучать с помощью стабилографии на основе пробы Ромберга, теста Яроцкого и др. Регулярные тренировки способствуют совершенствованию координации движений. Порог уровня чувствительности вестибулярного анализатора в основном зависит от наследственности, но под влиянием тренировки его можно повысить. Динамические измерения этого параметра возможно в случае использования стабилоподошв [7].

Полисомнографии (динамика психофизиологической активности во время сна). Во время сна происходит функциональная перестройка и восстановление нарушенного гомеостаза. В состоянии сна также возможна спонтанная инициация расширенных состояний сознания, именуемая как «яркий сон» [8].

Интенсивные физические нагрузки приводят к утомлению организма, а в ряде случаев и к его кумуляции (переутомлению), которая вызывает избыточное напряжение энергетических систем организма. Возникает состояние эмоционального напряжения по типу невротической тревоги, в результате чего нарушается сон. При этом прежде всего страдают высшие психические функции – способность к концентрации внимания, ориентировка в новой ситуации и способность к адаптации в ней. Отмечается также сонливость, повышенная утомляемость.

По показателям ЭЭГ-, РЭГ-, ЭМГ-, ЭКГ-, КГР-, ПГ-, ЭОГ-активности, можно судить об успешности освоения методов аутогенной тренировки ипсихотонической тренировки К. И. Мировского и А. Н. Шогама.

Из проведенного анализа можно заключить, что комплексная одновременная оценка текущего психофизиологического состояния спортсмена по показателям ЭЭГ-, РЭГ-, ЭМГ-, ЭКГ-, КГР-, ПГ-, ЭОГ-активности может существенно снизить отдельные недостатки каждого из этих методов, и существенно повысит достоверность оценки ПФС. Техническая реализация холтеровского мониторинга по всем выбранным показателям возможна, например, на базе аппарата «Энцефалан-ЭЭГР-19/26» АТ-ПСГ-Видео. Также весьма интересным параметром может стать динамическая стабилометрия, реализуемая на основе стабилоподошв, и обычная, стационарная стабилометрия в видах спорта, не требующих динамики, например, в тяжелой атлетике.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексанянц, Г. Д.Использование феномена сердечно-дыхательного синхронизма для оценки регуляторно-адаптивных возможностей организма юных спортсменов // Теория и практика физической культуры. – 2004. – № 8.

2. Бахтияров, О. Г. Использование психотехник для развития сверхнормативных компетенций / О. Г. Бах­тияров, П. В. Хало, В. П. Омельченко // Современные проблемы многоуровневого образования: мат-лы   
VI Международ. науч.-метод. симпозиума. – Ростов н/Д.: Изд-во ДГТУ, 2011. – С. 118-126.

3. Дубровский, В. И. Оценка функционального состояния нервной системы спортсменов [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.fiziolive.ru/html/fiz/statii/nervous\_system.htm.

4. Турулин, И. И.Канал электрической активности кожи для мобильной системы мониторинга / И. И. Турулин, П. В. Хало // Известия ТРТУ. – 2004. – № 6. – С. 124-125.

5. Хало, П. В. Модели и принципы активации резервных возможностей организма / П. В. Хало, В. Г. Галалу, В. П. Омельченко // Известия ЮФУ. – 2010. – № 9. – С. 63-70.

6. Хало, П. В. Разработка аппаратуры для групповых психотренингов // Известия ТРТУ. – 2006. – № 9. – С. 111.

7. Хало, П. В. Индивидуальные технические средства психотренинга // Известия ТРТУ. – 2006. – № 11. – C. 249-255.

8. Хоронько, В. В. Активации резервных возможностей организма с помощью метода управляемых сновидений / В. В. Хоронько, П. В. Хало // Образование. Наука. Инновации. Южное измерение. – 2008. – № 4. – С. 97-101.