

# **Биоэлектрографические корреляты успешности соревновательной деятельности спортсменов Олимпийского резерва в циклических видах спорта**

К.Г. Коротков, А.К. Короткова, Н.С. Прияткин

## **1. Введение**

Как показывает исследование соревновательной результативности спортсменов в циклических видах спорта, для успешности выступлений важно оптимальное сочетание нескольких моментов:

- общий психологический статус спортсмена с преобладанием черт активности и решительности, а также способность работать в команде для коллективных видов спорта;
- высокий тонус сердечно-сосудистой системы и уровень усвоения кислорода;
- специфичный для вида спорта характер мышечной структуры и активности;
- высокий уровень физической подготовки.

При этом должны учитываться необходимость сохранения здоровья спортсмена, предохранения его от перетренировок и перенапряжений, ведущих к срывам и травмам.

Учет отмеченных факторов, их взаимосвязи и синергии в практической спортивной работе во многом является уделом интуиции тренера, спортивного врача и психолога. Поэтому большую актуальность приобретает выявление параметров, учитывающих психофизиологическое функциональное состояние спортсмена в целом, а также создание приборных методов, позволяющих оперативно оценивать и мониторировать состояние как в процессе тренировочной, так и соревновательной деятельности. Эти методы должны удовлетворять следующим основным требованиям:

- информативность, специфическая для спортивной деятельности;
- объективность, независимость от оператора и условий съема данных;
- простота реализации, малое время измерения и анализа;
- возможность использования в широком диапазоне условий, вплоть до полевых в ходе соревнований;
- надежное хранение больших массивов информации;
- возможность быстрого освоения непрофессиональными операторами, вплоть до самоконтроля спортсменами;
- наглядный и понятный характер предоставляемой информации.

Очевидно, что подобным условиям могут удовлетворять только современные компьютеризированные комплексы.

Одним из таких методов, активно развивающихся в последнее время в медицине и психологии [1,2,3], является метод газоразрядной визуализации (ГРВ биоэлектрографии) [4,5]. В настоящей работе представлены результаты применения метода ГРВ биоэлектрографии для исследования спортсменов Олимпийского резерва в циклических видах спорта.

## **2. Методика ГРВ Биоэлектрографии**

Метод изучения психофизиологического состояния человека за счет регистрации характеристик газоразрядного свечения, индуцируемого в электромагнитном поле высокой напряженности (ГРВ биоэлектрография) создан в последние годы в России на базе современных компьютерных технологий. Он основан на известном более двух сотен лет эффекте возникновения оптического излучения вблизи поверхности объекта при помещении его в электромагнитное поле высокого напряжения. Это явление известно в

мире как «эффект Кирлиан» в честь Российских исследователей, посвятивших многие годы его изучению.

Методика газоразрядной визуализации (ГРВ биоэлектрография) позволяет регистрировать и количественно оценивать подобные свечения на базе современной оптоэлектронной цифровой техники. При этом исследуется стимулированная электромагнитным полем и газовым разрядом эмиссия фотонов, электронов, а также других частиц биологического объекта. Биологическая эмиссия усиливается в газовом разряде, переводится в цифровой код за счет системы видеопреобразования, поступает в компьютер и после компьютерной обработки визуализируется в виде газоразрядного изображения (ГРВ-граммы), которая представляет собой пространственно распределенную группу участков свечения различной яркости.

В основе параметрического анализа ГРВ-грамм лежат компьютерные методы обработки изображений, которые включают вычисление амплитудных, геометрических, яркостных, фрактальных и вероятностных параметров. В соответствии с развитой авторами методикой сигнал снимается с 10 пальцев рук человека. Определяются значения показателей свечения для каждого пальца руки, средние значения показателей для пальцев на обеих руках и отдельно для правой и левой рук. У практически здоровых лиц величины колебаний параметров ГРВ-грамм среднесуточная и средняя 10-минутная составляют соответственно  $4,1 \pm 0,8\%$  и  $6,6 \pm 0,7\%$  [6]. Сформированный в ходе совместных исследований со специалистами США, Швеции, Финляндии и Словакии банк данных позволил определить зону нормы для вышеуказанных параметров ГРВ-грамм, характерных для практически здоровых людей разных возрастных групп и пола [5].

Регистрация ГРВ-граммы — неинвазивное, безболезненное и быстрое исследование. Его можно проводить повторно, многократно, в ходе тренировочного процесса а также под влиянием различных нагрузок на организм спортсмена.

Биофизической основой метода ГРВ является протекание импульсного электрического тока в непроводящих биологических тканях, которое может обеспечиваться за счет межмолекулярного переноса возбужденных электронов по механизму туннельного эффекта с активированных перескоком электронов в контактной области между макромолекулами [7]. Таким образом, метод ГРВ позволяет косвенным образом судить об уровне энергетических запасов молекулярного уровня функционирования структурно-белковых комплексов.

## **2.1. Аппаратурное обеспечение методики**

Медицинский аппарат «ГРВ Компакт», используемый при проведении ГРВ биоэлектрографии, соответствует требованиям нормативных документов безопасности и разрешен к применению Комитетом по Новой Медицинской Технике МЗ РФ и Госстандартом России с 1999 года, регистрационный номер в государственном реестре медицинских изделий № 29/06111299/3064-02 от 23 января 2002 г, действительно до 20 декабря 2009 г. Нормативный документ ТУ 4389-001-56298371-2002. Разработчик: ООО «Биотехпрогресс», выпускается с октября 2003 г.

Выпускаемый серийно прибор имеет следующие технические характеристики: амплитуда генерируемых высоковольтных импульсов -  $4,0 \pm 0,5$  кВ; частота следования импульсов -  $1000 \pm 500$  Гц; длительность одиночного импульса - 10 мкс, рабочие условия эксплуатации: температура окружающего воздуха от 10 до 35°C; относительная влажность воздуха 75% при температуре 30 °C; атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (630 –800 мм рт.ст.); время установления рабочего режима анализатора после его включения не более 1 мин.; мощность, потребляемая аппаратом не более - 14 Вт.; масса анализатора не более - 4 кг; габаритные размеры не более - 250 , 200 , 115 мм.

Управление режимами работы прибора и передача изображения в персональный компьютер осуществляется через USB порт. Прибор соответствует нормам

индустриальных радиопомех в соответствии с ГОСТ Р 51318.22 . Прибор устойчив к воздействию одиночных механических ударов со значением пикового ускорения 50 м/с<sup>2</sup> длительностью ударного импульса не более 30 мс, обладает устойчивостью к воздействию климатических факторов по ГОСТ 15150, ГОСТ Р 505444 для вида климатического исполнения УХЛ 4.2.. Средняя наработка на отказ не менее - 2000 ч.

## 2.2. Программное обеспечение методики

Для извлечения из ГРВ-грамм количественной информации они обрабатываются в специальных программах, и вычисляется несколько групп параметров, выраженных в процентах, характеризующих психофизиологическое состояние испытуемого:

1) Функционально-энергетический индекс (ФЭИ) – характеристика уровня функциональной энергии спортсмена на момент обследования. Чем выше ФЭИ, тем выше потенциальный резерв спортсмена и уровень соревновательной готовности. Высокое значение ФЭИ обычно характеризует целеустремленность, стресс-устойчивость, высокую двигательную активность, запас потенциальных резервов.

2) Функционально-энергетический баланс (ФЭБ) – характеристика симметрии энергии – распределения уровня функциональной энергии спортсмена между правой и левой рукой на момент обследования. Характеризует билатеральный баланс энергетики. Чем более симметрично распределена энергетика спортсмена, тем выше функциональный резерв ее использования в момент соревнования. Сильная асимметрия является признаком психологического, а в выраженных случаях, и физиологического дисбаланса. Явный признак психологической неустойчивости, нервозности, затаенных страхов, фобий, неуверенности в себе.

3) Энергодефицит (ЭД) – наличие энергодефицита психофункционального состояния организма как единого целого с учетом состояния отдельных органов и систем. Выражается в долях от единицы или в %% (в зависимости от версии программы). Энергодефицит свидетельствует о состояниях перетренированности, перегрузки, усталости, выработанности энергетических резервов. Сильный Энергодефицит является признаком и предшественником таких состояний, как нервные и психологические срывы, дизадаптация, иммунодефицит, спортивные травмы. Важным диагностическим признаком является скорость восстановления ФЭИ и исчезновение энергодефицита при снятии нагрузок. Энергодефицит более 50% требует повторных периодических измерений и дополнительного исследования функциональных систем.

4) Индекс рейтинга (ИР) – характеристика положения данного конкретного спортсмена в обследуемой группе. Обращаем внимание, что ИР может меняться при добавлении данных очередного обследованного спортсмена. ИР данного спортсмена может быть различным в разных группах.

В программе также имеется таблица экспертно-диагностических заключений, которая содержит список качеств, характеризующих соревновательные способности спортсменов на момент обследования [8]. Качества, которыми обладает испытуемый, определяются на основании функционально-энергетических параметров и энергетических зон. Каждому спортсмену соответствуют свои экспертно-диагностические заключения, которые выводятся из таблицы 1. Описание экспертно-диагностических заключений приведено в таблице 2.

**Таблица 1 Расчет экспертно-диагностических заключений**

Заключение	Значение ГРВ параметра JS
Активность	от -0,6 до +2,5
Целеустремленность	

Уверенность в себе	
Стресс-устойчивость	
Психическая саморегуляция	
Интроспекция	≤ -0,6
Неразрешимые сновидения	≤ -0,6
Немотивированная тревожность	≤ -1,0
Снижение работоспособности	≤ -0,6
Вспыльчивость, раздражительность	≤ -0,6
Тревожно-ипохондрические состояния	≤ -1,0
Стремление к одиночеству	≤ -1,0
Вегетативная дисфункция	≤ -1,0
Энергодефицитные состояния	≤ -1,5
Необходимость обследования	≤ -2,0

**Таблица 2. Описание экспертно-диагностических заключений**

<b>Спортивно-важные качества</b>
<b>Активность</b> - способность спортсмена изменять ситуацию или отношение к ней при отсутствии определенного прогноза результатов, но при постоянном учете степени его эффективности.
<b>Целеустремленность</b> - психоэмоциональное состояние, характеризующее готовность и эмоциональное мотивирование в достижении поставленной цели.
<b>Уверенность в себе</b> - волевое качество, проявляющееся в спокойном осознании спортсменом своих возможностей и преимущества над соперником.
<b>Стресс-Устойчивость</b> - совокупность личностных качеств, позволяющих спортсмену переносить значительные интеллектуальные, волевые и эмоциональные перегрузки, обусловленные особенностями профессиональной деятельности, без вредных последствий для себя и окружающих.
<b>Психическая саморегуляция</b> - Регуляция - (от лат. regulare - приводить в порядок, налаживать) - целесообразное функционирование живых систем разных уровней организации и сложности. Психическая саморегуляция является одним из уровней регуляции активности этих систем, выражающим специфику реализующих ее психических средств отражения и моделирования действительности, в том числе рефлексии субъекта.
<b>Донозологические изменения</b>
<b>Интроспекция</b> - наблюдение собственной психической жизни ("углубление в собственные мысли").
<b>Неразрешимые сновидения</b> - попытка решить ставящиеся перед человеком неразрешимые задачи на подсознательном уровне во время сна.
<b>Немотивированная тревожность</b> - один из признаков психоэмоционального расстройства.
<b>Снижение работоспособности</b> - снижение возможности выполнять целесообразную деятельность на заданном уровне эффективности в течение определенного времени.
<b>Вспыльчивость, раздражительность</b> - неконтролируемая неадекватная психоэмоциональная реакция спортсмена на внешние раздражители.

<b>Дизадаптационные состояния</b>
<b>Тревожно-ипохондрическое состояние</b> - депрессивное психологическое расстройство (с навязчивыми и сверхценными опасениями за здоровье).
<b>Стремление к одиночеству</b> - психоэмоциональное состояние характеризующее состояние депрессии, как эндогенной (без видимых причин), так и реактивной (реакции на психотравмирующие реакции).
<b>Вегетативная дисфункция</b> - сочетается с эмоциональными нарушениями и выражается в вегетативных проявлениях: головокружение, потливость, озноб, дрожь, колебание АД, нехватка воздуха.
<b>Энергодефицитные состояния</b> – свидетельствует о недостаточном энергообеспечении функциональной активности систем организма. Состояние энергодефицита может быть связано с общим упадком сил, дисфункциями отдельных органов или систем, переутомлением, нервно-психическим стрессом, перетренировкой. В этом состоянии человек может нормально функционировать, в частности, спортсмен может демонстрировать неплохие результаты, однако длительное пребывание в этом состоянии ведет к развитию негативных процессов на психофизиологическом или соматическом уровне.
<b>Необходимо обследование</b> - на момент измерения спортсмен находится в состоянии стресса, что не дает возможности адекватно оценить его психофизиологическую готовность. Данная ситуация требует более детального психологического и медицинского обследования.

Приведенные заключения автоматически формируются программой и выводятся пользователю в виде таблицы, специфической для каждого спортсмена на момент обследования. Для группы обследуемых программа формирует таблицу ранжирования, характеризующую распределение исследуемых параметров по группе.

### **3. Результаты экспериментальных исследований.**

В осуществленных в 2002-2005 гг. исследованиях помимо задач экспериментальной апробации новой технологии ГРВ биоэлектрографии с целью выявления и оценки функциональных резервов и уровня соревновательной готовности спортсменов, ставились также задачи оценки общего состояния здоровья изучаемых спортсменов. Исследования осуществлялись в медицинских центрах училищ олимпийского резерва № 1 и № 2 г. Санкт-Петербурга.

Спортсменов изучали во время плановой диспансеризации, а также в естественных условиях тренировки до и после соревнований. Всего было обследовано 102 высококвалифицированных спортсмена (2 мастера спорта международного класса, 18 мастеров спорта и 82 кандидата в мастера спорта). Контрольная группа состояла из студентов Санкт-Петербургской академии спорта им. П.Ф. Лесгафта в количестве 50 человек.

Обследовались спортсмены следующих специализаций: плавание – 16 чел., лыжное двоеборье – 18 чел., баскетбол – 22 чел., триатлон – 18 чел., пятиборье – 20 чел., академическая гребля – 8 чел. Общая цель – определение выносливости, что позволяло применять адекватную для всех обследованных спортсменов тестирующую нагрузку на тредмиле. Общая характеристика обследованного контингента: возраст  $17.8 \pm 3.7$  лет; рост  $183.2 \pm 11.8$  см.; вес  $70.7 \pm 10.7$  кг; МПК  $4.2 \pm 0.8$  л/мин; время удержания МПК  $158.5 \pm 89.9$  с.

Для углубленного анализа биоэлектрографических коррелят психофизической готовности была отобрана группа из 37 спортсменов различной квалификации, активно выступающих на уровне сборных команд города и России. Эта группа была подвергнута

углублённому психофизиологическому тестированию, используемому в спорте высших достижений для диагностики психической готовности и надёжности соревновательной деятельности.

Согласно плану экспериментов, измерялись 23-и параметра для определения состояния испытуемых, в оценка прошедшей спортивной успешности и прогноза их успеха в предстоящей соревновательной деятельности. Для этого все испытуемые были предварительно классифицированы экспертами по уровню их квалификации и реальным спортивным достижениям на три группы по степени психофизической готовности (показатель психофизической готовности - ПФГ) [9]:

1. с высоким уровнем ПФГ (I);
2. со средним уровнем ПФГ (II);
3. с низким уровнем ПФГ (III).

Кроме того, группы были сбалансированы по возрасту; по полу; по видам спорта и по квалификации.

Принципиально важным результатом обработки данных ГРВ-грамм испытуемых являются статистически достоверные различия параметров ГРВ-грамм (площадь свечения) между группами атлетов, отличающихся относительно высокой и низкой психофизической готовностью.

Анализ типа свечения ГРВ-грамм в целом давал экспериментаторам основания утверждать, что ГРВ-граммы обследованных спортсменов в состоянии покоя являются относительно более структурированными по сравнению со здоровыми испытуемыми соответствующего возраста из контрольной группы [10].

Характерно, что группы спортсменов, различающиеся по психофизической готовности (ПФГ), также имеют существенные различия в паттернах ГРВ. Согласно экспериментальным данным, группа спортсменов с высокой ПФГ имеет существенные отличия от группы с низкой ПФГ. Надо подчеркнуть, что физическая максимальная нагрузка оказывает выраженное влияние на паттерны ГРВ-грамм, главным образом в группах спортсменов с относительно высоким ПФГ. Статистически значимая разница была выявлена при сопоставлении параметров ГРВ-грамм атлетов первой и третьей групп.

Эта разница была продемонстрирована для следующих параметров:

- площадь ГРВ-грамм всех пальцев правой и левой руки;
- площадь различных секторов ГРВ-грамм четвертого пальца обеих рук (R, L);
- фрактальные параметры ГРВ-грамм;
- типы ГРВ-грамм в соответствии с классификацией Короткова [4] в зависимости от уровня деструктуризации или увеличения фрактальности.

Эти результаты подтверждают заключение наших многолетних исследований ГРВ-грамм спортсменов высокого уровня, проводившихся под руководством профессора П.В. Бундзена: доминантный тип ГРВ-граммы в покое этих спортсменов существенно отличается от типов ГРВ-грамм относительно здоровых людей и модифицируется после тренировки и особенно в процессе спортивных соревнований [8-11].

На основе проведенных многопараметрических анализов можно утверждать, что метод ГРВ биоэлектрографии позволяет достоверно судить о психофизиологическом состоянии спортсмена в момент обследования, в частности данный метод позволяет достаточно достоверно характеризовать состояние биоэнергетики спортсмена, традиционно оцениваемое показателями кровяного давления и самооценкой самочувствия спортсмена в момент обследования.

Процедура ГРВ-граммной диагностики может сочетаться с опросом (анамнезом) испытуемого, по ходу которого экспериментатором могут уточняться сведения о самочувствии и уровне притязаний обследуемого спортсмена на результат в предстоящих спортивных соревнованиях. Результаты ГРВ-диагностики выявляют наиболее чувствительные элементы ГРВ-грамм к показателям POMS теста [8]. Так, согласно данным множественного корреляционного анализа, наиболее чувствительными являются

показатели ГРВ-параметров по левой руке, достоверные корреляции наблюдаются с пятью из семи факторами теста POMS. Весьма чувствительными ГРВ-параметрами к показателям теста POMS являются также индексы билатеральных соотношений ГРВ параметров (R/L и R-L).

Сравнение корреляционных связей параметров теста POMS и данных ГРВ на группе юных спортсменов и на группе высококвалифицированных спортсменов показывают, что чем выше уровень квалификации спортсмена, тем более рельефно и однозначно проявляются ГРВ-показатели [8, 9].

Сопоставление данных с успешностью соревновательной деятельности и обсуждение с тренерами показало, что рейтинг, составленный по данным приборных измерений, более точно соответствует соревновательной результативности и экспертной оценке тренеров по сравнению с результатами теста POMS. Это связано с большой субъективностью и определенной небрежностью заполнения тестовых протоколов POMS юными спортсменами, что заставляет сделать заключение о низкой эффективности использования анкетных методик для исследования групп юных спортсменов по сравнению с приборными методами. В тоже время для спортсменов высокого класса, добросовестно относящихся к заполнению протоколов тестирования, применение бланковой методики POMS вполне адекватно и получаемые данные несут информацию о психологическом профиле спортивно-важных качеств спортсмена.

#### **4. Выводы**

Верификация функциональной значимости параметров ГРВ-грамм, проведенная на базе хорошо известных в мировой спортивной науке высоковалидных методов определения психофизической подготовленности спортсменов, позволяет прийти к следующим основным заключениям:

- Изученные параметры ГРВ-грамм обнаруживают максимально выраженную связь с психоэмоциональным состоянием спортсменов.

- Интенсивность энергоэмиссионных процессов устойчиво и достоверно связана с уровнем и индивидуальными особенностями саморегуляции психоэнергетического потенциала спортсмена.

- Значимость данного качества субъекта для продуктивной профессиональной деятельности в экстремальных условиях очевидна. В спортивной деятельности этому качеству, как известно, придается ведущее значение, однако до настоящего времени методов объективного тестирования собственно психоэнергетической составляющей практически не существовало.

- Исследование показало, что общая психофизическая готовность спортсменов в видах спорта на выносливость может быть оценена только по изменению энергоэмиссионных процессов под воздействием функциональных нагрузок критической мощности. Однако именно эта особенность позволяет предположить, что метод биоэлектрографии энергоэмиссионных процессов в дальнейшем позволит получить важный объективный критерий прогноза надёжности соревновательной деятельности, связь которой с мобилизацией психофизических резервов спортсмена не вызывает сомнений.

- Обобщая вышеизложенное, есть все основания считать, что метод ГРВ биоэлектрографии достоин занять важное место среди методов психоэнергетической функциональной диагностики и прогноза успешности соревновательной деятельности в спорте высших достижений. Результаты проведенных исследований позволяют рекомендовать технологию газоразрядной визуализации для использования с целью прогнозирования психофизической готовности высококвалифицированных спортсменов в центрах Олимпийской подготовки.

## Литература

1. Полушин Ю.С., Струков Е.Ю., Широков Д.М., Коротков К.Г. Возможности метода газоразрядной визуализации в оценке операционного стресса у больных с абдоминальной хирургической патологией // Вестник Хирургии. 2003. Т.161, № 5. С.118.
2. Диагностика этиологии аллергии с применением газоразрядной визуализации (ГРВ)/Методическое пособие//ВМедА, СПб, 2005, 39 с.
3. Гагуа П. О. , Гедеванишвили Е. Г. , Георгобиани Л. Г. , Коротков К. Г. , Короткина С. А. , Ахметели Г. Г. Крыжановский Э. В. Применение метода ГРВ биоэлектрографии в онкологии. Приборостроение. 2006. № 2, с. 24-27.
4. Коротков К.Г. Основы ГРВ биоэлектрографии. СПб, СПбГИТМО, 2001, 360с.
5. Коротков К.Г. Гатчин Ю.А., Крылов Б.А. Физические механизмы и принципы построения систем ГРВ биоэлектрографии. Приборостроение. 2006. № 2, с. 7-11.
6. Александрова Р.А., Коротков К.Г., Филиппова Н.А., Зайцев С.В., Магидов М.Ю., Лубеева О.Ю., Савицкая Ж.С., Петровский И.Д. Энергоинформационные эффекты медикаментозных препаратов и акупунктуры у больных бронхиальной астмой. Ученые Записки СПб гос. медицинского университета им. акад. И.П. Павлова. т. VIII, № 1, 2001, с. 73-78
7. Korotkov K., Williams B., Wisneski L. Biophysical Energy Transfer Mechanisms in Living Systems: The Basis of Life Processes. J of Alternative and Complementary Medicine, 2004, 10, 1, 49-57.
8. Бундзен П.В., Коротков К.Г., Макаренко А.И. Результаты и перспективы использования технологии квантовой биофизики в подготовке высококвалифицированных спортсменов. Теория и практика физической культуры. 2003, 3 с. 26-43.
9. Бундзен П.В., Коротков К.Г., Унесталь Э., Белобаба О.И., Крылов Б.А., Короткова А.К., Мухин В.Н., Макаренко О.И., Ястребов Ю.В. Психофизический потенциал спортсменов олимпийского резерва. Сборник методических рекомендаций для училищ олимпийского резерва России. Орел. 2004. с. 83-103.
10. Бундзен П.В., Коротков К.Г., Короткова А.К., Мухин В.А., Прияткин Н.С. Психофизиологические корреляты успешности соревновательной деятельности спортсменов олимпийского резерва. Физиология человека. 2005. том 31. № 3. с. 316-323.
11. Бундзен П.В., Коротков К.Г., Короткова А.К., Прияткин Н.С. Психофизиологический прогноз спортивной победы. Медицина и Спорт, №2, 2005, с.23-24.