

Федеральное агентство по физической культуре и спорту

Федеральное государственное учреждение
«Санкт-Петербургский научно-исследовательский
институт физической культуры»

**ГЕНЕТИЧЕСКИЕ,
ПСИХОФИЗИЧЕСКИЕ И
ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ**

Сборник научных трудов



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2006

АНАЛИЗ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ОЦЕНКЕ ПСИХОФИЗИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА СПОРТСМЕНОВ- УЧАЩИХСЯ УЧИЛИЩ ОЛИМПЕЙСКОГО РЕЗЕРВА

Мухин В.Н. к.м.н.; Загранцев В.В. к.м.н.; Макаренко О.И. к.п.н.
sport_med@mail.ru

Современный спорт требует предельной мобилизации психофизического потенциала спортсмена, что может быть сопряжено с развитием патологических процессов в организме. Для сохранения здоровья спортсмена необходимо дозировать тренировочные и соревновательные нагрузки в строгом соответствии с его психофизическим потенциалом. Под психофизическим потенциалом понимается уровень функциональных резервов организма, генетически детерминированных по своей природе и относительно устойчиво модифицируемых в ходе долговременной адаптации к тренировочным нагрузкам [Бундзен, 2001]. Оценка психофизического потенциала непосредственно связана с определением как генетической предрасположенности функциональных резервов (консервативный фактор), так и с оценкой актуального психофизического статуса спортсмена (лабильный фактор). Возможными механизмами, определяющими актуальный психофизический статус, являются механизмы регуляции сердечно-сосудистой системы.

Предельная мобилизация функциональных резервов сердечно-сосудистой системы может привести к развитию патологических процессов, в частности, дистрофии миокарда физического перенапряжения, причём не только при физических, но и при психоэмоциональных перегрузках [Земцовский, 1995; Гаврилова, 2001]. В связи с этим, включение оценки состояния этих механизмов в комплексную систему диагностики психофизического потенциала позволит сохранить здоровье спортсмена за счёт более рационального построения тренировочного процесса.

Известно, что перетренированность (перенапряжение функциональных резервов центральной нервной системы) проявляется, в частности, изменением состояния механизмов регуляции сердечно-сосудистой системы [Баевский, 1986; Puig, 1993]. Выявлено генетическое и психофизиологическое влияние на состояние этих механизмов [Шварц, 1991, Москатова, 1988, Машин, Машина, 1988, Busjahn, 1998, Singh, 2001, Shihara, 2001, Gollasch, 2002].

По данным близнецового и цитологического методов исследования, отмечается существенное влияние генетических факторов на параметры вариабельности сердечного ритма (длинные и короткие записи), связанные с адаптационными возможностями спортсменов.

По данным литературы параметры variability сердечного ритма (BCP) находятся под существенным генетическим влиянием.

Параметры временной области более подвержены генетическому влиянию, чем частотной области [Voss, 1996]. Из них наиболее сильно связаны с генетическим фактором – RMSSD ($h^2=0,41$) и SDNN ($h^2=0,39$) [Voss, 1996; Sinnreich, 1998, 1999]. Это – интегральные параметры variability сердечного ритма, величина которых зависит от всех механизмов его регуляции. На них существенное влияние оказывает I/D полиморфизм гена ангиотензин превращающего фермента (АПФ) [Busjahn, 1998]. При этом, увеличение variability сердечного ритма связано с D-аллелью этого гена.

Под генетическим контролем находится также среднее значение RR-интервала в покое ($H=0,61-0,77-0,87$) [Москатова, 1988, Шварц, 1991] и особенно состояние брадикардии [Земцовский, 1995].

На параметры частотной области variability сердечного ритма влияет полиморфизм генов, кодирующих белки клеточных рецепторов и ионных каналов. Показан совместный эффект полиморфизма генов β_3 -адренорецепторов и белка UCP1 на мощность VLF в покое у гомозигот по UCP1 (GG) ($p=0,021$) [Shihara, 2001]. Полиморфизм генов кальциевых каналов влияет на мощность высокочастотных компонент BCP [Gollasch, 2002].

Ранее разработанные методы оценки состояния регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы давали лишь интегральную величину, не отражая вклад отдельных механизмов (активная ортостатическая проба, пробы с дозированными физическими нагрузками). Большинство наиболее распространённых методов оценки физической работоспособности не позволяли дифференцировать функциональные резервы исполнительного и регуляторного звена, давая общую оценку психофизических возможностей спортсмена. В последние годы разработаны и внедрены в медицинскую практику методы анализа variability сердечного ритма, позволяющие точно и дифференцированно оценить состояние регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы, однако данные методы до настоящего времени практически не используются в спортивной и восстановительной медицине. Параметры variability сердечного ритма связаны с уровнем тренированности и перетренированностью, и могут использоваться в их оценке [Forte, 2001, Ном, 2001, Баевский, 2003].

Цель настоящей работы состояла в поиске новых методов оценки состояния механизмов регуляции сердечно-сосудистой системы, связанных с формированием и мобилизацией психофизического потенциала юных квалифицированных спортсменов.

Контингент и методы исследования. Для решения поставленных задач в период диспансеризаций было обследовано 139 спортсменов-

учащихся училища олимпийского резерва (УОР) № 1 г. Санкт-Петербурга в возрасте от 12 до 22 лет, имеющих квалификацию от II разряда до мастера спорта международного класса. Обследованные нами спортсмены были признаны практически здоровыми по результатам диспансеризации. У остальных 346 спортсменов была выявлена патология, типичная для предыдущих 3-х лет (табл. 1).

Для оценки состояния механизмов регуляции, принимающих участие в формировании психофизического потенциала спортсменов, использован комплекс параметров, характеризующих функциональные резервы с генетических, физиологических и психологических позиций.

Анализ вариабельности сердечного ритма представляет из себя группу методов, основанных на получении количественных характеристик колебаний интервала между последовательными сердечными сокращениями.

Таблица 1 - Заболеваемость обследованных спортсменов

Выявлена патология	2002		2003		2004		2005	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Карлес	188	42,06	177	42,04	179	40,87	213	43,92
Нарушение осанки	178	39,82	169	40,14	145	33,11	192	39,59
Сколиоз	49	10,96	49	11,64	39	8,90	52	10,72
Изменение ЭКГ	32	7,16	30	7,13	44	10,05	40	8,25
Гипертоническое состояние	33	7,38	25	5,94	27	6,16	29	5,98
Плоскостопие	35	7,83	28	6,65	38	8,68	34	7,01
Хронический тонзиллит	38	8,50	20	4,75	24	5,48	20	4,12
Миопия	52	11,63	37	8,79	21	4,79	33	6,80
Вазомоторный ринит	8	1,79	6	1,43	7	1,60	11	2,27
Прошли УМО	447		421		438		485	

Регистрация кардиоинтервалов производилась с помощью кардиомонитора фирмы Polar Electro OY. Записанные данные через инфракрасный порт поступали в компьютер и сохранялись в виде текстового файла, доступного для обработки с помощью компьютерных программ.

Регистрация сердечного ритма производилась последовательно и без перерыва в трёх состояниях: в покое "лёжа на спине", при активном переходе в вертикальное положение (переходной процесс сердечного ритма), в положении "стоя". Продолжительность записи в положении "лёжа" была продиктована международными стандартами на короткие записи сердечного ритма и составляла 5 минут. Переход в вертикальное положение осуществлялся по команде исследователя с максимальной возможной скоростью. Продолжительность записи в положении "стоя" соответствовала возможности спортсменов неподвижно поддерживать вертикальное положение и составляла 3 минуты.

При обработке запись была разделена на три, соответствующих изучаемым состояниям, отрезка, каждый из которых в отдельности подвергался анализу. Отрезки записи сердечного ритма, соответствующие положению "лёжа" и "стоя" были подвергнуты методам временного и частотного анализа сердечного ритма.

Были использованы статистические и геометрические методы временной области.

Методы временной области основаны на вычислении статистических параметров полученного ряда кардиоинтервалов. Использовалась программа Polar Precision Performance. Были вычислены следующие параметры ВСП:

RRmax (мс) – максимальное значение кардиоинтервалограммы;
 RRmin (мс) – минимальное значение кардиоинтервалограммы;
 RRcp (мс) – среднее арифметическое кардиоинтервалограммы;
 RRmax/RRmin – отношение максимального к минимальному значению кардиоинтервалограммы;

RRcp (мс) – средневзвешенное значение кардиоинтервалограммы;
 СКО (мс) – среднеквадратическое отклонение ряда RR-интервалов;
 СКО-1 (мс) – среднеквадратическое отклонение вдоль продольной оси скаттерграммы;

СКО-2 (мс) – среднеквадратическое отклонение вдоль поперечной оси скаттерграммы;

RMSSD (мс) – квадратный корень из средней суммы квадратов разностей между соседними RR-интервалами;

pNN50 – количество пар соседних RR-интервалов, различающихся более чем на 50 мс, делённое на общее количество зарегистрированных RR-интервалов.

Геометрические методы временной области включали две группы параметров: параметры гистограммы и скаттерграммы RR-интервалов.

Определение параметров гистограммы основано на преобразовании ряда кардиоинтервалов в гистограмму распределения с шагом 0,05 с. Производилась оценка следующих параметров гистограммы (рис. 1):

Max_g (с) – среднее значение максимального разряда гистограммы;

Min_g (с) – среднее значение минимального разряда гистограммы;

Mo (с) – мода гистограммы;

ΔX (с) – вариационный размах гистограммы;

АМо – амплитуда моды гистограммы в относительном выражении (%);

ИН – индекс напряжения регуляторных систем (Р. М. Баевского), вычисляемый по формуле

$$ИН = АМо / (2 \cdot Мо \cdot \Delta X).$$

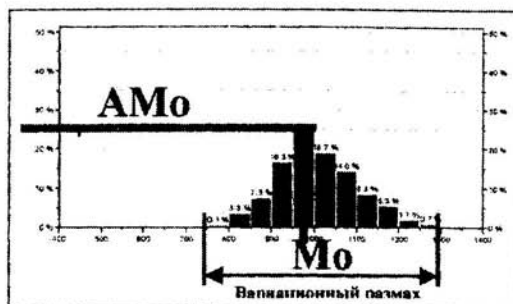


Рис. 1 Параметры гистограммы RR интервалов.

Определение параметров скаттерграммы основано на графическом анализе скаттерграммы, пары значений которой представляют из себя исходный ряд кардиоинтервалов и тот же ряд, смещённый на одно значение. Были определены следующие параметры скаттерграммы (рис. 2):

a (мс) – разность между максимальным и минимальным значением основной совокупности точек по продольной оси скаттерграммы;

b (мс) – разность между максимальным и минимальным значением основной совокупности точек вдоль поперечной оси скаттерграммы;

a/b – отношение указанных параметров скаттерграммы;

$Ср$ (с) – значение, соответствующее пересечению продольной и поперечной оси скаттерграммы;

$АП$ – разность между максимальным и минимальным значением скаттерграммы;

$ИАП$ – индекс аperiodичности;

$ИФС$ – индекс функционального состояния.

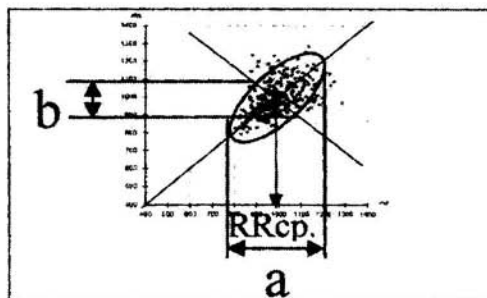


Рис. 2 Параметры скаттерграммы RR интервалов.

Опишем параметры частотной области.

Спектральный анализ основан на оценке периодических составляющих временного ряда. Вычисление мощности спектра ВСР производилось с помощью компьютерной программы Polar Precision Performance. Определялась мощность всего спектра кардиоинтервалов (ОМ), а также стандартных частотных диапазонов: очень низких частот (ОНЧ) – <0,04 – Гц, низких частот (НЧ) – 0,04-0,15 Гц, высоких частот (ВЧ) – 0,15-0,4 Гц в абсолютном (м/с²) и относительном (%) выражении. Кроме этого, были определены нормированные значения мощности частотных диапазонов:

$HЧ_n$ – частное от мощности НЧ и разности общей мощности и ОНЧ,

$BЧ_n$ – частное от мощности ВЧ и разности общей мощности и ОНЧ,

$HЧ/BЧ$ – отношение высокочастотной и низкочастотной составляющих.

У каждого обследованного спортсмена были определены амплитуды спектра в диапазоне от 0 до 0,4 Гц с шагом 0,01 Гц (всего 40 значений). С этой целью производилась спектральная оценка рядов кардиоинтервалов с помощью компьютерных программ Statistica 6.0 и Microsoft Excel 97. Предварительно ряд кардиоинтервалов подвергался обработке, заключающейся в удалении тренда и вычитании среднего. Далее производилось сглаживание ряда с помощью математического окна Хамминга по 5 точкам. После этого применялся алгоритм быстрого преобразования Фурье. Полученные относительные частоты подвергались делению на среднее арифметическое ряда для представления в абсолютном значении (Гц).

Метод POMS (Profiles of Mood States) – это психологический опросник, позволяющий оценить актуальное психоэмоциональное состояние, модулирующее состояние регуляторных механизмов спортсмена. Русский вариант теста разработан в секторе психофизиологии спорта и восстановительной медицины Санкт-Петербургского НИИ физической культуры. Он имеет шесть шкал: Т (тревога-напряжённость), D (депрессия-подавленность), А (гнев-агрессивность), V (энергия-деятельность), F (усталость-инертность), С (неуверенность-забывчивость). Кроме перечисленных параметров был рассчитан интегральный психоэнергетический индекс (PEN), позволяющий оценить позитивное психоэнергетическое состояние испытуемого.

$$PEN = \frac{5 \cdot V}{T + D + A + F + C},$$

Среднее значение и стандартное отклонение шкал опросника POMS, используемые при оценке его результатов, были вычислены на основе выборки объёмом более 500 спортсменов-учащихся училищ олимпийского резерва России (табл. 2) [Мухин, 2004]. По результатам этой

работы нами создана компьютерная программа WinPOMS, полностью автоматизирующая работу с опросником.

Таблица 2. Стандартные показатели теста POMS

ШКАЛА	Среднее арифметическое	Стандартное отклонение
T	10,09	5,79
D	7,81	8,88
A	7,06	7,46
V	14,12	5,64
F	5,72	5,01
C	7,25	3,96

Метод "Зодиак" использован для оценки состояния регуляторных механизмов, влияющих на потенциалы биологически активных точек, поскольку известна взаимосвязь между электрическими потенциалами биологически активных точек и частотными параметрами вариабельности сердечного ритма у спортсменов. Выбор метода обусловлен ещё и тем, что его результаты тесно связаны с классическими показателями работоспособности: МПК, PWC-170.

Мы осуществляли раннюю доклиническую, донозологическую диагностику с помощью комплекса "Зодиак". В результате анализа многолетних измерений практически здоровых людей была рассчитана статистическая норма ($\pm 2 \sigma$; $\sigma=17,5 \text{ mV}$), которая ограничена значениями от -40 mV до -120 mV и характеризует "коридор здоровья". Первый параметр текущего состояния – средний уровень электропунктурограммы (ЭПГ). Второй параметр текущего состояния – вариабельность ЭПГ. Третий параметр текущего состояния – максимальное значение напряжения тока в одной из 12 репрезентативных биологически активных точек (БАТ).

Алгоритм донозологической диагностики "Зодиак", который использовали при диспансеризации, позволяет холистически оценить состояние организма спортсмена. Функциональное состояние организма – хорошее, если значения первого параметра текущего состояния варьирует в пределах $\pm 1,5$, а значение второго и третьего параметров менее $+1,5$. Оно было выявлено у 29 % обследованных спортсменов. Переходное донозологическое состояние, если значение первого параметра в пределах $\pm 1,5$, а второго и/или третьего более $+1,5$. Перечисленные донозологические состояния характеризовали признаки дизадаптации организма спортсменов к перенесённому физическим, психическим нагрузкам и составляли 71 %. Состояние острого напряжения адаптационных систем, если значение первого параметра более $+1,5$. Состояние хронического напряжения регуляторных механизмов (энергодефицитное состояние), если значение первого параметра менее $-1,5$.

Метод газоразрядной визуализации (ГРВ) опто-электронной эмиссии позволяет получить характеристику квантовых биоэнергетических процессов в организме спортсмена. Регистрация и компьютерный анализ процессов опто-электронной эмиссии проведён с помощью аппаратно-программных комплекса "Компакт" и использованием специализированных компьютерных программ обработки изображений "APPS" и "Pattern 6" и выделением следующих трёх групп параметров БЭО-грамм:

- исходные базовые параметры: интегральная площадь – (JSR, JSL), фрактальность – (Fract. R, Fract. L) и энтропия (Entr R, Entr);
- интегральные параметры "Pattern 6": общий функционально-энергетический индекс (ОФЭИ), общий уровень энергодефицита (ОУЭ), индекс парциального энергодефицита (ИПЭ);
- интегральный параметр компьютерной программы "APPS" – рейтинг (Rating) обследованных по психофизическому потенциалу.

Осуществлялась и динамическая регистрация БЭО-грамм "GDV-video" с длительностью кадра 100 мс и длительностью записи не более 30 кадров.

Методы математического анализа использованы в работе с целью статистической проверки гипотез. Сила и достоверность связи между переменными оценивалась с помощью критерия ранговой корреляции Спирмена. Статистический анализ выполнен с помощью компьютерной программы Statistica 6.0.

Результаты.

Проведённые исследования психофизического потенциала и состояния сердечно-сосудистой системы у спортсменов позволили выявить корреляционные взаимосвязи ВСР с параметрами теста POMS (табл. 3).

Таблица 3. Взаимосвязь между показателями теста POMS и ВСР.

Показатель POMS	Показатель ВСР	Коэффициент корреляции	Уровень р
V	RR среднее	0,32	0,048
V	Vy	0,35	0,029
V	gMax	0,43	0,006
V	IAп	0,37	0,019
V	0,01Гц	0,34	0,030
PEN	0Гц	0,32	0,047
PEN	0,01Гц	0,49	0,001

Как видно из полученных данных, со шкалой психической силы (Vigor) опросника POMS положительно связаны максимальное значение гистограммы RR интервалов, индекс аperiodичности, значение кардиоинтервала в точке В переходного процесса, среднее значение RR интервалов и амплитуда спектра кардиоинтервалов на частоте 0,01 Гц ($p \leq 0,05$) (рис. 3). С интегральным показателем психоэнергетического потенциала (PEN) связаны амплитуды спектра сердечного ритма на

частоте 0 Гц и 0,01 Гц ($p \leq 0,05$). Другие шкалы POMS (T, D, A, F, C) не имеют существенной взаимосвязи с параметрами ВСР.

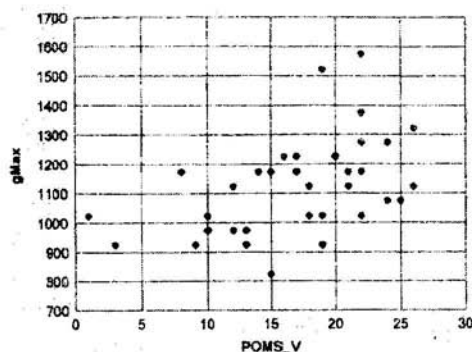


Рис. 3 Пример взаимосвязи параметра опросника POMS и ВСР.

Примечание: *gMax* – максимальное значение гистограммы RR-интервалов.

Различия сердечного ритма спортсменов с низким и высоким значением психической силы состоит в распределении кардиоинтервалов в покое: низкой психической силе соответствует симпатотонический тип распределения, высокой психической силе соответствует парасимпатотонический тип распределения (рис. 4).

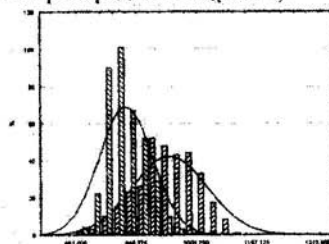


Рис. 4 Пример распределения кардиоинтервалов у спортсмена с низким значением POMS V (красные столбцы) и у спортсмена высоким значением POMS V (синие столбцы).

В процессе исследований у спортсменов выявлена взаимосвязь результатов электропунктурной диагностики и параметров ВСР (табл. 4). Среднее квадратическое отклонение потенциалов БАТ статистически значимо ($p \leq 0,05$) отрицательно взаимосвязано с относительной мощностью высокочастотных колебаний сердечного ритма, зарегистрированного в положении испытуемого "лёжа", и статистически значимо ($p \leq 0,05$) положительно взаимосвязано с относительной мощностью

высокочастотных колебаний сердечного ритма, зарегистрированного в положении испытуемого стоя. В основе этих отличий лежит готовность к реакции и реактивность регуляторных механизмов, определяющих относительное содержание НЧ колебаний в общей мощности сердечного ритма: у спортсмена с высоким СКО ЭПГ больше содержание ВЧ колебаний в положении "лёжа" и происходит уменьшение при переходе в вертикальное положение, у спортсменов с низким СКО ЭПГ противоположная картина (рис. 5).

Таблица 4. Взаимосвязь параметров электропунктурной диагностики "Зодиак" и параметров ВСР.

Параметры Зодиак	Параметры ВСР	Коэффициент корреляции	Уровень р
СКО ЭПГ	НЧ% (лёжа)	-0,35	0,040
СКО ЭПГ	НЧ% (стоя)	0,45	0,007

Примечание: СКО ЭПГ – среднеквадратическое отклонение потенциалов БАТ; НЧ – мощность низкочастотных модуляций сердечного ритма.

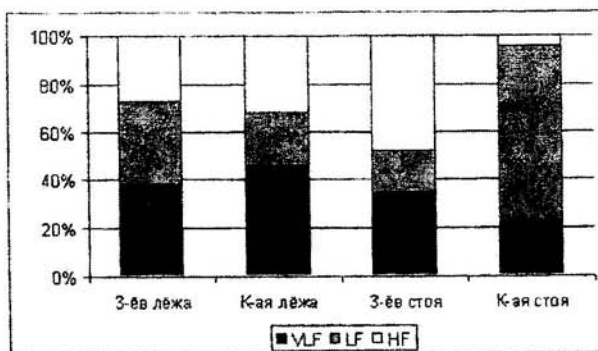


Рис. 5 Относительная мощность спектральных компонентов сердечного ритма у спортсменов, различающихся по СКО ЭПГ.

Большинство параметров БЭО-грамм имеет значимые корреляционные связи с амплитудой спектральной оценки кардиоритма. Наиболее постоянные и статистически достоверные коэффициенты корреляции базовых и интегральных параметров БЭО-грамм наблюдались в частотных зонах 0,1-0,12 Гц и 0,27-0,28 Гц спектра волновой структуры кардиоритма. Однако, наиболее тесная корреляционная связь выявлена между параметрами БЭО-грамм и соотношением амплитуд зоны VLF и указанных выше зон (табл. 5).

Таблица 5 - Коэффициенты корреляции параметров ГРВ биоэлектрографии и ВСР (выбраны $p \leq 0,01$).

Параметры	Коэффициент корреляции	Уровень p
JS R & S0,01%	0,47	0,0025
JS R & S0,27%	-0,59	0,0001
Fract L & S0,01%	-0,48	0,0020
Fract R & S0,27%	0,42	0,0080
ОФЭИ & S0,01%	0,51	0,0008
ОФЭИ & S0,27%	-0,43	0,0059
ОУЭ & S0,01%	-0,45	0,0044
ИПЭ & S0,01%	-0,43	0,0062
Рейтинг & S0,01%	0,52	0,0007
Рейтинг & S0,27%	-0,45	0,0044

Кроме этого, статистически значимо ($p \leq 0,05$) положительно параметры ГРВ (Fract_L, Fract_R, JS_L, JS_R, ОУЭ, рейтинг) взаимосвязаны с зависимыми от активности парасимпатической регуляции параметрами ВСР, зарегистрированной в положении "лёжа" (HF%, SDNN, SD1, RMSSD, pNN50) (рис. 6).

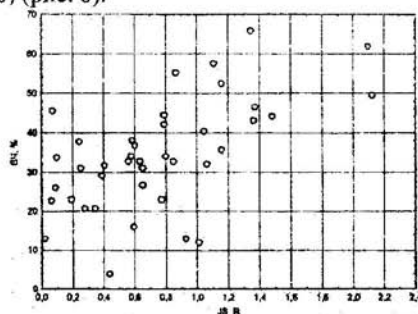


Рис. 6. Пример взаимосвязи параметров БЭО-грамм и параметров ВСР, обусловленных активностью парасимпатической регуляции.

I/D полиморфизм гена ангиотензинпревращающего фермента достоверно ($p \leq 0,05$) положительно связан со спектральными показателями сердечного ритма в покое (VLF%) и активном ортостазе (VLF%, HF%, VLF%/HF%). При этом, если мощность VLF не изменяется при переходе в вертикальное положение, то мощность HF уменьшается, и её относительное значение по видимому отражает лабильность нервных центров, которая, по литературным данным, генетически детерминирована (Пантелеева, 1975).

Обсуждение.

Известно, что вариабельность сердечного ритма зависит от психофизиологического состояния человека [Машин, Машина, 2000] и

находится под влиянием активности коры головного мозга. Результаты исследования полностью подтверждают влияние психоэмоционального состояния человека на состояние механизмов регуляции сердечного ритма у учащихя УОР. Параметры POMS, отражающие позитивное психоэмоциональное состояние, связаны с рядом параметров ВСР, обусловленных влиянием баланса отделов вегетативной регуляции на распределение кардионтервалов. При этом, преобладание парасимпатического механизма регуляции сердечной деятельности соответствует позитивному психоэмоциональному состоянию. Следует отметить, что преобладание парасимпатического типа регуляции сердечной деятельности выявлено многими авторами у тренированных атлетов по данным анализа ВСР [Аксёнов, 1985].

Известно, что уменьшение разброса потенциалов БАТ соответствует улучшению энергетического состояния организма спортсмена [Kalina, 2002]. При этом имеются особенности регуляции сердечного ритма, проявляющиеся в его вариабельности. Они касаются готовности и реактивности регуляторных механизмов, влияющих на НЧ модуляции сердечного ритма. Готовность и реактивность этих механизмов выше у тех спортсменов, у которых выше разброс потенциалов БАТ. Природа НЧ модуляций сердечного ритма в настоящее время точно не определена. Чаше их связывают с активностью симпатической регуляции ритма сердца. Мощность НЧ модуляций (так же как и ВЧ) связана с тренированностью атлетов, уменьшаясь при её увеличении [Аксёнов, Газетдинов, 1985].

Характеристики БЭО-грамм, использованные в настоящем исследовании, связаны с мобилизационной готовностью и успешностью соревновательной деятельности спортсменов [Бундзен, 2001]. Параметры БЭО-грамм, отражающие их площадь и фрактальность, связаны с параметрами ВСР, обусловленными активностью парасимпатической регуляции сердечной деятельности: HF%, SDNN, SD1, RMSSD, pNN50. Эти результаты дополняют известные данные о связи перечисленных параметров ВСР с тренированностью спортсменов.

Крайне важно отметить, что параметры оптоэлектронной эмиссии, регистрируемой в состоянии относительного покоя, связаны с волновой структурой кардиоритма в частотных полосах VLF (0,01 Гц), и HF (0,27-0,28 Гц), а максимальным значениям JSL и JSR, и показателям ОФЭИ и Rating соответствует максимальная выраженность относительного значения амплитуды в спектральной зоне VLF волновой структуры кардиоритма и минимальная выраженность относительного значения амплитуд в спектральной зоне HF. Обратные соотношения наблюдаются с параметрами фрактальности и интегральными параметрами ОУЭ и ИПЭ.

Результаты анализа взаимосвязи параметров ВСР с полиморфизмом по гену ACE подтверждают влияние наследственных факторов на функцию сердечно-сосудистой системы у спортсменов.

Сравнивая взаимосвязь параметров ВСП и различных характеристик психофизического потенциала (генетических, психологических, квантово-биоэнергетических) в трёх изучаемых состояниях (покой в положении лёжа на спине, переходный ортостатический процесс и положение стоя), можно заключить, что максимальную информацию об регуляторных механизмах психофизического потенциала содержит сердечный ритм, зарегистрированный в покое (положение лёжа на спине).

Заключение.

Как свидетельствуют и результаты проведённых исследований, параметры вариабельности сердечного ритма, зависящие от тренированности спортсменов, связаны с генетическими, психологическими и квантово-биоэнергетическими характеристиками психофизического потенциала. В связи с этим, анализ вариабельности сердечного ритма может быть рекомендован для оценки состояния регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы, принимающих участие в формировании психофизического потенциала. Использование анализа вариабельности сердечного ритма в комплексной экспресс-диагностике психофизического потенциала спортсменов-учащихся училищ олимпийского резерва позволит реализовать раннюю (донозологическую) диагностику изменений функциональных резервов сердечно-сосудистой системы и обеспечит своевременность восстановительных мероприятий то есть прямой "здоровьесберегающий" эффект.

Таким образом, эффективное управление тренировочным процессом и принятие научно-обоснованных решений по его индивидуализации и оптимизации не возможно без оценки психофизического потенциала спортсменов. Парадигма целостной оценки психофизического потенциала с включением анализа вариабельности сердечного ритма, по-видимому, должна носить смешанный аддитивный и комплиментарный характер. Однако, разработка такой методики, требует дальнейших исследований.

Литература

- Аксёнов В.В., Тазетдинов И.Г. К вопросу оценки состояния хроно- и инотропной функции сердца при различных степенях физической тренированности организма // Физиология человека, 1985. № 1. Т. 11. – С. 96-101.
- Андронов А.С., Закурдаев В.В., Исаев-Петров В.С., Козлов В.Г., Кулик Т.Г., Першин А.В., Рябков И.И., Цепкова Г.А., Червяков С.И. Биологически активные точки – объективный источник информации о функционировании организма // Судостроительная промышленность. Научно-технический сборник. – 1990. – Вып. 28. – С. 3-23.
- Баевский Р. М. Физиологические основы кибернетического анализа сердечного ритма // Ритм сердца у спортсменов / Под ред. Р.М. Баевского, Р.Е. Мотылянской. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – С. 7-20.
- Бундзен П.В., Загранцев В.В., Комаров В.И., Коротков К.Г., Бабицкий М., Муромцев Д. Психофизический потенциал спортсменов олимпийского резерва – технология квантово-полевой диагностики // Мат-лы. Всеросс. научн.-пр. конф.

"Здоровье и физическая активность подрастающего поколения России". – Санкт-Петербург, 2001. – С. 40-45.

Гарянова Е.А. Стрессорная кардиомиопатия у спортсменов (дистрофия миокарда физического перенапряжения): Автореферат дис. ... д. м. н. СПб, 2001. – 34 с.

Заграцев В.В., Козлов В.Г., Быстров В.Н. Диагностика функциональных возможностей олимпийского резерва с помощью компьютеризованного комплекса "Зодиак" // Современные проблемы физической культуры и спорта: Сб. науч. трудов / Под ред. П. В. Бундзена, В. Н. Литвинова, Т. О. Машьяновой, А. И. Пшендина. – Санкт-Петербург, 1998. – С. 53-59.

Земцовский Э.В. Спортивная кардиология. – СПб.: Тинькокрт, 1995. – 448 с.

Машин В.А., Машин М.Н. Анализ вариабельности сердечного ритма при различных функциональных состояниях и ряда сеансов психофизиологической релаксации // Физиология человека. – 2000. Т. 26. № 4. – С. 48-54.

Москатова А.К. Генотипическая оценка физиологических функций, определяющих спортивную работоспособность // Теория и практика физической культуры. – 1988. – С. 44-45.

Мухомов Р. И. Экспресс-оценка функциональных резервов регуляции сердечно-сосудистой системы // Вестник СПбГУ. – 2004. – Т. 48. – Вып. 1. – С. 100-101.

Шабанов Н. Г. Медицинско-биологические критерии спортивной ориентации и отбора детей по данным биометрических и генетических исследований: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб.: ИИ ДМД им. акад. И.И. Павлова, 1991. – 34 с.

Barajas A., Torra A., Kinnunen J., Kinnunen J., Wesseling J., Bonnenet J., McCarron J., Faulhaber HD., Schuster H., Dietz R., Luft FC. Angiotensin-converting enzyme and angiotensinogen gene polymorphism and heart rate variability in twins // American Journal of Cardiology. – 1998. – March 15. – Vol. 81(6). – P. 755-760.

Gollasch M., Tank J., Luft FC., Jordan J., Maass P., Krasko C., Sharma AM., Busjahn A., Bähring S. The BK channel beta1 subunit gene is associated with human baroreflex and blood pressure regulation // Journal of hypertension. – 2002. – May. – Vol. 20 (5). – P. 927-933.

Heart rate variability. Standards of measurements, physiological interpretation, and clinical use // European Heart Journal. – 1996. – № 17. – P. 821.

Kalina M., Pirig M., Logerstrom D., Stejskal P., Predel G. Relationship between heart rate variability and human meridian energy balance system // 7th Annual Congress of the ECSS. – 2002.

Puig J. et al Spectral analysis of heart rate variability in athletes // J Sport Med Phys Fitness, 1993 Mar, 33(1), p. 44-48.

Schmidt-Trucksäss A., Schumacher Y., König R., Berg A. Heart rate variability following training in endurance athletes // Book of abstracts of 6th annual congress of the European College of Sport Science, 15th congress of the German Society of Sport Science. – Köln: Sport und Buch Strauss, 2001. – P. 53.

Shihara N., Yasuda K., Moritani T., Ue H., Uno M., Adachi T., Numoi K., Seino Y., Yamada Y., Tsuda K. Synergistic effect of polymorphisms of uncoupling protein 1 and beta3-adrenergic receptor genes on autonomic nervous system activity. // International journal of obesity and related metabolic disorders // Journal of the International Association for the Study of Obesity. – 2001. – January. – Vol. 25 (6). – P. 761-766.

Singh JP., Larson MG., O'Donnell CJ., Levy D. Genetic factors contribute to the variance in frequency domain measures of heart rate variability // Autonomic neuroscience. – 2001. – July. – Vol. 20. – Issue 90 (1-2). – P. 122-126.

Sinnreich R., Friedlander Y., Luria M.H., Sapoznikov D., Kark J.D. Inheritance of heart rate variability: the kibbutzim family study // Human genetics. – 1999. – December. – Vol. 105 (6). – P. 654-661.

Sinnreich R., Friedlander Y., Sapoznikov D., Jeremy D., Kark J.D. Familial aggregation of heart rate variability based on short recordings - the kibbutzim family study // Human Genetics. 1998. – Vol. – 103. – Issue 1. – P. 34-40.

БИОЭЛЕКТРОГРАФИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ УСПЕШНОСТИ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПОРТСМЕНОВ ОЛИМПЕЙСКОГО РЕЗЕРВА В ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДАХ СПОРТА

Коротков К.Г. д.т.н., проф.; Короткова А.К. к.п.н, Прияткин Н.С.
e-mail: ktt_anilak@mail.ru

Исследования в области исследования соревновательной результативности в циклических видах спорта, для успешности выступлений важно оптимальное сочетание нескольких моментов:

– высокий психофизиологический статус спортсмена с преобладанием черт активности и результативности, а также способностей 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;