



Государственный комитет Российской Федерации
по физической культуре и спорту



Государственное образовательное учреждение «Олимп»
Управление по делам молодежи и физической культуре
администрации Орловской области

СБОРНИК

**МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ДЛЯ
УЧИЛИЩ ОЛИМПЕЙСКОГО РЕЗЕРВА
РОССИИ.**

Итоги II Спартакиады УОР
«Спортивный потенциал России»

Орел – 2004

Редакционная коллегия:

- Н.В. Паршикова** — начальник управления науки, образования и спортивной медицины Госкомспорта РФ, доктор педагогических наук
В.А. Голенков — ректор Орловского технического университета, доктор технических наук, профессор, проректор ОрелГТУ по социальным вопросам и воспитательной работе
П.В. Бундзен — доктор мед. наук, профессор СПб НИИФК
А.Д. Куницын — заместитель начальника управления по делам молодежи и физической культуре администрации Орловской области, заслуженный работник физической культуры России.

Рецензенты:

- С.П. Евсеев** — директор СПб НИИФК, доктор педагогических наук
А.Ф. Калашников — профессор Орловской региональной академии государственной службы, доктор педагогических наук

Сборник методических рекомендаций для училищ олимпийского резерва. Монография /Под общей редакцией Шаруненко Ю.М. — Орёл: ООО ПФ «Картуш», 2004 г. — 286 с.

В монографии представлены итоги исследования теоретических и практических проблем повышения эффективности механизмов активизации социальных резервов и их роль в спорте высших достижений.

Материал представляет обобщенные исследования ученых Санкт-Петербургского научно-исследовательского института физической культуры, проведенные в ходе II Спартакиады учащихся училищ Олимпийского резерва «Спортивный потенциал России».

Руководящие документы госкомспорта РФ и анализ работы спортивных школ за 2003 год и опыт по созданию Университетских комплексов в г. Орле.

Монография адресована ученым, тренерам, спортивным врачам, руководителям спортивных центров и училищ олимпийского резерва России.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ОЦЕНКЕ ПСИХОФИЗИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА СПОРТСМЕНОВ-УЧАЩИХСЯ УЧИЛИЩ ОЛИМПИЙСКОГО РЕЗЕРВА

П. В. Бундзен, В. Н. Мухин

Санкт-Петербургский НИИ физической культуры

В статье обосновывается возможность использования методов анализа вариабельности сердечного ритма в комплексной оценке психофизического потенциала спортсменов-учащихся училищ олимпийского резерва России. Описано проведенное с этой целью комплексное исследование в задачи которого входило выявление взаимосвязи между параметрами ВСР (характеризующими состояние ауторегуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы) и квантово-биоэнергетическими характеристиками организма спортсмена (параметры БЭО-грамм, потенциалы БАТ), связанными с уровнем психофизического потенциала.

Современный спорт требует предельной мобилизации психофизического потенциала спортсмена, что может быть сопряжено с развитием патологических процессов в организме. Сохранение и укрепление здоровья спортсмена — одно из ключевых направлений концепции развития физической культуры и спорта, принятой в нашей стране. 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 факторам тренировочных нагрузок [1]. 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 системные ауторегуляторные механизмы мозга и сердечно-сосудистой системы.

Предельная мобилизация функциональных резервов ауторегуляторных механизмов 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 [2, 3]. В связи с этим, включение оценки состояния этих механизмов в комплексную систему диагностики психофизического потенциала позволит не только уточнить оценку психофизического потенциала спортсмена но, что принципиально важно, сохранить здоровье спортсмена за счёт более рационального построения тренировочного процесса.

В настоящее время известно, что состояние механизмов ауторегуляции сердечно-сосудистой системы существенно связано с функциональными резервами, требующими реализации физического качества выносливости [см. например: 4, 5, 6, 7, 8, 9]. Известно так же, что перетренированность (перенапряжение функциональных резервов центральной нервной системы) проявляется, в частности, изменением состояния механизмов ауторегуляции сердечно-сосудистой системы [5, 10]. Выявлено генетическое и психофизиологическое влияние на состояние этих механизмов [11, 12, 13, 14, 15, 16, 17]

Ранее разработанные методы оценки состояния ауторегуляторных 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 [18]. В последние годы разработаны и внедрены в медицинскую практику методы анализа variability сердечного ритма, позволяющие точно и дифференцированно оценить состояние

ауторегуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы [19], 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 [20, 21, 5, 6, 7, 22, 23].

Цель настоящей работы состояла в поиске новых методов оценки состояния ауторегуляторных механизмов 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 (табл. 1, 2). Обследованные спортсмены были признаны здоровыми по результатам диспансеризации.

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

Таблица 1. Характеристики группы обследованных спортсменов.

Параметр	Среднее арифметическое (М)	Стандартное отклонение (σ)
Возраст (лет)	15,7	2,7
Рост (см)	184	10,2
Масса (кг)	72	9,3

Таблица 2. Количество обследованных спортсменов по группам.

Квалификация	Мужчины	Женщины	Всего
II разряд	3	3	6
I разряд	23	22	45
КМС	23	16	39

MC	27	18	45
MCMK	3	1	4
Всего	72	67	139

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

Регистрация кардиоинтервалов производилась с помощью кардиомонитора фирмы Polar Electro OY, используемого многими исследователями в спортивной физиологии и медицине [см. например 24, 25, 26].

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 максимально 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.

Статистические методы временной области основаны на вычислении статистических параметров полученного ряда кардиоинтервалов. Использовалась программа Polar Precision

Performance. Были вычислены следующие параметры ВСР:

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 (%);

И — индекс напряжения регуляторных систем (Р. М. Баевского), вычисляемый по формуле:

$$ИН = AMo / (2 \cdot Mo \cdot \Delta X)$$

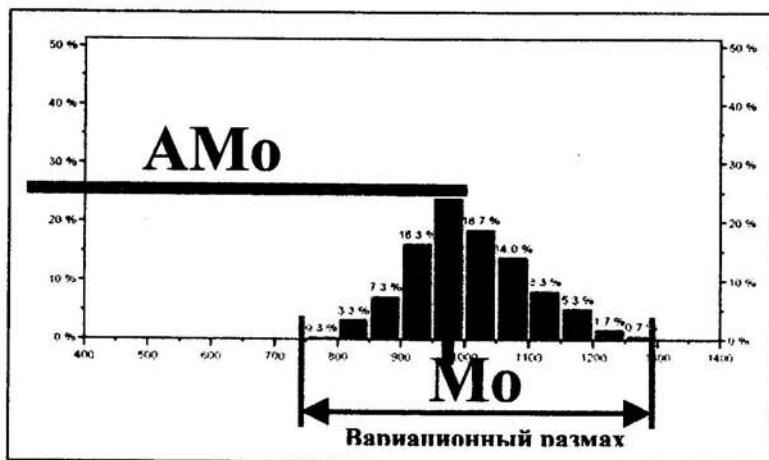


Рис. 1 Параметры гистограммы RR интервалов.

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):

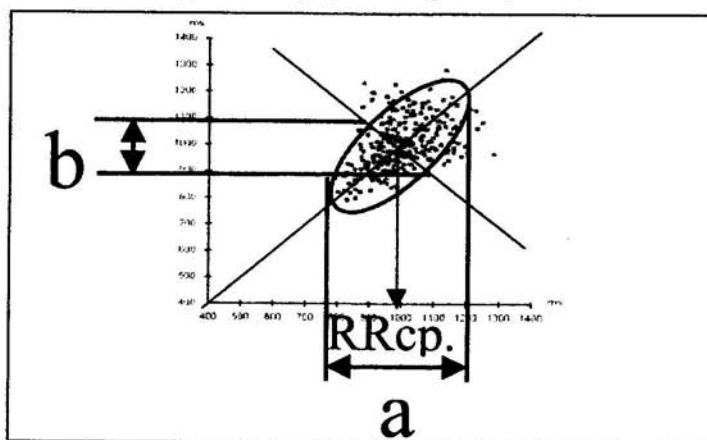


Рис. 2 Параметры скаттерграммы RR интервалов.

а (мс — разность между максимальным и минимальным значением основной совокупности точек по продольной оси скаттерграммы;

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

а/б — отношение указанных параметров скаттерграммы;

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

АП — разность между максимальным и минимальным значением скаттерграммы;

ИАП — индекс аперiodичности [27];

ИФС — индекс функционального состояния [27].

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 (О Ч) — $<0,04$ — Гц, низких частот (Ч) — $0,04-0,15$ 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:

Ч_н — частное от мощности Ч и разности общей мощности и О Ч,

ВЧ_н — частное от мощности ВЧ и разности общей мощности и О Ч,

Ч/ВЧ — 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, за-

ключавшейся 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).

Отдельную группу составили параметры переходного процесса (рис. 3):

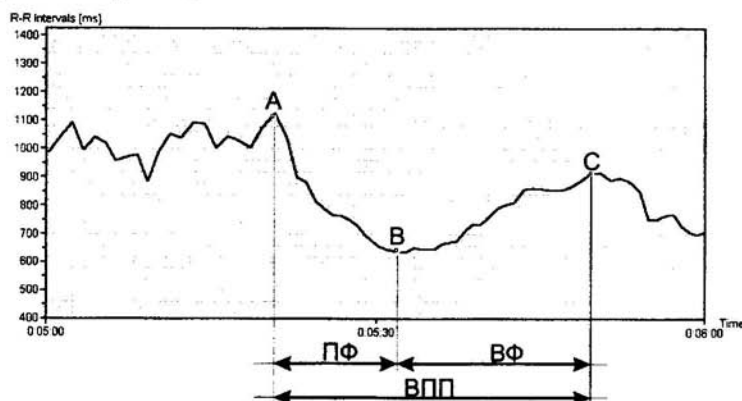


Рис. 3. Параметры переходного процесса сердечного ритма.

A (мс) — длительность кардиоинтервала, соответствующего началу переходного процесса,

B (мс) — длительность самого короткого кардиоинтервала переходного процесса,

C (мс) — длительность кардиоинтервала, соответствующего завершающему пику переходного процесса,

ВПП (мс) — длительность переходного процесса,

ПФ (мс) — длительность первой фазы переходного процесса (фаза ускорения ритма),

ВФ (мс) — длительность второй фазы переходного процесса (фаза замедления ритма).

Кроме этого, производилась аппроксимация переходного процесса полиномиальной регрессией 4 степени. Смысл её заключался в поиске математической модели, описывающей переходный процесс и имеющей следующий вид:

$$X(t)=A_0+A_1t+A_2t^2+A_3t^3+A_4t^4.$$

Коэффициенты полиномиальной регрессии имеют физиологическое значение [28]: A_0 — реакция симпатического отдела вегетативной нервной системы на переход в вертикальное положение, A_1 — взаимодействие симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы при доминировании второго (замедление ритма), A_2 — взаимодействие симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы при доминировании первого (ускорение ритма), A_3 и A_4 — также обусловлены взаимодействием указанных отделов вегетативной нервной системы и характеризуют коррекцию устанавливающегося уровня функционирования со стороны регуляторных центров.

Таким образом, ритм сердца каждого обследованного спортсмена был охарактеризован 95 параметрами: 62 параметра в положении «лёжа», 22 — в положении «стоя» и 11 параметров переходного процесса.

Метод POMS представляет из себя психологический опросник, позволяющий оценить актуальное психоэмоциональное состояние, модулирующее состояние ауторегуляторных механизмов спортсмена. Русский вариант теста разработан в секторе психофизиологии спорта и восстановительной медицины Санкт-Петербургского ИИ физической культуры [29]. 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.

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

Метод «Зодиак» использован для оценки состояния ауторегуляторных механизмов, влияющих на потенциалы биологически активных точек [30, 31], поскольку известна взаи-

мосьвязь между электрическими потенциалами биологически активных точек и частотными параметрами variability сердечного ритма у спортсменов [32]. Выбор метода обусловлен ещё и тем, что его результаты тесно связаны с классическими показателями работоспособности: МПК, PWC-170.

Метод газоразрядной визуализации (ГРВ) оптоэлектронной эмиссии позволяет получить характеристику квантовых биоэнергетических процессов в организме спортсмена [33]. Регистрация и компьютерный анализ процессов оптоэлектронной эмиссии проведён с помощью аппаратно-программных комплексов «Корона TV» и «Компакт» и использованием специализированных компьютерных программ обработки изображений «APPS» и «Pattern 6» и выделением следующих трёх групп параметров БЭО-грамм:

а) исходные базовые параметры: интегральная площадь — (JSR, JSL), фрактальность — (Fract. R, Fract. L) и энтропия (Entr R, Entr);

б) интегральные параметры "Pattern 6": общий функционально-энергетический индекс (ОФЭИ), общий уровень энергодефицита (ОУЭ), индекс парциального энергодефицита (ИПЭ);

в) интегральный параметр компьютерной программы "APPS" — рейтинг (Rating) обследованных по психофизическому потенциалу.

В ряде исследований осуществлялась 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 программы Statistica 6.0 (корпорация StatSoft).

Результаты.

Выявлены корреляционные взаимосвязи ВСР с параметрами теста POMS (табл. 3).

Таблица 3. Достоверные корреляции между показателями теста POMS и ВСР.

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

Со шкалой психической силы (Vigor) опросника POMS статистически значимо ($p \leq 0,05$) положительно связаны максимальное значение гистограммы RR интервалов, индекс аперииодичности, значение кардиоинтервала в точке В переходного процесса, среднее значение RR интервалов и амплитуда спектра кардиоинтервалов на частоте 0,01 Гц (рис. 4). С интегральным показателем психоэнергетического потенциала (PEN) статистически достоверно ($p \leq 0,05$) связаны амплитуды спектра сердечного ритма на частоте 0 Гц и 0,01 Гц. Прочие шкалы POMS (T, D, A, F, C) не имеют существенной взаимосвязи с параметрами ВСР

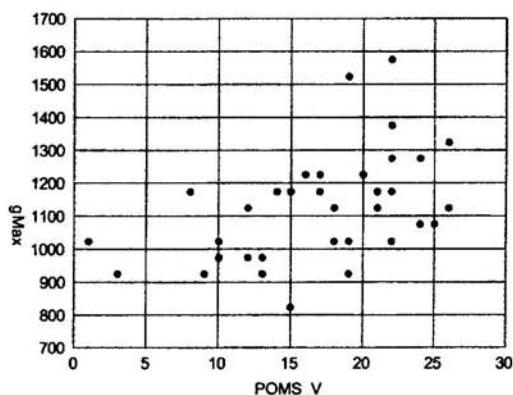


Рис. 4 Пример взаимосвязи параметра опросника POMS и ВСР. gMax — максимальное значение гистограммы RR-интервалов.

Коренное различие 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. 5).

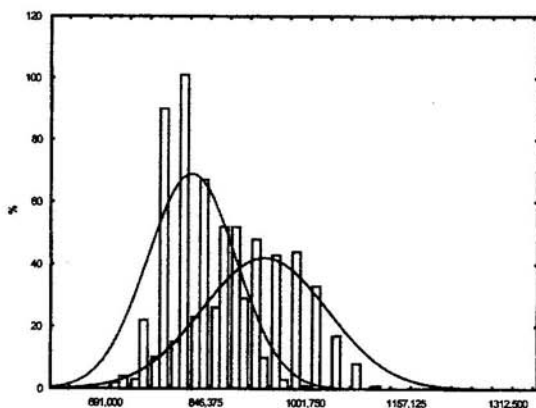


Рис. 5 Распределение кардиоинтервалов у спортсменов с низким значением POMS V (красные столбцы) и высоким значением POMS V (синие столбцы).

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. 6).

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.

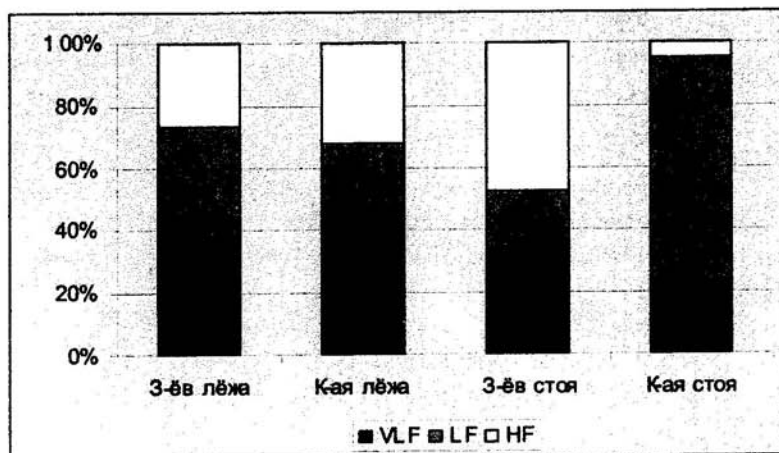


Рис. 6 Относительная мощность спектральных компонентов сердечного ритма у спортсменов, различающихся по СКО ЭПГ.

Связь параметров ВСР с параметрами оптоэлектронной эмиссии.

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

Для проверки связи этого соотношения с параметрами БЭО-грамм были рассчитаны следующие коэффициенты:

$K1 = (\text{сумма амплитуд спектральной зоны } 0-0,08) / (\text{сумму амплитуд спектральной зоны } 0,09-0,4)$.

а) $K2 = \text{Амплитуда } 0,01 \text{ Гц} / (\text{сумму амплитуд } 0,1 \text{ и } 0,27 \text{ Гц})$.

б) $K3 = (\text{сумма амплитуд спектральной зоны } 0-0,08) - (\text{сумму амплитуд спектральной зоны } 0,09-0,4)$.

Была обнаружена значимая корреляционная связь этих коэффициентов с большинством параметров БЭО-грамм (табл. 6).

Таблица 6. Связь параметров ГРВ с коэффициентами.

Параметры	Коэффициент корреляции	Уровень p
JS_L & K2	0,35	0,0313
JS_R & K1	0,48	0,0019
JS_R & K2	0,56	0,0002
JS_R & K3	0,49	0,0016
ОФЭИ & K1	0,43	0,0064
ОФЭИ & K2	0,48	0,0022
ОФЭИ & K3	0,42	0,0079
ОУЭ & K1	-0,32	0,0486
ОУЭ & K2	-0,38	0,0171

ОУЭ & K3	-0,32	0,0478
Рейтинг & K1	0,39	0,0152
Рейтинг & K2	0,46	0,0033
Рейтинг & VLF/dX	0,34	0,0301
Рейтинг & ИФС	0,34	0,0391

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. 7).

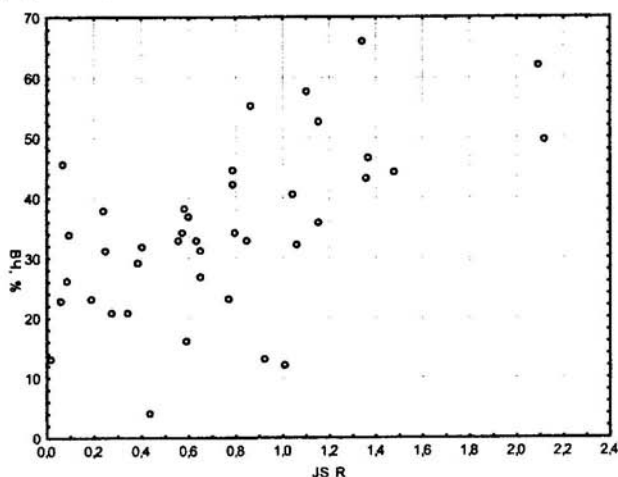


Рис. 7. Пример взаимосвязи параметров БЭО-грамм и параметров ВСР, обусловленных активностью парасимпатической регуляции.

Обсуждение.

Известно, что вариабельность сердечного ритма зависит от психофизиологического состояния человека [13] и находится под влиянием активности коры головного мозга [34]. Результаты исследования полностью подтверждают влияние психоэмоционального состояния человека на состояние механизмов ауторегуляции сердечного ритма у учащихся УОР. Параметры POMS, отражающие позитивное психоэмоцио-

нальное состояние, связаны с рядом параметров ВСР, обусловленных влиянием баланса отделов вегетативной регуляции на распределение кардиоинтервалов. При этом, преобладание парасимпатического механизма ауторегуляции сердечной деятельности соответствует позитивному психоэмоциональному состоянию, которым, по видимому, отчасти обусловлено. Следует отметить, что преобладание парасимпатического типа регуляции сердечной деятельности выявлено многими авторами у тренированных атлетов по данным анализа ВСР (10, 35, 36, 8; 37, 38, 39).

Уменьшение разброса потенциалов БАТ соответствует улучшению энергетического состояния организма спортсмена [30]. При этом имеются особенности ауторегуляции сердечного ритма, проявляющиеся в его вариабельности. Они касаются готовности и реактивности ауторегуляторных 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. Чаще их связывают с активностью симпатической регуляции ритма сердца. Мощность НЧ модуляций (так же как и ВЧ) связана с тренированностью атлетов, уменьшаясь при её увеличении (40, 8).

Характеристики БЭО-грамм, использованные в настоящем исследовании, связаны с мобилизационной готовностью и успешностью соревновательной деятельности спортсменов [41]. Параметры БЭО-грамм, отражающие их площадь и фрактальность, связаны с параметрами ВСР, обусловленными активностью парасимпатической регуляции сердечной деятельности: HF%, SDNN, SD1, RMSSD, pNN50. Влияние тренированности на перечисленные параметры сердечного ритма известно [10].

При этом 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, а также 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. Полученные данные подтверждаются корреляционными зависимостями коэффициентов K1, K2 и K3 (см. выше) с параметрами БЭО-грамм. При динамической регистрации БЭО-грамм удалось обнаружить только периодическую составляющую в диапазоне 0,1 Гц, совпадающую с частотным диапазоном LF волновой структуры кардиоритма: 0,1-0,12 Гц.

Сравнивая взаимосвязь параметров ВСР и психофизического потенциала в изучаемых состояниях, можно заключить, что максимальную информацию об ауторегуляторных механизмах психофизического потенциала содержит сердечный ритм, зарегистрированный в покое (положение лёжа на спине).

Заключение.

Как свидетельствуют данные литературы и результаты исследования, параметры variability сердечного ритма, зависящие от тренированности спортсменов, связаны с психологическими и квантово-биоэнергетическими показателями зависящими от уровня психофизического потенциала. В связи с этим, анализ variability сердечного ритма может быть рекомендован для оценки состояния ауторегуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы, принимающих участие в формировании психофизического потенциала. Использование анализа variability 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.

Литература

1. 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.
2. Земцовский Э. В. Спортивная кардиология. – СПб.: Гиппократ, 1995. – 448 с.
3. Гаврилова Е. А. Стрессорная кардиомиопатия у спортсменов (дистрофия миокарда физического перенапряжения): Автореферат дис. ...д. м. н. СПб, 2001. – 34 с.
4. Дембо А. Г., Земцовский Э. В. Спортивная кардиология: Руководство для врачей. – Л.: Медицина, 1989. – 464 с.
5. 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.
6. Баевский Р. М. Научно-теоретические основы использования анализа вариабельности сердечного ритма для оценки степени напряжения регуляторных систем организма // <http://www.ecg.ru>. – 2003. – 27 августа.
7. Баевский Р. М., Иванов Г. Г., Рябыкина Г. В. Современное состояние исследований по вариабельности сердечного ритма в России // <http://www.cor.neva.ru/vestnic/> – 2003. – 27 августа.
8. 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.
9. Schmidt-Trucksäss A., Schumacher Y., König B., 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.
10. Puig J. et al Spectral analysis of heart rate variability in athletes // J Sport Med Phys Fitness, 1993 Mar, 33(1), p. 44-48.
11. Шварц В. Б. Медико-биологические критерии спортивной ориентации и отбора детей по данным близнецовых и лонгитудинальных исследований: Автореф. дис. ...докт. мед. наук. – Л.: 1-й ЛМИ им. акад. И.П. Павлова, 1991. – 54 с.

12. Москатова А. К. Генотипическая оценка физиологических функций, определяющих спортивную работоспособность // Теория и практика физической культуры. – 1988. № ?. – С. 44-45.

13. Машин В.А., Машина М.Н. Анализ вариабельности сердечного ритма при негативных функциональных состояниях в ходе сеансов психологической релаксации // Физиология человека. – 2000. Т. 26. № 4. – С. 48-54.

14. Busjahn A., Voss A., Knoblauch H., Knoblauch M., Jeschke E., Wessel N., Bohlender 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.

15. 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.

16. Shihara N., Yasuda K., Moritani T., Ue H., Uno M., Adachi T., Nunoi 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.

17. 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.

18. Карпман В. Л., Белоцерковский З. Б., Гудков И. А. Тестирование в спортивной медицине / В. Л. Карпман, З. Б. Белоцерковский, И. А. Гудков. – М.: Физкультура и спорт. 1988. – 208 с.

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

20. Баевский Р.М. К проблеме оценки степени напряжения регуляторных систем организма // Адаптация и проблемы общей патологии: Сб. науч. трудов. – Новосибирск, 1974. – Т. 1. – С. 44-48.

21. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. – М.: Медицина, 1979. – 298 с.

22. Аксёнов В. В., Артамонов В. Н., Мотылянская Р. Е. Регуляция сердечного ритма при некоторых предпатологических и патологических состояниях организма у юных спортсменов // Ритм сердца у спортсменов: Сб. науч. трудов. / Под ред. Р. М. Баевского, Р.

Е. Мотылянской. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – С. 106-136.

23. Akselrod S., Gordon D., Ubel F. A. et al. Power spectral analysis of heart rate fluctuations: a quantitative probe of beat to beat cardiovascular control // Science. – 1981. – Vol. 213. – P. 220-222.

24. Neumayr G., Gaenger H., Sturm W., Eible G., Pfister R., Mitterbauer G., Hoertnagl H. Heart rate response to extreme long term cycling in amateur athletes: the ötztab radmarathon // 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. 944.

25. Forte R., De Vito G., Figura F. Effects of dynamic resistance training on heart rate variability in women aged 65 to 74 years // 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. 943.

26. Horn A., Schulz H., Heck H. Correlations between endurance level and HRV at rest and in dynamic exercise // 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. 942.

27. Земцовский Э. В. Значение корреляционной ритмографии в функциональном исследовании спортсмена // Эхокардиография и корреляционная ритмография в оценке функционального состояния спортсменов. – Л.: ГДОИФК им. Лесгафта, 1979. – С. 30-58.

28. Аксёнов В. В., Артамонов В. Н., Воробьев В. И., Мотылянская Р. Е., Нарышкин Ю. А. Возрастные особенности ЧСС и сердечного ритма в состоянии покоя и при мышечных нагрузках // Ритм сердца у спортсменов: Сб. науч. трудов. / Под ред. Р. М. Баевского, Р. Е. Мотылянской. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – С. 43-105.

29. Бундзен П. В., 1997.

30. Загранцев В. В., Козлов В. Г., Быстров В. Н. Диагностика функциональных возможностей олимпийского резерва с помощью компьютеризированного 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.

31. 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.

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

33. Бундзен П. В., Коротков К. Г., Белобаба О., Крылов Б., Короткова А., Мухин В., Ястребов Ю. Связь параметров вызванной опто-электронной эмиссии (эффект Кирлиан) с процессами кортико-висцеральной регуляции // Тез. док. VII Международного конгресса по ГРВ биэлектрографии «Наука. Информация. Сознание.». — 2003. — 15 — 17.

34. Бабский Е. Б., Зубков А. А. Кровообращение // Бабский Е. Б., Зубков А. А., Косицкий Г. И., Ходоров Б. И. Физиология человека. — М.: Медицина, 1966. — С. 70-133.

35. Голубчиков А. М. Кардионитервалометрия и омега-потенциал в экспресс-диагностике функционального состояния спортсменов различного возраста и специализации: Автореф. дис. ...канд. мед. наук. М., 1989.

36. Бачу Г. С., Филявич А. Е., Николаевская Ю. Л. Электро-, поли-, интервалокардиография у спортсменов. — Кишинёв: Штиинца, 1989. — 107 с.

37. Васильева В. В., Бледнова В. Н., Данилов М. В., Дмитриева Н. Г., Кривоносова Р. Т., Михонина Т. Н., Трунин В. В., Шамардин В. Н. Функциональное состояние и физиологические резервы сердечно-сосудистой системы у спортсменов // Физиологические механизмы адаптации спортсменов к работе различного вида мощности и продолжительности: Сб. науч. трудов. — Л., 1980. — С. 60-79.

38. Васильева В. В., Евстратов В. Д. Вариативность сердечного ритма как показатель функциональных резервов спортсмена // Актуальные проблемы функциональных резервов спортсмена: Сб. науч. трудов. — Л.: ГДОИФК им П. Ф. Лесгафта, 1985.

39. Васильева В. В., Лосин Б. Е., Трунин В. В. Функциональное состояние сердца у спортсменов // Характеристика функциональных резервов спортсмена: Сб. науч. трудов. / Под ред. А. С. Мозжухина, Н. В. Зимкина, Д. Н. Давиденко. — Л., 1982. — С. 31-36.

40. Туркатова Д. Н., Олонцева Р. И., Косова Т. А. Применение показателей сердечного ритма в оценке функционального состояния спортсменов // Первый международный конгресс «Спорт и здоровье»: Мат-лы международного конгресса: Олимп-СПб, 2003. — Т. II. — С. 336-337.

Бундзен П. В., Коротков К. Г. Экспертная автоматизированная система для экспресс-оценки функциональных резервов организма

спортсмена «Квантум-Про» // Первый международный конгресс
«Спорт и здоровье»: Мат-лы международного конгресса: Олимп-
СПб, 2003. – С. 11-13.