

ИЗУЧЕНИЕ КАРДИОРИТМА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СПОРТСМЕНОВ С УЧЕТОМ ИХ ЛИЧНОСТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СТАНДАРТНОГО НАГРУЗОЧНОГО ТЕСТА PWC₁₇₀

Р.Я.Власенко, А.Д.Балашова, А.Ю.Лесько

STUDY OF THE HEART RATE AMONG PROFESSIONAL ATHLETES, TAKING INTO ACCOUNT THEIR PERSONAL CHARACTERISTICS WHEN PERFORMING THE PWC₁₇₀ STANDARD EXERCISE TEST

R.Ya.Vlasenko, A.D.Balashova, A.Yu.Les'ko

Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, romex@mail.ru

Рассматривается участие таких личностных характеристик, как агрессия и готовность к риску, в системогенезе конфликт-индуцированного поведения субъектов. Продемонстрирована взаимосвязь между показателями вариабельности сердечного ритма (BCP) и персональными особенностями спортсменов при выполнении стандартного нагрузочного теста PWC₁₇₀. При анализе кардиоритма спортсменов и их личностных характеристик выявлены корреляционные связи между степенью готовности к риску и индексом агрессии с показателями общей мощности спектра BCP и величиной максимального потребления кислорода. Также в работе показано, что объективный результат деятельности неоднозначно коррелирует с агрессией и готовностью к риску. Результативность текущей спортивной деятельности субъекта зависит не только от уровня его физической работоспособности, но и личностных характеристик.

Ключевые слова: *вариабельность сердечного ритма, тест PWC₁₇₀, максимальное потребление кислорода, доминирующая мотивация, готовность к риску, индекс агрессии, спортсмены*

Для цитирования: Власенко Р.Я., Балашова А.Д., Лесько А.Ю. Изучение кардиоритма профессиональных спортсменов с учетом их личностных особенностей при выполнении стандартного нагрузочного теста PWC₁₇₀ // Вестник НовГУ. Сер.: Медицинские науки. 2021. №1(122). С.104-107. DOI: [https://doi.org/10.34680/2076-8052.2021.1\(122\).104-107](https://doi.org/10.34680/2076-8052.2021.1(122).104-107).

The research examines the participation of such personal characteristics as aggression and readiness for risk in the system genesis of the conflict-induced behavior of subjects. Relationships between the indicators of heart rate variability (HRV) and the personal characteristics of athletes when performing the standard exercise test PWC₁₇₀ were showed. During analysis of heart rate and personal characteristics of athletes, correlations between degree of readiness for risk and index of aggression with indicators of total power of HRV spectrum and value of maximum oxygen consumption were revealed. The work also shows that the objective result of activity is ambiguously correlated with aggression and readiness for risk. The effectiveness of the subject's current sports activity depends not only on the level of his physical working capacity, but also on his personal characteristics.

Keywords: *heart rate variability, PWC₁₇₀ test, maximum oxygen consumption, dominant motivation, readiness for risk, aggression index, athletes*

For citation: Vlasenko R.Ya., Balashova A.D., Les'ko A.Yu. The study of the heart rate among professional athletes, taking into account their personal characteristics when performing the PWC₁₇₀ standard exercise test // Vestnik NovSU. Issue: Medical Sciences. 2021. №1(122). P.104-107. DOI: [https://doi.org/10.34680/2076-8052.2021.1\(122\).104-107](https://doi.org/10.34680/2076-8052.2021.1(122).104-107).

С позиций теории функциональных систем академика П.К. Анохина [1], полезный адаптивный результат целенаправленной активности субъекта — определяющий системообразующий фактор функциональной системы любого уровня организации. Однако *результат действия* — это виртуальное понятие в данной теории, имеющее информационную природу. Когда речь идет об оценке (измерении) приспособительного результата, например, в эксперименте, ключевой задачей для исследователя является корректная параметризация результата действия [1]. В условиях неопределенности, избытка или недостатка необходимой информации, дефицита времени развивается особое состояние, находясь в котором, индивид должен принять решение, чтобы выйти из ситуации конфликта. В подобных условиях, когда нет

возможности (иногда и физической) достижения результата, часто развивается состояние фрустрации [2]. Однако альтернативным выходом из сложившейся ситуации может быть формирование новой мотивационной основы поведенческой активности субъекта. Вследствие этого становится возможным конфликт-индуцированный системогенез поведения индивида [3].

Одной из форм такой активности может быть рисковое поведение. А.П. Алыгин [4] определяет риск «...как деятельность, связанную с преодолением неопределенности в ситуации неизбежного выбора, в процессе которой имеется возможность количественно и качественно оценить вероятность достижения предполагаемого результата, неудачи и отклонения от цели». Именно такое определение риска, на наш

взгляд, представляется наиболее корректным. Принятие решения — есть «промежуточный, критический» и «в высшей степени конденсированный» процесс [1], являющийся результатом афферентного синтеза, возникающего на основе доминирующей мотивации. Ситуация неопределенности может носить «закономерный» или «случайный» характер [4], в первом случае процесс принятия решений связан с конфликтом, во втором — с риском. В любом случае, когда субъект стоит перед неизбежным выбором одной единственной стратегии поведения из многих альтернативных, «...центральная нервная система претерпевает в этот момент специфическое состояние» [1]. Академик Анохин выделял несколько объективных признаков принятия решения: наличие ситуации выбора, соотношение многочисленной афферентной информации и конкретных эфферентных возбуждений [1]. До тех пор, пока конечный результат поведения не достигнут, еще существует неопределенность ситуации, а следовательно, риск имеет место не только на стадии принятия решения, но и в процессе его реализации до полного устранения неопределенности в конкретной ситуации [4].

Альтернативной формой выхода из конфликтной ситуации является агрессивное поведение [5]. У субъекта возникает потребность устранить эмоциональное напряжение, что ведет к принятию решения о достижении намеченной цели, формируется мотив агрессивного поведения. На конечной стадии такого поведения у человека реализуется конкретное агрессивное действие в отношении того или иного объекта, принимается решение к осуществлению этого действия. Такое решение может носить рискованный характер и угрожать не только объекту, на который направлено воздействие, но и самому индивиду. В отдельных случаях человек готов идти на риск, не надеясь на какие-либо положительные результаты — «бескорыстный» риск. «Жажда острых ощущений» может сопровождаться агрессией, порой даже не мотивированной самостоятельно. Мотивация агрессии, по-видимому, имеет врожденный компонент и инициируется в ситуации эмоционального конфликта (например, фрустрации) порой спонтанно. Однако показано, что агрессия может возникать и вне фрустрационного конфликта и принимать изоцированные формы, связанные с «соревновательной» деятельностью субъекта (например, спортивной). Лица с выраженной потребностью во власти чаще остальных испытывали побуждение к агрессии, чувство гнева, но были в состоянии контролировать свое поведение [6].

Таким образом, мотивационное возбуждение в условиях напряжения формируется не только по дефицитарному принципу, но и согласно законам стихийного саморазвития доминанты [7].

Для физиолога наибольший интерес представляет определение физиологической цены в таких процессах. Экспериментальный опыт говорит о том, что ключевые характеристики доминирующей мотивации (ее модальность и сила) можно лишь по небольшому количеству критериев. Имеется ряд объективных электрофизиологических показателей, которые коррелируют с наличием степени мотивационного возбужде-

ния и уровнем мотивационно-эмоционального напряжения. Физиологами проводятся исследования, нацеленные на поиск коррелятов объективных показателей состояния вегетативных функций с психологическими характеристиками, такими как склонность субъектов к риску. Так, было показано, что динамика спектральных показателей variability сердечного ритма (BCP) имеет прогностическую значимость в отношении индивидуального риска, определенного по структурно-динамическим характеристикам личности.

Прогресс в изучении системогенеза конфликтно-индуцированного поведения возможен только при оценке модальности мотивационного и подкрепляющего возбуждений [3], в различных масштабах времени, в которых субъект осуществляет свою целенаправленную деятельность.

При систематическом тренировочном воздействии изменяются механизмы регуляции кардиоритма спортсмена [8]. Наиболее информативным методом оценки BCP является спектральный анализ его волновой структуры.

Цель настоящего исследования — провести сравнительный анализ особенностей кардиоритма профессиональных спортсменов с различными личностными характеристиками.

Методика

В эксперименте приняли участие 36 спортсменов-мужчин (возраст — $20,0 \pm 1,5$ лет), профессионально занимающихся стандартными видами спорта. Условия тестирования полностью соответствовали этическим требованиям Хельсинкской декларации всемирной медицинской ассоциации. Квалификация спортсменов — кандидат в мастера спорта, что предполагало исходно высокий и сопоставимый уровень общей физической подготовленности испытуемых.

Личностные диспозиции — агрессивность и готовность к риску — оценивали путем анкетирования спортсменов. Для оценки уровня и структуры агрессивности субъектов использовали опросник враждебности Баса—Дарки (вариант А.К. Осницкого). Методика Шуберта [9] использовалась для определения степени готовности к риску как специфической мотивационной личностной характеристики спортсменов.

Регистрация и анализ параметров BCP осуществляли с помощью программно-аппаратного комплекса «Валента» (Санкт-Петербург). Записывались кардиоритмограммы (400 кардиоинтервалов) в состоянии относительного функционального покоя, лежа на кушетке до и после выполнения дозированной физической нагрузки, в качестве которой испытуемым предлагался стандартный тест PWC₁₇₀. Из показателей BCP учитывали: общий спектр (TP), высокочастотный (HF), низкочастотный (LF) и очень низкочастотный (VLF) компоненты в относительных величинах, а также индекс напряжения (SI). Общую физическую работоспособность оценивали по величинам максимального потребления кислорода (МПК) и максимальной мощности.

Полученные экспериментальные данные были статистически обработаны с помощью пакета про-

грамм STATISTICA 10. Данные представлены в виде Me (25; 75). Для оценки достоверности изменений показателей относительно состояния покоя использовали непараметрический Т-критерий Вилкоксона. Анализ взаимосвязей между различными показателями произведен с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена.

Результаты исследования и их обсуждение

Среди испытуемых максимальная мощность физической работы составила 2,8 (2,6; 2,9) Вт/кг, а показатель МПК — 3,8 (3,7; 4,1), что свидетельствовало об исходно высоком уровне их общей физической работоспособности.

Личностные диспозиции — агрессивность и готовность к риску — оценивали путем анкетирования спортсменов.

Для оценки уровня агрессивности избрали интегральный показатель — суммарный индекс агрессии. В группе испытуемых его значение составило 25 (12; 25), что можно интерпретировать как средне-высокую степень агрессивности.

Количество баллов в тесте Шуберта среди спортсменов составило 15 (3; 22) и оценивалось как средняя и высокая степень готовности субъектов к риску.

Динамика показателей ВСР до и после физической нагрузки (тест PWC₁₇₀) приведена в табл. 1.

Таблица 1
Показатели ВСР до и после нагрузочной пробы Me (25; 75)

Параметр	До нагрузки	После нагрузки
TP, мс ²	2420 (1147; 4325)	1540 (302; 1832)*
HF, %	32.70 (22.97; 45.50)	26.12 (20.38; 34.00)
LF, %	47.54 (29.25; 53.05)	52.72 (43.68; 65.35)*
VLF, %	21.52 (12.30; 27.20)	12.90 (10.48; 25.60)*
SI, усл. ед.	56 (35; 78)	143 (75; 329)*

Примечание. * $p < 0,05$.

В состоянии покоя у спортсменов было выявлено высокое значение общего волнового спектра (TP), что позволяло судить о высокой вариабельности ритма сердца спортсменов, связанной, по-видимому, с кумулятивным эффектом адаптации к физической нагрузке. Одновременно наблюдалось относительное преобладание LF-компонента в общем спектре, что отражает тенденцию к централизации управления ритмом сердца и способность к быстрому включению в спортивную деятельность. В современных работах LF рассматривается как стресс-реализующий компонент, необходимый для быстрой мобилизации спортивных качеств в видах спорта, требующих взрывной силы [10].

После выполнения нагрузочной пробы (стандартный тест PWC₁₇₀) наблюдали снижение общей

мощности спектра ВСР. Данные изменения осуществлялись преимущественно за счет увеличения относительного вклада LF-компонента спектра, т. е. благодаря повышению уровня активности центрального контура регуляции кардиоритма. Процентная доля VLF-компонента, характеризующего уровень гуморально-метаболических и церебральных эрготропных влияний на сердечный ритм [11], в ответ на физическую нагрузку уменьшалась ($p = 0,015$). Таким образом, снижение вклада очень низкочастотных волн отражает расходование энергетических ресурсов, изменения в терморегуляции и уровне активности основных гормональных систем, обеспечивающих текущую физическую работу спортсменов.

Индекс напряжения SI, отражающий степень централизации управления ритмом сердца, возрастал, что также свидетельствует об увеличении симпатического тонуса в ответ на физическую нагрузку.

В ходе корреляционного анализа было установлено наличие взаимосвязей между показателями ВСР, общей выносливости и личностными диспозициями. Наиболее значимые корреляции на уровне $p < 0,05$ приведены в табл. 2.

Таблица 2
Корреляционные связи (по Спирмену)
между психологическими характеристиками,
показателями ВСР и общей выносливости ($p < 0,05$)

Показатели	Коэффициент корреляции
Готовность к риску — TP _{после нагрузки}	0,71
Индекс агрессии — TP _{после нагрузки}	-0,68
TP _{после нагрузки} — МПК	0,80
Индекс агрессии — МПК	-0,76

Данные значения коэффициента корреляции говорят об умеренных ($\pm 0,5-0,7$) и сильных ($\pm 0,7-1,0$) связях между показателями.

Уровень готовности к риску положительно коррелировал с общей мощностью спектра после нагрузки. Высокие значения TP сопровождалось и более высокими показателями МПК. Индекс агрессии имел отрицательные корреляционные связи с величинами и спектральной мощностью после нагрузки, и МПК. В то же время какой-либо взаимосвязи между степенью готовности субъекта к риску и индексом агрессии выявлено не было (коэффициент корреляции: -0,19). Из вышесказанного можно сделать выводы, во-первых, о независимости этих личностных диспозиций, и, во-вторых, об их противоположных по знаку связях с вариабельностью сердечного ритма и аэробной производительностью.

Заключение

Таким образом, у испытуемых был выявлен характерный паттерн волновой структуры кардиоритма. Высокие значения общего спектра (TP) спортсменов сопровождалось относительным преобладанием низкочастотного LF-компонента, причем после выполнения нагрузочного теста PWC₁₇₀ процентный вклад

данного компонента увеличивался. Ранее было показано [12], что значения мощности сверхнизкочастотного компонента спектра ВСР (VLF) у профессиональных спортсменов с высокой степенью готовности к риску возрастают после выполнения физической нагрузки. Обнаружена также положительная корреляционная взаимосвязь между готовностью к риску и величиной общей мощности спектра (TP) вариабельности сердечного ритма.

Предполагается, что в процессе своей профессиональной деятельности спортсмены находятся в особом мотивационном состоянии. Структура и функциональное обеспечение такого состояния, по-видимому, носит личностный характер. Внешне целенаправленное поведение субъекта при этом может иметь аддитивную природу [2,5,13]. Риск и агрессия, как поведенческие феномены, имеют сходные механизмы. Спортивная деятельность также реализуется в качестве одной из форм аддитивного поведения. Риск и агрессия детерминированы не только ситуативными факторами, но и во многом предопределены эндогенно-индуцированным паттерном поведения личности.

Показано также, что достижение полезного приспособительного результата текущей деятельности в эксперименте осуществляется при определенном (полезно необходимом) уровне агрессии и готовности к риску. Объективный результат деятельности (уровень физической работоспособности) неоднозначно коррелирует с личностными диспозициями испытуемых. Так, обнаружена отрицательная корреляционная взаимосвязь между индексом агрессии и величиной максимального потребления кислорода, ключевой характеристикой аэробной производительности спортсмена. В то же время между готовностью к риску и индексом агрессии взаимосвязей выявлено не было, таким образом, эти личностные характеристики относительно независимы и вносят различный вклад в результативность поведения.

1. Анохин П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса. М.: Медицина, 1968. 546 с.
2. Хайнд Р. Поведение животных. М.: Мир, 1975. 856 с.
3. Котов А.В. Мотивационно-эмоциональный конфликт в структуре поведенческого акта // Психологический журнал. 1999. Т.20. №6. С.62-71.
4. Альгин А.П. Риск и его роль в общественной жизни. М.: Мысль, 1989. 187 с.
5. Ильин Е.П. Мотивация и мотивы. СПб.: Питер, 2011. 512 с.
6. Макклелланд Д. Мотивация человека. СПб.: Питер, 2007. 672 с.

7. Ухтомский А.А. Доминанта. СПб.: Питер, 2002. 448 с.
8. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В. и др. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) // Вестник аритмологии. 2002. Т.24. С.69.
9. Райгородский Д.Я. Практическая психодиагностика: методики и тесты. М.: Бахрах, 2008. 668 с.
10. Гаврилова Е.А. Спорт, стресс, вариабельность. М.: Спорт, 2015. 167 с.
11. Кудря О.Н. Влияние физических нагрузок разной направленности на вариабельность ритма сердца у спортсменов // Бюллетень сибирской медицины. 2009. №1. С.36-42.
12. Власенко Р.Я., Лосева Т.Н. Риск как самостоятельный компонент системной организации целенаправленной деятельности субъекта // Рос. мед.-биол. вестник им. академика И.П. Павлова. 2014. № 2. С.144-151.
13. Ильин Е.П. Психология риска. СПб.: Питер, 2012. 288 с.

References

1. Anohin P.K. Biologiya i neirofiziologiya uslovnogo refleksa [Biology and neurophysiology of the conditioned reflex]. Moscow, Medicina Publ., 1968, 546 p.
2. Hajnd R. Povedenie zhivotnyh [Animal behavior]. Moscow, Mir Publ., 1975, 856 p.
3. Kotov A.V. Motivacionno-emocional'nyj konflikt v strukture povedencheskogo akta [Motivational and emotional conflict in the structure of a behavioral act]. Psihologicheskij zhurnal, 1999, vol. 20, no.6, pp. 62-71.
4. Al'gin A.P. Risk i ego rol' v obshhestvennoj zhizni [Risk and its role in public life]. Moscow, Mysl' Publ., 1989, 187 p.
5. Il'in E.P. Motivaciya i motivy [Motivation and motives]. Saint Petersburg, Piter Publ., 2011, 512 p.
6. McClelland D. Human motivation. CUP, 1987, 663 p. (Rus. ed.: Saint Petersburg, Piter Publ., 2007, 672 p.).
7. Uhtomskij A.A. Dominanta [Dominant]. Saint Petersburg, Piter Publ., 2002, 448 p.
8. Baevskii R.M., Ivanov G.G., Chireikin L.V. et al. Analiz variabel'nosti serdechnogo ritma pri ispol'zovanii razlichnykh elektrokardiograficheskikh sistem (metodicheskie rekomendatsii) [The heart rate variability analysis under the usage of different electrocardiography systems (Methodical recommendations)]. Journal of arrhythmology, 2002, vol.24. p. 69.
9. Rajgorodskij D.Ya. Prakticheskaja psihodiagnostika: metodiki i testy [Practical Psychodiagnostics: Methods and Tests]. Moscow, Bahrah Publ., 2008, 668 p.
10. Gavrilova E.A. Sport, stress, variabel'nost' [Sport, stress, variability]. Moscow, Sport Publ., 2015. 167 p.
11. Kudrya O.N. Vliyanie fizicheskikh nagruzok raznoj napravlenosti na variabel'nost' ritma serdca u sportsmenov [The influence of the different direction physical tensions for heart rate variability of the sportsmen]. Byulleten' sibirskoj mediciny, 2009, no.1, pp. 36-42.
12. Vlasenko R.Ya., Loseva T.N. Risk kak samostojatel'nyj komponent sistemnoj organizacii celenapravlennoj dejatel'nosti sub'ekta [Risk as system organization independent component of an individual purposeful activity]. I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald, 2014, no.2, pp. 144 – 151.
13. Il'in E.P. Psihologija riska [Psychology of risk]. Saint Petersburg, Piter Publ., 2012, 288 p.