

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕГЕТАТИВНОЙ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У ЛИЦ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫМИ ВИДАМИ СПОРТА

Попова М.А.¹, Мыльченко И.В.², Щербакова А.Э.², Сафин Р.М.²

¹ГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет ХМАО-Югры», Сургут, Россия (628400, ХМАО-Югра, г. Сургут, Ленина, 1), e-mail: m_a_popova@mail.ru

²ГОУ ВПО «Сургутский государственный педагогический университет ХМАО-Югры», Сургут, Россия (628400, ХМАО-Югра, г. Сургут, Артема, 9), e-mail: fortitude88@mail.ru

Настоящее исследование было проведено с целью установления влияния экстремальных видов спорта на показатели функционального состояния вегетативной и центральной нервной системы. Обследовано 126 человек, из которых 76 – спортсмены различной экстремальной специализации (28 - трейсеры, 48 – парашютисты) и 50 человек – лица, не занимающиеся спортом. Для диагностики состояния вегетативной системы изучали показатели variability ритма сердца по результатам кардиоинтервалографии. Показатели состояния центральной нервной системы оценивали с помощью психофизиологических методик. Установлено, что у парашютистов и трейсеров преобладают парасимпатические влияния вегетативной нервной системы в регуляции сердечного ритма. Результаты психофизиологических исследований центральной нервной системы свидетельствуют о более высокой скорости сенсомоторной реакции, процессов реакции различения у трейсеров, чем у парашютистов, и соответствуют подвижному типу высшей нервной деятельности.

Ключевые слова: variability сердечного ритма; экстремальные виды спорта; парашютисты; трейсеры; вегетативная регуляция; психофизиология центральной нервной системы, сенсомоторные реакции.

VEGETATIVE AND CENTRAL NERVOUS SYSTEM FUNCTIONAL CONDITION OF PEOPLE GOING IN FOR EXTREME SPORTS

Popova M.A.¹, Mylchenko I.V.², Shcherbakova A.E.², Safin R.M.²

¹Public Educational Institution of Higher Professional Training «Surgut state university HMAO-Yugra», Surgut, Russia (628400, KMAO-Yugra, Surgut, Lenin, 1) e-mail: m_a_popova@mail.ru

²Public Educational Institution of Higher Professional Training KMAO-Yugra «Surgut state pedagogical university», Surgut, Russia (628400, KMAO-Yugra, Surgut, Artem, 9), e-mail: fortitude88@mail.ru

The current research was conducted for the purpose of establishment of extreme sports influence on indicators of vegetative and central nervous system functional condition. 126 people out of which were athletes of various extreme specialization (28 – tracers, 48 – skydivers) and 50 people who were not going in for sports were surveyed. For vegetative system diagnostics indicators of heart rhythm variability were researched by results of the cardiointervalography. Central nervous system indicators were estimated by means of psycho-physiological techniques. It is established that skydivers have the parasympathetic section of vegetative nervous system in regulation of heart rhythm prevailing. Results of psycho-physiological researches of the central nervous system testify about the prevalence of sensomotor speed of reaction, processes of reaction of tracers' distinction which points at mobile type of the highest nervous activity.

Key words: heart rate variability; extreme sports; neurodynamic indicators; autonomous regulation; psycho-physiology of the central nervous system; tracers, skydivers; sensomotor speed of reaction.

Введение. Адаптация организма к психофункциональным нагрузкам в значительной мере связана с деятельностью сердечно-сосудистой системы. Сердечный ритм является наиболее ярким индикатором отклонений, возникающих в регулирующих системах, которые предшествуют гемодинамическим, метаболическим, энергетическим нарушениям и могут быть наиболее ранними прогностическими признаками нарушения адаптационного процесса при спортивной подготовке [5]. Организм спортсмена по целому ряду признаков можно считать моделью адаптированного организма к мышечным нагрузкам [2; 4-6].

В последнее время отмечается повышение интереса к изучению вопросов диагностики психофизиологического состояния как неотъемлемой части комплексного контроля спортсменов, профессиональная деятельность которых, несомненно, может использоваться для моделирования реальных экстремальных условий [3].

В отличие от циклических и ациклических видов спорта, остаётся малоизученным вопрос о влиянии на вегетативную регуляцию сердечного ритма чрезмерных эмоциональных нагрузок, характерных для спортсменов экстремальных видов спорта, в частности для спортсменов-парашютистов.

В спортивной практике оценка показателей variability ритма сердца (BPC) и центральной нервной системы (ЦНС) позволит подойти к научному прогнозированию физических возможностей спортсменов, решать вопросы отбора для занятий спортом, более рационально строить режим тренировок и контролировать функциональное состояние спортсменов [1; 2; 8].

Методы. Исследование проведено в период с 2010 по 2013 г. на базе научно-исследовательской лаборатории «Здоровый образ жизни и охрана здоровья» в ГОУ ВПО ХМАО-Югры «Сургутский государственный педагогический университет». Общее количество обследованных оставило 124 человек, которые были разделены на 3 группы: 1 группа (n=48) – спортсмены-парашютисты (22,3±0,6 года), 2 группа (n=26) – спортсмены-трейсеры (22,0±0,5 года), 3 группа (n=50) – контрольная группа, которую составили лица, не занимающиеся спортом (22,1±0,2 года). Перед проведением исследования получено информированное согласие всех спортсменов и лиц контрольной группы на обследование.

Кардиоритмографию – спектральный и временной анализ BPC – проводили на электрокардиографе «Поли-Спектр» компании «Нейро-Софт» в соответствии с рекомендациями стандарта «Вариабельность ритма сердца. Стандарт измерения, физиологической интерпретации и клинического исследования» [8]. Оценивали показатели *временного анализа BCP*: средняя длительность интервалов R-R – RRNN, мс; стандартное отклонение интервалов R-R – SDNN, мс; квадратный корень из среднеарифметического значения квадрата разности длительностей последовательных интервалов R-R – RMSSD, мс; доля соседних интервалов R-R, которые различаются более чем на 50 мс – pNN50, %; коэффициент вариации ряда интервалов R-R (CV).

Спектральный анализ ритма сердца рассчитывали по показателям волновой структуры: TP (мс²) – полная мощность спектра колебаний кардиоритма в диапазоне 0,003 до 0,4 Гц; VLF (мс², %) – мощность спектра в диапазоне очень низких частот (0,003-0,04 Гц), LF (мс², п.у, %) – мощность спектра в диапазоне низких частот (0,04-0,15 Гц), HF (мс², п.у, %) –

мощность спектра в диапазоне высоких частот (0,15-0,4 Гц), LF/HF – отношение низкочастотной составляющей спектра к высокочастотной.

Для *математического анализа ВСР* использовали метод вариационной пульсометрии (ВП), предложенный Р.М. Баевским (2002). Оценивали среднее арифметическое значение продолжительности интервала R-R (M , с); среднеквадратическое отклонение продолжительности интервала R-R (СК, c^2); мода (M_o , с) – наиболее часто встречающаяся величина в вариационном ряду интервалов R-R; амплитуда моды (A_{mo} , %); медиана (M_e , с) – среднее значение продолжительности интервала R-R; вариационный размах (ВР, с) – разница между максимальным и минимальным значением R-R; индекс вегетативного равновесия (ИВР); показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР); вегетативный показатель ритма (ВПР); индекс напряжения (ИН). По данным ВСР выделяли лиц с симпатикотонией, парасимпатикотонией, эйтонией.

Изучение особенностей нейродинамических процессов осуществлялось на компьютерном комплексе психофизиологического тестирования «НС-Психотест» компании «Нейро-Софт» в соответствии с рекомендациями стандарта [7]. Психофизиологические особенности изучали по методикам «Простая зрительно-моторная реакция» и «Реакция различения».

Методика **«Простая зрительно-моторная реакция»** (ПЗМР): обследуемому последовательно предъявляются световые сигналы красного цвета. При появлении сигнала необходимо как можно быстрее нажать на соответствующую кнопку, стараясь при этом не допускать ошибок (ошибками считаются преждевременное нажатие кнопки и пропуск сигнала). Световой сигнал подается в достаточно случайные моменты времени. Интервал между сигналами составляет от 0,5 до 2,5 с. Оценка результатов производится на основании среднего значения времени реакции: чем оно меньше, тем выше скорость реагирования и тем более подвижной является нервная система. Результаты по методике ПЗМР позволяют сделать вывод о свойствах и текущем функциональном состоянии центральной нервной системы, что в свою очередь указывает на работоспособность обследуемого, подвижность нервных процессов.

Методика **«Реакция различения»** относится к разряду сложной зрительно-моторной реакции» (СЗМР): в отличие от простой реакции, реакция различения осуществляется на один определенный стимул из нескольких разнообразных стимулов. Поэтому процесс обработки сенсорной информации центральной нервной системой происходит не только по принципу наличия либо отсутствия сигнала, но и по принципу различения сигналов, отбора сигналов определенного цвета из общего их числа и формирования реакции на заданный вид сигнала.

Методика «Реакция различения» предназначена для измерения подвижности нервных процессов в центральной нервной системе (ЦНС). Поскольку результат по данной методике отражает общую подвижность нервных процессов, на которую оказывают влияние физиологические особенности зрительного анализатора и периферической нервной системы, то для диагностики подвижности нервных процессов в ЦНС рекомендуется проводить обследования по данной методике в сочетании с обследованиями по методике ПЗМР. Разность между средним временем реакции различения и средним временем ПЗМР отражает скорость протекания нервных и психических процессов в центральной нервной системе, а именно время переработки сигнала корковым отделом анализатора. Помимо расчета времени сенсомоторной реакции, используемый компьютерный комплекс выдает значения целого ряда показателей, смысл которых напрямую следует из названия: число ошибок опережения, число ошибок выбора цвета, коэффициент точности.

Систематизация материала и статистические расчеты проводились с помощью программы «Statistica 8». Для оценки межгрупповых различий использовали U-критерий Манна-Уитни.

Результаты. Результаты временного и спектрального анализа вегетативной регуляции ритма сердца лиц, занимающихся экстремальными видами спорта, представлены в таблице 1.

Выявлено, что занятия экстремальными видами спорта не однонаправленно влияют на показатели временного анализа SDNN и RMSSD, увеличение которых отражает активацию парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. В группе спортсменов-парашютистов SDNN и RMSSD были достоверно выше, чем у трейсеров ($p=0,03$; $p=0,00$), но не имели статистически значимых различий с лицами, не занимающимися спортом.

Таблица 1

Показатели спектрального и временного анализа вариабельности ритма сердца у спортсменов-парашютистов, спортсменов-трейсеров и лиц, не занимающихся спортом ($M \pm m$)

Показатели	Контроль n=50	Парашютисты n=48	Трейсеры n=26	P ₁₋₂	P ₁₋₃	P ₂₋₃
SDNN, мс	55,34±2,22	56,50±2,54	47,36±3,33	0,72	0,04	0,03
RMSSD, мс	47,70±2,83	50,69±3,09	25,29±1,11	0,47	0,00	0,00
pNN50, %	22,93±2,16	21,50±2,15	24,53±2,22	0,64	0,60	0,33
CV, %	6,43±0,20	6,69±0,30	5,76±0,37	0,45	0,11	0,05
TP, мс ²	3661,67±271,66	3799,47±301,98	3719,96±294,86	0,73	0,88	0,85
VLF, мс ²	1462,63±128,50	1282,11±178,63	1326,78±105,40	0,40	0,41	0,82
LF, мс ²	1025,29±91,40	1285,68±110,47	1113,84±132,64	0,07	0,57	0,32
HF, мс ²	1173,42±116,52	1293,82±145,32	1148,33±128,31	0,51	0,88	0,45
LF/HF	1,25±0,11	1,42±0,15	1,29±0,10	0,36	0,20	0,45

Примечание: здесь и в таблицах 2-3 p – значения статистических различий показателей между группами; контроль – лица, не занимающиеся спортом.

У спортсменов-парашютистов и трейсеров показатели моды (M_0), амплитуды моды (A_{M_0}), индекс вегетативного равновесия (ИВР) и индекс напряжения (ИН) были статистически значимо ниже, чем в контрольной группе, что свидетельствует о снижении симпатической активности при занятиях данным видом спорта. Показатели кардиоинтервалографии лиц, занимающихся парашютным спортом, и трейсеров не имели статистически значимых отличий (табл. 2).

Таблица 2

Показатели вариационной пульсометрии по Р.М. Баевскому у спортсменов-парашютистов, спортсменов-трейсеров и лиц, не занимающихся спортом ($M \pm m$)

Показатели	Контроль n=50	Парашютисты n=48	Трейсеры n=26	P1-2	P1-3	P2-3
Mo, с	0,85±0,02	2,06±1,18	0,79±0,02	0,26	0,01	0,25
AMo, %	39,45±1,12	41,64±2,25	44,97±1,95	0,36	0,01	0,26
BP, с	0,35±0,02	0,42±0,03	0,35±0,04	0,04	0,87	0,16
ИВР, у.е.	135,70±7,79	155,71±16,22	319,31±25,42	0,24	0,00	0,01
ИН, у.е.	83,79±5,60	64,27±6,16	57,92±4,30	0,02	0,00	0,39

Выявлены различия показателей психофизиологического тестирования по простой зрительно-моторной реакции и реакции различения между спортсменами-парашютистами и спортсменами-трейсерами (табл. 3).

Таблица 3

Интегративные показатели результатов психофизиологического тестирования у спортсменов-парашютистов, спортсменов-трейсеров и лиц, не занимающихся спортом ($M \pm m$)

Показатели	Контроль	Парашютисты	Трейсеры	P1-2	P1-3	P2-3
	n=50	n=48	n=26			
ПЗМР, мс	202,16±5,01	205,40±6,05	197,06±3,45	0,07	0,00	0,03
Функциональный уровень нервной системы, у.е.	4,80±0,11	14,72±10,06	4,75±0,10	0,00	0,32	0,00
Уровень функциональных возможностей, у.е.	3,80±0,14	3,60±0,18	3,80±0,14	0,66	0,68	0,42
Реакция различения, мс	286,31±7,34	291,10±11,57	279,20±6,57	0,23	0,38	0,05
Число ошибок опережения, у.е.	0,50±0,26	0,38±0,20	0,96±0,38	0,02	0,00	0,00
Коэффициент точности, у.е.	0,06±0,01	0,04±0,01	0,04±0,0	0,02	0,03	0,48
Число ошибок выбора цвета, у.е.	4,54±0,66	3,44±1,00	3,39±0,43	0,17	0,00	0,00

Установлено, что показатель времени ПЗМР у трейсеров был достоверно ниже, чем у парашютистов ($p=0,03$) и не тренирующихся лиц ($p=0,00$), что согласно маркерам,

заложенным в программе «НС-Психотест», свидетельствует о высокой скорости сенсомоторной реакции, тогда как спортсмены-парашютисты и не тренирующиеся характеризовались средней скоростью сенсомоторной реакции.

Важным показателем, отражающим функциональное состояние нервной системы, является показатель функционального уровня системы (ФУС). Средние значения ФУС у парашютистов соответствовали высокому уровню функционального состояния центральной нервной системы, у трейсеров и не тренирующихся лиц был выявлен средний уровень функционального состояния ЦНС. Установлено, что показатель ФУС у парашютистов достоверно выше, чем у трейсеров и не тренирующихся лиц ($p=0,00$).

При анализе результатов «реакции различения», которая относится к (СЗМР), у спортсменов-трейсеров выявлено преобладание подвижного типа высшей нервной деятельности и более высокая реакция различения по сравнению с парашютистами и не тренирующимися лицами ($p=0,05$).

В контрольной группе не тренирующихся лиц выявлено более высокое количество ошибок опережения в ходе проведения тестирования по методике СЗМР, чем у парашютистов ($p=0,02$) и трейсеров ($p=0,00$), и, как следствие, достоверное снижение точности реакции по коэффициенту точности Уиппла, который определяется соотношением ошибок и правильных нажатий. Выявленные изменения указывают на повышение устойчивости внимания у спортсменов экстремальных видов спорта, более выраженной у трейсеров, чем у парашютистов.

Заключение. Повышение скорости и уменьшение времени выполнения ПЗМР свидетельствует об адекватной реакции ЦНС на тренировочный процесс у спортсменов экстремальных видов спорта, и больше выражено у трейсеров, чем у парашютистов.

При анализе вегетативной регуляции сердечного ритма у парашютистов и трейсеров выявлен парасимпатический тип вегетативной нервной системы. Парасимпатические влияния в большей степени выражены у трейсеров, чем у парашютистов.

По результатам психофизиологического исследования у спортсменов-парашютистов и трейсеров выявлен подвижный тип высшей нервной деятельности, что указывает на высокий уровень функциональных возможностей ЦНС и соответствует высоким требованиям специфики экстремальных видов спорта. Более высокий уровень сенсомоторных реакций выражен у спортсменов-трейсеров, чем у парашютистов.

Комплексное исследование простой зрительно-моторной реакции и показателей функциональных возможностей нервной системы позволяет оценивать состояние адаптационных процессов при подготовке спортсменов экстремальных видов спорта и

осуществлять своевременную коррекцию индивидуального плана подготовки учебно-тренировочных нагрузок.

Список литературы

1. Дидур М.Д., Евдокимова Т.А., Кутузова А.Э. Показатели вариабельности сердечного ритма у спортсменов высокой квалификации // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2009. – № 5. – С. 24-28.
2. Компьютерный комплекс для психофизиологического тестирования НС-Психотест, руководство по эксплуатации НСФТ 010999.001 РЭ. – 2006. – С. 41-60.
3. Михайлов В.М. Вариабельность сердечного ритма: опыт практического применения метода. – Иваново : ИГМА, 2002. – С. 285-297.
4. Панюков М.В., Плотников В.П., Парастаев С.А. Особенности вариабельности сердечного ритма и уровня физического развития у спортсменов-профессионалов и студентов-спортсменов // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2009. – № 6. – С. 13-16.
5. Рябыкина Г.В., Соболев А.В. Вариабельность сердечного ритма : монография. – М. : Оверлей, 2001. – С. 197-207.
6. Сафин Р.М., Попова М.А., Говорухина А.А. и др. Биоинформационный анализ вариабельности сердечного ритма у спортсменов разной направленности тренировочного процесса в Югре // В мире научных открытий. – 2012. – Т. 25, № 1. – С. 62-79.
7. Шиян А.В. Особенности функционального состояния сердечно-сосудистой системы и вегетативного статуса у детей и подростков в процессе онтогенеза : автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Краснодар, 2005. – 23 с.
8. Task Force of the European Society of Cardiology the North American Society of Pacing Electrophysiology. Heart Rate Variability Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use // Circulation. – 1996. - P. 1043-1065.

Рецензенты:

Рагозин Олег Николаевич, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры госпитальной терапии ГБОУ ВПО «Ханты-Мансийская государственная медицинская академия», г. Ханты-Мансийск.

Чумакова Галина Александровна, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры госпитальной и поликлинической терапии ГБОУ ВПО «Алтайский государственный медицинский университет», г. Барнаул.