

АНАЛИЗ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ИССЛЕДОВАНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ, ВЛИЯЮЩИХ НА УЧЕБНО-ПРОФЕССИОНАЛЬНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

М.А. Сорокина

Карагандинский государственный медицинский университет,
межкафедральная физиологическая лаборатория

В статье предложена трехфакторная модель variability сердечного ритма. Рассмотрено приложение трехфакторной модели variability сердечного ритма к исследованию функциональных состояний (утомления, эмоционального напряжения) у участников образовательного процесса в высшей медицинской школе.

Ключевые слова: variability сердечного ритма, функциональное состояние, эмоциональное напряжение, утомление.

Функциональное состояние человека в процессе профессиональной деятельности определяется характеристиками рабочего окружения (включая задачу) и характеристиками самого индивида. При этом существует тесная связь функционального состояния с эффективностью и стабильностью выполнения профессиональных задач, что требует создания эффективных и надежных методов и критериев для прямой оценки и непосредственного контроля функционального состояния человека в процессе его деятельности. Важнейшая задача исследований функционального состояния - это определение тех пороговых значений, за которыми следует ухудшение деятельности человека [1, 2]. Для контроля и оценки функционального состояния человека в процессе его профессиональной деятельности используются как объективные, так и субъективные показатели. К первым можно отнести измерение различных физиологических показателей, видеоконтроль поведения, регистрация частоты коммуникаций и результатов деятельности. К субъективным показателям относятся различные самоотчеты и опросники. Наиболее популярными физиологическими показателями, используемыми для этих целей за последние 30 лет, были измерения сердечно-сосудистой активности [3, 4]. Еще в 1967 году В.В. Парин и Р.М. Баевский сформулировали концепцию, согласно которой анализ физиологических механизмов регуляции сердечного ритма дает возможность получить информацию о функциональном состоянии всего организма [5]. Fahrénberg J., Wientjes C.J.E. оценили сердечно-сосудистые показатели (частота сердечных сокращений, variability сердечного ритма) как наиболее удобные и пригодные для полевых исследований в связи с их надежностью, ненавязчивостью и простотой регистрации [6]. Кроме того, показатели variability сердечного ритма (BCP) быстро реагируют

на изменения уровня психического напряжения [7, 8], которые отражают динамику психической нагрузки.

Рассматривая процесс учебно-профессиональной деятельности, особенно в высшей медицинской школе, можно выделить, по крайней мере, два функциональных состояния, в которых часто находятся участники образовательного процесса: состояние выраженного эмоционального напряжения и утомления [9]. Данные функциональные состояния ухудшают продуктивность и стабильность профессиональной деятельности, отрицательно влияя на психические процессы, что подтверждается результатами исследований [10, 11].

На основании всего выше сказанного целью настоящей работы стало: исследование по показателям variability сердечного ритма особенностей функциональных состояний – эмоционального напряжения и утомления, у участников образовательного процесса высшей медицинской школы.

Материалы и методы

В исследовании приняли участие 356 студентов и преподавателей высшей медицинской школы, в возрасте от 17 до 59 лет. Основным критерием отбора являлось отсутствие соматических и психических заболеваний. Наличие у участников образовательного процесса изучаемых функциональных состояний (эмоционального напряжения или утомления) определялось на основании характеристики ряда психофизиологических параметров (функционального состояния центральной нервной системы, распределения внимания и оперативности мышления) по методикам, реализованным в компьютерной психодиагностической системе «PDS» (Россия, г. Москва). Подробно диагностика данных состояний описана в ранее опубликованных работах [9, 13].

ЭКГ регистрировалась во II стандартном отведении. Исследования проводили утром, в положении лежа, натощак, при температуре комфорта и отсутствии эмоциональных, сенсорных и других дестабилизирующих факторов. Анализ variability сердечного ритма осуществлялся в программе Puls.kz. Программа создана согласно стандартам на измерения, физиологическую интерпретацию и клиническое использование variability сердечного ритма, разработанным рабочей группой Европейского общества кардиологии и Североамериканского общества кардиостимуляции [14], а также учитывает российские методики [15]. Рассчитывали спектральные характеристики variability сердечного ритма. Спектральный анализ позволяет количественно оценить различные частотные составляющие колебаний ритма сердца и наглядно представить соотношения разных компонентов сердечного ритма, отражающих активность определенных звеньев регуляторного механизма. Определяли следующие спектральные компоненты: высокочастотные (HF), низкочастотные (LF), очень низкочастотные (VLF) и ультра низкочастотные (ULF).

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета программ статистической обработки данных «STATISTICA 7.0».

Результаты и их обсуждение

При использовании методов анализа variability сердечного ритма приходится иметь дело с исходными данными высокой размерности, с большим числом регистрируемых показателей. В

данной работе для снижения размерности анализируемого пространства признаков, отбора наиболее информативных показателей проводили выделение факторов с помощью многомерного статистического анализа – факторного анализа и метода главных компонент. По коэффициентам корреляции Пирсона, применяя критерий “каменистой осыпи” Кэттелла и критерий Кайзера, были отобраны 3 наиболее значимые фактора с суммарным накопленным вкладом в дисперсию признаков 79,9%. Для максимизации величин факторных нагрузок на показатели variability сердечного ритма и облегчения содержательной интерпретации, выделенных факторов, предварительно была выполнена процедура вращения факторов методом “Varimax normalized”.

Согласно полученным данным, первый фактор (доля общей дисперсии 53,1%, группирует показатели – ULF и VLF) можно интерпретировать как фактор, характеризующий влияние высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр, он отражает состояние нейро-гуморального и метаболического уровней регуляции [12]. Второй фактор (доля общей дисперсии 17,3%) сгруппировал показатели высокочастотного диапазона (HF): суммарную, пиковую и среднюю мощности. Данный фактор характеризует парасимпатические (трофотропные) влияния на сердечно-сосудистую систему [15]. Третий фактор (доля общей дисперсии 9,5%) имел высокую положительную нагрузку с показателем LF (таблица 1) и преимущественно отражает барорецепторный механизм, локализованный на уровне ствола мозга [15].

Таблица 1 – Факторные нагрузки на показатели спектрального анализа variability сердечного ритма

Показатель	Факторы		
	1	2	3
возраст	-0,08	-0,01	-0,39
пол	-0,14	-0,17	0,52
суммарная мощность высокочастотного диапазона (HF), mc^2	0,21	0,95	0,13
суммарная мощность низкочастотного диапазона (LF), mc^2	0,49	0,45	0,70
суммарная мощность очень низкочастотного диапазона (VLF), mc^2	0,82	0,19	0,38
суммарная мощность ультра низкочастотного диапазона (ULF), mc^2	0,93	0,10	-0,01
пиковая мощность высокочастотного диапазона (HFmx), $mc^2/Гц$	0,02	0,95	-0,05
пиковая мощность низкочастотного диапазона (LFmx), $mc^2/Гц$	0,40	0,44	0,71
пиковая мощность очень низкочастотного диапазона VLFmx, $mc^2/Гц$	0,84	0,17	0,32
пиковая мощность ультра низкочастотного диапазона ULFmx, $mc^2/Гц$	0,95	0,11	0,01
средняя мощность высокочастотного диапазона (HFav), mc^2	0,19	0,95	0,11
средняя мощность низкочастотного диапазона (LFav), mc^2	0,48	0,45	0,71
средняя мощность очень низкочастотного диапазона (VLFav), mc^2	0,81	0,19	0,39
средняя мощность ультра низкочастотного диапазона (ULFav), mc^2	0,93	0,11	-0,01

Примечание: жирным шрифтом выделены значимые коэффициенты корреляции Пирсона (>0,7)

Охарактеризуем факторы: 1 фактор центральных эрготропных влияний (отражает активность надсегментарных эрготропных структур), 2 фактор трофотропных влияний (отражает активность парасимпатических структур) и 3 фактор сегментарных влияний (активность сегментарных структур, и возможно, метасимпатической нервной системы). 1-й и 2-й факторы являются оппозиционными по содержанию. 1-й и 3-й факторы отражают симпатическую активность, но принципиально различаются по степени влияния на синусовый узел. Вместе с тем существует предположение, что 3-й фактор не является в прямом смысле самостоятельным и зависит от активности 1-го и 2-го факторов, что в целом отражает центральную субординацию сегментарного отдела и, в том числе, метасимпатической нервной системы.

На следующем этапе работы оценивали выраженность полученных факторов у участников образовательного процесса. Были выявлены достоверные различия в факторной структуре у лиц, отличающихся по функциональному состоянию (рисунок 1).

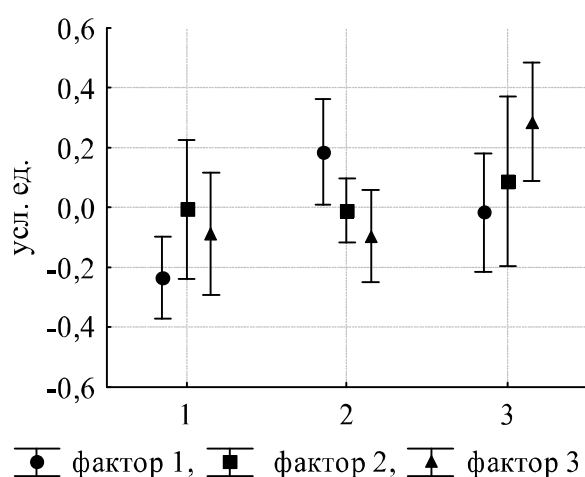


Рисунок 1 – Средние значения выделенных факторов (с 95% доверительными интервалами) у лиц с разным функциональным состоянием группы: 1 – с оптимальным психофизиологическим состоянием, 2 – с утомлением, 3 – с эмоциональным напряжением

Как видно из данных представленных на рисунке 1 в сравнении с группой, имеющей оптимальное психофизиологическое состояние, группа с функциональным состоянием “утомление” достоверно ($p < 0,05$) отличалась более высокой активностью надсегментарных структур головного мозга в управлении сердечным ритмом (по фактору 1). В группе с функциональным состоянием “утомление” наблюдалась адаптивная мобилизация энергетических и метаболических резервов организма, в ответ на высокую или длительную психическую нагрузку,

которая привела к потере энергетических ресурсов, необходимых для выполнения психических задач. Другими словами мобилизацию функциональных резервов в данном случае можно рассматривать как один из результатов деятельности регуляторных систем по обеспечению защиты организма от неблагоприятных воздействий.

В отношении группы с функциональным состоянием “эмоциональное напряжение” была выявлена другая картина изменений вегетативной регуляции. Наблюдался рост активности вазомоторного центра (достоверное увеличение фактора 3), что, скорее всего, указывало на возможную адаптационную перенастройку сосудистой регуляции.

Заключение

Предложена трехфакторная модель вегетативной регуляции, которую можно использовать в практических целях. Показано ее применение для оценки степени активности и вовлеченности надсегментарных симпатических и парасимпатических структур, а также сегментарного контура управления в процесс индивидуальной адаптации при таких функциональных состояниях как утомление и эмоциональное напряжение.

Литература

1. de Waard D. The measurement of drivers' mental workload. Traffic Research Centre. The Netherlands: University of Groningen. 1996. - 198 p.
2. Wierwille W.W., Eggemeier F.T. Recommendation for mental workload measurement in a test and evaluation environment // Human Factors. - 1993. - V. 35. - № 2. - P. 263-281.
3. Prinzel L.J., Parasuraman R., Freeman F.G., Scerbo M.W., Mikulka P.J., Pope A.T. Three experiments examining the use of electroencephalogram, event-related potentials, and heart-rate variability for real-time human-centered adaptive automation design. NASA TP-2003-212442. Hampton, VA: NASA Langley Research Center. 2003. - 70 p.
4. Wilson G.F. In-flight psychophysiological monitoring / Fahrenberg J., Myrtek M. (Eds.) Progress in ambulatory monitoring. Seattle, WA: Hogrefe & Huber. 2001. - P. 435-454.
5. Парин В.В., Баяевский Р.М., Волков Ю.Н., Газенко О.Г. Космическая кардиология. Л.: Медицина, 1967. - 206 С.
6. Fahrenberg J., Wientjes C.J.E. Recording methods in applied environments // Bachs R.W., Boucsein W. (Eds.) Engineering psychology: Issues and applications. London: Lawrence Erlbaum Associates, 2000. - P. 111-136.
7. Jorna P.G. Heart rate and workload variations

in actual and simulated flight // Ergonomics, 1993. - V. 36. - № 9. - P. 1043-1054.

8. Kramer A.F. Physiological metrics of mental workload: A review of recent progress // Damos D.L. (Ed.) Multiple-Task performance. London: Taylor and Francis. 1991. - P. 279-328.

9. Сорокина М.А., Мациевская Л.Л. Модель системного подхода к изучению нарушений психической адаптации у участников образовательного процесса в медицинском ВУЗе // Вопросы ментальной медицины и экологии. - 2008. - № 3 - С. 72-75.

10. Brookhuis K.A., de Waard D. The use of psychophysiology to assess driver status. Ergonomics. - 1993. - V.36(9). - P. 1099-1110.

11. Eggemeier F.T. Properties of workload assessment techniques. Hancock P.A., Meshkati N. (Eds.) Human mental workload. North-Holland: Elsevier Science Publishers, 1988. - P. 41-62.

12. Хаспекова Н.Б., Алиева Х.К., Дюкова Г.М. Оценка симпатических и парасимпатических механизмов регуляции при вегетативных пароксизмах // Советская медицина. - 1989. - № 9. - С. 25-28.

13. Сорокина М.А. Оценка психофизиологического потенциала участников образовательного процесса в высшей школе // Фундаментальные исследования. - 2009. - №2 - С.100-102.

14. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use // Task Force of the European Society of cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology: Membership of the task Force listed in the Appendix // Eur. Heart J. - 1996. - Vol.17. - P.334-381.

15. Баевский Р.М. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем // Вестник аритмологии. - 2001. - №24. - С. 65-87.

Жүрек ырғағының вариабельділігінің функционалдык калыпқа талдау зерттеулеріндегі оқу- кәсіптік қызметтің әсері

М.А. Сорокина

Баяндамада үш факторлы жүрек ырғағының вариабельділік нұсқасы берілген. Қызметтік калыпты зерттеу барысында жоғары медициналық мектеп қатысушыларының функционалдык калыптарының (қажу, эмоционалды қысым) үш факторлы жүрек ырғағының вариабельділік қосымшасы қарастырылды.

Түйінді ұғымдар: жүрек ырғағының вариабельділігі, функционалдык калып, эмоционалдык қысым, қажу.

Analysis of HRV in investigation of functional states, affecting to educational and professional activity

М.А. Сорокина

In present article proposed three-factor analysis of HRV. Application of three-factor model of HRV to investigation functional states (fatigue, emotional tension) of participants of educational process in high medical school was considered

Key words: heart rate variability, functional state, emotional tension, fatigue.

УДК: 613.203

АНАЛИЗ СРЕДНЕСУТОЧНЫХ РАЦИОНОВ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА ГОРОДА КАРАГАНДЫ

С.П. Терёхин, С.В. Ахметова, Е.В. Мацук

Карагандинский государственный медицинский университет, кафедра гигиена №1

В статье представлены результаты оценки фактического питания детей, посещающих муниципальные дошкольные образовательные учреждения города Караганды. Показано, что питание дошкольников Караганды неполноценно по основным нутриентам и энергетической ценности. Отмечается дисбаланс по поступлению большинства микронутриентов (витаминов и минералов). Выявленные нарушения характерны как для рационов детских учреждений, так и для питания в домашних условиях.

Ключевые слова: энергетическая ценность, суточный рацион, фактическое питание дошкольников, домашнее питание.