



Механизмы вегетативного обеспечения целенаправленной деятельности у здоровых людей и больных эпилепсией

Р. А. Зорин, В. А. Жаднов, М. М. Лапкин, Н. А. Куликова

Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова

Цель исследования: сравнительный анализ особенностей вегетативного обеспечения целенаправленной деятельности и изменений косвенных показателей газового гомеостаза у практически здоровых лиц и больных эпилепсией для оценки эффективности моделируемой целенаправленной деятельности и состояния адаптационных резервов в данных группах.

Дизайн: экспериментальное сравнительное рандомизированное исследование.

Материалы и методы. Обследованы 54 практически здоровых человека и 134 пациента с эпилепсией. Применяли анализ variability сердечного ритма, спирометробиографию, капнографию, статистические методы, моделирование при помощи технологии искусственных нейронных сетей.

Результаты. По показателям теста Шульце — Горбова выявлена гетерогенность групп практически здоровых лиц и больных эпилепсией; в каждой группе выделены высоко- и низкорезультативные подгруппы. Показано, что низкая результативность деятельности при эпилепсии ассоциирована с большими средним общим числом приступов и средним числом сложных парциальных приступов за месяц. У больных эпилепсией с низкой результативностью деятельности обнаружены более высокий уровень активности стресс-реализующих систем, большая сопряженность кардиореспираторных механизмов и непрямым показателям газового гомеостаза, а также влияние данных механизмов и показателей на результативность деятельности.

Заключение. Снижение эффективности деятельности у пациентов с эпилепсией обусловлено не только ее недостаточной результативностью, но и увеличением физиологической стоимости.

Ключевые слова: эпилепсия, вегетативное обеспечение деятельности, газовый гомеостазис, физиологическая стоимость деятельности.

Autonomic Mechanisms Underlying Goal-Directed Activity in Healthy People and Epileptic Patients

R. A. Zorin, V. A. Zhdanov, M. M. Lapkin, N. A. Kulikova

I. P. Pavlov Ryazan State Medical University

Study Objective: To carry out a comparative analysis of autonomic mechanisms underlying goal-directed activity and changes in indirect measures of gas homeostasis in apparently healthy people and epileptic patients, in order to assess the effectiveness of the goal-directed activity being modelled and the adaptive potential of these groups of subjects.

Study Design: This was an experimental, comparative, randomized study.

Materials and Methods: Fifty-four apparently healthy people and 134 epileptic patients were examined. The study methods included analysis of heart rate variability, spirometry combined with basal metabolic measurements, capnography, statistical methods, and artificial neural network modelling.

Study Results: The Schulte-Gorbov tables scores showed that the groups of apparently healthy people and epileptic patients were heterogeneous; each group had subgroups of good and poor performers. The study showed that in epileptic patients poor performance was associated with a higher mean total number of seizures and a higher mean number of complex partial-onset seizures per month. In the epilepsy group, poor performers showed higher activity of stress-mediating systems and stronger relationships between cardiorespiratory mechanisms and the indirect measures of gas homeostasis. It was also shown that in this subgroup, these mechanisms and parameters had more influence on performance than in other subgroups.

Conclusion: In epileptic patients, reduced effectiveness is explained not only by inadequate performance but also by its increased physiological cost.

Keywords: epilepsy, autonomic mechanisms underlying activity, gas homeostasis, physiological cost of activity.

Механизмы вегетативного обеспечения — одни из ведущих в реализации целенаправленной деятельности, как в норме, так и при патологии [2, 10, 12], при этом особую роль играют кардиореспираторные отношения, отражающие баланс активности стресс-реализующих и стресс-лимитирующих структур [5, 9, 12]. Особенностью кардиореспираторных механизмов является их значительное влияние на динамические показатели газового гомеостаза с возможностью возникновения гомеокинетических реакций

как в процессе кратковременных нагрузок, так и при долговременной адаптации [2, 14]. Показаны изменения в деятельности автономной (вегетативной) нервной системы при эпилепсии, особенно при височной локализации эпилептического очага, дезорганизирующего функционирование структур лимбико-ретикулярного комплекса. Выявлены также специфические изменения вегетативной реактивности у больных с фокальными и генерализованными формами эпилепсии, отражающие особенности эрготропного обеспечения

Жаднов Владимир Алексеевич — д. м. н., профессор, заведующий кафедрой неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики ФГБОУ ВО «РязГМУ им. акад. И. П. Павлова» Минздрава России. 390039, г. Рязань, ул. Интернациональная, д. 3а. E-mail: vladimir.zhdanov@mail.ru

Зорин Роман Александрович — к. м. н., ассистент кафедры неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики ФГБОУ ВО «РязГМУ им. акад. И. П. Павлова» Минздрава России. 390039, г. Рязань, ул. Интернациональная, д. 3а. E-mail: zorin.ra30091980@mail.ru

Куликова Наталья Анатольевна — к. б. н., доцент кафедры нормальной физиологии с курсом психофизиологии ФГБОУ ВО «РязГМУ им. акад. И. П. Павлова» Минздрава России. 390000, г. Рязань, ул. Полонского, д. 13. E-mail: Torikula62@yandex.ru

Лапкин Михаил Михайлович — д. м. н., профессор, заведующий кафедрой нормальной физиологии с курсом психофизиологии ФГБОУ ВО «РязГМУ им. акад. И. П. Павлова» Минздрава России. 390000, г. Рязань, ул. Полонского, д. 13. E-mail: lapkin_rm@mail.ru



деятельности [7, 8]. Актуальным является сравнительный анализ механизмов вегетативного обеспечения поведения в норме и при патологии для определения эффективности деятельности и оценки состояния адаптационных резервов у больных с различным течением заболевания [3, 6, 11].

Цель исследования: сравнительный анализ особенностей вегетативного обеспечения целенаправленной деятельности и изменений косвенных показателей газового гомеостаза у практически здоровых лиц и больных эпилепсией для оценки эффективности моделируемой целенаправленной деятельности и состояния адаптационных резервов в данных группах.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работу выполняли на базе Рязанского государственного медицинского университета имени академика И. П. Павлова Минздрава России с 2011 по 2015 г. Исследование было сравнительным и экспериментальным.

Обследованы 54 практически здоровых человека: 39 мужчин и 15 женщин (средний возраст — $33,1 \pm 1,24$ года) — и 134 пациента с эпилепсией: 75 мужчин и 59 женщин (средний возраст — $36,4 \pm 1,23$ года).

Критерий включения в исследование для группы практически здоровых лиц — возраст от 18 до 75 лет. Критерии исключения:

- заболевания дыхательной системы;
- нарушения сердечного ритма и сердечная недостаточность;
- неврологические заболевания, в том числе эпилепсия;
- беременность.

Критерии включения в исследование для группы больных эпилепсией:

- возраст от 18 до 75 лет;
- установленный диагноз идиопатической, симптоматической или криптогенной эпилепсии;
- эпилептические приступы, сохранявшиеся в течение полугода, предшествовавшего исследованию.

Критерии исключения:

- беременность;
- выраженные когнитивные нарушения, препятствующие выполнению тестовых заданий;
- заболевания дыхательной системы;
- нарушения сердечного ритма и сердечная недостаточность.

У пациентов с эпилепсией оценивали среднее общее число приступов, количество сложных парциальных приступов за месяц (в течение 1 года), а также число первично и вторично генерализованных приступов.

Целенаправленную деятельность моделировали при помощи теста Шульте — Горбова (выбор различающихся по цвету чисел, случайно расположенных на экране монитора, в порядке возрастания и убывания) с применением программы «НС-Психотест» (ООО «Нейрософт», г. Иваново); оценивали среднее время выбора чисел, среднее время до и после ошибки и среднее число ошибок. Показатели теста Шульте — Горбова использовали для распределения испытуемых на подгруппы.

Особенности вегетативной регуляции изучали методом анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР) при помощи прибора «Варикард 2.51» и программы «Иским 6.0» (ООО «Институт внедрения новых медицинских технологий “Рамена”», г. Рязань). Анализировали показатели вариабельности динамического ряда кардиоинтервалов (ЧСС, среднее квадратичное отклонение ряда R-R-интервалов (СКО), стресс-индекс,

или индекс напряжения (ИН), данные спектрального анализа ВСР: мощность спектра высокочастотного (HF), низкочастотного (LF) и очень низкочастотного (VLF) компонентов). Изменения газового гомеостаза и энергозатраты оценивали косвенно при помощи спирометалографа Fitmate (Cosmed, Италия) и ультразвукового капнографа КП-01 (ОАО «Еламед», Рязанская обл., г. Елахма). Определяли показатели легочной вентиляции: объем выдоха, ЧДД, содержание кислорода в выдыхаемом воздухе (VO_2) и содержание углекислого газа в выдыхаемом воздухе ($EtCO_2$), а также уровень энергозатрат.

Статистическую обработку данных выполняли при помощи пакета программ Statistica 10.0 (Dell, Statsoft, США). Подгруппы пациентов выделяли методом кластерного анализа с определением числа подгрупп посредством иерархического анализа. Метод k-средних использовали для изучения различий между кластерами и идентификации их элементов, дисперсионный анализ с применением непараметрического критерия Краскела — Уоллиса (H) — для оценки различий между показателями кластеров. Две независимые выборки сравнивали с помощью критерия Манна — Уитни (U), различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$ [1]. Для описательной характеристики подгрупп пациентов рассчитывали медиану (Me), верхний (UQ) и нижний (LQ) квартили.

Применение пакета программ Statistica 10.0 позволило решить задачу классификации исследуемых на кластеры на основе физиологических показателей как для практически здоровых лиц, так и для больных эпилепсией; были выделены прогностически значимые факторы (предикторы) в подгруппах. В качестве показателей эффективности работы искусственных нейронных сетей (ИНС) использовали уровень ошибки, производительность, а также результаты решения задачи классификации [13].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Методом кластерного анализа на основании показателей теста Шульте — Горбова пациентов с эпилепсией разделили на две подгруппы: 80 человек вошли в первую подгруппу и 54 человека — во вторую. В *таблице 1* представлена сравнительная характеристика показателей теста Шульте — Горбова в группе практически здоровых лиц и в подгруппах больных эпилепсией.

Выявлены статистически значимые различия между группой практически здоровых лиц и обеими подгруппами больных эпилепсией. При этом во второй подгруппе больных зафиксированы статистически значимо большие время выбора, время до и после ошибки и число ошибок, чем в первой подгруппе.

Важно, что различия между кластерами больных эпилепсией, выделенными на основе показателей результативности деятельности, прослеживались и по клиническим проявлениям. Во второй подгруппе обнаружены статистически значимо большие среднее общее число эпилептических приступов (в первой подгруппе больных эпилепсией $Me = 40,2$, во второй $Me = 61,7$; $U = 808,5$; $p = 0,049$) и среднее число сложных парциальных приступов в месяц, рассчитанное за период наблюдения (в первой подгруппе $Me = 0,5$, во второй $Me = 1,5$; $U = 756,0$; $p = 0,039$).

Дополнительно в группе практически здоровых людей методом кластерного анализа были выделены две подгруппы, которые статистически значимо различались по среднему времени перед ошибочным ответом и среднему числу ошибок. Показатели среднего времени перед ошибочным

Показатели теста Шульце — Горбова у участников исследования, Me (LQ–UQ)

Показатели	Здоровые	Эпилепсия 1	Эпилепсия 2	Н	Р
Среднее время выбора, с	1,27 (1,09–1,36)	1,55 (1,25–2,02)*	2,14 (1,71–2,79)*, **	49,1	0,0001
Время после ошибки, с	0,09 (0,08–0,11)	0,22 (0–0,88)*	1,52 (0,59–2,62)*, **	47,8	0,0001
Время до ошибки, с	0,20 (0,01–0,60)	0,09 (0–0,37)*	0,55 (0,23–1,57)*, **	28,0	0,0001
Среднее число ошибок	1,50 (0–3,50)	0,30 (0–1,00)*	4,50 (3,00–5,00)*, **	76,5	0,0001

Примечания.

1. Здесь и в таблице 2 знаком (*) отмечены статистически значимые отличия: (*) — от группы здоровых лиц ($p < 0,05$), (**) — от первой подгруппы больных эпилепсией ($p < 0,05$).

2. Величина Р указана для проверки гипотезы о влиянии фактора «группа» на величину параметра методом дисперсионного однофакторного анализа, основанного на рангах, при помощи критерия Краскела — Уоллеса (Н).

ответом: в первой подгруппе здоровых (31 человек) — 0,07 (0–0,22) с, во второй подгруппе (23 человека) — 0,50 (0,20–1,01) с; $U = 199,5$; $p = 0,0005$. Характеристики среднего числа ошибок: в первой подгруппе здоровых — 0 (0–1,0), во второй подгруппе — 3,5 (2,0–7,5); $U = 5,0$; $p = 0,00001$. Статистически значимых различий по среднему времени выбора и среднему времени после ошибочного ответа не было.

При изучении показателей ВСП выявлены значимые отличия больных эпилепсией второй подгруппы от первой и от

группы здоровых лиц: более высокий ИН, более низкий уровень варибельности динамического ряда R-R-интервалов (по показателю СК0) и сниженная мощность диапазонов спектра ВСП как в исходном состоянии, так и при когнитивной нагрузке (табл. 2).

При исследовании результатов спирометабографии у пациентов с эпилепсией определен статистически значимо более высокий уровень энергозатрат после функциональной нагрузки: после когнитивной нагрузки

Показатели варибельности сердечного ритма у участников исследования, Me (LQ–UQ)

Показатели	Здоровые	Эпилепсия 1	Эпилепсия 2	Н	Р
Среднее квадратичное отклонение ряда R-R-интервалов (фоновая запись), мс	51 (35–51)	31 (22–41)	24 (19–31)*, **	40,7	0,001
Индекс напряжения (фоновая запись), усл. ед.	103 (57–103)	301 (150–607)	442 (313–707)*, **	42,4	0,001
Мощность спектра высокочастотного компонента варибельности сердечного ритма (фоновая запись), мс ²	816 (188–816)	281 (99–532)	104 (58–279)*, **	25,2	0,001
Мощность спектра низкочастотного компонента варибельности сердечного ритма (фоновая запись), мс ²	592 (329–592)	294 (112–533)	159 (67–251)*, **	39,5	0,001
Мощность спектра очень низкочастотного компонента варибельности сердечного ритма (фоновая запись), мс ²	260 (141–260)	133 (85–228)	95 (52–179)*, **	21,9	0,001
Среднее квадратичное отклонение ряда R-R-интервалов (когнитивная нагрузка), мс	39 (27–52)	31 (23–43)	29 (20–35)*, **	15,3	0,005
Индекс напряжения (когнитивная нагрузка), усл. ед.	173 (83–302)	348 (175–651)	445 (237–705)*, **	22,4	0,001
Мощность спектра высокочастотного компонента варибельности сердечного ритма (когнитивная нагрузка), мс ²	259 (78–927)	169 (64–358)	117 (35–266)*, **	7,7	0,0214
Мощность спектра низкочастотного компонента варибельности сердечного ритма (когнитивная нагрузка), мс ²	538 (267–1011)	307 (164–541)	188 (95–317)*, **	16,7	0,0002
Мощность спектра очень низкочастотного компонента варибельности сердечного ритма (когнитивная нагрузка), мс ²	248 (120–378)	123 (76–241)	118 (49–181)*, **	15,4	0,0005

Примечание. Величина Р указана для проверки гипотезы о влиянии фактора (предиктора) «группа» на исследуемые показатели методом дисперсионного анализа при помощи критерия Краскела — Уоллеса (Н), т. е. характеризует статистически значимое влияние данного фактора на изучаемые показатели в группах в целом.

у здоровых лиц — 12,8 (10,5–18,1) кал/мин/кг, в первой подгруппе больных эпилепсией — 16,6 (13,3–19,3) кал/мин/кг, во второй подгруппе больных — 16,0 (14,0–19,6) кал/мин/кг (для обеих групп пациентов $N = 6,6$; $p = 0,037$).

Значимых различий по данным капнографии не выявлено.

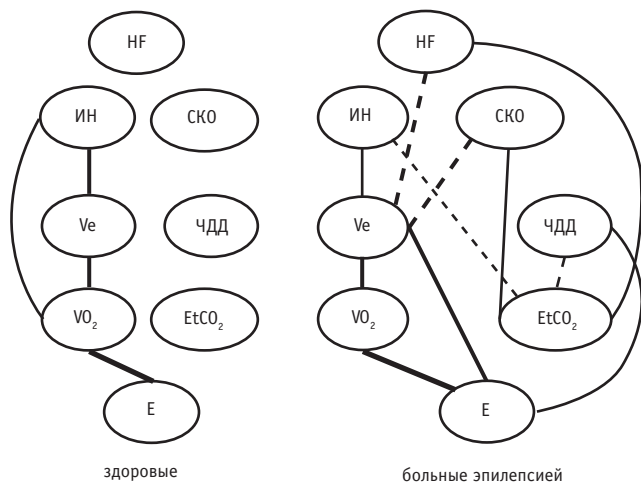
Для исследования взаимоотношения показателей проводили парный линейный корреляционный анализ. Его результаты представлены в виде графических моделей (рис. 1).

При анализе парных корреляций привлекает внимание большее число корреляций между различными группами показателей у больных эпилепсией, в частности между характеристиками активности сегментарного контура вегетативной регуляции, дыхательных эффекторов и газового гомеостаза. В группе практически здоровых лиц связи более однородны и в целом отражают закономерные взаимодействия механизмов вегетативной регуляции

Рис. 1. Графические модели парных линейных корреляций между показателями.

Примечания.

1. Сплошная линия — положительная корреляция, штриховая линия — отрицательная корреляция, толщина линий соответствует силе корреляций.
2. ЧДД — частота дыхательных движений, E — уровень энергозатрат, EtCO₂ — содержание углекислого газа в выдыхаемом воздухе, HF — мощность спектра высокочастотного компонента вариабельности сердечного ритма; СКО — среднее квадратичное отклонение ряда R-R-интервалов; ИИ — индекс напряжения; Ve — объем выдоха; VO₂ — содержание кислорода в выдыхаемом воздухе



с дыхательными эффекторами, показателями газового гомеостаза и энергозатратами.

Влияние изучаемых показателей на результативность моделируемой деятельности оценивали с применением технологии построения ИНС. ИНС создавали с использованием генетического алгоритма отбора наиболее значимых показателей из представленного набора с определением ранга их значимости для классификации на основе показателей чувствительности.

На рисунке 2 приведена ИНС с оптимальными характеристиками для решения задачи классификации группы практически здоровых лиц на подгруппы с различной результативностью деятельности (ИНС № 1). В таблице 3 представлены результаты обучения и тестирования ИНС № 1 при решении задачи классификации испытуемых на подгруппы.

ИНС, направленная на решение задачи классификации больных эпилепсией на подгруппы в зависимости от эффективности моделируемой целенаправленной деятельности (ИНС № 2), представляла сеть на радиальных базисных функциях с 10 входными нейронами, 49 нейронами в скрытом

Рис. 2. Искусственная нейронная сеть № 1, осуществлявшая задачу классификации группы практически здоровых лиц на подгруппы по показателям результативности деятельности (многослойный персептрон, число входных нейронов — 11, число нейронов скрытого слоя — 6, производительность — 0,954)

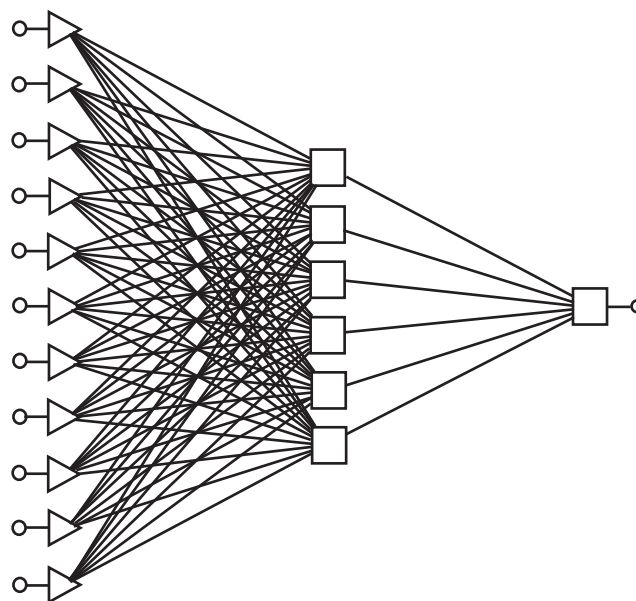


Таблица 3

Решение задачи классификации группы практически здоровых лиц на подгруппы с разной результативностью деятельности при помощи искусственной нейронной сети № 1

Результаты	Обучающая выборка		Тестовая выборка	
	здоровые 1	здоровые 2	здоровые 1	здоровые 2
Общее число испытуемых	15	11	16	12
Верные решения	15	10	14	10
Неверные решения	0	1	2	2
Доля ошибок, %	0	9,1	12,5	16,7

слое и одним выходным нейроном. В *таблице 4* приведены результаты работы ИНС № 2.

В *таблице 5* представлены показатели, использованные ИНС № 1 и ИНС № 2 для решения задачи классификации, в порядке убывания их значимости.

При анализе значимости в прогнозе результативности деятельности выделены следующие подгруппы показателей:

- характеристики различных контуров регуляции ВСП (HF, LF, VLF);
- показатели деятельности сегментарного контура автономной нервной системы (ИН, СКО);
- показатели деятельности дыхательных эффекторов (ЧДД, объем выдоха);
- не прямые характеристики газового гомеостаза (VO_2 , $EtCO_2$);
- характеристики уровня энерготрат (E).

Для корректной оценки значимости показателей были определены средние значения рангов данных подгрупп, при этом наименьшее среднее значение ранга соответствовало большей значимости. Для здоровых людей самыми значимыми были характеристики контуров регуляции ВСП (среднее значение ранга — 5,0) и показатели не прямых характеристик газового гомеостаза (среднее значение ранга — 5,3).

У больных эпилепсией главную роль в прогнозировании по среднему значению рангового показателя играли характеристики дыхательных эффекторных механизмов и деятельности сегментарного отдела автономной нервной

системы (средний ранг для обеих групп показателей — 4,0), т. е. механизмы кардиореспираторного взаимодействия.

ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе реализации поставленных целей проводили моделирование целенаправленной деятельности с оценкой активности механизмов вегетативного обеспечения, не прямых показателей газового гомеостаза и энерготрат. Эффективное решение задачи кластеризации отражает гетерогенность исследуемых по показателям результативности деятельности, при этом во второй подгруппе больных эпилепсией зафиксированы статистически значимо более низкие показатели результативности по сравнению как с практически здоровыми лицами, так и с участниками первой подгруппы больных эпилепсией. Аналогичным образом в группе здоровых людей выделены подгруппы с различной результативностью деятельности, подгруппа «низкорезультативных» лиц характеризуется бóльшим временем выбора перед ошибочным ответом и бóльшим числом ошибок.

При анализе особенностей механизмов вегетативного обеспечения деятельности по данным исследования ВСП в подгруппе больных эпилепсией с низкой результативностью деятельности выявлены более высокий уровень активации сегментарных механизмов симпатического отдела автономной нервной системы и меньшая мощность регуляторных влияний. У больных эпилепсией определяются бóльшие энерготраты после когнитивной нагрузки

Таблица 4

Решение задачи классификации группы больных эпилепсией на подгруппы с разной результативностью деятельности при помощи искусственной нейронной сети № 2

Результаты	Обучающая выборка		Тестовая выборка	
	эпилепсия 1	эпилепсия 2	эпилепсия 1	эпилепсия 2
Общее число испытуемых	40	27	40	27
Верные решения	40	27	35	24
Неверные решения	0	0	5	3
Доля ошибок, %	0	0	12,5	11,1

Таблица 5

Ранжированный список показателей, отобранных искусственными нейронными сетями для решения задачи классификации

Ранг	Здоровые	Пациенты с эпилепсией
1	Частота дыхательных движений	Частота сердечных сокращений
2	Мощность спектра очень низкочастотного компонента variability сердечного ритма	Индекс напряжения
3	Мощность спектра низкочастотного компонента variability сердечного ритма	Объем выдоха
4	Содержание кислорода в выдыхаемом воздухе	Содержание кислорода в выдыхаемом воздухе
5	Содержание углекислого газа в выдыхаемом воздухе	Частота дыхательных движений
6	Индекс напряжения	Содержание углекислого газа в выдыхаемом воздухе
7	Уровень энерготрат	Уровень энерготрат
8	Объем выдоха	Мощность спектра очень низкочастотного компонента variability сердечного ритма
9	Частота сердечных сокращений	Среднее квадратичное отклонение ряда R-R-интервалов
10	Мощность спектра высокочастотного компонента variability сердечного ритма	Мощность спектра низкочастотного компонента variability сердечного ритма
11	Среднее квадратичное отклонение ряда R-R-интервалов	—

по сравнению со здоровыми людьми. В совокупности данные факты указывают на более высокий уровень активации стресс-реализующих механизмов у больных эпилепсией и снижение их адаптационного потенциала [3, 4].

Анализ взаимосвязи исследуемых показателей продемонстрировал определенную структуру внутрисистемных отношений в подгруппах. При этом у практически здоровых лиц выявлены парные линейные корреляции, характеризующие взаимосвязь активности сегментарного уровня автономной нервной системы и легочной вентиляции, а также обнаружены закономерные взаимосвязи уровня легочной вентиляции, объема выдыхаемого кислорода и энерготрат. У пациентов с эпилепсией взаимосвязи имеют более сложный вид: определена большая сопряженность деятельности сегментарного отдела вегетативной нервной системы и дыхательных эффекторов, установлены тесные взаимосвязи кардиореспираторных механизмов с непрямими характеристиками газового гомеостаза. Это, на наш взгляд, говорит о значительно более высокой физиологической стоимости деятельности у больных эпилепсией, чем у здоровых участников эксперимента, что свидетельствует о снижении у них адаптационных резервов.

ЛИТЕРАТУРА


1. Боев В. М., Борщук Е. Л., Екимов А. К., Бегун Д. Н. Руководство по обеспечению решения медико-биологических задач с применением программы Statistica 10.0. Оренбург: Южный Урал, 2014. 205 с.
2. Бяловский Ю. Ю. Условный дыхательный рефлекс на увеличенное сопротивление дыханию как экспериментальная модель адаптивной деятельности // Рос. мед.-биол. вестн. им. акад. И. П. Павлова. 2012. № 2. С. 77–86.
3. Глухов Д. В., Михайлин Н. Н., Жовнерчук Е. В. Профессиональная надежность офицеров оперативного управления под воздействием информационного стресса // Психич. здоровье. 2011. Т. 9. № 5 (60). С. 70–73.
4. Григорьев А. И., Баевский Р. М. Концепция здоровья и проблема нормы в космической медицине. М.: Слово, 2001. 96 с.
5. Дорохов Е. В., Горбатенко Н. П., Яковлев В. Н., Япрынцева О. А. Системный анализ variability сердечного ритма у студентов в условиях информационного стресса и корректирующие возможности спелеоклиматотерапии // Вестн. новых мед. технологий. 2012. Т. 19. № 2. С. 129–132.
6. Зорин Р. А., Лапкин М. М., Трутнева Е. А., Митина Ю. О. Физиологическая стоимость как фактор результативности

технология построения ИНС позволила не только решить задачу прогнозирования результативности деятельности на основе исследуемых показателей, но и отобрать наиболее важные для этого характеристики. Выявлены особенности значимых показателей в группах. У практически здоровых лиц наиболее важны характеристики активности иерархически организованных контуров вегетативной регуляции и косвенные характеристики газового гомеостаза [4]. У больных эпилепсией наибольший средний ранг имеют характеристики деятельности дыхательных эффекторов и сегментарного отдела автономной нервной системы, что подчеркивает значимость кардиореспираторного сопряжения для результативности деятельности в данной группе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом описанные выше специфические особенности вегетативного обеспечения деятельности при эпилепсии характеризуются увеличением активности стресс-реализующих структур, большим внутрисистемным сопряжением, что повышает физиологическую стоимость деятельности и при сниженной результативности уменьшает ее эффективность.

умственной деятельности человека // Доктор.Ру. 2012. № 10 (78). С. 16–20.

7. Карлов В. А. Эпилепсия у детей и взрослых, женщин и мужчин: руководство для врачей. М.: Медицина, 2010. 720 с.
8. Карлов В. А., Гнездицкий В. В., Деряга И. Н., Глейзер М. А. Эпилепсия и функциональная организация вегетативной нервной системы // Журн. неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. 2013. Т. 113. № 8. С. 4–9.
9. Котляров С. Н. Соматические гипотезы «военных синдромов» // Наука молодых — ERUDITIO JUVENIUM. 2013. № 4. С. 122–129.
10. Лапкин М. М., Воронин Р. М. Индивидуальное здоровье: теоретические и прикладные аспекты его оценки // Врач-аспирант. 2011. № 3.1. С. 180–185.
11. Нормальная физиология / Под ред. К. В. Судакова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. 875 с.
12. Хаспекова Н. Б. Диагностическая информативность мониторинга variability ритма сердца // Вестн. кардиологии. 2003. № 32. С. 15–23.
13. Moein S. Medical diagnosis using artificial neural networks. Hershey: Medical Information Science Reference, 2014. 310 p.
14. Sarayev I., Zavyalov A., Dovgal V., Kuzmenko A. et al. New possibilities in prognostication of hemodynamic instability during surgical operations // J. Clin. Monit. Comput. 2002. Vol. 17. N 2. P. 135–139. 

Библиографическая ссылка:

Зорин Р. А., Жаднов В. А., Лапкин М. М., Куликова Н. А. Механизмы вегетативного обеспечения целенаправленной деятельности у здоровых людей и больных эпилепсией // Доктор.Ру. 2017. № 1 (130). С. 35–40.