

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У БОЛЬНЫХ ЭПИЛЕПСИЕЙ**

© Р.А. Зорин, Ю.И. Медведева, И.С. Курепина, М.М. Лапкин, В.А. Жаднов

ФГБОУ ВО Рязанский государственный медицинский университет  
им. акад. И.П. Павлова Минздрава России, Рязань, Россия

**Цель.** Изучение распределения физиологических ресурсов при целенаправленной деятельности у пациентов с эпилепсией. **Материалы и методы.** Обследовано 70 здоровых лиц и 160 пациентов с эпилепсией. У исследуемых моделировалась целенаправленная деятельность с определением её результативности при помощи теста Шульте-Горбова. В динамике моделируемой деятельности оценивались показатели электроэнцефалограммы и вариабельности сердечного ритма; в исходном состоянии (предшествующем тесту Шульте-Горбова) определялись характеристики зрительных вызванных потенциалов, когнитивных потенциалов P300, условно-негативного отклонения. Осуществлялось исследование взаимоотношений показателей электроэнцефалографии и характеристик вариабельности сердечного ритма методом корреляционного анализа с использованием рангового коэффициента корреляции Спирмена; проводился сравнительный анализ характеристик вариабельности сердечного ритма и характеристик внешнего дыхания, а также прогнозирование результативности поведения у пациентов с эпилепсией методом логит-регрессионного анализа. **Результаты.** Установлено преобладание структурно-метаболических форм эпилепсии в группе пациентов с низкой результативностью деятельности. В низкорезультативной группе пациентов с эпилепсией выявлена большая сопряжённость физиологических показателей и высокий уровень характеристик, отражающих активацию стресс-реализующих систем. Для эффективного распределения пациентов с эпилепсией на группы с различной результативностью потребовалось включение в модель логит-регрессии характеристик зрительного вызванного потенциала, когнитивного потенциала P300 и условного негативного отклонения, что отражает роль афферентных и ассоциативных механизмов в решении данной задачи. Увеличение физиологической «стоимости» и снижение результативности деятельности в группе больных эпилепсией уменьшает её эффективность, что связано с преобладанием структурных форм заболевания. **Заключение.** Предполагается роль эпилептогенных зон головного мозга у пациентов с эпилепсией не только в снижении результативности деятельности, но и в избыточной мобилизации физиологических ресурсов и увеличении физиологической стоимости деятельности, что уменьшает её эффективность.

**Ключевые слова:** эпилепсия, логистический анализ, эффективность деятельности, распределение ресурсов.

**DISTRIBUTION OF PHYSIOLOGICAL RESOURCES AND EFFECTIVITY OF PURPOSEFUL ACTIVITY OF PATIENTS WITH EPILEPSY**

R.A. Zorin, Yu.I. Medvedeva, I.S. Kurepina, M.M. Lapkin, V.A. Zhadnov

Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia

**Aim:** to study distribution of physiological resources in purposeful activity of patients with epilepsy. **Materials and Methods.** 70 Healthy individuals and 160 patients with epilepsy were ex-



amined. In the examined individuals purposeful activity was modeled with evaluation of its effectiveness using Schulte-Gorbov test. In the dynamics of the modeled activity, parameters of electroencephalogram, variability of heart rhythm were evaluated; in the initial condition (before Schulte-Gorbov test) parameters of evoked visual potentials, P300 cognitive potentials and of a conditionally-negative deviation were estimated. Interrelations between parameters of electroencephalography and of variability of heart rhythm were studied using correlation analysis with Spearman rank correlation coefficient; the comparative analysis of variability of heart rhythm and characteristics of respiratory function was performed, and effectiveness of behavior of patients with epilepsy was predicted using logit-regression analysis. **Results.** Predomination of structural-metabolic forms of epilepsy was found in the group of patients with low effectiveness of the activity. The low-effective group of patients with epilepsy showed a higher correlation of physiological parameters and a high level of characteristics reflecting activation of stress-realizing systems. For effective distribution of patients with epilepsy into groups with different effectiveness of behavior, it was necessary to include characteristics of visual evoked potential, P300 cognitive potential and conditionally-negative deviation into logit-regression model, that reflects the role of afferent and association mechanisms in this task. Increase in physiological «cost» and reduction in the effectiveness of activity in the group of patients with epilepsy is associated with prevalence of structural forms of epilepsy. **Conclusion.** Epileptogenic zones in patients with epilepsy are supposed to play a role not only in reduction of effectiveness of activity, but also in excessive mobilization of physiological resources and in increase in physiological cost of activity, that diminishes its effectiveness.

**Keywords:** *epilepsy, logistic models, effectiveness of activity, distribution of resources.*

В интегративной физиологии физиологическая стоимость поведения входит в определение эффективности деятельности [1,2]. Эффективность деятельности является базовым понятием системного анализа в физиологии и патологии и определяется как отношение между результатом деятельности и её физиологической стоимостью. В патологии термин эффективность деятельности тесно связан с концепциями дефицита полезного приспособительного результата поведения [3], вероятностной организации событий внешней среды и подкрепления, информационной недостаточности различных этапов поведения, моделирования функциональных систем в условиях вероятностно-детерминированной среды и эмоционального стресса [4], при этом снижение эффективности деятельности может быть ключевым фактором, провоцирующим манифестацию патологических процессов. Актуальным является рассмотрение проблемы эффективности деятельности при неврологических расстройствах, в частности, при эпилепсии, что связано с возможностью анализа данного заболевания как с

позиции патологических систем, включающих функционально неоднородные структуры нервной системы, объединяющиеся по принципу постоянных и временных связей [5], так и с позиций системной физиологии, характеризующей развитие эпилепсии в связи с функционированием физиологических нейронных ансамблей [6].

*Цель настоящей работы* – выявление особенностей распределения физиологических ресурсов и физиологической стоимости деятельности у пациентов с эпилепсией и их связи с клиническими характеристиками заболевания.

В соответствии с заявленной целью были поставлены следующие задачи:

1) выявить различия результативности моделируемой деятельности в группах больных эпилепсией в сравнении с контрольной группой практически здоровых испытуемых;

2) определить особенности внутрисистемных взаимосвязей в группах исследуемых;

3) оценить особенности вегетативной регуляции в группах исследуемых;

4) определить физиологические предикторы результативности деятельности в группах больных эпилепсией методом логистического регрессионного анализа;

5) выявить различия физиологической стоимости (*resource allocation*) и оценить эффективность деятельности в группах пациентов с эпилепсией.

#### Материалы и методы

Исследование выполнено на базе ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России в период 2012-2017 гг. Проведено обследование 70 здоровых лиц (контрольная группа – 40 лиц мужского пола и 30 – женского, средний возраст 33,0 года $\pm$ 0,6 года) и 160 пациентов с эпилепсией с равнозначным распределением по полу (средний возраст 35,1 $\pm$ 1,1 года). Группу больных эпилепсией составили пациенты с генетической (n=10), структурной (n=90) и, вероятно, симптоматической (неустановленной этиологии/криптогенной, n=60) эпилепсией вне ремиссии [7]. Исключались из исследования пациенты с грубой патологией респираторной и сердечно-сосудистой систем, беременные. Из контрольной группы исключались лица с указанием на пароксизмальные расстройства в прошлом имеющие патологические изменения на электроэнцефалограмме (ЭЭГ). Исследование одобрено локальным этическим комитетом университета, исследуемыми оформлено информированное согласие.

Тест Шульте-Горбова использован для моделирования функциональной нагрузки и параметрирования результативности деятельности. Запись ЭЭГ выполнена на компьютерном электроэнцефалографе «Нейрон-спектр-3» (Россия) в монополярной коммутации по 19 отведениям (референтные электроды ушные). Проводился спектральный анализ ЭЭГ (определением мощности и частоты тета-, альфа-, бета-1 и бета-2 колебаний), исследование кросс-корреляционной функции (определение кросс-корреляционных коэффициентов и средней частоты функции) [8].

При исследовании вариабельности сердечного ритма (ВСР) использован при-

бор «Варикард 2.51» и программа «ИСКИМ 6.0» (Россия), запись электрокардиограммы (ЭКГ) осуществлена в I стандартном отведении. Статистический анализ ВСР включал определение среднего квадратического отклонения (СКО), стресс-индекса или индекса напряжения (ИН), мощности колебаний в диапазоне высоко-, низко- и очень низко частотных колебаний и тотальной мощности (HF, LF, VLF, TP) [9]. Исследование характеристик внешнего дыхания выполнено на спирометаболографическом комплексе «Fitmate Med» (Италия) и ультразвуковом капнографе «КП-01 Еламед» (Россия). Определялись следующие показатели: среднее значение лёгочной вентиляции (ЛВ), частота дыхания (ЧД), уровень кислорода, энерготраты, парциальное давление углекислого газа во время выдоха.

Регистрация зрительных вызванных потенциалов на шахматный паттерн (ЗВП) осуществлялась на программно-аппаратном комплексе «Нейро-МВП» (Россия) при частоте смены стимула 1 в секунду, активные электроды располагались в отведениях O1, O2, Oz; референтный электрод в Fz. Анализировалась латентность пиков N75, P100, N145 и межпиковая амплитуда N75P100, P100N145, N145P200, подэлектродный импеданс составлял менее 5 кОм. Проведена запись эндогенного вызванного потенциала P300 с отведений Fz, Cz, Pz при воздействии релевантного звукового стимула (высота 2000 Гц) и нерелевантного звукового сигнала (высота 1000 Гц), регистрировался ответ исследуемых в форме нажатия на кнопку пациента. Определялась латентность N2, P3 и амплитуда P2N2, N2P3. Исследование условно негативной волны (УНВ) осуществлялось в условиях подачи предупреждающего (тон высотой 2000 Гц) и пускового (тон высотой 1000 Гц) стимулов. Оценивалась амплитуда волны по отведениям Fz, Cz, Pz [10].

Для статистической обработки применена программа Statistica 10.0. Кластерный анализ включал процедуру k-средних (выделение исследуемых в кластерах). Описательная статистика групп исследуемых

предполагала описание среднего значения и 95% доверительного интервала (ДИ). Проводился анализ вариаций (ANOVA) с целью выявления различий между выборками с использованием критерия Фишера (F). Использовались таблицы сопряженности, критерий хи-квадрат ( $\chi^2$ ) при сравнении количества пациентов в подгруппах. Для исследования взаимоотношения показателей использован ранговый коэффициент корреляции Спирмена, взаимосвязь считалась статистически значимой при  $p < 0,05$ .

Для создания модели классификации больных эпилепсией в кластеры с разной эффективностью выполнения теста был использован логитрегрессионный анализ с описанием зависимой переменной (вероятность распределения в группу), свободного члена уравнения, коэффициентов регрессии для независимых переменных, самих неза-

висимых переменных (предикторов). В качестве функции потерь использовался метод максимального правдоподобия, методы оценивания Хука-Дживиса; в качестве критерия согласия использовалась статистика хи-квадрат и достигнутый р-уровень; определены отношения шансов для независимых переменных для характеристики их значимости [11].

### Результаты и их обсуждение

Выделено 2 группы пациентов с эпилепсией по показателям теста Шульте-Горбова. Первая группа объединила пациентов с быстрым выбором чисел, в том числе при ошибочных ответах, а также меньшим числом ошибок; в группу 2 объединены пациенты с противоположными характеристиками. В связи с этим группу 1 ( $n=91$ ) мы считали результативной, а группу 2 ( $n=69$ ) – низкорезультативной (табл. 1).

Таблица 1

### Характеристики нагрузочного теста в исследуемых группах

Характеристики	Пациенты с эпилепсией, группа 1 (среднее, 95% ДИ)	Пациенты с эпилепсией, группа 2 (среднее, 95% ДИ)	Контроль (среднее, 95% ДИ)	F	p
Среднее выбора, с	1,5 (1,4-1,7)	2,2 (2,0-2,3)	1,2 (1,0-1,3)	120	0,001
Интервал после ошибки, с	0,6 (0,3-0,7)	1,9 (1,5-2,0)	0,7 (0,5-1,0)	40	0,001
Интервал до ошибки, с	0,2 (0,1-0,3)	0,9 (0,6-1,1)	0,4 (0,3-0,5)	28	0,001
Количество ошибок, n	0,7 (0,5-0,9)	2,2 (1,7-2,5)	0,8 (0,6-1,0)	26	0,001

Установлено различие клинических характеристик групп больных эпилепсией в выделенных группах: в группе 2 определено большее число больных структурной эпилепсией (43%) по сравнению с группой 1 (74%,  $\chi^2=9,8$ ,  $p=0,002$ ).

Взаимосвязи показателей ЭЭГ и ВСП в группах исследуемых в виде корреляционных плеяд представлены ниже в виде графических моделей. Используются следующие обозначения: 1, 2, 3 – характеристики спектральной мощности частотных составляющих ЭЭГ в левых лобных и затылочных отведениях; 4, 5, 6 – частотные показатели ЭЭГ в левых лобных и затылочных отведениях; 7, 8, 9, 10 – корреляция ЭЭГ в отведениях F3-F4, O1-O2, F3-C3, P3-O1; 11, 12, 13, 14 – частота кросскорреляци-

онной функции F3-F4, O1-O2, F3-C3, P3-O1; 15, 16, 17, 18, 19 – показатели ВСП: VLF, LF, HF, СКО, ИН; непрерывные линии изображали положительные корреляционные связи, прерывистые линии отражали отрицательные корреляционные связи. Из рисунков исключены парные корреляции, одинаковые во всех группах, в частности корреляции показателей статистического анализа динамического ряда R-R интервалов и спектральных характеристик ВСП.

На рисунке 1 представлена динамика внутрисистемных отношений в группе практически здоровых лиц. В исходном состоянии достоверные корреляции между показателями ЭЭГ и ВСП не определяются, после когнитивной нагрузки выявляются две достоверные корреляционные связи:

между частотой альфа-колебаний ЭЭГ О1 и VLF ВСП ( $R=-0,264$ ,  $p=0,042$ ), и между внутриполушарной корреляцией P3-O1 ЭЭГ и VLF ВСП ( $R=0,274$ ,  $p=0,039$ ) (рис. 1).

В группе 1 больных эпилепсией исходное состояние характеризовалось высоким уровнем сопряжения физиологических показателей: определялись достоверные корреляции мощности бета-1-колебаний ЭЭГ и показателя LF ВСП ( $R=-0,223$ ,  $p=0,026$ ), межполушарной кросскорреляции ЭЭГ в лобных отведе-

ниях и показателя СКО ВСП ( $R=0,278$ ,  $p=0,012$ ), межполушарной кросскорреляции ЭЭГ в затылочных отведениях и показателя HF ВСП ( $R=0,347$ ,  $p=0,001$ ), частоты кросскорреляции ЭЭГ в затылочных отведениях и характеристики ИН ВСП ( $R=-0,236$ ,  $p=0,001$ ). После когнитивной нагрузки происходило значительное уменьшение числа достоверных корреляций: выявлена связь межполушарной корреляции ЭЭГ в О1-О2 – HF ВСП ( $R=0,272$ ,  $p=0,007$ ) (рис. 2).

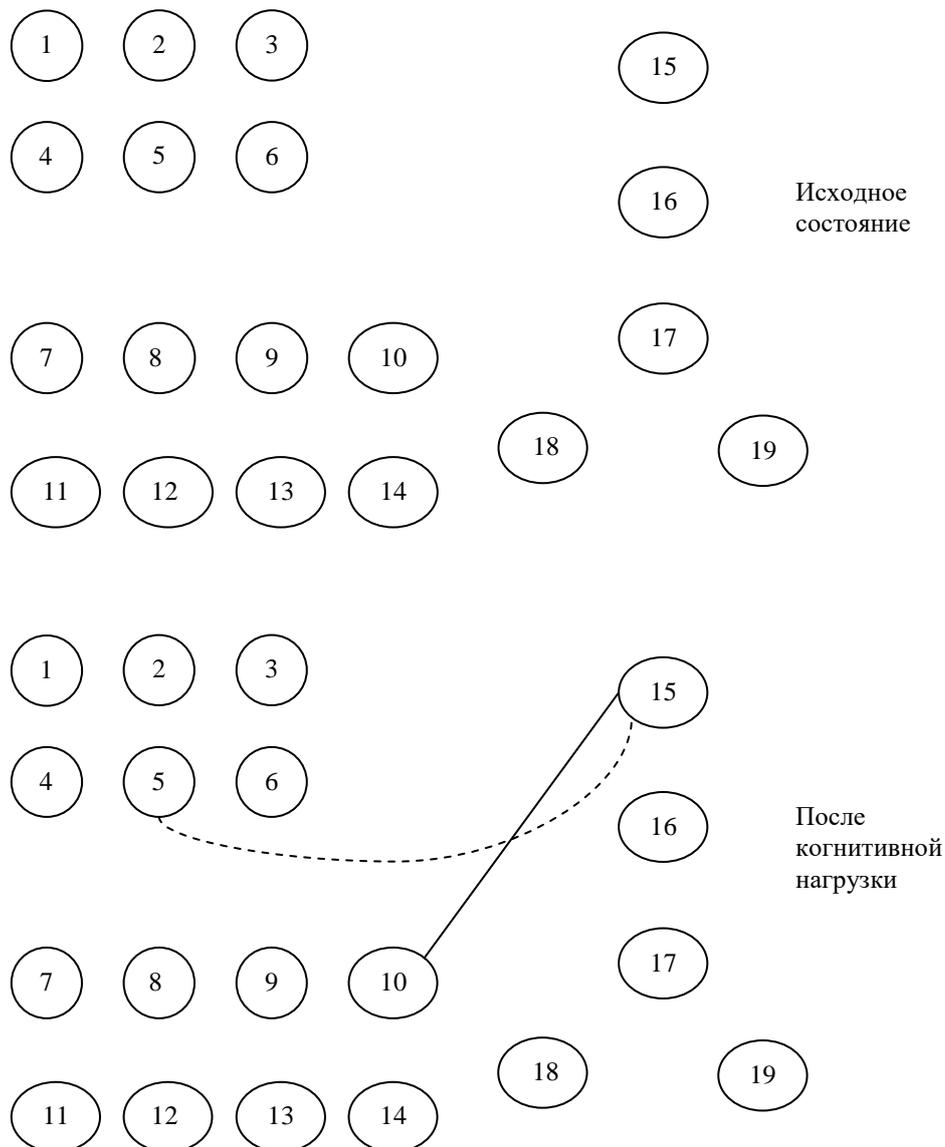


Рис. 1. Взаимосвязь характеристик ЭЭГ и ВСП у здоровых лиц

*Примечание:* на рисунках 1-3 непрерывные линии отражают прямые корреляции, прерывистые линии отражают отрицательные корреляции; обозначение номеров используемых параметров представлено в тексте

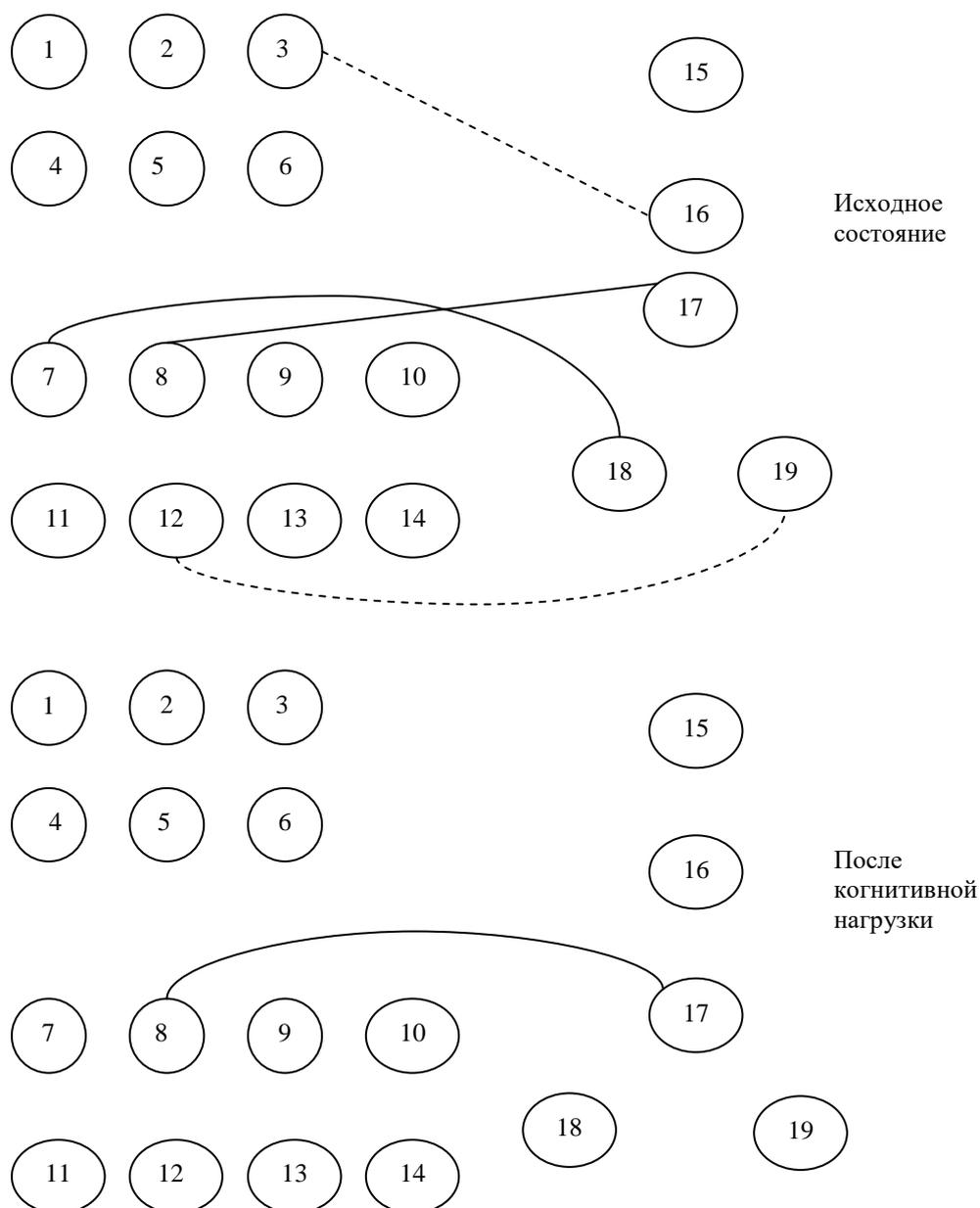


Рис. 2. Взаимосвязь характеристик ЭЭГ и ВСП в резульативной группе пациентов с эпилепсией

На рисунке 3 представлена динамика изменения взаимосвязей характеристик ЭЭГ и ВСП в группе 2 больных эпилепсией. В исходном состоянии выявлено 4 достоверные корреляционные взаимосвязи: связь частоты тета-колебаний ЭЭГ в левых лобных отведениях и VLF ВСП ( $R=-0,316$ ,  $p=0,014$ ), внутриполушарной кросскорреляции ЭЭГ в лобно-центральных отведениях и HF ВСП ( $R=0,317$ ,  $p=0,015$ ), внут-

риполушарной кросскорреляции ЭЭГ в лобно-центральных отведениях и показателя СКО ВСП ( $R=0,304$ ,  $p=0,033$ ), частоты кросскорреляции ЭЭГ в левых теменно-затылочных отведениях и показателя СКО ВСП ( $R=-0,236$ ,  $p=0,001$ ). После когнитивной нагрузки изменяется структура взаимосвязей, но их число остаётся прежним: выявлены связи мощности тета-колебаний ЭЭГ и LF ВСП ( $R=-0,266$ ,  $p=0,043$ ), меж-

полушарной кросскорреляции в затылочных отведениях ЭЭГ и показателя LF BCP ( $R=0,287$ ,  $p=0,031$ ), внутриполушарной корреляции ЭЭГ в левых теменно-

затылочных отведениях и показателя СКО BCP ( $R=0,270$ ,  $p=0,043$ ), частоты корреляции ЭЭГ в отведениях P3-O1 и показателя LF BCP ( $R=-0,279$ ,  $p=0,037$ ).

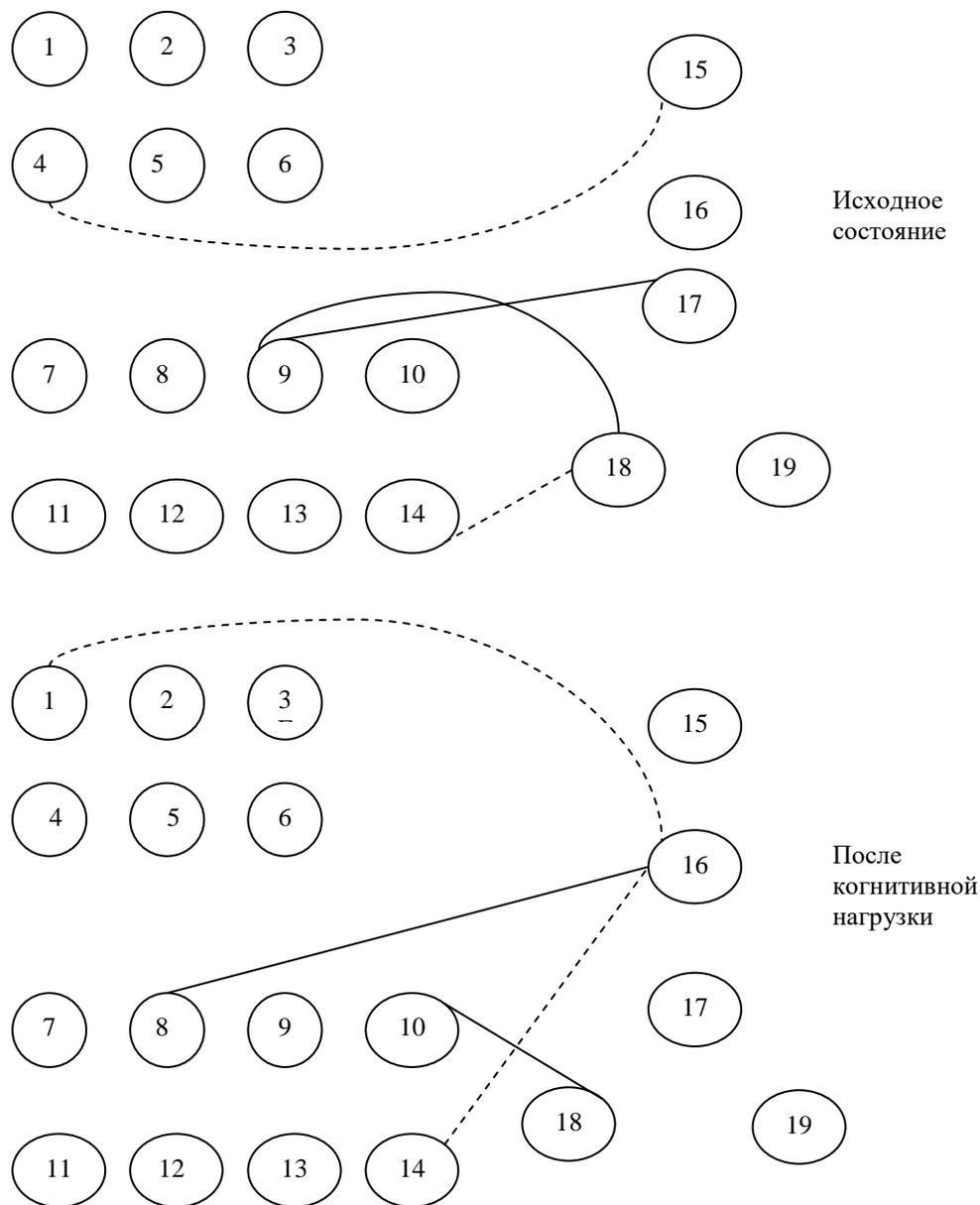


Рис. 3. Взаимосвязь характеристик ЭЭГ и BCP в низкорезультативной группе больных эпилепсией

При анализе показателей BCP определяется достоверно более высокий уровень ИН и снижение вариабельности кардиоинтервалов у больных эпилепсией. В фоновом состоянии выявлено достоверное снижение СКО в группе 2 больных эпилепсией по сравнению с группой 1. Показатели

ИН BCP характеризовались умеренным увеличением во время когнитивной нагрузки и последующим снижением в контрольной группе, а в группах больных эпилепсией 1 и 2 определялся высокий уровень ИН регуляторных систем и после когнитивной нагрузки (табл. 2).

Таблица 2

*Динамика показателей ВСП и характеристик внешнего дыхания в группах*

Показатели	Пациенты с эпилепсией, группа 1 (среднее, 95% ДИ)	Пациенты с эпилепсией, группа 2 (среднее, 95% ДИ)	Контроль (среднее, 95% ДИ)	F	p
СКО фон, мс	35 (31-38)	29 (26-31)	50 (44-55)	21,6	0,001
ИН фон, усл. ед.	501 (401-601)	575 (378-772)	247 (174-320)	6,5	0,002
СКО когнитивная нагрузка, мс	35 (31-38)	31 (27-34)	42 (37-48)	7,8	0,001
ИН когнитивная нагрузка, усл. ед.	515 (403-626)	541 (365-717)	297 (218-375)	4,1	0,018
СКО после нагрузки, мс	34 (31-38)	30 (26-34)	50 (44-56)	22,7	0,001
ИН после нагрузки, усл. ед.	617 (332-903)	585 (426-744)	223 (163-283)	3,1	0,046
ЛВ после нагрузки, л/мин	8,4 (7,9-8,7)	9,4 (8,7-9,9)	8,3 (7,9-9,1)	3,2	0,040
ЧД после нагрузки, в мин	15,1 (14,3-15,9)	17,0 (15,8-18,0)	14,9 (13,7-15,9)	4,7	0,010

Показатели внешнего дыхания отражали более высокий уровень лёгочной вентиляции у больных эпилепсией в группе 2 после когнитивной нагрузки.

Для прогнозирования распределения пациентов с эпилепсией в группы с раз-

личной результативностью деятельности был использован метод логистической регрессии, при этом потребовалось включение в регрессионную модель характеристик ЗВП, когнитивного вызванного потенциала P300 и УНВ (табл. 3).

Таблица 3

*Характеристики модели логит-регрессии для классификации больных эпилепсией в группы с разной результативностью деятельности*

Показатели	Коэффициенты регрессии	$\chi^2$	p	Отношение шансов
Свободный член	9,0	8,8	0,037	28
Частота альфа-ритма ЭЭГ в O1	-1,0	9,0	0,022	0,71
Кросскорреляция ЭЭГ в F3-F4	-0,36	4,2	0,045	0,69
Межпиковая амплитуда N75P100 ЗВП в отведении Oz	-0,22	8,0	0,036	0,80
Межпиковая амплитуда P2N2 P300 в Cz	0,04	4,3	0,044	1,04
УНВ в Cz	-0,04	4,2	0,045	0,96
СКО ВСП	-0,02	4,2	0,045	0,98

Сходимость данной модели по критерию  $\chi^2 = 23,5$   $p = 0,0006$ ; оценки параметров статистически значимы. Верная классификация пациентов в группы реализована в 83% в группе 1 и 70% – в группе 2.

При анализе показателей моделируемой деятельности у больных эпилепсией установлено, что их различия связаны как со скоростью реализуемой деятельности, так и с уровнем селективного контроля. Недостаточная результативность ассоциирована с доминированием в группе 2 пациентов со структурной эпилепсией с наличием соответствующей морфофизиологической основы, а также с особенностями интегративной дея-

тельности физиологических механизмов [12].

Динамика внутрисистемных взаимоотношений в группе здоровых лиц и больных эпилепсией оценена при анализе корреляций ЭЭГ и ВСП характеристик во время теста. У здоровых лиц отсутствуют достоверные корреляции в фоновом состоянии, что свидетельствует о низком уровне сопряжения физиологических механизмов и функционального напряжения [13], которое проявляется только после когнитивной нагрузки (это отражают достоверные корреляционные связи после выполнения теста). В группе 1 больных эпилепсией функциональное состояние до выполнения теста ха-

рактируется большим внутрисистемным сопряжением по сравнению со здоровыми испытуемыми, сопряжённость показателей снижается после функциональной нагрузки. Группа 2 пациентов с эпилепсией характеризуется высоким исходным уровнем корреляции ЭЭГ и ВСР данных и сохранением этого явления после нагрузки, то есть высокой внутрисистемной напряжённостью, отражающей высокий уровень физиологических «затрат» при реализации деятельности.

При исследовании механизмов вегетативной регуляции по данным ВСР наибольшая активация эрготропных механизмов как компонента деятельности стресс-реализующих систем [14] определяется при низкой результативности деятельности у больных эпилепсией; данное явление прослеживается на всех этапах моделируемой целенаправленной деятельности. После функциональной нагрузки в группе 2 больных эпилепсией определяется нарастание стресс-индекса. Учитывая данные факты, предполагается неспецифический характер выше указанных взаимосвязей ЭЭГ и ВСР, отражающих нейрофизиологические корреляты дистресса.

Для решения задачи классификации пациентов с эпилепсией по результативности деятельности, оказалось необходимым включение в модель логистической регрессии характеристик экзогенных вызванных потенциалов, когнитивных потенциалов P300 и УНВ, что указывает на необходимость учёта в оценке эффективности

деятельности не только уровня активности неспецифических механизмов, определяющих стоимость деятельности, но и специфических по отношению к моделируемой деятельности афферентных и ассоциативных механизмов [15]. Классификация исследуемых на группы при этом была проведена достаточно надёжно.

Можно говорить о влиянии эпилептогенных зон мозга на узловое поведение у больных эпилепсией, что приводит к нарушению процессов сравнения параметров реального результата деятельности и его информационной модели, оказывает влияние на избыточную мобилизацию физиологических ресурсов и увеличение физиологической стоимости деятельности даже при снижении её результативности и ассоциировано со снижением эффективности деятельности при эпилепсии.

#### Выводы

1. Снижение эффективности целенаправленной деятельности у больных эпилепсией реализуется как за счёт уменьшения результативности, так и вследствие увеличения физиологических затрат.

2. Высокие физиологические затраты при моделируемой деятельности у больных эпилепсией сохраняются на всех этапах функциональной нагрузки.

3. Одной из основных характеристик, описывающих специфику системной организации целенаправленной деятельности у здоровых лиц и больных эпилепсией является эффективность деятельности.

#### Литература

1. Malcolm B.R., Foxel J.J., Butler J.S., et al. The aging brain shows less flexible reallocation of cognitive resources during dual-task walking: a mobile brain/body imaging (MoBI) study // *Neuroimage*. 2015. Vol. 117. №15. P. 230-242. doi:10.1016/j.neuroimage.2015.05.028
2. Sudakov K.V. Theory of functional systems: a keystone of integrative biology // *Cognitive systems monographs*. 2015. Vol. 25. P. 153-173. doi: 10.1007/978-3-319-19446-2\_9
3. Шанин В.Ю. Патопфизиология критических состояний. СПб.: Элби-Прес; 2003.
4. Салтыков А.Б. Функциональные системы в медицине. М.: Медицинское информационное агентство; 2013.
5. Крыжановский Г.Н. Дизрегуляторная патология и патологические интеграции в нервной системе // *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2009. Т. 109, №1. С. 4-9.
6. Moshe S.L., Perucca E., Ryvlin P., et al. Epilepsy: new advances // *The Lancet*. 2015. Vol. 385, №9971. P. 884-898. doi:10.1016/S0140-6736(14)60456-6
7. Авакян Г.Н., Блинов Д.В., Лебедева А.В., и др. Классификация эпилепсии международной про-

- тивноэпилептической лиги: пересмотр и обновление 2017 года // Эпилепсия и пароксизмальные состояния. 2017. Т. 9, №1. С. 6-25. doi:10.17749/2077-8333.2017.9.1.006-025
8. Александров М.В., Улитин А.Ю., Иванов Л.Б., и др. Общая электроэнцефалография. СПб: Информационный издательский учебно-научный центр «Стратегия будущего»; 2017.
  9. Похачевский А.Л, Рекша Ю.М., Гаджимурадов Ф.Р., и др. Алгоритмы, методы и аппаратура анализа временного ряда кардиограммы при нагрузочном тестировании // Биомедицинская радиоэлектроника. 2018. №1. С. 33-38.
  10. Ikeda A., Inoue Y. Event-related potentials in patients with epilepsy: from current state to future prospects. John Libbey Eurotext; 2008.
  11. Петри А., Сэбин К. Наглядная медицинская статистика. М.: ГЭОТАР-МЕДИА; 2015.
  12. Shorvon S., Guerrini R., Cook M., et al., editors. Oxford textbook of epilepsy and epileptic seizures. Oxford University Press; 2013.
  13. Ткаченко П.В., Бобынцев И.И. Соотношение моторных и сенсорных функций человека. Курск: Курский государственный медицинский университет; 2016.
  14. Рожнов О.И. Динамика параметров сердечно-дыхательного синхронизма в сопоставлении с уровнем гормонов стресс-реализующей и стресс-лимитирующей систем при психогенном стрессе // Кубанский научный медицинский вестник. 2008. №6. С. 68-70.
  15. Миранда А.А., Зорин Р.А., Жаднов В.А. Прогнозирование развития эпилептического синдрома у больных с опухолями головного мозга на основе комплекса нейрофизиологических показателей и логит-регрессионного анализа // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. 2017. Т. 25, №2. С. 223-236. doi:10.23888/PAVLOVJ2017223-236
- References**
1. Malcolm BR, Foxel JJ, Butler JS, et al. The aging brain shows less flexible reallocation of cognitive resources during dual-task walking: a mobile brain/body imaging (MoBI) study. *Neuroimage*. 2015;117(15):230-42. doi:10.1016/j.neuroimage.2015.05.028
  2. Sudakov KV. Theory of functional systems: a keystone of integrative biology. *Cognitive systems monographs*. 2015;25:153-73. doi:10.1007/978-3-319-19446-2\_9
  3. Shanin VYu. *Pathophysiology of critical states*. Saint-Petersburg: Elbi-Pres; 2003. (In Russ).
  4. Saltykov AB. *Functional systems in medicine*. Moscow: Meditsinskoe informatsionnoe agentstvo; 2013. (In Russ).
  5. Kryzhanovsky GN. Dysregulation pathology and pathological integrations in the nervous system. *Zhurnal Nevrologii i Psikhatrii imeni SS Korsakova*. 2009;109(1):4-9. (In Russ).
  6. Moshe SL, Perucca E, Ryvlin P, et al. Epilepsy: new advances. *The Lancet*. 2015;385(9971):884-98. doi:10.1016/S0140-6736(14)60456-6
  7. Avakyan GN, Blinov DV, Lebedeva AV, et al. ILAE Classification of the epilepsies: the 2017 revision and update. *Epilepsy and Paroxysmal Conditions*. 2017;9(1):6-25. doi:10.17749/2077-8333.2017.9.1.006-025
  8. Aleksandrov MV, Ulitin AYU, Ivanov LB, et al. *Obshchaya elektroentsefalografiya*. Saint-Petersburg: Informatsionnyy izdatel'skiy uchebno-nauchnyy tsentr «Strategiya budushchego»; 2017.
  9. Pokhachevskiy AL, Reksha YuM, Gadzhimuradov FR, et al. Algorithms, methods and equipment for analysis of heart rate patterns in physical load testing. *Biomedical Radioelectronics*. 2018;1:33-8. (In Russ).
  10. Ikeda A, Inoue Y. Event-related potentials in patients with epilepsy: from current state to future prospects. John Libbey Eurotext; 2008.
  11. Petri A, Sebin K. *Naglyadnaya meditsinskaya statistika*. Moscow: GEOTAR-MEDIA; 2015.
  12. Shorvon S, Guerrini R, Cook M, et al., editors. *Oxford textbook of epilepsy and epileptic seizures*. Oxford University Press; 2013.
  13. Tkachenko PV, Bobyntsev II. *Sootnosheniye motornykh i sensorykh funktsiy cheloveka*. Kursk: Kur'skiy gosudarstvennyy meditsinskiy universitet; 2016.
  14. Rozhnov OI. Dinamika parametrov serdechno-dykhatel'nogo sinkhronizma v sopostavlenii s urovnem gormonov stress-realizuyushchey i stress-limitiruyushchey sistem pri psikhogennom stresse. *Kubanskiy Nauchnyy Meditsinskiy Vestnik*. 2008; 6:68-70.
  15. Miranda AA, Zorin RA, Zhadnov VA. Prognosis of symptomatic epilepsy development in patients with brain tumors through analysis of neurophysiological parameters and binary logistic regression. *IP Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2017; 25(2):223-36. (In Russ). doi:10.23888/PAVLOVJ2017223-236

#### Дополнительная информация [Additional Info]

**Финансирование исследования.** Бюджет ФГБОУ ВО Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова Минздрава России. [Financing of study. Budget of Ryazan State Medical University.]

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, о которых необходимо сообщить в связи с публикацией данной статьи. [Conflict of interests. The authors declare no actual and potential conflict of interests which should be stated in connection with publication of the article.]

**Участие авторов.** Зорин Р.А. – концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста. Медведева Ю.И. – сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста, Курепина И.С. – сбор и обработка материала, статистическая обработка, Лапкин М.М. – концепция исследования, редактирование, Жаднов В.А. – концепция исследования, редактирование. [Participation of authors. R.A. Zorin – concept and design of the study, acquisition and processing of the material, statistical processing, writing the text, Yu.I. Medvedeva – acquisition and processing of the material, statistical processing, writing the text, I.S. Kurepina – acquisition and processing of the material, statistical processing, M.M. Lapkin – concept of the study, editing, V.A. Zhadnov – concept of the study, editing.]

#### Информация об авторах [Author Info]

\*Зорин Роман Александрович – д.м.н., доцент кафедры неврологии и нейрохирургии ФГБОУ ВО Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова Минздрава России, Рязань, Россия. [Roman A. Zorin – MD, Grand PhD, Associate Professor of Neurology and Neurosurgery Department, Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia.]  
SPIN: 5210-5747, ORCID ID: 0000-0003-4310-8786, Researcher ID: G-8833-2018. E-mail: zorin.ra30091980@mail.ru

Медведева Юлия Игоревна – аспирант кафедры неврологии и нейрохирургии ФГБОУ ВО Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова Минздрава России, Рязань, Россия. [Yuliya I. Medvedeva – PhD Student of Neurology and Neurosurgery Department, Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia.]  
SPIN: 9025-8780, ORCID ID: 0000-0003-2292-6990, Researcher ID: H-1698-2018.

Курепина Инна Сергеевна – аспирант кафедры неврологии и нейрохирургии ФГБОУ ВО Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова Минздрава России, Рязань, Россия. [Inna S. Kurepina – PhD Student of Neurology and Neurosurgery Department, Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia.]  
SPIN: 6914-4106, ORCID ID: 0000-0001-9207-2447, Researcher ID: H-2420-2018.

Лапкин Михаил Михайлович – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой нормальной физиологии с курсом психофизиологии ФГБОУ ВО Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова Минздрава России, Рязань, Россия. [Michael M. Lapkin – MD, Grand PhD, Professor, Head of the Physiology Department with the Psychophysiology Course, Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia.]  
SPIN: 5744-5369, ORCID ID: 0000-0003-1826-8307, Researcher ID: S-2722-2016.

Жаднов Владимир Алексеевич – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой неврологии и нейрохирургии ФГБОУ ВО Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова Минздрава России, Рязань, Россия. [Vladimir A. Zhadnov – MD, Grand PhD, Professor, Head of the Neurology and Neurosurgery Department, Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia.]  
SPIN: 1632-5083, ORCID ID: 00000-0002-5973-1196, Researcher ID: A-7378-2017.

**Цитировать:** Зорин Р.А., Медведева Ю.И., Курепина И.С., Лапкин М.М., Жаднов В.А. Распределение физиологических ресурсов и эффективность целенаправленной деятельности у больных эпилепсией // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. 2018. Т. 26, №3. С. 369-379. doi:10.23888/PAVLOVJ2018263369-379

**To cite this article:** Zorin RA, Medvedeva YuI, Kurepina IS, Lapkin MM, Zhadnov VA. Distribution of physiological resources and effectivity of purposeful activity of patients with epilepsy. *IP Pavlov Russian Medical Biological Herald.* 2018;26(3):369-79. doi:10.23888/PAVLOVJ2018263369-379

Поступила/Received: 18.04.2018  
Принята в печать/Accepted: 10.09.2018