



ФАРМАКО-ЭЭГ АНАЛИЗ ЭФФЕКТОВ РЕГУЛЯТОРНЫХ НЕЙРОПЕПТИДОВ С НООТРОПНЫМИ СВОЙСТВАМИ У КОШЕК

Ю.В. Фокин*, С.Ю. Харитонов, Н.Н. Каркищенко

ФГБУН «Научный центр биомедицинских технологий ФМБА России»
143442, Российская Федерация, Московская обл., Красногорский р-н, п. Светлые горы, 1

Установлены информативные параметры нормированных электрограмм головного мозга кошек при действии регуляторных нейропептидов с ноотропными свойствами на примере препарата Семакс, подтвержденные сравнительным фармако-ЭЭГ анализом полученных результатов с различными фармакологическими средствами направленного действия. Выраженные стабильные активирующие и ноотропные эффекты данной фармакологической группы в электрограммах головного мозга отличаются однонаправленностью действия, совпадающего с данными фармакодинамики и фармакокинетики.

Ключевые слова: электрограммы головного мозга, нормализация (нормирование), нейропептиды, ноотропы, Семакс, фармако-ЭЭГ анализ, кошки

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Фокин Ю.В., Харитонов С.Ю., Каркищенко Н.Н. Фармако-ЭЭГ анализ эффектов регуляторных нейропептидов с ноотропными свойствами у кошек. *Биомедицина*. 2023;19(2):8–15. <https://doi.org/10.33647/2074-5982-19-2-8-15>

Поступила 16.02.2023

Принята после доработки 28.02.2023

Опубликована 10.06.2023

PHARMACO-EEG ANALYSIS OF REGULATORY NEUROPEPTIDES WITH NOOTROPIC PROPERTIES IN CATS

Yuriy V. Fokin*, Sergey Yu. Kharitonov, Nikolay N. Karkischenko

Scientific Center of Biomedical Technologies of the Federal Medical and Biological Agency of Russia
143442, Russian Federation, Moscow Region, Krasnogorsk District, Svetlye Gory Village, 1

Informative parameters of normalized electrograms of the brain of cats under the action of regulatory neuropeptides with nootropic properties were established using the example of the Semax drug. The results obtained were confirmed by a comparative pharmacology-EEG analysis with various pharmacological agents of directed action. The pronounced stable activating and nootropic effects of this pharmacological group in brain electrograms are distinguished by a unidirectional action that coincides with the data of pharmacodynamics and pharmacokinetics.

Keywords: brain electrograms, normalization, neuropeptides, nootropics, Semax, pharmacology-EEG analysis, cats

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Fokin Yu.V., Kharitonov S.Yu., Karkischenko N.N. Pharmacology-EEG Analysis of Regulatory Neuropeptides with Nootropic Properties in Cats. *Journal Biomed*. 2023;19(2):8–15. <https://doi.org/10.33647/2074-5982-19-2-8-15>

Submitted 16.02.2023
Revised 28.02.2023
Published 10.06.2023

Введение

Современные реалии диктуют необходимость постоянно анализировать огромное количество информации, быстро и эффективно усваивать новый материал, добиваясь максимальной концентрации и высокой продуктивности. Напряженный умственный процесс, стрессы и дефицит времени — все это является сильной психоэмоциональной нагрузкой, которая истощает ресурсы организма, что проявляется в виде раздражительности, ухудшения памяти и трудности воспринимать что-то новое.

Идеальным «допингом» для мозга, повышающим продуктивность при меньших затратах жизненных ресурсов, считается сбалансированное чередование работы и отдыха. Но если по каким-то причинам этот вариант недоступен или неэффективен, повысить продуктивность помогут ноотропные препараты [12].

Основной фармакологический эффект антиоксидантов с ноотропными свойствами заключается в ингибировании процессов свободно-радикального окисления, выведение из организма свободных радикалов, а также улучшение пластичности нейронов. Арсенал лекарств данной группы регулярно пополняется. К их достоинствам следует отнести то, что они, во-первых, воздействуют на ключевые моменты патогенеза развития различных заболеваний, во-вторых, широкий спектр действия способствует применению в различных областях медицины [2–4, 11].

Для верификации ноотропных свойств регуляторных нейропептидов проведен фармако-ЭЭГ анализ посредством применения синтетического аналога адренокортикотропного гормона — препарата Семакс, имеющего выраженное ноотропное, адаптогенное, антиоксидантное, ангиопро-

теktivное, нейротрофическое действие. Важным фармакодинамическим свойством препарата при интраназальном применении является низкая токсичность и безопасность приема, он хорошо переносится, при длительном применении возможно слабое раздражение слизистой оболочки носа [13]. Противопоказан при повышенной тревожности, при острых психозах, судорогах в анамнезе, а также детям до 5 лет [5–7, 10, 11, 15–17].

Головной мозг является, по сути, «вещью в себе», поскольку вторая по сложности проблема после извлечения информации — ее анализ и интерпретация. Задачей огромной сложности в математике является геометрическое или физическое истолкование тех или иных математических функций. В биомедицинских же исследованиях возникают инвертные проблемы, когда различные графические, в частности, колебательные процессы нуждаются если не в создании нового математического аппарата, то в поиске и адаптации математических сущностей для описания известных или новых явлений. В наиболее простых случаях требуются новые алгоритмы для программного анализа получаемых результатов и представления их в числовом значении, поскольку природа предпочитает выдавать информативные процессы в аналоговой форме. А уж исследователю приходится осуществлять оцифровку и анализ биосигналов с минимальной утратой их информативных параметров.

Попыткам радикально решить проблему извлечения полезной информации во всем диапазоне или отдельных фрагментах электрограмм головного мозга, включая ЭЭГ, вызванные потенциалы, сверхмедленную активность и т. д., не счесть чи-

сла. Изобретены аналоговые и цифровые фильтры, созданы сложные алгоритмы и программы для персональных и суперкомпьютеров. Математический аппарат, использованный для анализа ЭЭГ, простирается от общеупотребительного быстрого преобразования Фурье (БПФ) до диаграмм Найквиста, функций Лагранжа, аппарата колебаний нелинейной и квазилинейной систем, вплоть до экзотических инвариантных преобразований Лоренца, в виде релятивистских формул координат, а также нерелятивистских уравнений Шредингера. Однако наиболее оправданным оказался путь подхода к анализу получаемых результатов в строгих рамках конкретных задач, соответствующих определенным целям, и выбор адекватного и соответствующего этим задачам и целям математического аппарата.

Цель работы — нейровизуализация параметров электрограмм и оценка интрацентральных отношений головного мозга кошек при действии регуляторных нейропептидов посредством алгоритма программного анализа графических функций нормированных электрограмм.

Материалы и методы

Дизайн исследования

Объектами исследований явились взрослые кошки обоего пола в возрасте более 3 лет, не имеющие признаков чистопородности, массой тела 4–6 кг.

Кормление, содержание, карантин и обращение с животными подробно описаны в наших предыдущих работах по данной тематике [8, 9, 14].

Вживление электродов в головной мозг животных производилось стереотаксическим путем в виде разработанных электродных конструкций.

Регистрация и анализ параметров электрограмм с последующим нормированием осуществлялись с помощью разработанных

в НЦБМТ ФМБА России инновационных технических средств и программного обеспечения (микромодуль) [8, 9].

Нейровизуализация параметров электрограмм головного мозга (ЭГМ)

Получаемые данные представлены на трех графиках, нанесенных на круговую векторную диаграмму и отражающих средние значения:

- 1) фоновых измерений — синие линии;
- 2) воздействия (экспериментальных данных) — красные линии;
- 3) нормированных по десятичному логарифму электрограмм мозга (НЭМ) — желтые линии.

На диаграмме отмечены:

- цифровое кодирование по периметру — частоты ЭГ (1–64 Гц);
- спектральные характеристики ЭГ (круговые сектора) — от 0 (внутренний сектор) до $\lg 10^n$ (внешний сектор);
- базисная линия нормирования принята за единицу. Расположение кривой НЭМ внутри (ближе к внутреннему сектору диаграммы) свидетельствует о снижении мощности частот ЭГ при воздействии по сравнению с фоновыми данными, расположение снаружи (ближе к внешнему сектору) — о повышении мощности частот ЭГ по сравнению с фоном.

На диаграммах указаны все частоты ЭГ анализируемого диапазона: δ (1–4 Гц), θ (4–8 Гц), α (8–12 Гц), σ (12–16 Гц), β (16–30 Гц) и γ (30–64 Гц).

Сравнительный программный анализ НЭМ

Мозг функционирует как единое целое, и даже высокочастотные сигналы имеют некоторую мощность, которая при стандартной обработке ЭГ близка к нулю и почти неразличима глазом. В силу большого объема и значительной субъективности визуального сравнения получаемых графиков НЭМ нами был разработан алгоритм для программного анализа результатов и их представления в числовом значении.

В основе алгоритма также лежит функция арктангенса, имеющая ряд особенностей и преимуществ:

- 1) функция арктангенса определена на всей числовой прямой и непрерывна;
- 2) область значений функции строго ограничена интервалом от $-\pi/2$ до $+\pi/2$;
- 3) даже небольшие изменения становятся весьма заметными.

Формула сравнительного анализа имеет следующий вид:

$$N_i = \frac{\tan^{-1}\left(\frac{S1_i}{S2_i}\right)}{0,5*\pi} * 2 - 1,$$

где N — сравнительный массив данных; i — индекс частоты; $S1$ — массив исходных (фоновых) данных; $S2$ — массив сравниваемых (экспериментальных) данных.

Поскольку значения спектральных плотностей мощностей частот — $S1$ и $S2$ — всегда больше нуля, то область значений данной функции укладывается в диапа-

зон от -1 до 1 , где значение « -1 » означает, что один массив данных несоизмеримо меньше, чем второй. Значение « 1 » указывает на противоположный результат, значение « 0 » — на равенство двух сравниваемых массивов (рис. 1).

Данный алгоритм позволяет также оценивать схожесть результатов НЭМ с помощью отношения площадей под кривыми, применяя отношение фактической площади к максимально возможной.

Отдельно анализируется процент схожести между двумя препаратами на пике их действия по каждому сопоставимому отделу мозга, а затем вычисляется среднее значение.

Фармако-ЭЭГ анализ регуляторных нейропептидов выполнен с однократным интраназальным применением препарата Семакс в эквивалентных человеку терапевтических дозах. Детекция параметров ЭГ мозга осуществлялась согласно фармакокинетическим и фармакодинамическим данным ($C_{max}=5-40$ мин, $T_{1/2}=2-4$ ч), на графиках

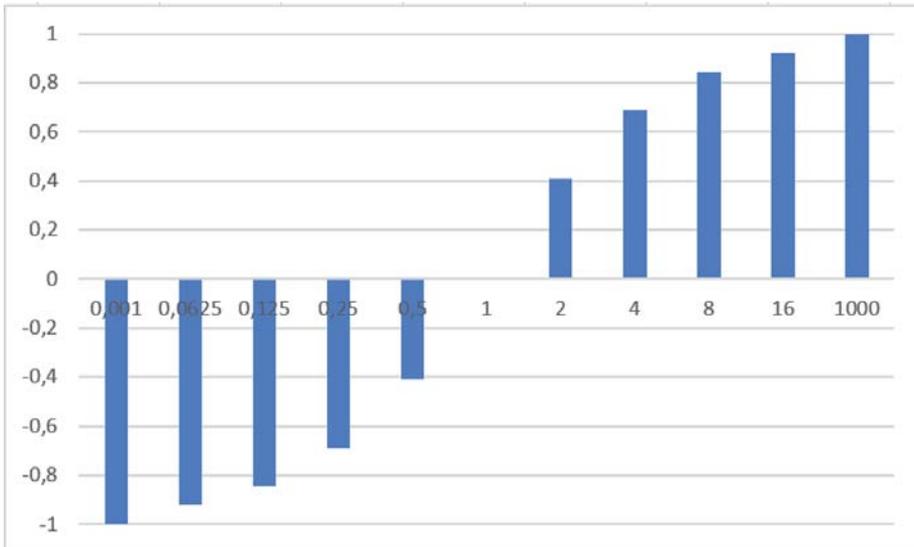


Рис. 1. Схематичный график представления результатов программного анализа. По оси абсцисс — коэффициенты мощности частот, по оси ординат — значения функции арктангенса.

Fig. 1. Schematic diagram of the presentation of the results of program analysis. The abscissa shows the frequency power factors; the ordinate shows the values of the arc tangent function.

представлены наиболее характерные результаты по обозначенным реперным точкам.

Результаты и их обсуждение

Через анализ нормированных функций электрограмм головного мозга осуществлена нейровизуализация эффектов регуляторных пептидов с ноотропными свойствами. Наиболее значимые эффекты в различных областях головного мозга, отражающие интрацентральные механизмы, представлены на рис. 2–4.

Сразу после введения тестируемого препарата в НЭМ отражается его активирующее действие по всему анализируемому диапазону, наиболее выражено проявляющееся на частотах около 3, 5 и 31–36 Гц.

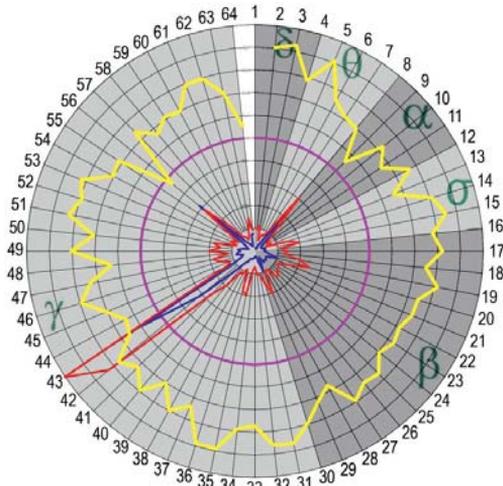


Рис. 2. Параметры ЭГМ и НЭМ через 5 мин после введения Семакса. Отдел мозга: Pr — прореальная извилина (gyrus proreus), лобный полюс. Синяя кривая — фоновые измерения, красная кривая — воздействие, желтая кривая — НЭМ. Розовый контур — базисная линия нормирования. Цифровое кодирование по периметру — частоты, Гц. Круговые сектора — спектральные характеристики ЭГМ.

Fig. 2. BE and NBE parameters 5 min after the administration of Semax. Brain region: Pr — proreal gyrus (gyrus proreus), frontal pole. The blue curve is background measurements, the red curve is impact, the yellow curve is NBE. The pink contour is the basic line of valuation. Digital coding on the perimeter is the frequency, Hz. Circular sectors are the spectral characteristics of BE.

Спустя 1 ч активирующие эффекты значительно усиливаются, наиболее значительно — в частотных диапазонах 2–6, 10–20, 44–46 и 59–64 Гц. Преобладающие изменения в высокочастотном γ -диапазоне могут являться важнейшими показателями эффектов нейротропных средств.

Через 6 ч после введения Семакса наблюдается близкий к фоновому уровень активности, наиболее заметные экстремумы обнаруживаются на частотах около 54 и 42 Гц, что отражает фармакодинамические и фармакокинетические свойства. Элементы угнетения на данном временном интервале, детектируемые почти по всему анализируемому диапазону, отражают, предположи-

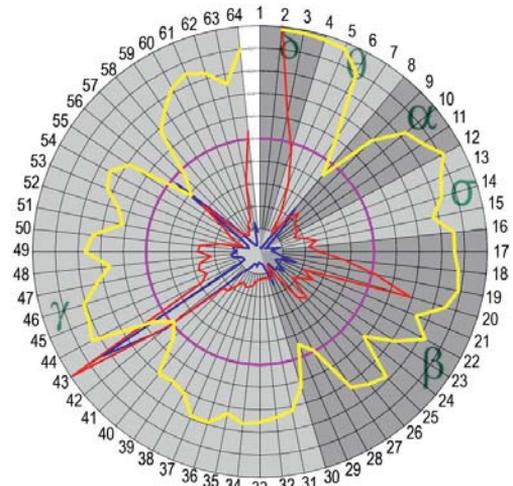


Рис. 3. Параметры ЭГМ и НЭМ через 1 ч после введения Семакса. Отдел мозга: HIPp — дорзальный гиппокамп (hippocampus posterior). Все обозначения — как на рис. 2.

Fig. 3. BE and NBE parameters 1 hour after the administration of Semax. Brain region: HIPp — dorsal hippocampus (hippocampus posterior). For all designations, refer to Fig. 2.

тельно, минимальный седативный компонент препарата.

С целью верификации полученных результатов проведен сравнительный анализ параметров НЭМ Семакса с ранее протестированными фармакологическими средствами (табл.).

Сопоставление информативных параметров психоактивности Семакса с таковыми ранее исследованных фармакологических средств подтвердило полученные результаты анализа НЭМ, показав его существенные сходства с препаратами, имеющими психостимулирующие свойства, усиливающими и регулируемыми процессы возбуждения. Среди наиболее значимых признаков следует выделить улучшение когнитивных функций, ноотропные, анксиолитические, умеренные антидепрессивные свойства, связанные, по всей видимости, с механизмами ингибирования обратного захвата серотонина (СИОЗС), норадреналина и допамина. При этом наименее всего в фармако-ЭЭГ анализе прослеживаются седативное, анальгезирующее, миорелаксирующее и снотворное действия, отражающие предполагаемую взаимосвязь с центральными α_2 -адренорецепторами.

Выявление информативных параметров интрацентральных отношений головного мозга, в т. ч. на фоне влияния классических и вновь синтезированных средств, будет продолжено в дальнейшей научно-исследовательской работе.

Заключение

Показано, что изменения параметров НЭМ, наблюдаемые при воздействии регуляторных нейропептидов с ноотропными свойствами, информативно и убедительно отражают активность анализируемых участков мозга и являются маркерами преобразований интрацентральных отношений головного мозга животных.

В их эффектах, связанных с улучшением когнитивных функций, повышением адап-

Таблица. Анализ уровня нейропсихоактивности с помощью сопоставления эффектов НЭМ при действии Семакса с известными фармакологическими средствами

Table. Analysis of the neuropsychic activity level by comparing the effects of NBE under the action of Semax with known pharmacological agents

Биологически активные соединения сравнения	Процент сходства
Доксиламин	34
Ксилазин	19
Кофеин	79
Сертралин	62
Фенотропил	81
Мелатонин	30
Атомoksetин	38
Хлорпромазин	47
Кетамин	24
Фенамин	85
Галоперидол	33
Наком	77
Глутамат натрия	82
Гамма-аминомасляная кислота	75
Прегабалин	55
Габалентин	46
Аминофенилмасляная кислота	67

тогенных, антиоксидантных и др. защитных свойств организма, отражается значительная активация компетентных областей мозга, наиболее выражено проявляющаяся в δ -, θ - и γ -диапазонах. Депримирующие элементы в области 55 Гц при действии данной группы препаратов характерны также и для многих психостимуляторов, особенно кофеина.

Посредством фармако-ЭЭГ анализа верифицированы активирующие и ноотропные свойства, убедительные сходства и различия в пределах фармакологических групп, а также подтверждены данные фармакодинамики и фармакокинетики, что позволяет считать анализ ЭЭГ с помощью инновационных технологий — нормализации электрограмм мозга (НЭМ) перспективным методом биомедицинских и доклинических исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Ашмарин И.П., Незавиба́тко В.Н., Мясоедов Н.Ф., Каменский А.А., Гривенников И.А., Пономарева-Степная М.А., Андреева Л.А., Каплан А.Я., Кошелев В.Б., Рясина Т.В. Ноотропный аналог адrenomоrтикоrтoрoпина 4–10-Семакс (15-лeтний oпыт pазpаботки и изучeния). *Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова*. 1997;47(2):429–430. [Ashmarin I.P., Nezavibat'ko V.N., Myasoedov N.F., Kamensky A.A., Grivennikov I.A., Ponomareva-Stepnaya M.A., Andreeva L.A., Kaplan A.Y., Koshelev V.B., Ryasina T.V. Nootropnyy analog adrenocorticotropin 4–10-Semax: (the experience of design and investigation over 15 years)]. *Zhurnal vysshey nervnoy deyateli'nosti im. I.P. Pavlova [I.P. Pavlov Journal of Higher Nervous Activity]*. 1997;47(2):429–430. (In Russian)].
2. Воробьева О.В. Ноотропные препараты — новые возможности известных лекарств. *Consilium Medicum*. 2008;10(2):110–113. [Vorob'eva O.V. Nootropnye preparaty — novye vozmozhnosti izvestnykh lekarstv [Nootropic drugs — new opportunities for well-known drugs]. *Consilium Medicum*. 2008;10(2):110–113. (In Russian)].
3. Воронина Т.А., Середин С.Б. Ноотропные препараты, достижения и новые проблемы. *Экспериментальная и клиническая фармакология*. 1998;61(4):3–9. [Voronina T.A., Seredenin S.B. Nootropnye preparaty, dostizheniya i novye problemy [Nootropic drugs, achievements and new problems]. *Eksperimental'naya i klinicheskaya farmakologiya [Experimental and Clinical Pharmacology]*. 1998;61(4):3–9. (In Russian)].
4. Гусев Е.И. Проблема инсульта в России. *Журнал неврологии и психиатрии имени С.С. Корсакова*. 2003;103(9):32–41. [Gusev E.I. Problema insul'ta v Rossii [The problem of stroke in Russia]. *Zhurnal Nevrologii i Psikhiiatrii imeni S.S. Korsakova [The Korsakov's Journal of Neurology and Psychiatry]*. 2003;103(9):32–41. (In Russian)].
5. Каркищенко Н.Н. *Альтернативы биомедицины. Т. 2. Классика и альтернативы фармакотоксикологии*. М.: Изд-во ВПК, 2007. [Karkischenko N.N. *Alternativy biomeditsiny. T. 2. Klassika i al'ternativy farmakotoksikologii [Alternatives to biomedicine. Vol. 2. Classics and alternatives to pharmacotoxicology]*. Moscow: VPK Publ., 2007. (In Russian)].
6. Каркищенко Н.Н. *Психонитропизм лекарственных средств*. М.: Медицина, 1993. [Karkischenko N.N. *Psikhounitropizm lekarstvennykh sredstv [Psychunitropism of medicines]*. Moscow: Medicina Publ., 1993. (In Russian)].
7. Каркищенко Н.Н. *Фармакология системной деятельности мозга*. Ростов: Ростиздат, 1975. [Karkischenko N.N. *Farmakologiya sistemnoy deyateli'nosti mozga [Pharmacology of systemic activity of the brain]*. Rostov: Rostizdat Publ., 1975. (In Russian)].
8. Каркищенко Н.Н., Фокин Ю.В., Каркищенко В.Н., Табоjakова Л.А., Мокроусов М.И., Алимкина О.В. Конвергентная валидация интрацентральных отношений головного мозга животных. *Биомедицина*. 2017;3:16–39. [Karkischenko N.N., Fokin Yu.V., Karkischenko V.N., Taboyakova L.A., Mokrousov M.I., Alimkina O.V. Konvergentnaya validatsiya intratsentral'nykh otnosheniy golovnogo mozga zhivotnykh [Convergent validation of intracerebral relationships of the brain of animals]. *Biomedicina [Journal Biomed]*. 2017;3:16–39. (In Russian)].
9. Каркищенко Н.Н., Фокин Ю.В., Каркищенко В.Н., Табоjakова Л.А., Харитонов С.Ю., Алимкина О.В. Новые подходы к оценке интрацентральных отношений по показателям оперантного поведения и электрограмм мозга кошек. *Биомедицина*. 2018;4:4–17. [Karkischenko N.N., Fokin Yu.V., Karkischenko V.N., Taboyakova L.A., Kharitonov S. Yu., Alimkina O.V. Novye podkhody k otsenke intratsentral'nykh otnosheniy po pokazatelyam operantnogo povedeniya i elektrogramm mozga koshek [New approaches to the assessment of intracerebral relations in terms of operant behavior and electrograms of the cats brain]. *Biomedicina [Journal Biomed]*. 2018;4:4–17. (In Russian)].
10. Ковалев Г.В., Музыченко А.П. Применение ноотропов средств в психиатрии и наркологии. В кн.: *Ноотропные средства*. 1990:217–298. [Kovalev G.V., Muzychenko A.P. Primenenie nootropov sredstv v psikhiiatrii i narkologii [The use of nootropics in psychiatry and narcology]. In: *Nootropnye sredstva [Nootropics]*. 1990:217–298. (In Russian)].
11. Мосолов С.Н. Современные тенденции развития психофармакологии. *Журнал неврологии и психиатрии имени С.С. Корсакова*. 1998;98(5):12–19. [Mosolov S.N. Sovremennyye tendentsii razvitiya psikhofarmakologii [Modern trends in the development of psychopharmacology]. *Zhurnal Nevrologii i Psikhiiatrii imeni S.S. Korsakova [The Korsakov's Journal of Neurology and Psychiatry]*. 1998;98(5):12–19. (In Russian)].
12. *Неврология. Национальное руководство*. Под ред. Гусева Е.И., Коновалова А.Н., Скворцовой В.И., Гехт А.Б. 2-е изд., перераб. и доп., в двух томах. М., 2009. [Nevrologiya. Natsional'noe rukovodstvo [Neurology. National manual] Ed. by Gusev E.I., Konovalov A.N., Skvortsova V.I., Gekht A.B. 2nd edition. Moscow, 2009. (In Russian)].
13. Пизова Н.В. Когнитивные нарушения в детском возрасте. *Педиатрия. Приложение к журналу Consilium Medicum*. 2011;4:8–10. [Pizova N.V. Kognitivnyye narusheniya v detskom vozraste

- [Cognitive impairment in childhood]. *Pediatriya. Prilozhenie k zhurnalu Consilium Medicum [Pediatrics. Supplement to Consilium Medicum Journal]*. 2011;4:8–10. (In Russian)].
14. *Руководство по лабораторным животным и альтернативным моделям в биомедицинских исследованиях*. Под ред. Н.Н. Каркищенко и др. М.: Профиль-2С, 2010. [*Rukovodstvo po laboratornym zivotnym i al'ternativnym modelyam v biomeditsinskikh issledovaniyakh [Manual on laboratory animals and alternative models in biomedical research]*. Ed. by N.N. Karkischenko, et al. Moscow: Profil'-2S Publ., 2010. (In Russian)].
15. Скворцова В.И., Стаховская Л.В., Ефремова Н.М., Шамалов Н.А., Шетова И.М. *Применение нейропротектора «Семакс 1%» в первые часы и дни острого церебрального инсульта. Методические рекомендации для практического здравоохранения*. М., 2011. [Skvortsova V.I., Stakhovskaya L.V., Efremova N.M., Shamalov N.A., Shetova I.M. *Применение нейропротектора «Семакс 1%» в первые часы и дни острого церебрального инсульта. Методические рекомендации для практического здравоохранения*. Moscow, 2011. (In Russian)].
16. Ефремова Н.М., Шамалов Н.А., Шетова И.М. *Применение нейропротектора «Семакс 1%» в первые часы и дни острого церебрального инсульта. Методические рекомендации для практического здравоохранения* [The use of neuroprotector “Semax 1%” in the first hours and days of acute cerebral stroke. Methodological recommendations for practical health care]. Moscow, 2011. (In Russian)].
16. *Справочник Видаль: Лекарственные препараты в России*. М.: АстраФармСервис, 2002. [*Spravochnik Vidal': Lekarstvennye preparaty v Rossii [Vidal's Handbook: Medicines in Russia]*. Moscow: AstraPharmService Publ., 2002. (In Russian)].
17. Штрыголь С.Ю., Кортунова Т.В., Штрыголь Д.В. Побочные эффекты ноотропных средств. *Провизор*. 2003;11. [Shtrygol S.Yu., Kortunova T.V., Shtrygol D.V. Pobochnye efekty nootropnykh sredstv [Side effects of nootropics]. *Provizor [Pharmacist]*. 2003;11. (In Russian)].

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Фокин Юрий Владимирович*, к.б.н., ФГБУН
«Научный центр биомедицинских технологий
ФМБА России»;
e-mail: fokin@scbmt.ru

Харитонов Сергей Юрьевич, ФГБУН
«Научный центр биомедицинских технологий
ФМБА России»;
e-mail: zetroks5@gmail.com

Каркищенко Николай Николаевич, д.м.н.,
проф., акад. РАН, чл.-корр. РАН, ФГБУН
«Научный центр биомедицинских технологий
Федерального медико-биологического агентства
России»;
e-mail: niknik2808@yandex.ru

Yuriy V. Fokin*, Cand. Sci. (Biol.), Scientific
Center of Biomedical Technologies of the Federal
Medical and Biological Agency of Russia;
e-mail: fokin@scbmt.ru

Sergey Yu. Kharitonov, Scientific Center
of Biomedical Technologies of the Federal Medical
and Biological Agency of Russia;
e-mail: zetroks5@gmail.com

Nikolay N. Karkischenko, Dr. Sci. (Med.), Prof.,
Academician of the Russian Academy of Rocket
and Artillery Sciences, Corresponding Member
of the RAS, Scientific Center of Biomedical
Technologies of the Federal Medical and Biological
Agency of Russia;
e-mail: niknik2808@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author