

## ВЛИЯНИЕ МЕЛАНКОРТИНОВ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В ИММУНОКОМПЕТЕНТНЫХ ОРГАНАХ КРЫС-САМЦОВ В УСЛОВИЯХ ИНФОРМАЦИОННОГО СТРЕССА

А.Л. Ясенявская<sup>1</sup>, М.А. Сомотруева<sup>1</sup>, Г.Н. Генатуллина<sup>1\*</sup>, А.О. Лендов<sup>2</sup>,  
Л.А. Андреева<sup>3</sup>, Н.Ф. Мясоедов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России  
414000, Российская Федерация, Астрахань, ул. Бакинская, 121

<sup>2</sup> ГБУЗ АО «Детская городская поликлиника № 1»  
414000, Российская Федерация, Астрахань, ул. Кирова, 47

<sup>3</sup> ФГБУ Институт молекулярной генетики Национального исследовательского  
центра «Курчатовский институт»  
123182, Российская Федерация, Москва, пл. Академика Курчатова, 2

В данной работе изучали влияние нейропептидов — аналогов фрагмента адренкортикотропного гормона — Семакса (зарегистрированный препарат) и АКТГ(6-9)-Pro-Gly-Pro (новое соединение) на интенсивность процессов свободнорадикального окисления в иммунокомпетентных органах крыс-самцов на фоне стрессогенного воздействия информационного характера. Создаваемый в эксперименте информационный стресс-фактор способствует усилению процессов перекисидации в иммунокомпетентных органах — тимусе и селезёнке. Снижение уровня ТБК-реактивных продуктов, скорости перекисного окисления липидов, восстановление уровня каталазы в гомогенатах ткани селезёнки и тимуса крыс-самцов определяет протекторное действие изучаемых меланокортинов в условиях экспериментальной модели информационного стресса.

**Ключевые слова:** информационный стресс, меланокортины, Семакс, АКТГ(6-9)-Pro-Gly-Pro, перекисное окисление липидов, иммунокомпетентные органы

**Конфликт интересов:** авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Ясенявская А.Л., Сомотруева М.А., Генатуллина Г.Н., Лендов А.О., Андреева Л.А., Мясоедов Н.Ф. Влияние меланокортинов на интенсивность перекисного окисления липидов в иммунокомпетентных органах крыс-самцов в условиях информационного стресса. *Биомедицина*. 2022;18(1):67–74. <https://doi.org/10.33647/2074-5982-18-1-67-74>

Поступила 17.03.2021

Принята после доработки 30.06.2021

Опубликована 10.03.2022

## EFFECTS OF MELANOCORTINS ON THE INTENSITY OF LIPID PEROXIDATION IN IMMUNOCOMPETENT ORGANS OF MALE RATS UNDER INFORMATIONAL STRESS

Anna L. Yasenyavskaya<sup>1</sup>, Marina A. Samotrueva<sup>1</sup>, Guzel N. Genatullina<sup>1\*</sup>,  
Andrey O. Lendov<sup>2</sup>, Lyudmila A. Andreeva<sup>3</sup>, Nikolay F. Myasoedov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Astrakhan State Medical University of the Ministry of Health Care of Russia  
414000, Russian Federation, Astrakhan, Bakinskaya Str., 121

<sup>2</sup> Children's City Polyclinic No. 1  
414000, Russian Federation, Astrakhan, Kirova Str., 47

<sup>3</sup> Institute of Molecular Genetics of National Research Center "Kurchatov Institute"  
123182, Russian Federation, Moscow, Akademika Kurchatova Square, 2

In this work, we investigate effects of neuropeptides – analogues of a fragment of adrenocorticotrophic hormone – Semax (a registered drug) and ACTH (6-9)-Pro-Gly-Pro (a new compound) – on the intensity of free radical oxidation processes in the immunocompetent organs of male rats exposed to informational stress. The simulated informational stress was found to stimulate peroxidation processes in the immunocompetent organs: thymus and spleen. The decrease in the level of TBK-reactive products in the homogenates of the spleen and thymus tissue of male rats, as well as the rate of lipid peroxidation, determine the protective effect of the studied melanocortins under the conditions of simulated informational stress.

**Keywords:** informational stress, melanocortins, Semax, ACTH (6-9)-Pro-Gly-Pro, lipid peroxidation, immunocompetent organs

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

**For citation:** Yaseniyavskaya A.L., Samotrueva M.A., Genatullina G.N., Lendov A.O., Andreeva L.A., Myasoedov N.F. Effects of Melanocortins on the Intensity of Lipid Peroxidation in Immunocompetent Organs of Male Rats under Informational Stress. *Journal Biomed.* 2022;18(1):67–74. <https://doi.org/10.33647/2074-5982-18-1-67-74>

Submitted 17.03.2021

Revised 30.06.2021

Published 10.03.2022

## Введение

В последние годы современное общество постоянно подвергается воздействию стрессогенных факторов информационного характера (использование социальных сетей в повседневном общении, рост числа информационных и коммуникационных систем, применение компьютерных технологий, мобильных средств общения и др.), что приводит к истощению адаптационных возможностей организма и развитию функциональных нарушений со стороны систем организма, в частности иммунной [2, 3, 5, 10, 12].

Рассматривая механизмы развития нарушений со стороны иммунной системы в условиях стрессогенного воздействия, необходимо особо отметить роль окислительного стресса, сопровождающегося неконтролируемым свободнорадикальным окислением. По интенсивности этих изменений, образующихся при окислительном

стрессе, можно судить о компенсаторно-приспособительных процессах организма при развитии различных патологических состояний, вызванных в т. ч. в ответ на стрессогенное воздействие. В связи с тем, что стрессорные реакции являются универсальной неспецифической частью большинства патологических состояний, исследование действия стресс-факторов, в т. ч. информационных, на функциональную активность иммунокомпетентных органов является перспективным и актуальным [14]. Наряду с этим поиск универсальных биорегуляторов, способных оказывать восстанавливающее действие на иммунокомпетентные органы, приводя к нормализации дисбаланса в системе про/антиоксидантов в условиях стрессогенного воздействия, является важным и актуальным направлением современной экспериментальной медицины [6, 8, 18, 19]. В качестве перспективных средств коррек-

ции стресс-индуцированных нарушений иммунной системы интерес представляют нейропептиды, относящиеся к группе меланокортинов: Семакс (АКТГ(4-7)-Pro-Gly-Pro), зарегистрированный препарат, которому принадлежит важная роль среди известных регуляторов гомеостаза [1, 2, 10, 16, 17], и новый аналог фрагмента адренкортикотропного гормона (АКТГ) — АКТГ(6-9)-Pro-Gly-Pro. В настоящее время исследования, направленные на расширение спектра фармакологических свойств меланокортинов, активно продолжаются.

**Целью** исследования явилось изучение влияния меланокортинов на интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ), активность каталазы в тимусе и селезенке крыс-самцов в условиях экспериментальной модели информационного стресса.

### Материалы и методы

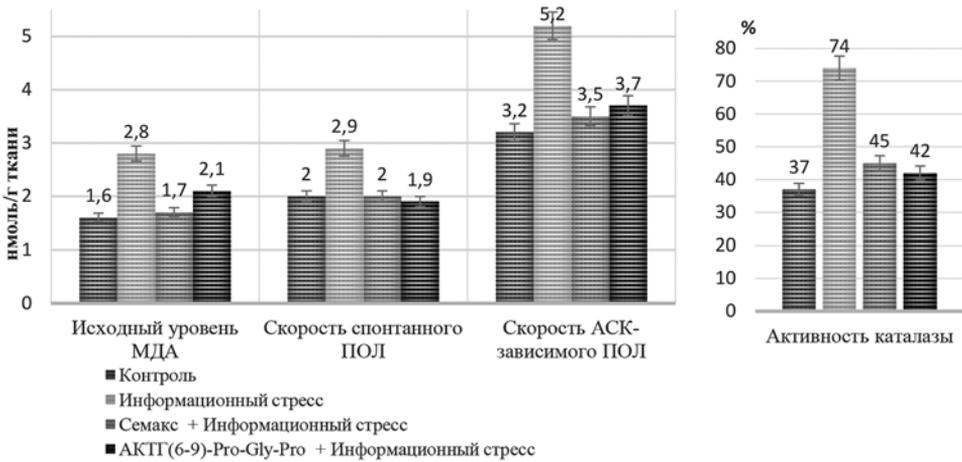
Исследования выполнены на белых нелинейных крысах-самцах в возрасте 6–8 мес., массой 250–350 г, полученных из вивария лаборатории физиологии, морфологии, генетики и биомедицины ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России. На протяжении всего эксперимента животных содержали в стандартных условиях вивария Астраханского государственного медицинского университета. Эксперименты проводили в соответствии с Приказом Минздрава России № 199н от 01.04.2016 г. «Об утверждении Правил надлежащей лабораторной практики». Лабораторные животные были разделены на 4 группы (n=10): группа интактных самцов, которые получали в эквивалентном объеме воду для инъекций внутривенно; группа животных, на которых воспроизводили модель информационного стресса и которые внутривенно получали в эквивалентном объеме воду для инъекций на протяжении 20-ти дней; 2 опытные группы крыс-самцов, по-

лучавших Семакс и АКТГ(6-9)-Pro-Gly-Pro в дозе 100 мкг/кг/сут на фоне стрессогенного воздействия (20 дней). Информационный стресс моделировали путём формирования пищедобывательного поведения в многоальтернативном лабиринте [11]. Для усложнения задачи, поставленной перед животными, структуру лабиринта меняли каждый день. Для определения показателей ПОЛ (исходного содержания малонового диальдегида (МДА), скорости спонтанного и аскорбатзависимого ПОЛ (АСК-зависимого ПОЛ)), а также для оценки активности каталазы в гомогенате тимуса и селезенки экспериментальных животных применяли стандартные спектрофотометрические методы [9]. Результаты эксперимента статистически обрабатывали с использованием программ Microsoft Office Excel 2007 («Microsoft Corp.», США), BioStat 2008 Professional 5.1.3.1 («AnalystSoft», США). Для обработки полученных результатов использовали параметрический метод (определение t-критерия Стьюдента с поправкой Бонферрони). Статистически значимыми различия считали при  $p \leq 0,05$ .

### Результаты и их обсуждение

В ходе проведенного эксперимента у животных, подвергавшихся воздействию информационного стресса, наблюдалось увеличение скорости спонтанного ПОЛ — на 30% ( $p < 0,05$ ), АСК-зависимого ПОЛ — практически на 40% ( $p < 0,01$ ), а также исходного уровня МДА в селезенке — более чем на 40% ( $p < 0,01$ ) (рис. 1). Следует отметить, что в условиях экспериментального информационного стресса отмечается значительное повышение активности каталазы в среднем в 2 раза ( $p < 0,001$ ) от контрольных значений, что в свою очередь свидетельствует о формировании окислительного стресса.

В условиях введения меланокортинов животным, подвергавшимся воздействию информационного стресса, наблюдалось сни-



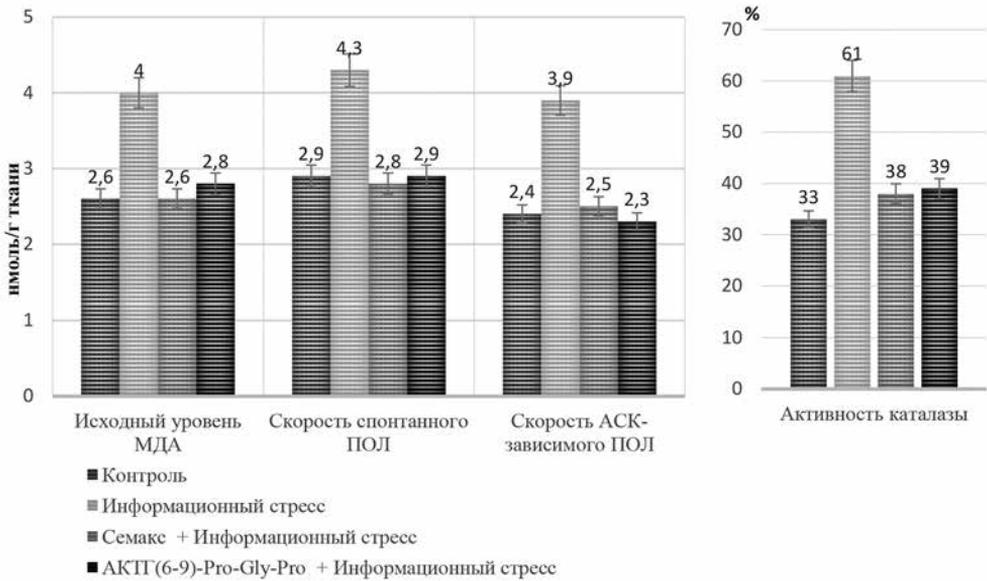
**Рис. 1.** Влияние нейропептидов на показатели ПОЛ и активность каталазы в селезёнке крыс-самцов в условиях информационного стресса.

**Fig. 1.** Effects of the studied neuropeptides on lipid peroxidation and catalase activity in the spleen of male rats exposed to informational stress.

жение показателей ПОЛ в селезёнке (рис. 1). В условиях введения Семакса исходный уровень МДА понижался более чем на 40% ( $p < 0,001$ ) в сравнении с уровнем данного показателя у животных, подвергшихся воздействию информационного стресса. Менее активным оказался АКТГ(6-9)-Pro-Gly-Pro, снижая уровень ТБК-реактивных продуктов у животных, подвергавшихся воздействию информационного стресса, практически на 30% ( $p < 0,05$ ). При изучении действия меланокортинов на показатели спонтанного и АСК-зависимого ПОЛ в селезёнке крыс-самцов в условиях информационного стресса было установлено, что изучаемые нейропептидные соединения способны снижать уровень данных показателей в среднем более чем на 30% ( $p < 0,01$ ). При оценке показателей активности каталазы в гомогенате селезёнки в группах животных, получавших Семакс и АКТГ(6-9)-Pro-Gly-Pro на фоне воздействия информационного стресса, наблюдалось снижение изучаемого показателя в среднем на 30% ( $p < 0,01$ ).

Одним из этапов исследования было изучение влияния информационного стресса

на процессы пероксидации в тимусе, в ходе которого было определено формирование иммунного дисбаланса, проявляющегося увеличением скорости показателей спонтанного и АСК-зависимого ПОЛ, а также исходного уровня МДА более чем на 40% ( $p < 0,01$ ) (рис. 2). Следует отметить повышение активности каталазы в группе стрессированных животных более чем на 30% ( $p < 0,01$ ). У крыс-самцов, подверженных воздействию информационного стресса, в гомогенате тимуса отмечалось снижение исходного уровня МДА под влиянием Семакса практически на 40% ( $p < 0,01$ ), под влиянием АКТГ(6-9)-Pro-Gly-Pro — на 30% ( $p < 0,01$ ). В ходе изучения нейропептидов в условиях информационного стресса было установлено, что Семакс проявил себя как эффективный иммунокорректор, подавляя стресс-реактивные проявления, снижая скорость спонтанного ПОЛ и АСК-зависимого ПОЛ в среднем на 40% ( $p < 0,01$ ) в гомогенате тимуса животных опытных групп. В условиях АКТГ(6-9)-Pro-Gly-Pro скорость спонтанного ПОЛ снизилась более чем на 30% ( $p < 0,01$ ) в сравнении



**Рис. 2.** Влияние нейропептидов на показатели ПОЛ и активность каталазы в тимусе крыс-самцов в условиях информационного стресса.

**Fig. 2.** Effects of the studied neuropeptides on lipid peroxidation and catalase activity in the thymus of male rats exposed to informational stress.

с животными, подвергавшимся воздействию информационного стресса, а скорость АСК-зависимого ПОЛ восстановилась до контрольных значений. Активность каталазы под влиянием меланокортинов снизилась в среднем практически на 40% ( $p < 0,01$ ) по сравнению с группой животных, подверженных стрессу.

Полученные данные свидетельствуют о наличии выраженных стресс-протекторных и иммуномодулирующих свойств как у Семакса, так и у нового соединения из группы меланокортинов АКТГ(6-9)-Pro-Gly-Pro, что выражалось в подавлении активизированных продуктов свободно-радикального окисления. Важно отметить, что влияние Семакса на иммунную систему наблюдалось и ранее: было доказано

иммунокорректирующее действие Семакса, способного восстанавливать нарушения со стороны иммунной системы, что подтверждается и нашими исследованиями [1, 2, 6, 9].

## Выводы

Таким образом, актуальность научных изысканий в области иммунореагирования в условиях стрессогенного воздействия свидетельствует о необходимости поиска веществ, оказывающих стресспротекторное и иммуномодулирующее действие, среди средств нейропептидной природы, которые характеризуются широким спектром действия, что определяет перспективность дальнейшего изучения с целью последующего практического применения в медицине.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Агапова Т.Ю., Агниуллин Я.В., Силачев Д.Н., Шадрин М.И., Сломинский Н.А., Шрам С.И., Лимборская С.А., Мясоедов Н.Ф. Изменение экспрессии генов внутриклеточных сигнальных путей в гиппокампе крыс под действием пептида семакс. *Доклады Академии наук*. 2007;417(4):550–552. [Agarova T.Yu., Agniullin Ja.V., Silachev D.N., Shadrina M.I., Slominskij N.A., Shram S.I., Limborskaja S.A., Mjasoedov N.F. Izmenenie jekspressii genov vnutrikletocnyh signal'nyh putej v gip-pokampe krysv pod dejstviem peptida semaks [Changes in gene expression of intracellular signaling pathways in the rat hippocampus under the action of semax peptide]. *Doklady Akademii nauk [Reports of the Academy of Sciences]*. 2007;417(4):550–552. (In Russian)].
2. Додонова С.А., Белых А.Е., Бобынцев И.И. Регуляторные пептиды семейства меланокортинов: биосинтез, рецепция, биологические эффекты. *Человек и его здоровье*. 2018;(1):99–108. [Dodonova S.A., Belykh A.E., Bobytsev I.I. Reguljatornye peptidy semejstva melanokortinov: biosintez, recepcija, biologicheskie jeffekty [Regulatory peptides of the melanocortin family: biosynthesis, reception, biological effects]. *Chelovek i ego zdorov'e [Human and their Health]*. 2018;(1):99–108. (In Russian)]. DOI: 10.21626/vestnik/2018-1/15.
3. Долотов О.В., Середенина Т.С., Левицкая Н.Г. Гептапептид Семакс стимулирует экспрессию BDNF в различных отделах мозга крысы *in vivo*. *Доклады Академии наук*. 2003;391(1):131–134. [Dolotov O.V., Seredenina T.S., Levickaja N.G. Heptapeptid Semaks stimuluiret jekspressiju BDNF v razlichnyh otdelah mozga krysy *in vivo* [Heptapeptide Semax stimulates the expression of BDNF in various parts of the rat brain *in vivo*]. *Doklady Akademii nauk [Reports of the Academy of Sciences]*. 2003;391(1):131–134. (In Russian)].
4. Касьмова Е.Б., Башкина О.А., Галимзянов Х.М. Особенности иммунного статуса и факторы риска хронического течения Эпштейна—Барр вирусной инфекции у детей. Новая наука: Современное состояние и пути развития. 2016;8:16–20. [Kasy-mova E.B., Bashkina O.A., Galimzyanov Kh.M. Oso-bennosti immunnogo statusa i faktory riska hronicheskogo techenija Jepshtejna—Barr virusnoj infekcii u detej [Features of the immune status and risk factors for chronic Epstein—Barr viral infection in children]. *Novaya nauka: Sovremennoye sostoyaniye i puti razvitiya [New Science: The Current State and Ways of Development]*. 2016;8:16–20 (In Russian)].
5. Ковтунович М.Г., Маркачев К.Е. Информационный стресс. *Психологическая наука и образование*. 2008;5:83–91. [Kovtunovich M.G., Markachev K.E. Informacionnyj stress [Information stress]. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie [Psychological Science and Education]*. 2008;5:83–91. (In Russian)].
6. Левицкая Н.Г., Глазова Н.Ю., Себенцова Е.А., Манченко Д.М., Виленский Д.А., Андреева Л.А., Каменский А.А., Мясоедов Н.Ф. Исследование спектра физиологической активности аналога АКПГ4-10 гептапептидасемакс. *Нейрохимия*. 2008;25(1):111–118. [Levitskaya N.G., Glazova N.Yu., Sebentsova E.A., Manchenko D.M., Vilenskiy D.A., Andreyeva L.A., Kamenskiy A.A., Myasoyedov N.F. Issledovanie spektra fiziologicheskoy aktivnosti analoga AKTPG4-10 heptapeptidasemaks [Study of the spectrum of physiological activity of АСТН4-10 analog of heptapeptide semax]. *Nejrohimiya [Neurochemical Journal]*. 2008;25(1):111–118. (In Russian)].
7. Медведева Н.И. Современная социальная среда как фактор и источник информационного стресса. *Вестник Северо-Кавказского федерального университета*. 2015;2(47):235–239. [Medvedeva N.I. Sovremennaja social'naja sreda kak faktor i istochnik informacionnogo stressa [Modern social environment as a factor and a source of informational stress]. *Vestnik Severo-Kavkazskogo federal'nogo universiteta [Bulletin of the North Caucasus Federal University]*. 2015;2(47):235–239. (In Russian)].
8. Миронова Е.С., Линькова Н.С., Попович И.Г., Козина Л.С., Хавинсон В.Х. Нейропротекторные эффекты пептидов. *Ученый геронтолог*. 2020;33(2):299–306. [Mironova E.S., Lin'kova N.S., Popovich I.G., Kozina L.S., Havinson V.H. Nejpropr-tekturnye jeffekty peptidov [Neuroprotective effects of peptides]. *Uspehi gerontologii [Advances in Gerontology]*. 2020;33(2):299–306. (In Russian)].
9. Мурталиева В.Х., Ясенявская А.Л. Влияние Семакса на клеточное и гуморальное звенья иммунного ответа на модели «социального» стресса. В сб.: *Инновационное развитие современной науки: проблемы, закономерности, перспективы. Сборник статей IV Международной научно-практической конференции*. 2017:214–216. [Murtalieva V.H., Jasenjavskaja A.L. Vlijanie Semaksa na kletocnoe i gumoral'noe zven'ja immunnogo otveta na modeli «social'nogo» stressa [The influence of Semax on the cellular and humoral links of the immune response to models of “social” stress]. In: *Innovacionnoe razvitie sovremennoj nauki: problema, zakonmernosti, perspektivy. Sbornik statej IV Mezhduнародной научно-практической конференции*. 2017:214–216. (In Russian)].
10. Наточин Ю.В., Пруцкова Н.П. Всасывание функционально активного аргинин-вазотонина в тонкой кишке лягушки. *Доклады Академии наук*. 2004;394(5):700–702. [Natochin Ju.V., Pruckova N.P. Vsasyvanie funkcional'no aktivnogo arginin-vazotocina v tonkoj kishke ljagushki [Absorption of

- functionally active arginine-vasotocin in the small intestine of a frog]. *Doklady Akademii nauk [Reports of the Academy of Sciences]*. 2004;394(5):700–702. (In Russian)].
11. Никольская К.А., Савоненко А.В., Осипов А.И., Ещенко О.В., Карась А.Я. Информационная роль инстинкта при организации целенаправленного поведения. *Успехи современной биологии*. 1995;115(4):390–396. [Nikol'skaya K.A., Savonenko A.V., Osipov A.I., Eshchenko O.V., Karas' A.Ya. Informacionnaja rol' instinkta pri organizacii celenapravlennoogo povedenija [Informational role of instinct in the organization of purposeful behavior]. *Uspehi sovremennoj biologii [Advances in Modern Biology]*. 1995;115(4):390–396. (In Russian)].
  12. *Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств*. Под ред. А.Н. Миронова. М.: Изд-во Гриф и К, 2012:944. [Rukovodstvo po provedeniju doklinicheskikh issledovanij lekarstvennykh sredstv [Guidelines for conducting preclinical studies of medicinal products]. Ed. by A.N. Mironov. Moscow: Grif i K Publ., 2012:944. (In Russian)].
  13. Сомотруева М.А., Сергалиева М.У., Ясенявская А.Л., Мажитова М.В., Теплый Д.Л., Кантемирова Б.И. Информационный стресс: причины, экспериментальные модели, влияние на организм. Астраханский медицинский журнал. *Медико-биологические науки*. 2015;10(4):25–30. [Samotrueva M.A., Sergaliyeva M.U., Yaseniyavskaya A.L., Mazhitova M.V., Teplyj D.L., Kantemirova B.I. Informacionnyj stress: prichiny, jeksperimental'nye modeli, vlijanie na organizm [Information stress: causes, experimental models, influence on organism]. *Astrakhan Medical Journal. Medical and Biological Sciences*. 2015;10(4):25–30. (In Russian)].
  14. Сомотруева М.А., Тюренок И.Н., Теплый Д.Л., Лужнова С.А., Магомедов М.М. Выраженность иммунокорректирующих свойств фенотропила при применении в различные сроки относительно индукции иммуносупрессии. *Медицинская иммунология*. 2009;11(6):567–570. [Samotrueva M.A., Tjurenkov I.N., Teplyj D.L., Luzhnova S.A., Magomedov M.M. Vyrazhennost' immunokorrigirujushhix svojstv fenotropila pri primenenii v razlichnye stroki odnositel'no indukcii immunosupressii [The expression of the immunocorrective properties of phenotropil when used at different times relative to the induction of immunosuppression]. *Medical Immunology (Russia)*. 2009;11(6):567–570. (In Russian)].
  15. Федорова О.В., Краюшкина Н.Г., Шефер Е.Г. Постстрессовая модуляция органов иммуногенеза. *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. 2010;3(35):8–12. [Fedorova O.V., Krajushkina N.G., Shefer E.G. Poststressovaja moduljacija organov immunogeneza [Poststress system of immunogenesis]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta. [Journal of Volgograd State Medical University]*. 2010;3(35):8–12. (In Russian)].
  16. Ashmarin I.P., Nezavibatko V.N., Myasoedov N.F., Kamensky A.A., Grivennikov I.A., Ponomareva-Stepnaya M.A., Andreeva L.A., Kaplan A.Y., Koshelev V.B., Rjasina T.V. Nootropic analogue of adrenocorticotropin 4-10-semax (the experience of design and investigation over 15 years). *I.P. Pavlov Journal of Higher Nervous Activity*. 1997;47(2):429–430.
  17. Dolotov O.V., Karpenko E.A., Inozemtseva L.S., Seredenina T.S., Levitskaya N.G., Dubynina E.V., Novosadova E.V., Andreeva L.A., et al. Semax, an analog of ACTH(4-10) with cognitive effects, regulates BDNF and TRKB expression in the rat hippocampus. *Brain Res*. 2006;1117(1):54–60. DOI: 10.1016/j.brainres.2006.07.108.
  18. Fedorova V.N., Koroleva S.V., Zubova T.A., et al. Preparations based on regulatory peptides — a new class of medicines. *Neurochemical J*. 2020;14(4):362–374.
  19. Kolomin T., Shadrina M., Slominsky P., et al. A new generation of drugs: synthetic peptides based on natural regulatory peptides. *Neurosci. Med*. 2013;4(4):223–252.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Ясенявская Анна Леонидовна**, к.м.н., доц., ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России;  
e-mail: [yasen\\_9@mail.ru](mailto:yasen_9@mail.ru)

**Сомотруева Марина Александровна**, д.м.н., проф., ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России;  
e-mail: [ms1506@mail.ru](mailto:ms1506@mail.ru)

**Anna L. Yaseniyavskaya**, Cand. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Astrakhan State Medical University of the Ministry of Health Care of Russia;  
e-mail: [yasen\\_9@mail.ru](mailto:yasen_9@mail.ru)

**Marina A. Samotrueva**, Dr. Sci. (Med.), Prof., Astrakhan State Medical University of the Ministry of Health Care of Russia;  
e-mail: [ms1506@mail.ru](mailto:ms1506@mail.ru)

**Генатуллина Гузель Наилевна\***, к.б.н., ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России;  
**e-mail:** [genatullina@mail.ru](mailto:genatullina@mail.ru)

**Лендов Андрей Олегович**, ГБУЗ АО «Детская городская поликлиника № 1»;  
**e-mail:** [lendov@yandex.ru](mailto:lendov@yandex.ru)

**Андреева Людмила Александровна**, ФГБУ Институт молекулярной генетики Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»;  
**e-mail:** [landr@img.ras.ru](mailto:landr@img.ras.ru)

**Мясоедов Николай Федорович**, д.х.н., проф., ФГБУ Институт молекулярной генетики Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»;  
**e-mail:** [nfm@img.ras.ru](mailto:nfm@img.ras.ru)

**Guzel N. Genatullina\***, Cand. Sci. (Biol.), Astrakhan State Medical University of the Ministry of Health Care of Russia;  
**e-mail:** [genatullina@mail.ru](mailto:genatullina@mail.ru)

**Andrey O. Lendov**, Children's City Polyclinic No. 1;  
**e-mail:** [lendov@yandex.ru](mailto:lendov@yandex.ru)

**Lyudmila A. Andreeva**, Institute of Molecular Genetics of the National Research Center "Kurchatov Institute";  
**e-mail:** [landr@img.ras.ru](mailto:landr@img.ras.ru)

**Nikolay F. Myasoedov**, Dr. Sci. (Chem.), Prof., Institute of Molecular Genetics of the National Research Center "Kurchatov Institute";  
**e-mail:** [nfm@img.ras.ru](mailto:nfm@img.ras.ru)

---

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author