

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научная статья

УДК 616.45-001.1/3:547.853.3:615.015

doi: 10.17021/2021.16.3.57.63

**ВЛИЯНИЕ ГЛИПРОЛИНОВ НА СЫВОРОТОЧНЫЙ УРОВЕНЬ  
НЕЙРОТРОФИЧЕСКОГО ФАКТОРА МОЗГА (BDNF)  
В УСЛОВИЯХ «СОЦИАЛЬНОГО» СТРЕССА**

\* Анна Леонидовна Ясенявская<sup>1</sup>, Александра Александровна Цибизова<sup>2</sup>,  
Людмила Александровна Андреева<sup>3</sup>, Николай Федорович Мясоедов<sup>4</sup>,  
Ольга Александровна Башкина<sup>5</sup>, Марина Александровна Самотруева<sup>6</sup>

<sup>1, 2, 5, 6</sup> Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия

<sup>3, 4</sup> Институт молекулярной генетики Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Москва, Россия

<sup>1</sup> yasen\_9@mail.ru

<sup>2</sup> sasha3633@yandex.ru

<sup>3</sup> landr@img.ras.ru

<sup>4</sup> nfm@img.ras.ru

<sup>5</sup> bashkina1@mail.ru

<sup>6</sup> ms1506@mail.ru

**Аннотация. Цель:** изучение влияния глипролинов Thr-Lys-Pro-Arg-Pro-Gly-Pro (Селанк), Pro-Gly-Pro и Pro-Gly-Pro-Leu на уровень мозгового нейротрофического фактора (Brain Derived Neurotrophic Factor, BDNF) в сыворотке крови белых крыс в условиях «социального» стресса. **Материалы и методы.** Исследование проведено на 90 белых крысах-самцах 6-месячного возраста. В качестве экспериментальной модели «социального» стресса использовали сенсорный контакт с последующим формированием агрессивного и субмиссивного типов поведения. Лабораторные животные с учетом градации по типам поведения были разделены на группы (n = 10): группа контрольных/интактных животных; группа крыс, подвергавшихся воздействию «социального» стресса в течение 20 дней (стресс); группы особей, получавших соединения Thr-Lys-Pro-Arg-Pro-Gly-Pro (Селанк), Pro-Gly-Pro, Pro-Gly-Pro-Leu в дозе 100 мкг/кг/сут внутрибрюшинно с первого дня стрессорного воздействия курсом 20 дней. Уровень BDNF в сыворотке крови белых крыс оценивали методом иммуноферментного анализа с использованием наборов ELISA Kit for Brain Derived Neurotrophic Factor (США). **Результаты и заключение.** Установлено, что в условиях «социального» стресса наблюдалось снижение уровня BDNF. Введение изучаемых глипролинов (Thr-Lys-Pro-Arg-Pro-Gly-Pro (Селанк), Pro-Gly-Pro, Pro-Gly-Pro-Leu) в условиях индуцированного «социального» стресса способствует повышению концентрации BDNF в сыворотке крови экспериментальных животных, что свидетельствует о влиянии нейропептидов на уровень нейротрофинов класса BDNF и позволяет предложить возможный механизм антистрессорного эффекта.

**Ключевые слова:** глипролины, нейропептиды, Thr-Lys-Pro-Arg-Pro-Gly-Pro (Селанк), Pro-Gly-Pro, Pro-Gly-Pro-Leu, «социальный» стресс, мозговой нейротрофический фактор (Brain Derived Neurotrophic Factor (BDNF)).

**Для цитирования:** Ясенявская А. Л., Цибизова А. А., Андреева Л. А., Мясоедов Н. Ф., Башкина О. А., Самотруева М.А. Влияние глипролинов на сывороточный уровень нейротрофического фактора мозга (BDNF) в условиях «социального» стресса // Астраханский медицинский журнал. 2021. Т. 16, № 3. С. 57–63.

\* © А.Л. Ясенявская, А.А. Цибизова, Л.А. Андреева,  
Н.Ф. Мясоедов, О.А. Башкина, М.А. Самотруева, 2021

Original article

## THE EFFECT OF GLYPROLINES ON SERUM LEVEL OF BRAIN NEUROTROPHIC FACTOR (BDNF) UNDER CONDITIONS OF “SOCIAL” STRESS

Anna L. Yasenyavskaya<sup>1</sup>, Aleksandra A. Tsibizova<sup>2</sup>,  
Lyudmila A. Andreeva<sup>3</sup>, Nikolay F. Myasoedov<sup>4</sup>,  
Ol'ga A. Bashkina<sup>5</sup>, Marina A. Samotrueva<sup>6</sup>

<sup>1, 2, 5, 6</sup>Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia

<sup>3, 4</sup>Institute of molecular genetics National research center “Kurchatov Institute”, Moscow, Russia

<sup>1</sup>yasen\_9@mail.ru

<sup>2</sup>sasha3633@yandex.ru

<sup>3</sup>landr@img.ras.ru

<sup>4</sup>nfm@img.ras.ru

<sup>5</sup>bashkina1@mail.ru

<sup>6</sup>ms1506@mail.ru

**Abstract. Objective:** To study the effect of glyprolines Thr-Lys-Pro-Arg-Pro-Gly-Pro (Selank), Pro-Gly-Pro and Pro-Gly-Pro-Leu on the level of Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) in serum blood of white rats under conditions of “social” stress. **Materials and methods.** The study was carried out on 90 male white rats of 6 months of age. Sensory contact with the subsequent formation of aggressive and submissive types of behaviour was used as an experimental model of “social” stress. Laboratory animals, taking into account the gradation by types of behaviour, were divided into groups (n = 10): a group of control / intact animals; a group of rats exposed to “social” stress for 20 days (stress); groups of individuals who received the compounds Thr-Lys-Pro-Arg-Pro-Gly-Pro (Selank), Pro-Gly-Pro, Pro-Gly-Pro-Leu at a dose of 100 µg / kg/day intraperitoneally from the 1st day of stress exposure to a course of 20 days. The BDNF level in the blood serum of white rats was assessed by the enzyme-linked immunosorbent assay using ELISA Kit for Brain-Derived Neurotrophic Factor (USA). **Results and conclusion.** It was found that under the conditions of “social” stress, a decrease in the level of BDNF was observed. The introduction of the studied glyprolines (Thr-Lys-Pro-Arg-Pro-Gly-Pro (Selank), Pro-Gly-Pro, Pro-Gly-Pro-Leu) under conditions of induced “social” stress increases the concentration of BDNF in the blood serum of experimental animals which indicates the effect of neuropeptides on the level of neurotrophins of the BDNF class and suggests a possible mechanism of the antistress effect.

**Keywords:** glyprolines, neuropeptides, Thr-Lys-Pro-Arg-Pro-Gly-Pro (Selank), Pro-Gly-Pro, Pro-Gly-Pro-Leu, “social” stress, brain neurotrophic factor, Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF).

**For citation:** Yasenyavskaya A. L., Tsibizova A. A., Andreeva L. A., Myasoedov N. F., Bashkina O. A., Samotrueva M. A. The effect of glyprolines on serum level of brain neurotrophic factor (BDNF) under conditions of “social” stress. Astrakhan Medical Journal. 2021; 16 (3): 57–63. (In Russ.).

**Введение.** Для формирования эффективной адаптивной реакции на стресс важным является баланс в работе стресс-активирующих и стресс-лимитирующих систем организма [1]. Нарушение адекватной стресс-реактивности приводит к нейровегетативным изменениям, проявляющимся развитием тревожно-фобических и депрессивных состояний, которые согласно нейротрофиновой гипотезе связаны с нарушением экспрессии нейротрофических факторов роста [2]. Нейротрофины играют важнейшую роль в регуляции нормального роста и развития, функционирования и апоптоза нейронов, определяя процессы адаптивного нейрогенеза, синаптогенеза и нейропластичности [3, 4]. Более того, концентрация нейротрофинов имеет важное прогностическое значение, являясь маркером патологических процессов в центральной нервной системе [5]. Установлено, например, что уровень экспрессии мозгового нейротрофического фактора (Brain Derived Neurotrophic Factor (BDNF)) отражает эффективность лечения гипоксически-ишемических, травматических и токсических поражений центральной нервной системы [6, 7]. Доказано также, что уровень сывороточного BDNF имеет отрицательную корреляционную связь со степенью выраженности тревожных расстройств [2, 7] и даже

в ряде случаев определяет развитие нейродегенеративных процессов [8, 9]. Несомненно, нейротрофины, являясь активными участниками срочной и долговременной адаптации к различным стрессовым воздействиям окружающей среды, перспективны в качестве мишеней для реализации механизма антистрессорного действия фармакологических средств.

Перспективным классом стресс протекторов, проявляющих широкий спектр биологической активности, являются нейропептидные аналоги, среди которых интерес представляют глицинсодержащие олигопептиды – глипролины [5]. Важным свойством глипролинов является устойчивость к биодеградации и интегративность воздействия на организм, что проявляется нейро- и гастропротекторным, противовоспалительным и регенеративным, гипополипидемическим и нормогликемическим эффектами, а также положительным влиянием на гемостаз [10].

В Институте молекулярной генетики Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» были разработаны глипролиновые соединения, которые демонстрируют ряд важных физиологических функций [5]. В настоящее время одним из широко востребованных в клинической медицине является Селанк (Thr-Lys-Pro-Arg-Pro-Gly-Pro), зарегистрированный в Российской Федерации в качестве лекарственного средства. На стадии изучения эффективности и безопасности находятся соединения: Pro-Gly-Pro и Pro-Gly-Pro-Leu, для которых с применением различных модельных систем *in vivo* и *in vitro* доказаны антидепрессивные, психомодулирующие, стресспротекторные, антиоксидантные, иммуномодулирующие и другие свойства [1, 11, 12, 13]. Принимая во внимание важнейшую роль нейротрофинов в проявлении основных эффектов нейропептидных препаратов, считаем актуальным проведение исследований, посвященных оценке вклада глипролиновых соединений в процессы регуляции эндогенной стресспротекции, реализуемой через экспрессию нейротрофического фактора мозга.

**Цель:** изучить влияние глипролинов на уровень мозгового нейротрофического фактора (BDNF) в сыворотке крови белых крыс в условиях «социального» стресса.

**Материалы и методы исследования.** Исследование проведено на 90 белых крысах-самцах 6-месячного возраста. Все манипуляции с животными проводили в соответствии с требованиями Директивы Европейского Парламента и Совета Европейского Союза по охране животных, используемых в научных целях (2010/63/EU), правилами, принятыми «Международной конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и научных целей» (Страсбург, 1986), Приказом Министерства здравоохранения РФ № 199н от 01.04.2016 г. «Об утверждении Правил лабораторной практики» и протоколом № 8 от 24.11.2015 г. Этического комитета ФГБОУ ВО «Астраханский ГМУ» Минздрава России.

В качестве экспериментальной модели «социального» стресса использовали сенсорный контакт с последующим формированием агрессивного и субмиссивного типов поведения [11, 12, 13]. Лабораторные животные с учетом градации по типам поведения были разделены на группы (n = 10):

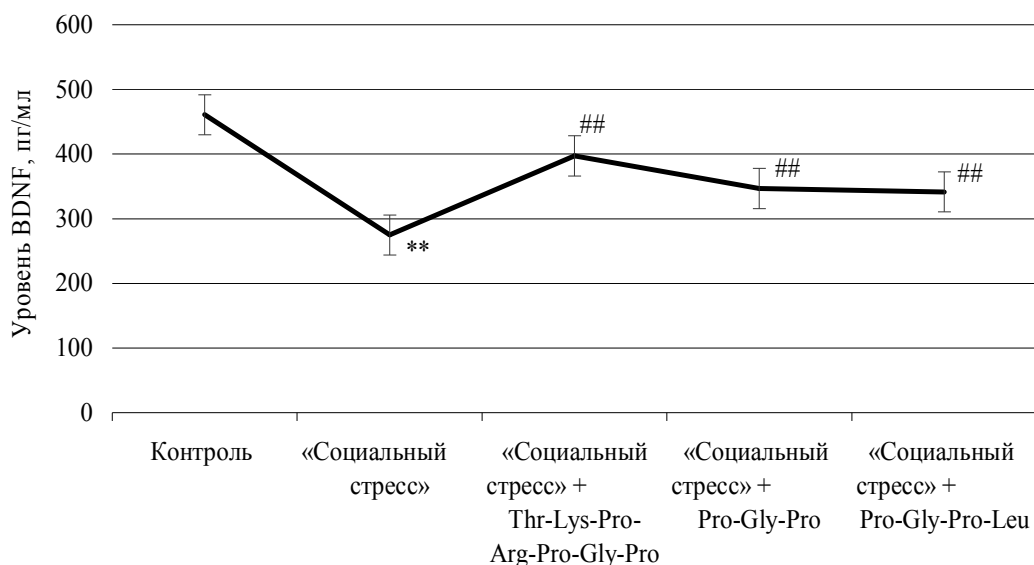
- группа контрольных/интактных животных;
- группа крыс, подвергавшихся воздействию «социального» стресса в течение 20 дней (стресс);
- группы особей, получавших соединения Thr-Lys-Pro-Arg-Pro-Gly-Pro (Селанк), Pro-Gly-Pro, Pro-Gly-Pro-Leu в дозе 100 мкг/кг/сут внутривентриально с первого дня стрессорного воздействия курсом 20 дней.

Уровень BDNF в сыворотке крови белых крыс оценивали методом иммуноферментного анализа с использованием наборов ELISA Kit for Brain Derived Neurotrophic Factor (BDNF) (США).

Статистическую обработку результатов исследования осуществляли с помощью статистического пакета Excel и программного обеспечения BIOSTAT, с использованием критерия Манна-Уитни. Статистически значимыми различия считали при  $p \leq 0,05$ .

**Результаты исследования и их обсуждение.** Результаты, отражающие влияние глипролинов на уровень нейротрофического фактора BDNF в сыворотке крови белых крыс с агрессивным типом поведения в условиях «социального» стресса, представлены на рисунке 1.

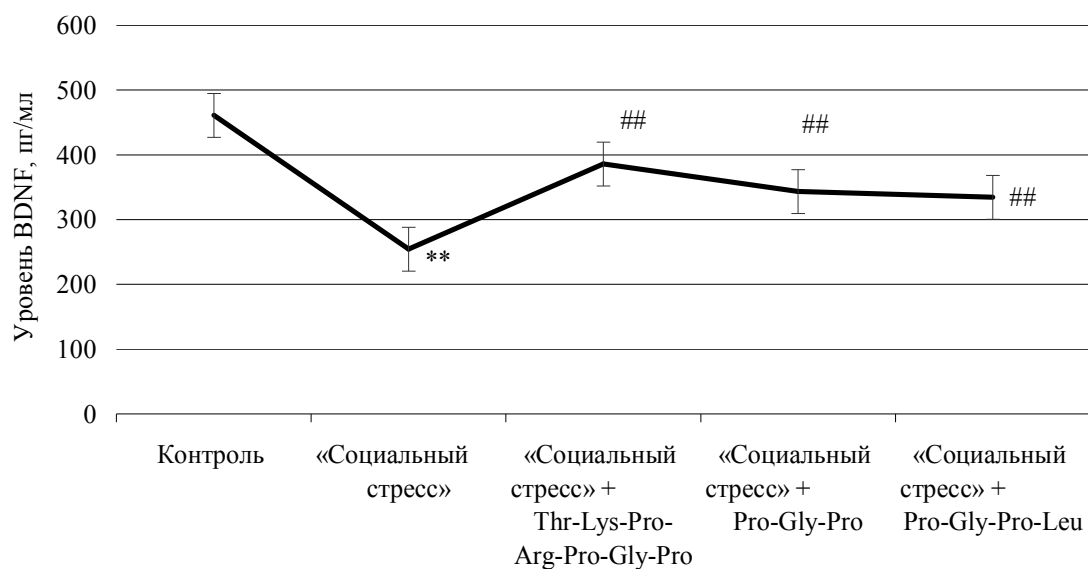
У животных с агрессивным типом поведения в группе «социальный стресс» отмечалось снижение уровня BDNF на 40 % ( $p \leq 0,01$ ) по сравнению с контролем. Глипролиновые соединения Thr-Lys-Pro-Arg-Pro-Gly-Pro (Селанк), Pro-Gly-Pro и Pro-Gly-Pro-Leu вызвали статистически значимое увеличение уровня мозгового нейротрофического фактора по отношению к стрессированной группе животных на 45 %; 26 % и 24 % соответственно ( $p \leq 0,01$ ).



**Рис. 1. Уровень BDNF в сыворотке крови белых крыс с агрессивным типом поведения, сформированным в условиях «социального» стресса под влиянием глипролинов.**

*Примечание: \*\* –  $p \leq 0,01$  – относительно контроля;  
## –  $p \leq 0,01$  – относительно группы «социальный стресс»*

Результаты оценки влияния глипролинов на уровень нейротрофического фактора BDNF в сыворотке крови белых крыс с субмиссивным типом поведения в условиях «социального» стресса представлены на рисунке 2.



**Рис. 2. Уровень BDNF в сыворотке крови белых крыс с субмиссивным типом поведения, сформированным в условиях «социального» стресса под влиянием глипролинов.**

*Примечание: \*\* –  $p \leq 0,01$  – относительно контроля;  
## –  $p \leq 0,01$  – относительно группы «социальный стресс»*

В группе стрессированных крыс с субмиссивным типом поведения было отмечено снижение уровня BDNF на 45 % ( $p \leq 0,01$ ) по сравнению с контрольными животными.

При введении глипролиновых соединений также отмечались изменения уровня исследуемого нейротрофического фактора в виде его статистически значимого повышения ( $p \leq 0,01$ ): на фоне Thr-Lys-Pro-Arg-Pro-Gly-Pro (Селанк) – на 52 %, Pro-Gly-Pro – 35 % и Pro-Gly-Pro-Leu – на 32 % по отношению к группе животных, подверженных воздействию «социального» стресса.

Таким образом, результаты исследования показали, что воздействие стресса, в частности «социального», приводит к снижению сывороточного уровня мозгового нейротрофического фактора, что находит подтверждение и в других экспериментальных работах [6]. Установлено, что снижение уровня BDNF в условиях стресса сопровождается изменением нейропластичности с последующим угнетением нейрогенеза [7]. Снижение экспрессии BDNF в результате воздействия стрессогенных факторов различной природы и восстановление его уровня продолжительным введением средств коррекции привели к созданию нейротрофической гипотезы развития стресс-индуцированной депрессии, согласно которой изменение уровня BDNF является ключевым механизмом формирования и разработки подходов к лечению подобных нарушений [14]. Данный факт подтверждается установленным снижением содержания BDNF при формировании депрессии и повышением его концентрации в процессе фармакотерапии, а также положительной корреляцией уровня BDNF со степенью улучшения состояния. Доказано, что эффективность терапии стресс-протекторами и антидепрессантами осуществляется за счет их воздействия на нейрогенез и нейрональную пластичность [4, 13]. Установленная в данном исследовании корригирующая активность глипролинов в отношении уровня BDNF при «социальном» стрессе свидетельствует о проявлении Thr-Lys-Pro-Arg-Pro-Gly-Pro (Селанк), Pro-Gly-Pro и Pro-Gly-Pro-Leu выраженных антистрессорных эффектов.

**Заключение.** Таким образом, проведенное исследование установило наличие у Thr-Lys-Pro-Arg-Pro-Gly-Pro (Селанк), Pro-Gly-Pro и Pro-Gly-Pro-Leu стресс-протекторного действия за счет восстановления уровня нейротрофического фактора мозга (BDNF), что актуализирует дальнейшее детальное изучение BDNF-опосредованного механизма антистрессорного эффекта глипролинов.

**Финансирование.** Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант РФФИ № 19-04-00461.

#### Список источников

1. Cohen S., Gianaros P. J., Manuck S. B. A Stage Model of Stress and Disease // *Perspectives on Psychological Science*. 2016. Vol. 11, no. 4. P. 456–463. doi: 10.1177/1745691616646305.
2. Levy M. J. F., Boulle F., Steinbusch H. W., van den Hove D. L., Kenis G., Lanfumey L. Neurotrophic factors and neuroplasticity pathways in the pathophysiology and treatment of depression // *Psychopharmacology*. 2018. Vol. 235. P. 2195–2220. doi: 10.1007/s00213-018-4950-4.
3. Крыжановская С. Ю., Запара М. А., Глазачев О. С. Нейротрофины и адаптация к средовым стимулам: возможности расширения «терапевтического потенциала» (краткий обзор) // *Вестник международной академии наук (русская секция)*. 2020. № 1. – С. 36–43.
4. Brigadski T., Lebmann V. The physiology of regulated BDNF release // *Cell and Tissue Research*. 2020. Vol. 382, no. 1. P. 15–45. doi: 10.1007/s00441-020-03253-2.
5. Kanunnikova N. P. Neuroprotective properties of neuropeptides // *Journal of the Grodno State Medical University*. 2017. Vol. 15, no. 5. P. 492–498. doi: <http://dx.doi.org/10.25298/2221-8785-2017-15-5-492-498>.
6. Острова И. В., Голубева Н. В., Кузовлев А. Н., Голубев А. М. Прогностическая значимость и терапевтический потенциал мозгового нейротрофического фактора BDNF при повреждении головного мозга (обзор) // *Общая реаниматология*. 2019. Т. 15, № 1. С. 70–86. doi: 10.15360/1813-9779-2019-1-70-86.
7. Kowiański P., Lietzau G., Czuba E., Waskow M., Steliga A., Morys J. BDNF: a key factor with multipotent impact on brain signaling and synaptic plasticity // *Cellular and molecular neurobiology*. 2018. Vol. 38, no. 3. P. 579–593. doi: 10.1007/s10571-017-0510-4.
8. Левчук Л. А., Вялова Н. М., Михалицкая Е. В., Семкина А. А., Иванова С. А. Роль BDNF в патогенезе неврологических и психических расстройств // *Современные проблемы науки и образования*. 2018. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28267>.
9. Naghibzadeh M., Ranjbar R., Tabandeh M. R., Habibi A. Effects of Two Training Programs on Transcriptional Levels of Neurotrophins and Glial Cells Population in Hippocampus of Experimental Multiple Sclerosis // *International Journal of Sports Medicine*. 2018. Vol. 39, no. 8. P. 604–612. doi: 10.1055/a-0608-4635.
10. Жуйкова С. Е. Глипролины – регуляторные пептиды с интегративным действием // *Интегративная физиология*. 2020. Т. 1, № 4. С. 303–316. doi: 10.33910/2687-1270-2020-1-4-303-316.
11. Ясенявская А. Л., Самогтруева М. А., Цибизова А. А., Мясоедов Н. Ф., Андреева Л. А. Влияние глипролинов на перекисное окисление липидов в гипоталамической и префронтальной областях головного мозга в условиях «социального» стресса // *Астраханский медицинский журнал*. 2020. Т. 15, № 3. С. 79–85. doi: 10.17021/2020.15.3.79.85.

12. Ясенявская А. Л., Самотруева М. А., Мясоедов Н. Ф., Андреева Л. А. Влияние семакса на уровень интерлейкина-1 $\beta$  в условиях «социального» стресса // Медицинский академический журнал. 2019. Т. 19, № S. С. 192–194. doi 10.17816/MAJ191S1192-194.

13. Samotrueva M. A., Yasenyavskaya A. L., Murtaliev V. K., Bashkina O. A., Myasoedov N. F., Andreeva L. A., Karaulov A. V. Experimental Substantiation of Application of Semax as a Modulator of Immune Reaction on the Model of «Social» Stress // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. 2019. Vol. 166, no. 6. P. 754–758. doi: 10.1007/s10517-019-04434-y.

14. Duman R. S., Deyama S., Fogaça M. V. Role of BDNF in the pathophysiology and treatment of depression: Activity-dependent effects distinguish rapid-acting antidepressants // European Journal of Neuroscience. 2021. Vol. 53, no. 1. P. 126–139. doi: 10.1111/ejn.14630.

### References

1. Cohen S., Gianaros P. J., Manuck S. B. A Stage Model of Stress and Disease. Perspectives on Psychological Science. 2016; 11 (4): 456–463. doi: 10.1177/1745691616646305.

2. Levy M. J. F., Boulle F., Steinbusch H. W., Van den Hove D. L., Kenis G., Lanfumey L. Neurotrophic factors and neuroplasticity pathways in the pathophysiology and treatment of depression. Psychopharmacology. 2018; 235: 2195–2220. doi: 10.1007/s00213-018-4950-4.

3. Kryzhanovskaya S. Yu., Zapara M. A., Glazachev O. S. Neurotrophins and adaptation to environmental stimuli: opportunities for expanding the “therapeutic potential” (a brief overview). Vestnik mezhdunarodnoy akademii nauk (russkaya sektsiya) = Bulletin of the International Academy of Sciences (Russian section). 2020; 1: 36–43. (In Russ.).

4. Brigadski T., Lebmann V. The physiology of regulated BDNF release. Cell and Tissue Research. 2020; 382 (1): 15–45. doi: 10.1007/s00441-020-03253-2.

5. Kanunnikova N. P. Neuroprotective properties of neuropeptides. Journal of the Grodno State Medical University. 2017; 15 (5): 492–498. doi: <http://dx.doi.org/10.25298/2221-8785-2017-15-5-492-498>.

6. Ostrova I. V., Golubeva N. V., Kuzovlev A. N., Golubev A. M. Prognostic significance and therapeutic potential of brain neurotrophic factor BDNF in brain damage (review). Obshchaya reanimatologiya = General resuscitation. 2019; 15 (1): 70–86. doi: 10.15360/1813-9779-2019-1-70-86. (In Russ.).

7. Kowiański P., Lietzau G., Czuba E., Waśkow M., Steliga A., Moryś J. BDNF: a key factor with multipotent impact on brain signaling and synaptic plasticity. Cellular and molecular neurobiology. 2018; 38 (3): 579–593. doi: 10.1007/s10571-017-0510-4.

8. Levchuk L. A., Vyalova N. M., Mikhailitskaya E. V., Semkina A. A., Ivanova S. A. The role of BDNF in the pathogenesis of neurological and mental disorders. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya = Modern problems of science and education. 2018; 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28267>. (In Russ.).

9. Naghibzadeh M., Ranjbar R., Tabandeh M. R., Habibi A. Effects of Two Training Programs on Transcriptional Levels of Neurotrophins and Glial Cells Population in Hippocampus of Experimental Multiple Sclerosis. International Journal of Sports Medicine. 2018; 39 (8): 604–612. doi: 10.1055/a-0608-4635.

10. Zhuykova S. E. Glyprolins are regulatory peptides with an integrative effect. Integrativnaya fiziologiya = Integrative physiology. 2020; 1 (4): 303–316. doi: 10.33910/2687-1270-2020-1-4-303-316. (In Russ.).

11. Yasenyavskaya A. L., Samotrueva M. A., Tsbizova A. A., Myasoedov N. F., Andreeva L. A. The influence of glyprolines on lipid peroxidation in the hypothalamic and prefrontal areas of the brain under conditions of “social” stress. Astrakhanskiy meditsinskiy zhurnal = Astrakhan Medical Journal. 2020; 15 (3): 79–85. doi 10.17021/2020.15.3.79.85. (In Russ.).

12. Yasenyavskaya A. L., Samotrueva M. A., Myasoedov N. F., Andreeva L. A. Influence of Semax on the level of interleukin-1 $\beta$  in the conditions of “social” stress. Meditsinskiy akademicheskiy zhurnal = Medical Academic Journal. 2019; 19 (S): 192–194. doi 10.17816/MAJ191S1192-194. (In Russ.).

13. Samotrueva M. A., Yasenyavskaya A. L., Murtaliev V. K., Bashkina O. A., Myasoedov N. F., Andreeva L. A., Karaulov A. V. Experimental Substantiation of Application of Semax as a Modulator of Immune Reaction on the Model of “Social” Stress. Bulletin of Experimental Biology and Medicine. 2019; 166 (6): 754–758. doi: 10.1007/s10517-019-04434-y.

14. Duman R. S., Deyama S., Fogaça M. V. Role of BDNF in the pathophysiology and treatment of depression: Activity-dependent effects distinguish rapid - acting antidepressants. European Journal of Neuroscience. 2021; 53 (1): 126–139. doi: 10.1111/ejn.14630.

### Информация об авторах

**А.Л. Ясенявская**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры фармакогнозии, фармацевтической технологии и биотехнологии, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия.

**А.А. Цибизова**, кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры фармакогнозии, фармацевтической технологии и биотехнологии, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия.

*Л.А. Андреева*, руководитель сектора, Институт молекулярной генетики Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Москва, Россия.

*Н.Ф. Мясоедов*, доктор химических наук, профессор, академик РАН, руководитель отдела, Институт молекулярной генетики Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Москва, Россия.

*О.А. Башкина*, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой факультетской педиатрии, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия.

*М.А. Самотруева*, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой фармакогнозии, фармацевтической технологии и биотехнологии, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия.

#### **Information about the authors**

*A.L. Yasenyavskaya*, Cand. Sci. (Med.), Associate professor of Department, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia.

*A.A. Tsibizova*, Cand. Sci. (Farm.), Associate professor of Department, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia.

*L.A. Andreeva*, Sector Leader, Institute of molecular genetics National research center “Kurchatov Institute”, Moscow, Russia.

*N.F. Myasoedov*, Dr. Sci. (Chem), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Department Head, Institute of molecular genetics National research center “Kurchatov Institute”, Moscow, Russia.

*O.A. Bashkina*, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of Department, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia.

*M.A. Samotrueva*, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of Department, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia.\*

---

\* Статья поступила в редакцию 20.09.2021; одобрена после рецензирования 21.09.2021; принята к публикации 24.09.2021.

The article was submitted 20.09.2021; approved after reviewing 21.09.2021; accepted for publication 24.09.2021.