



УДК 616.8-008.615: 577.175.346  
<https://doi.org/10.26516/2073-3372.2025.52.66>

## Модулирующее действие окситоцина на проявления стрессорной реакции у крыс

Ю. В. Кашина, И. Л. Чередник, А. А. Бахова, Е. И. Панченко, Е. А. Леонова,  
А. А. Веревкин, К. А. Попов, Ю. О. Кашина, В. В. Котов\*

*Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Россия*  
E-mail: [yulia-kashina@yandex.ru](mailto:yulia-kashina@yandex.ru)

**Аннотация.** Исследовано влияние корректирующего неблагоприятные последствия стрессорного воздействия эндогенного нейропептида окситоцина на органы – маркеры стресса и уровень кортизола в крови крыс. В эксперименте проанализировано антистрессовое действие окситоцина на основании оценок устранения вызванных иммобилизационным стрессом изменений в относительной массе селезёнки и надпочечников, состояния слизистой оболочки желудка и отклонений уровня кортизола в плазме крови экспериментальных животных.

**Ключевые слова:** кортизол, стресс, окситоцин, надпочечники, селезёнка.

---

**Для цитирования:** Модулирующее действие окситоцина на проявления стрессорной реакции у крыс / Ю. В. Кашина, И. Л. Чередник, А. А. Бахова, Е. И. Панченко, Е. А. Леонова, А. А. Веревкин, К. А. Попов, Ю. О. Кашина, В. В. Котов // Известия Иркутского государственного университета. Серия Биология. Экология. 2025. Т. 52. С. 66–78. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2025.52.66>

---

Research article

## Modulating Effect of Oxytocin on Stress Response in Rats

Yu. V. Kashina, I. L. Cherednik, A. A. Bakhova, Ye. I. Panchenko,  
Ye. A. Leonova, A. A. Verevkin, K. A. Popov, Yu. O. Kashina, V. V. Kotov

*Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation*

**Abstract.** The purpose of our study is to determine the effect of oxytocin on stress marker organs and the level of cortisol in the blood of rats after stress exposure. The study was conducted on 70 white male Wistar rats. The rats were placed in individual chambers and subjected to immobilization stress. Before fixation in the chambers, group B animals were injected intranasally with saline; group C-oxytocin. Extraction of organs-markers of stress and analysis of blood cortisol level were performed. Spleen weight in groups receiving physiological solution decreased as follows: in group B-1 – by 19.8% ( $p = 0.075$ ), B-2 – by 20.3% ( $p < 0.001$ ) and B-3 – by 21.9% ( $p < 0.001$ ). In groups receiving oxytocin statistically significant differences with control group were not revealed ( $p = 0.748$ ). The relative adrenal mass in rats in groups B-1, B-2 and C-1, C-2 did not differ statistically significantly from the control group A, but in group B-3 the analyzed parameter increased by 21.4% ( $p = 0.011$ ). In group C-3 the adrenal mass increased by only 10.7% ( $p = 0.012$ ) compared to group A. The values of the relative spleen mass in groups B-1, B-2 and B-3 were statistically significantly

lower than the values obtained in groups C-1, C-2 and C-3 ( $p < 0.001$ ). For the relative weight of the adrenal glands, no statistically significant differences were found in groups B-1 and C-1 ( $p = 0.971$ ), B-2 and C-2 ( $p = 0.19$ ), whereas for group B-3 this indicator was statistically significantly higher than in group C-3 ( $p < 0.001$ ). After 24-hour immobilization stress, the spleen weight in groups B-2 and B-3 statistically significantly decreased in rats given saline ( $p < 0.001$ ). In groups C-1, C-2, C-3, no statistically significant differences with the control group were observed. A statistically significant increase in the relative weight of the adrenal glands was observed in groups B-3 ( $p = 0.011$ ) and C-3 ( $p = 0.012$ ). When analyzing the cortisol level in the experimental groups, it was found that the intranasal administration of oxytocin before 24-hour immobilization exposure helps eliminate deviations in this indicator in the blood of rats. The results obtained demonstrate a reliable effect of a single intranasal administration of oxytocin - to increase resistance to stress, which is manifested in a decrease and normalization of classic manifestations caused by stress.

**Keywords:** cortisol, stress, oxytocin, adrenal glands, spleen.

---

**For citation:** Kashina Yu.V., Cherednik I.L., Bakhova A.A., Panchenko Ye.I., Leonova Ye.A., Verevkin A.A., Popov K.A., Kashina Yu.O., Kotov V.V. Modulating Effect of Oxytocin on Stress Response in Rats. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Biology. Ecology*, 2025, vol. 52, pp. 66-78. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2025.52.66> (in Russian)

---

## Введение

Стресс с точки зрения физиологии характеризуется функциональными нарушениями внутренних органов, нервной и эндокринной систем в ответ на действие раздражителя [Пшиченко, 2014]. Нейроэндокринные механизмы развития стресса заключаются в активации гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы. Под влиянием кортиколиберина гипоталамуса гипофиз активизирует выработку адренокортикотропного гормона, который в свою очередь стимулирует секрецию корой надпочечников стероидного гормона – кортизола, играющего ведущую роль в нейроэндокринных механизмах развития стрессорной реакции и формировании адаптивных возможностей организма. Этот гормон изменяет обмен веществ, увеличивает количество энергии, требующейся нервной ткани за счёт распада белка в мышцах для синтеза глюкозы из аминокислот [Клеточно-молекулярные ... , 2017].

Актуальной задачей для физиологии является разработка способов для ограничения и устранения последствий стресса [Влияние транскраниальной ... , 2020]. Несмотря на то что стресс является адаптивной реакцией, при длительном воздействии стрессогенных факторов возможно нарушение ряда поведенческих реакций организма, обусловленных дисбалансом в нейромедиаторных системах [A comprehensive ... , 2018]. Это приводит к истощению механизмов адаптации и развитию патологических состояний в системах организма [DYNAMIC ... , 2014]. Надпочечники, селезёнка, желудок относятся к органам-маркерам, которые дают яркие изменения в ответ на стрессорные воздействия [Состояние ... , 2019]. Ведётся поиск активных веществ, способных корректировать и профилактировать неблагоприятные последствия, вызванные стрессорными раздражителями [Stress ... , 2005]. В частности, большое внимание уделяется изучению нейропептидов: интерес к ним обусловлен их естественным происхождением, быстрым эффектом и широким спектром действия [Lang, Gundlach, Kofler, 2007; Increasing ... , 2016; Reichmann, Holzer, 2016; Влияние ... , 2020; Oxytocin ... , 2017]. Окситоцин – эндогенный нейропептид нейрогипофиза, регулирующий важные физиоло-

гические процессы в организме, такие как родовая деятельность, лактация [Циркин, Трухина, Трухин, 2018], а также влияющий на формирование эмоционального и социального поведения, привязанности, доверия, альтруизма [Корректировка ... , 2024]. Такие психические заболевания, как аутизм, шизофрения, депрессивные расстройства связаны с недостатком окситоцина или нарушением экспрессии его рецепторов [Тюзиков, Греков, Смирнов, 2023]. На сегодняшний день мало сведений о влиянии окситоцина как на целостный организм, так и на отдельные системы органов в условиях стресса.

Цель настоящего исследования – определение влияния окситоцина на органы-маркеры стресса и уровень кортизола в крови крыс после стрессорного воздействия.

### **Материалы и методы**

Исследование проведено на 70 белых крысах-самцах породы *Wistar*. Медианные значения массы тела крыс в разных экспериментальных группах варьировались в пределах от 225 до 230 г, при этом статистически значимых различий в массе у животных из разных экспериментальных групп не регистрировали (табл. 1).

Таблица 1

Масса тела крыс из разных экспериментальных групп

Группа	N	Масса тела, г	p
		Me [Q1; Q3]	
A (контрольная)	10	230 [220; 245]	p <sub>1</sub> = 0,944 p <sub>2</sub> = 0,848
B-1 (ФР, 3 ч)		227,5 [220; 245]	
B-2 (ФР, 1 сут.)		227,5 [215; 245]	
B-3 (ФР, 8 сут.)		225 [220; 250]	
C-1 (ОТ, 3 ч)		227,5 [215; 235]	
C-2 (ОТ, 1 сут.)		227,5 [220; 245]	
C-3 (ОТ, 8 сут.)		230 [220; 240]	

Крысы получены одной партией из филиала «Андреевка» Научного центра биомедицинских технологий Федерального медико-биологического агентства (НЦБМТ ФМБА) России. Все животные прошли карантин на базе учебно-производственного отдела Кубанского ГМУ продолжительностью не менее 14 дней. Содержание животных и проведение экспериментов осуществлялось в соответствии с нормативными документами<sup>1</sup>. Протокол исследования утверждён независимым этическим комитетом КубГМУ (протокол № 126 от 05.10.2023).

<sup>1</sup> Приказ Министерства здравоохранения РФ от 1 апреля 2016 г. № 19/9н «Об утверждении Правил надлежащей лабораторной практики» ; ГОСТ 33215-2014. Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила оборудования помещений и организации процедур ; Директива 2010/63/EU Европейского парламента и совета Европейского союза по охране животных, European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and other Scientific Purposes (ETS 123). Strasbourg, 1986. Кормление осуществлялось в соответствии с суточными нормами (приказ ректора ГБОУ ВПО КубГМУ Минздрава России от 09.07.2015 № 527 «О создании комиссии по определению норм кормления лабораторных животных»).

Крысы были разделены с помощью генератора случайных чисел на группы, содержащие по 10 особей в каждой (рис. 1). Группа *A* (контрольная группа) включала интактных животных. В группах *B-1*, *B-2*, *B-3* и *C-1*, *C-2*, *C-3* крысы помещались в индивидуальные пластиковые камеры размером 16×6 см и подвергались иммобилизационному стрессу. Перед фиксацией в камерах животным из группы *B* вводили интраназально 20 мкл физиологического раствора (ФР); из группы *C* – 20 мкл (0,25 МЕ) окситоцина (ОТ) (Gedeon Richter, Венгрия). Используемое количество препарата было определено на основе литературного анализа [Интраназальное ... , 2019]. Для выполнения анестезии при лапаротомии использовали «Золетил-100» (Virbac, Франция) внутримышечно дозой 15 мг/кг. Производили извлечение органов – маркеров стресса (надпочечников, селезёнки и желудка) в разные временные периоды после завершения иммобилизации: в группах *B-1*, *C-1* – через 3 ч; в группах *B-2*, *C-2* – через 1 сут.; в группах *B-3*, *C-3* – через 8 сут. Массу селезёнки и надпочечников определяли с точностью 0,0001 г на весах серии SK/SK-D/SK-WP (A&D, Япония). Относительную массу органов на 100 г массы тела крыс рассчитывали, используя формулу:  $\text{масса органа (г)} / \text{масса тела (г)} \times 100 \%$ . Проводили оценку внешнего состояния слизистой оболочки желудка.

Количественное определение кортизола в плазме крови определяли методом конкурентного иммуноферментного анализа, используя многофункциональный микропланшетный детектор Zenyth 1100 (Anthos Labtec Instruments, Австрия). Минимальная определяемая концентрация составила 5,15 нг/мл. Результаты представлены в виде кривой логарифмических значений с помощью программного обеспечения CurveExpert v.1.4.

Статистический анализ результатов проводился с помощью программы SPSS Statistics v.27.0. Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро – Уилка. Количественные показатели, имеющие нормальное распределение, описаны с использованием среднего значения (*M*), стандартного отклонения (*SD*) и 95%-ного доверительного интервала (*ДИ*). Графически результаты представлены с использованием столбчатых диаграмм. Количественные показатели, распределение которых отличалось от нормального, описаны с использованием медианы нижнего и верхнего квартилей: *Me* [*Q1*; *Q3*]. Графически результаты представлены с использованием диаграмм размаха.

При сравнении четырёх независимых показателей в случае нормального распределения применялся дисперсионный анализ. Для сравнения контрольной группы и групп, в которых применялся физиологический раствор, использовался критерий Уэлча, а после попарные сравнения проводились с использованием критерия Геймса – Хоуэлла. В случае сравнения контрольной группы и групп крыс, получавших окситоцин, применялся критерий Фишера. При сравнении двух несвязанных совокупностей применялся *t*-критерий Стьюдента.

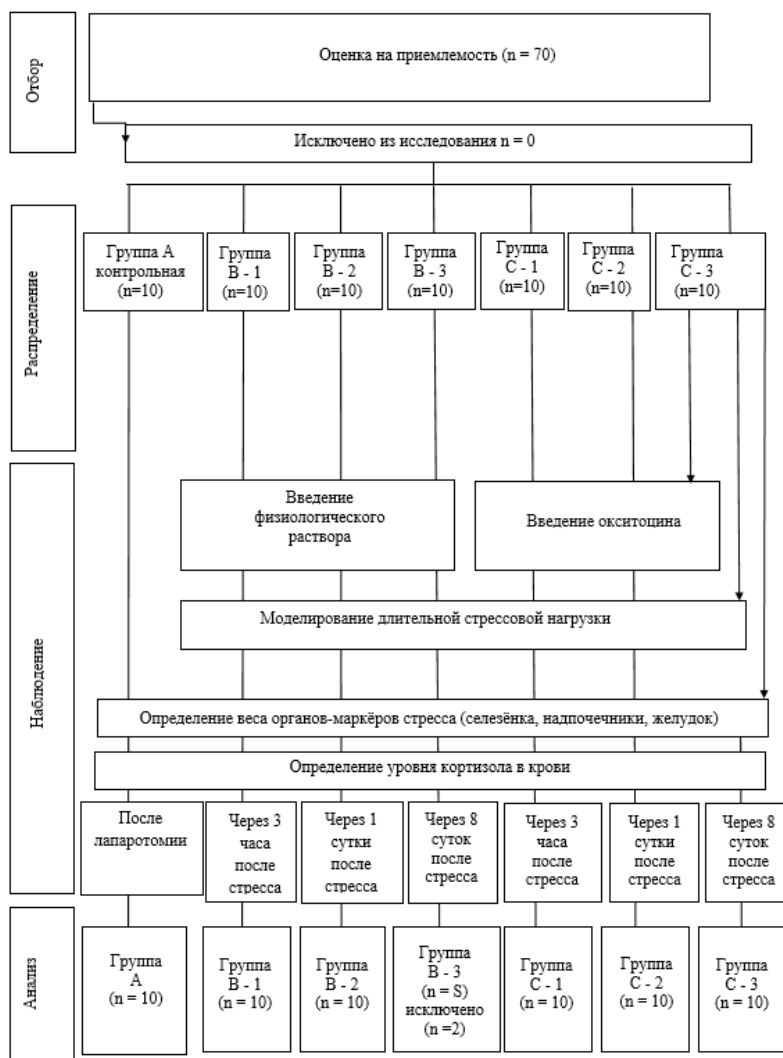


Рис. 1. Блок-схема дизайна эксперимента

При сравнении четырёх независимых выборок по количественному признаку в случае отсутствия нормального распределения хотя бы у одного показателя использовался критерий Краскела – Уоллиса. При обнаружении статистически значимых различий между группами в целом проводились попарные сравнения групп с использованием критерия Данна, указана скорректированная значимость, в которую внесена поправка Бонферрони. При сравнении двух несвязанных совокупностей использовался критерий Манна – Уитни.

Результаты считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### Результаты и обсуждение

Данные об изменении относительной массы органов – маркеров стресса (селезёнки, надпочечников) у крыс из разных экспериментальных групп представлены в табл. 2.

Масса селезёнки у животных в группах, получавших физиологический раствор, снижалась следующим образом: в группе В-1 на 19,8 % (однако результат не является статистически значимым ( $p = 0,075$ )), В-2 – на 20,3 % ( $p < 0,001$ ), В-3 – на 21,9 % ( $p < 0,001$ ). В группах, получавших окситоцин, статистически значимых различий с контрольной группой не выявлено ( $p = 0,748$ ).

Относительная масса надпочечников у крыс в группах В-1, В-2 и С-1, С-2 статистически значимо не отличалась от контрольной группы А (см. табл. 2), однако в группе В-3 анализируемый показатель возрос на 21,4 % ( $p = 0,011$ ). В группе С-3 масса надпочечников увеличилась всего на 10,7 % ( $p = 0,012$ ) по сравнению с группой А.

Также стоит отметить, что значения относительной массы селезёнки в группах В-1, В-2 и В-3 статистически значимо ниже показателей, полученных в группах С-1, С-2 и С-3 ( $p < 0,001$ ). Для относительной массы надпочечников статистически значимых различий в группах В-1 и С-1 ( $p = 0,971$ ), В-2 и С-2 ( $p = 0,19$ ) выявлено не было, тогда как для группы В-3 этот показатель был статистически значимо выше, чем в группе С-3 ( $p < 0,001$ ).

Таблица 2

Относительная масса органов у крыс из разных экспериментальных групп

Группа	N	Селезёнка	Надпочечники
		Массовый коэффициент органа Ме [Q1; Q3]	
А (контрольная)	10	0,192 [0,192; 0,192]	0,028 [0,028; 0,028]
В-1 (ФР, 3 ч)		0,154 [0,153; 0,154]	0,028 [0,027; 0,028]
В-2 (ФР, 1 сут.)		0,153 [0,152; 0,153]	0,028 [0,027; 0,028]
В-3 (ФР, 8 сут.)	8	0,15 [0,148; 0,151]	0,034 [0,033; 0,034]
<i>p</i>		$p < 0,001^*$ $p_{A-B-1} = 0,075$ $p_{A-B-2}, p_{A-B-3} < 0,001^*$ $p_{B-1-B-2} = 0,644$ $p_{B-1-B-3} = 0,078$ $p_{B-2-B-3} = 0,99$	$p < 0,001^*$ $p_{A-B-1}, p_{A-B-2}, p_{B-1-B-2} = 0,99$ $p_{A-B-3} = 0,011^*$ $p_{B-1-B-3} < 0,001^*$ $p_{B-2-B-3} = 0,001^*$
С-1 (ОТ, 3 ч)	10	0,191 [0,191; 0,192]	0,028 [0,028; 0,028]
С-2 (ОТ, 1 сут.)	10	0,192 [0,191; 0,193]	0,027 [0,027; 0,028]
С-3 (ОТ, 8 сут.)	10	0,192 [0,189; 0,193]	0,031 [0,03; 0,031]
<i>p</i>		0,748	$p < 0,001^*$ $p_{A-C-1}, p_{A-C-2}, p_{C-1-C-2} = 0,99$ $p_{A-C-3} = 0,012^*$ $p_{C-1-C-3}, p_{C-2-C-3} < 0,001^*$

Примечание: \* – изменения показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ ).

После 24-часового иммобилизационного стресса у крыс, получавших физиологический раствор, статистически значимо уменьшилась масса селезёнки в группах *B-2* и *B-3* ( $p < 0,001$ ) (рис. 2, *a*). В группах *C-1*, *C-2*, *C-3* статистически значимых различий с контрольной группой не наблюдалось (рис. 2, *б*).

Статистически значимое увеличение относительной массы надпочечников наблюдалось в группах *B-3* ( $p = 0,011$ ) и *C-3* ( $p = 0,012$ ) (рис. 3, *a*, *б*).

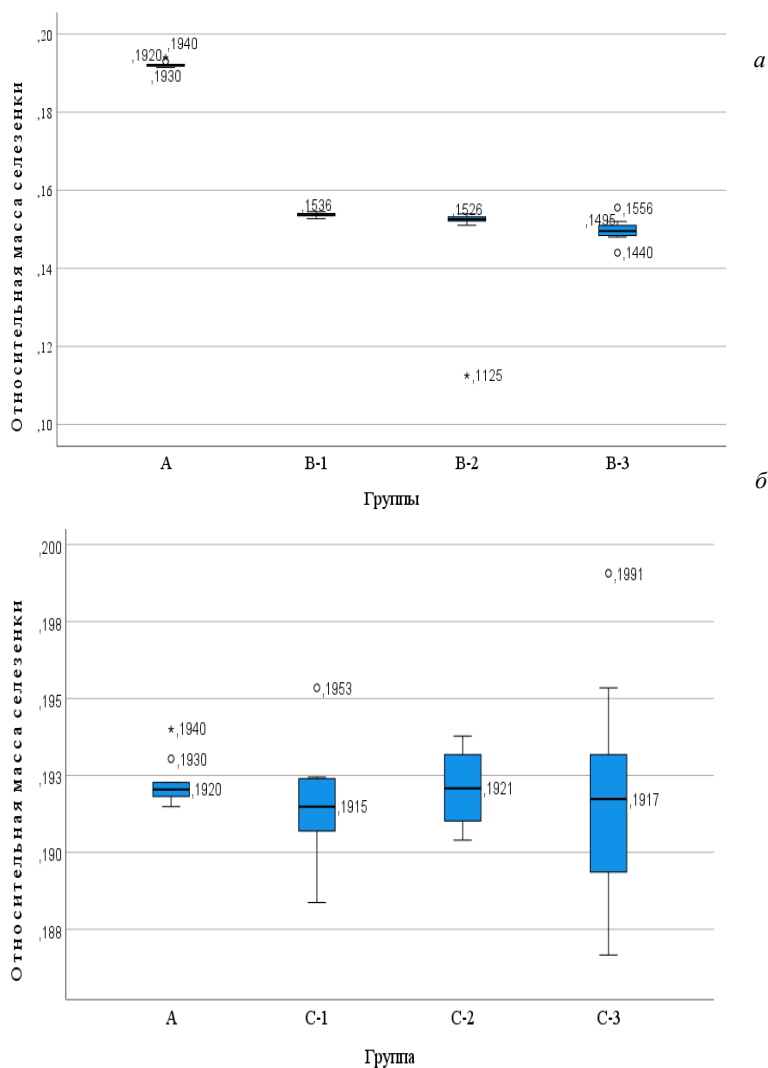


Рис. 2. Относительная масса селезёнки экспериментальных животных из контрольной группы и групп, получавших физиологический раствор (*a*) и окситоцин (*б*)

Группы *A* (контрольная), *C-1*, *C-2*, *C-3* (после введения окситоцина) имели нормальное состояние слизистой оболочки желудка. В группе *B-2* на слизистой оболочке желудка в 70 % случаев наблюдалась гиперемия с единичными мелкими кровоизлияниями, в группе *B-3* у всех животных имелись язвенные поражения, в 87,5 % случаев имеющие крупные размеры. В группе *B-3* две крысы вышли из эксперимента по причине смерти. В остальных группах зафиксирована 100%-ная выживаемость.

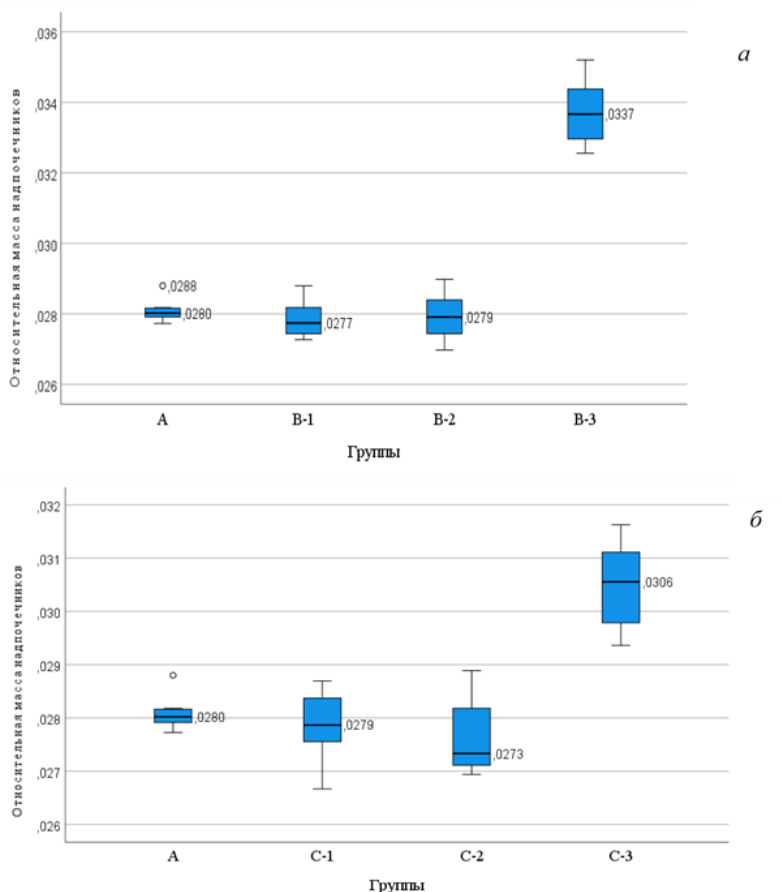


Рис. 3. Относительная масса надпочечников экспериментальных животных из контрольной группы и групп, получавших физиологический раствор (*а*) и окситоцин (*б*)

Уровень кортизола в группах *B-1*, *B-2*, *B-3*, получавших физиологический раствор, статистически значимо выше, чем в контрольной группе (табл. 3).

Средние значения составили: для группы *B-1* –  $58,9 \pm 10,3$  нг/мл, для группы *B-2* –  $68,3 \pm 8,53$  нг/мл, для группы *B-3* –  $53,3 \pm 10,6$  нг/мл против  $27,7 \pm 5,23$  нг/мл для контрольной группы *A*. Также стоит отметить, что произошло статистически значимое снижение показателя в группе *B-3* по сравнению с группой *B-2* ( $p = 0,001$ ) (рис. 4, *а*).



Таблица 3

Уровень кортизола у крыс в разных экспериментальных группах

Группа	N	Уровень кортизола, нг/мл	
		M±SD	95 % ДИ
A (контрольная)	10	27,7±5,23	24,0–31,4
B-1 (ФР, 3 ч.)		58,9±10,3	51,5–66,3
B-2 (ФР, 1 сут.)		68,3±8,53	62,2–74,4
B-3 (ФР, 8 сут.)	8	53,3±10,6	50,6–56,0
p		p < 0,001* p <sub>A-B-1</sub> < 0,001*, p <sub>A-B-2</sub> < 0,001*, p <sub>A-B-3</sub> < 0,001*, p <sub>B-1-B-2</sub> = 0,156, p <sub>B-1-B-3</sub> = 0,413, p <sub>B-2-B-3</sub> = 0,001*	
C-1 (ОТ, 3 ч.)	10	26,6±2,34	24,9–28,3
C-2 (ОТ, 1 сут.)		26,7±4,1	23,8–29,6
C-3 (ОТ, 8 сут.)		26,1±3,03	23,9–28,2
p		0,817	

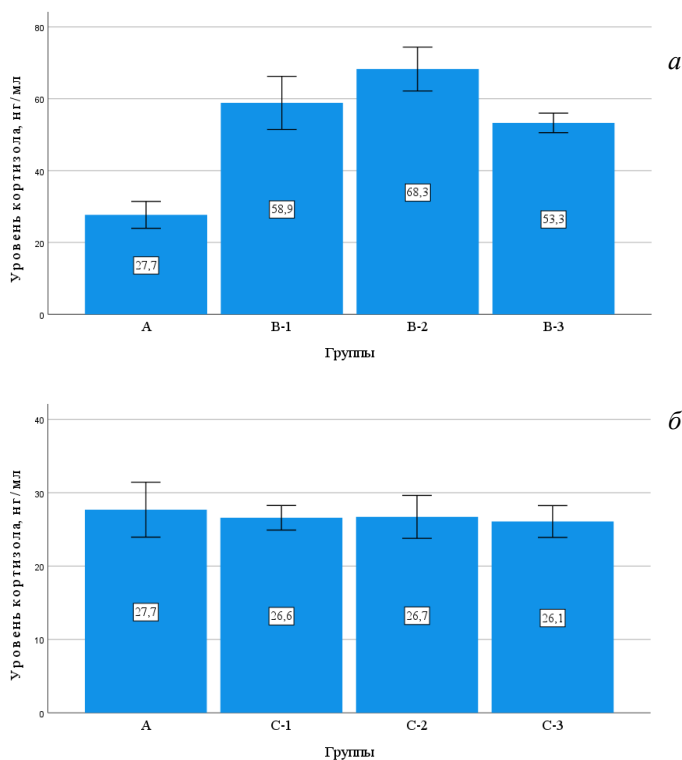
Примечание: \* – изменения показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ ).

Рис. 4. Содержание кортизола в плазме крови экспериментальных животных из контрольной группы и групп, получавших физиологический раствор (а) и окситоцин (б)

Статистически значимых различий в уровне кортизола у групп крыс, получавших окситоцин, и контрольной группой выявлено не было ( $p = 0,817$ ) (рис. 4, б).

Значения уровня кортизола в группах В-1, В-2 и В-3 статистически значимо выше показателей, полученных в группах С-1, С-2 и С-3 ( $p < 0,001$ ).

### **Заключение**

В экспериментальной модели 24-часового иммобилизационного стресса у крыс показано возникновение стереотипных проявлений в органах – маркерах стрессовой реакции (селезёнке, надпочечниках, желудке), а также продемонстрировано влияние стресса на синтетическую функцию коры надпочечников, проявляющуюся в изменении выработки ими гормона кортизола. В группах С-1, С-2, С-3 наблюдалось антистрессовое действие однократного интраназального введения окситоцина, что подтверждается достоверным устранением вызванными иммобилизационным стрессом изменений в относительной массе селезёнки, надпочечников, полным предотвращением нарушений слизистой оболочки желудка, которые возникли у крыс в группах В, повышением выживаемости в условиях стрессорного влияния. При анализе уровня кортизола в экспериментальных группах было установлено, что введение окситоцина интраназальным способом перед 24-часовым иммобилизационным воздействием способствует устранению отклонений данного показателя в крови крыс.

Полученные результаты демонстрируют достоверный эффект однократного интраназального введения окситоцина: показано повышение устойчивости к воздействию стресса, выраженное в ослаблении и нормализации классических проявлений, вызванных стрессом.

Механизм стресс-протективного влияния окситоцина обусловлен снижением гиперактивности симпато-адреналовой и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой стресс-реализующих систем организма, что доказывает модулирующий контроль окситоцина над стрессорной реакцией.

### **Список литературы**

Влияние нейропептидов на психоэмоциональное состояние в условиях «социального» стресса / А. Л. Ясеняевская, М. А. Самотруева, А. А. Цибизова, Н. Ф. Мясоедов, Л. А. Андреева // Человек и его здоровье. 2020. № 3. С. 37–44. <https://doi.org/10.21626/vestnik/2020-3/05>

Влияние транскраниальной электростимуляции на результаты трактографии фронтальной коры студентов при психоэмоциональном стрессе / А. Х. Каде, С. К. Ахеджак-Нагузе, В. В. Дуров, Ю. В. Кашина, Е. Г. Таценко, А. Г. Пенжоян, Р. В. Никитин, В. Г. Абушкевич // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. 2020. Т. 24, № 1. С. 75–84. <https://doi.org/10.22363/2313-0245-2020-24-1-75-84>

Интраназальное введение лекарственных средств лабораторным животным / А. Е. Кательникова, К. Л. Крышень, А. А. Зуева, М. Н. Макарова // Лабораторные животные для научных исследований. 2019. № 2. <https://doi.org/10.29296/2618723X-2019-02-09>

Клеточно-молекулярные основы изменения нейроиммунного взаимодействия при стрессе / Е. А. Корнева, С. Н. Шанин, Н. С. Новикова, В. А. Пугач // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. 2017. Т. 103. № 3. С. 217–229.

Корректировка поведения «крыс-садистов» с помощью эндогенного пептида – окситоцина / Ю. В. Кашина, Е. А. Леонова, И. Л. Передник, А. А. Бахова, Е. А. Юматов, А. В. Шиханов // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. 2024. Вып. 10, № 2. С. 62–77.

Пшиченко В. В. Морфофункциональная характеристика шишковидной железы крыс при моделировании круглосуточного освещения и острого стресса // Кубанский научный медицинский вестник. 2014. № 1(143). С. 150–154.

Состояние органов-маркеров стресса у крыс после однократной длительной стрессорной нагрузки в условиях введения липополисахарида / И. В. Алексеева, А. Ю. Абрамова, А. Ю. Козлов, Е. В. Коплик, А. С. Перцов, Д. А. Лядов, Е. В. Никенина, С. С. Перцов // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2019. Т. 167, № 5. С. 561–565.

Тюзиков И. А., Греков Е. А., Смирнов А. В. Окситоцин – незаслуженно забытый гормон у мужчин? // Андрология и генитальная хирургия. 2023. № 2(24). С. 67–76.

Циркин В. И., Трухина С. И., Трухин А. Н. Окситоцин: синтез, выделение, метаболизм и регуляция этих процессов (обзор) // Журнал медико-биологических исследований. 2018. № 3. С. 270–283. <https://doi.org/10.17238/issn2542-1298.2018.6.3.270>

A Comprehensive Overview on Stress Neurobiology: Basic Concepts and Clinical Implications / L. D. Godoy, M. T. Rossignoli, P. Delfino-Pereira, N. Garcia-Cairasco, E. H. Lima Umeoka // Front. Behav. Neurosci. 2018. Vol. 12. 127. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2018.00127>

Dynamic adaptation of large-scale brain networks in response to acute stressors / E. J. Hermans, M. J. Henckens, M. Joëls, G. Fernández // Trends Neurosci. 2014. Vol. 37, N 6, P. 304–314. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2014.03.006>

Increasing brain angiotensin converting enzyme 2 activity decreases anxiety-like behavior in male mice by activating central Mas receptors / L. Wang, A. D. de Kloet, D. Pati, H. Hiller, J. A. Smith, D. J. Pioquinto, J. A. Ludin, S. P. Oh, M. J. Katovich, C. J. Frazier, M. K. Raizada, E. G. Krause // Neuropharmacology. 2016. Vol. 105. P. 114–123. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2015.12.026>

Lang R., Gundlach A. L., Kofler B. The galanin peptide family: Receptor pharmacology, pleiotropic biological actions, and implications in health and disease // Pharmacol. Therapeut. 2007. Vol. 115, N2. P. 177–207. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2007.05.009>

Reichmann F., Holzer P. Neuropeptide Y: A stressful review // Neuropeptides. 2016. Vol. 55. P. 99–109. <https://doi.org/10.1016/j.npep.2015.09.008>

Oxytocin and Stress-related Disorders: Neurobiological Mechanisms and Treatment Opportunities / L. M. Sippel, C. E. Allington, R. H. Pietrzak, I. Harpaz-Rotem, L. C. Mayes, M. Olff // Chronic Stress. 2017. Vol. 1. <https://doi.org/10.1177/2470547016687996>

Stress and the brain: from adaptation to disease / E. R. De Kloet, M. Joëls, K. N. Browning, F. Holsboer // Nat. Rev. Neurosci. 2005. N 6. P. 463–475. <https://doi.org/10.1038/nrn1683>

## References

Yasenyavskaya A.L., Samotrujeva M.A., Tsibizova A.A., Myasoedov N.F., Andreeva L.A. Vliyanie neuropeptidov na psikhoemotsionalnoe sostoyanie v usloviyakh “sotsialnogo” stressa [Influence of neuropeptides on the psycho-emotional state under conditions of “social” stress]. *Humans and their Health*, 2020, no. 3, pp. 37–44. <https://doi.org/10.21626/vestnik/2020-3/05> (in Russian)

Kade A.Kh., Akhedzhak-Naguze S.K., Durov V.V., Kashina Yu.V., Tatsenko E.G., Penzhoyan A.G., Nikitin R.V., Abushkevich V.G. Vliyanie transkraniyalnoi elektrostimulyatsii na rezultaty traktografii frontalnoi kory studentov pri psikhoemotsionalnom stresse [Influence of transcranial electrical stimulation on the results of tractography of the frontal cortex of students under psychoemotional stress]. *RUDN Journal of Medicine*, 2020, vol. 24, no. 1, pp. 75–84. <https://doi.org/10.22363/2313-0245-2020-24-1-75-84> (in Russian)

Katel'nikova A.E., Kryshen K.L., Zueva A.A., Makarova M.N. Intranazalnoe vvedenie lekarstvennykh sredstv laboratornym zivotnym [Intranasal administration of medicines to laboratory animals]. *Laboratory animals for science*, 2019, no. 2. <https://doi.org/10.29296/2618723X-2019-02-09> (in Russian)

Korneva E.A., Shanin S.N., Novikova N.S., Pugach V.A. Kletочно-molekulyarnye osnovy izmeneniya neiroimmunnogo vzaimodeistviya pri stresse [Cellular and molecular bases of changes in neuroimmune interaction under stress]. *Russ. J. Physiol.*, 2017, vol. 103, no. 3, pp. 217–229. (in Russian)

Kashina Yu.V., Leonova E.A., Perednik I.L., Bakhova A.A., Yumatov E.A., Shikhanov A.V. Korrekcirovka povedeniya “krys-sadistov” s pomoshch'yu endogennoy peptida – oksitotsina [Correction of the behavior of “sadistic rats” with the help of an endogenous peptide – oxytocin]. *Scien-*

tific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry, 2024, vol. 10, no. 2, pp. 62-77. (in Russian)

Pshichenko V.V. Morfofunktsionalnaya kharakteristika shishkovidnoi zhelezy kryys pri modelirovanii kruglosutochnogo osveshcheniya i ostrogo stressa [Morphofunctional characteristics of the pineal gland of rats in modeling round-the-clock lighting and acute stress]. *Kuban Sci. Med. Bull.*, 2014, no. 1 (143), pp. 150-154. (in Russian)

Alekseeva I.V., Abramova A.Yu., Kozlov A.Yu., Koplik E.V., Pertsov A.S., Lyadov D.A., Nikenina E.V., Pertsov S.S. Sostoyanie organov-markerov stressa u kryys posle odnokratnoi dlitel'noi stressornoj nagruzki v usloviyakh vvedeniya lipopolisakharida [State of stress marker organs in rats after a single prolonged stress load under conditions of lipopolysaccharide administration. *Bull. Experim. Biol. Med.*, 2019, vol. 167, no. 5, pp. 561-565. (in Russian)

Tyuzikov I.A., Grekov E.A., Smirnov A.V. Is Oxytocin an undeservedly forgotten hormone in men? *Andrology and Genital Surgery Journal*, 2023, no. 2(24), pp. 67-76. (in Russian)

Tsirkina V.I., Trukhina S.I., Trukhin A.N. Oksitotsin: sintez, vydelenie, metabolizm i regulyatsiya etikh protsessov (obzor) [Oxytocin: synthesis, excretion, metabolism and regulation of these processes (review)]. *J. Biomed. Res.*, 2018, no. 3, pp. 270-283. <https://doi.org/10.17238/issn2542-1298.2018.6.3.270> (in Russian)

Godoy L.D., Rossignoli M.T., Delfino-Pereira P., Garcia-Cairasco N., Lima E.H. Umeoka A Comprehensive Overview on Stress Neurobiology: Basic Concepts and Clinical Implications. *Front. Behav. Neurosci.*, 2018, vol. 12, 127. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2018.00127>

Hermans E.J., Henckens M.J., Joëls M., Fernández G. Dynamic adaptation of large-scale brain networks in response to acute stressors. *Trends Neurosci.*, 2014, vol. 37, no. 6, pp. 304-314. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2014.03.006>

Wang L., de Kloet A.D., Pati D., Hiller H., Smith J.A., Pioquinto D.J., Ludin J.A., Oh S.P., Katovich M.J., Frazier C.J., Raizada M.K., Krause E.G. Increasing brain angiotensin converting enzyme 2 activity decreases anxiety-like behavior in male mice by activating central Mas receptors. *Neuropharmacol.*, 2016, vol. 105, pp. 114-123. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2015.12.026>

Lang R., Gundlach A. L., Kofler B. The galanin peptide family: Receptor pharmacology, pleiotropic biological actions, and implications in health and disease. *Pharmacol. Therapeut.*, 2007, vol. 115, no. 2, pp. 177-207. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2007.05.009>

Reichmann F., Holzer P. Neuropeptide Y: A stressful review. *Neuropeptides*, 2016, vol. 55, pp. 99-109. <https://doi.org/10.1016/j.npep.2015.09.008>

Sippel L.M., Allington C.E., Pietrzak R.H., Harpaz-Rotem I., Mayes L.C., Olff M. Oxytocin and Stress-related Disorders: Neurobiological Mechanisms and Treatment Opportunities. *Chronic Stress*, 2017, vol. 1. <https://doi.org/10.1177/2470547016687996>

De Kloet E.R., Joëls M., Browning K.N., Holsboer F. Stress and the brain: from adaptation to disease. *Nat. Rev. Neurosci.*, 2005, no. 6, pp. 463-475. <https://doi.org/10.1038/nrn1683>

#### Сведения об авторах

##### **Кашина Юлия Викторовна**

доктор биологических наук, доцент  
Кубанский государственный медицинский университет  
Россия, 350063, г. Краснодар, ул. М. Седина, 4  
e-mail: yulia-kashina@yandex.ru

##### **Чередник Ирина Леонидовна**

доктор медицинских наук, профессор,  
заведующий кафедрой  
Кубанский государственный медицинский университет  
Россия, 350063, г. Краснодар, ул. М. Седина, 4  
e-mail: ilch2009@rambler.ru

#### Information about the authors

##### **Kashina Yulia Viktorovna**

Doctor of Sciences (Biology),  
Associate Professor  
Kuban State Medical University  
4, M. Sedin st., Krasnodar, 350063,  
Russian Federation  
e-mail: yulia-kashina@yandex.ru

##### **Cherednik Irina Leonidovna**

Doctor of Sciences (Medicine), Professor,  
Head of Department  
Kuban State Medical University  
4, M. Sedin st., Krasnodar, 350063,  
Russian Federation  
e-mail: ilch2009@rambler.ru

**Бахова Альбина Аскарбиевна**

ассистент

Кубанский государственный медицинский  
университет

Россия, 350063, г. Краснодар, ул. М. Седина, 4

e-mail: bakhova.albina@mail.ru

**Bakhova Albina Askarbievna**

Department Assistant

Kuban State Medical University

4, M. Sedin st., Krasnodar, 350063,

Russian Federation

e-mail: bakhova.albina@mail.ru

**Панченко Елена Ивановна**

преподаватель

Кубанский государственный медицинский  
университет

Россия, 350063, г. Краснодар, ул. М. Седина, 4

e-mail: elena.pan.ppp@yandex.ru

**Panchenko Yelena Ivanovna**

Lecturer

Kuban State Medical University

4, M. Sedin st., Krasnodar, 350063,

Russian Federation

e-mail: elena.pan.ppp@yandex.ru

**Леонова Елена Алексеевна**

старший лаборант

Кубанский государственный медицинский  
университет

Россия, 350063, г. Краснодар, ул. М. Седина, 4

e-mail: alenaakiyashko@mail.ru

**Leonova Yelena Alekseevna**

Senior Laboratory Assistant

Kuban State Medical University

4, M. Sedin st., Krasnodar, 350063,

Russian Federation

e-mail: alenaakiyashko@mail.ru

**Веревкин Александр Александрович**

кандидат медицинских наук, доцент

Кубанский государственный медицинский  
университет

Россия, 350063, г. Краснодар, ул. М. Седина, 4

e-mail: vilehand@bk.ru

**Verevkin Aleksandr Aleksandrovich**

Candidate of Science (Medicine),

Associate Professor

Kuban State Medical University

4, M. Sedin st., Krasnodar, 350063,

Russian Federation

e-mail: vilehand@bk.ru

**Попов Константин Андреевич**

кандидат медицинских наук, доцент

Кубанский государственный медицинский  
университет

Россия, 350063, г. Краснодар, ул. М. Седина, 4

e-mail: naftalin444@mail.ru

**Popov Konstantin Andreevich**

Candidate of Science (Medicine),

Associate Professor

Kuban State Medical University

4, M. Sedin st., Krasnodar, 350063,

Russian Federation

e-mail: naftalin444@mail.ru

**Кашина Юлия Олеговна**

студент

Кубанский государственный медицинский  
университет

Россия, 350063, г. Краснодар, ул. М. Седина, 4

e-mail: yikled@yandex.ru

**Kashina Yulia Olegovna**

Student

Kuban State Medical University

4, M. Sedin st., Krasnodar, 350063,

Russian Federation

e-mail: yikled@yandex.ru

**Котов Вадим Вячеславович**

студент

Кубанский государственный медицинский  
университет

Россия, 350063, г. Краснодар, ул. М. Седина, 4

e-mail: valim.kotov@bk.ru

**Kotov Vadim Vyacheslavovich**

Student

Kuban State Medical University

4, M. Sedin st., Krasnodar, 350063,

Russian Federation

e-mail: valim.kotov@bk.ru