

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ ПИТЬЕВОЙ ДЕПРИВАЦИИ  
НА СИСТЕМУ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ КРОВИ  
И ПОВЕДЕНЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ КРЫС**

*И.С. Матюлько\**, *А.А. Байжуманов\*\**, *Е.Э. Хиразова\*\**, *М.В. Маслова\*\**

\*Научно-исследовательский институт нормальной физиологии имени П.К. Анохина  
(Москва)

\*\*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
(Москва)

Многие люди в современном мире живут в условиях ограниченного доступа к чистой питьевой воде. Постоянный уровень гидратации жизненно необходим для нормального функционирования и поддержания гомеостаза систем организма. В данной работе исследовали влияние двух режимов питьевой депривации на активность системы антиоксидантной защиты крови, протекание процессов свободнорадикального окисления в клетках и поведенческую активность крыс. Самцов крыс линии Wistar ( $n = 50$ ) депривировали по воде на 96 ч с доступом к пище *ad libitum*. По окончании депривационного периода проводили регистрацию поведенческой активности в тесте «Открытое поле» и измеряли показатели активности системы антиоксидантной защиты. Поведенческую активность оценивали по показателям ориентировочно-исследовательской активности, уровню тревожности и локомоторной активности, активность системы антиоксидантной защиты крови – по значениям общей антиоксидантной активности в плазме крови, каталазной активности в гемолизате крови, активности цитоплазматической и внеклеточной изоформ Cu,Zn-супероксиддисмутазы, также измеряли уровень маркеров окислительного стресса в плазме крови и содержание неферментативных антиоксидантов в крови и плазме, принимающих участие в поддержании редокс-статуса клетки. Среди общих показателей метаболизма определяли уровень гемоглобина в крови и концентрацию белка в плазме. Результаты исследования показали, что 96-часовая питьевая депривация приводит к изменениям в уровне тревожности крыс, выраженным в снижении количества актов и времени груминга. Среди показателей активности системы антиоксидантной защиты были выявлены различия в уровне гемоглобина в крови, содержании церулоплазмينا в плазме, общей антиоксидантной активности плазмы крови и каталазной активности крови. Таким образом, показано, что длительная питьевая депривация активирует систему антиоксидантной защиты крови в ответ на окислительный стресс и вызывает активацию воспалительных процессов. Дегидратационный стресс также увеличивает тревожность животных.

**Ключевые слова:** *питьевая депривация, дегидратационный стресс, система антиоксидантной защиты крови, поведенческая активность.*

---

**Ответственный за переписку:** Матюлько Ирина Сергеевна, *адрес:* 125315, Москва, ул. Балтийская, д. 8; *e-mail:* irinamatulko@gmail.com

**Для цитирования:** Матюлько И.С., Байжуманов А.А., Хиразова Е.Э., Маслова М.В. Влияние различных режимов питьевой депривации на систему антиоксидантной защиты крови и поведенческую активность крыс // Журн. мед.-биол. исследований. 2018. Т. 6, № 3. С. 254–261. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.3.254

В современном мире около 1 млн людей не имеют доступа к чистой питьевой воде [1]. Вода является необходимым элементом для поддержания постоянства внутренней среды живых организмов, т. к. живые клетки на 80–97 % состоят из воды. Длительное отсутствие воды может приводить к необратимым нарушениям функционирования физиологических систем организма [2]. Дегидратация увеличивает осмолярность плазмы крови и уровень вазопрессина, который может вызывать оксидативный стресс в клетках [3].

Влияние дегидратации на состояние систем организма можно исследовать на модели питьевой депривации животных. Физиологические эффекты питьевой депривации зависят от ее длительности, вида животного и рациона его питания. Известно, что крысы способны переносить условия дегидратации в течение 24 ч без нарушения физиологических и поведенческих функций, в то же время 72-часовая питьевая депривация у крыс приводит к дегидратации и потере веса [4]. Одним из важных поведенческих ответов является «дегидратационная анорексия» – уменьшение потребления пищи животным на фоне питьевой депривации [5]. У свиней на фоне 72-часовой питьевой депривации наблюдалось снижение содержания белка в плазме крови, а также гематокрита [6]. Питьевая депривация в течение 96 ч является более сильным стрессирующим фактором: показано, что из-за изменений осмолярности крови в ней повышается уровень свободных жирных кислот, таурина и аминокислот с разветвленными цепями [7].

Биохимические параметры крови являются интегральными показателями, отражающими общее состояние организма. Данные комплексных исследований эффектов длительной питьевой депривации на систему антиоксидантной защиты (АОЗ) крови, ЦНС и баланс вегетативной регуляции практически отсутствуют. В связи с вышеизложенным цель данного ис-

следования – изучить влияние 96-часовой депривации на систему АОЗ крови и поведенческую активность крыс.

**Материалы и методы.** Исследование проведено на 20 самцах крыс линии Wistar массой 250–300 г. Животных содержали в виварии с соблюдением 12-часового светового режима дня (искусственное освещение с 9:00 до 21:00), поддержанием нормальной температуры ( $22 \pm 2$  °C) и относительной влажности воздуха  $55 \pm 10$  %. Перед началом экспериментов в течение 5 сут животных содержали индивидуально в специализированных камерах в условиях *ad libitum*.

Эксперимент включал две серии. В первой серии животных делили на две группы – контрольную («Контроль») и группу 48-часовой питьевой депривации («Депривация 48»). Животные из группы контроля имели свободный доступ к пище и воде. Вторую группу животных переводили на режим водной депривации на 48 ч при сохранении свободного доступа к пище. По окончании периода депривации осуществляли регистрацию поведенческой активности и измерение активности системы АОЗ крови в двух группах крыс. Вторую серию эксперимента проводили на других животных, предварительно содержащихся в аналогичных условиях. Перед началом эксперимента крыс делили на контрольную группу («Контроль») и группу 96-часовой питьевой депривации («Депривация 96»). Животные первой группы имели свободный доступ к пище и воде, а животных второй группы депривировали по воде на 96 ч при сохранении свободного доступа к пище. Далее, аналогично первой серии эксперимента, регистрировали поведенческую активность крыс и измеряли параметры активности системы АОЗ крови.

Регистрацию поведенческой активности осуществляли в тесте «Открытое поле» по стандартной методике<sup>1</sup>. Животных поочередно помещали в центр арены и далее в течение

<sup>1</sup>Маркель А.Л., Галактионов Ю.К., Ефимов В.М. Факторный анализ поведения крыс в тесте открытого поля // Журн. высш. нерв. деятельности. 1988. Т. 38, № 5. С. 855–863.

3 мин регистрировали ориентировочно-исследовательскую активность, включающую количество стоек на задних лапах (вертикальная двигательная активность), отходы от стенок и выходы в центр арены; эмоциональный статус животных<sup>2</sup>, оцениваемый по уровню тревожности и выраженный в количестве актов завершённого груминга, суммарном времени груминга (с) и суммарном времени замирания (с), а также локомоторную активность, выраженную в количестве пройденных секторов арены (горизонтальная двигательная активность).

Состояние системы АОЗ крови оценивали в образцах крови крыс, полученных после декапитации: измеряли общую антиоксидантную активность в плазме крови<sup>3</sup>, каталазную активность в гемолизате крови<sup>4</sup>, активность цитоплазматической и внеклеточной изоформ Cu,Zn-супероксиддисмутазы в гемолизате и плазме крови соответственно<sup>5</sup>.

Помимо этого, измеряли уровень маркеров окислительного стресса в плазме – продуктов перекисного окисления липидов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой (ТБК-активные продукты)<sup>6</sup>, и содержание неферментативных антиоксидантов в крови и плазме, принима-

ющих участие в поддержании редокс-статуса клетки, – небелковых тиолов<sup>7</sup> и церулоплазмина<sup>8</sup> соответственно. В качестве общих показателей метаболизма использовали уровень гемоглобина в крови<sup>9</sup> и концентрацию белка в плазме<sup>10</sup>. Для получения гемолизата цельную кровь разводили в 50 раз дистиллированной водой. Для получения плазмы кровь центрифугировали 10 мин при 2000 об./мин, далее отбрасывали супернатант – плазму.

Все исследования проводились в соответствии с этическими принципами Хельсинкской декларации о гуманном отношении к животным и нормативными документами, рекомендованными Европейским научным фондом (ESF).

Статистическую обработку полученных данных осуществляли при помощи пакета программ «Microsoft Excel» и «GraphPad Prism v. 6.01». Полученные данные проверяли на нормальность распределения по тесту Колмогорова–Смирнова и проводили сравнение значений показателей в группах депривированных животных со значениями в контроле с помощью параметрического анализа one-way ANOVA. Данные представлены в виде среднего значения (*M*) и стандартного отклонения (*SD*).

<sup>2</sup>Буреш Я., Бурешова О., Хьюстон Дж.П. Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения. М.: Высш. шк., 1991. 399 с.

<sup>3</sup>Benzie I.F., Strain J.J. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay // *Anal. Biochem.* 1996. Vol. 239, № 1. P. 70–76.

<sup>4</sup>Aebi H. Catalase *in vitro* // *Methods Enzymol.* 1984. Vol. 105. P. 121–126.

<sup>5</sup>Sun M., Zigman S. An Improved Spectrophotometric Assay for Superoxide Dismutase Based on Epinephrine Autoxidation // *Anal. Biochem.* 1978. Vol. 90, № 1. P. 81–89.

<sup>6</sup>Ohkawa H., Ohishi N., Yagi K. Assay for Lipid Peroxides in Animal Tissues by Thiobarbituric Acid Reaction // *Anal. Biochem.* 1979. Vol. 95, № 2. P. 351–358.

<sup>7</sup>Sedlak J., Lindsay R.H. Estimation of Total, Protein-Bound, and Nonprotein Sulfhydryl Groups in Tissue with Ellman’s Reagent // *Anal. Biochem.* 1968. Vol. 25. P. 192–205.

<sup>8</sup>Сиверина О.Б., Басевич В.В., Басова Р.В., Гавриш И.Н., Ярополов А.И., Березин И.В. Способ определения оксидантной активности церулоплазмина // *Лаб. дело.* 1981. № 6. С. 334–335.

<sup>9</sup>Ахрем А.А., Андреюк Г.М., Киселева С.И. Определение концентрации гемоглобина в крови с помощью додецилсульфата натрия // *Лаб. дело.* 1989. № 5. С. 13–15.

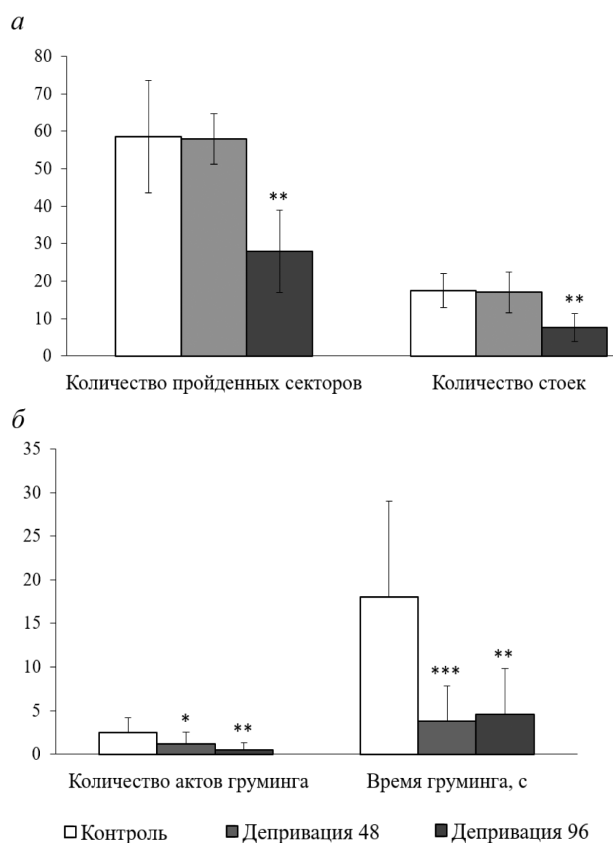
<sup>10</sup>Schacterle G.R., Pollack R.L. A Simplified Method for the Quantitative Assay of Small Amounts of Protein in Biologic Material // *Anal. Biochem.* 1973. Vol. 51, № 2. P. 654–655.

**Результаты.** Анализ поведенческой активности крыс в тесте «Открытое поле» выявил влияние двух режимов питьевой депривации на уровень тревожности (рис. 1). Так, питьевая депривация в течение 48 ч привела к снижению количества актов и времени груминга на 51 и 79 % соответственно, в то время как в ответ на 96-часовую питьевую депривацию количество актов и времени груминга уменьшилось на 80 и 74 % соответственно. Длительная питьевая депривация в течение 96 ч также вызвала изменения в ориентировочно-исследовательской

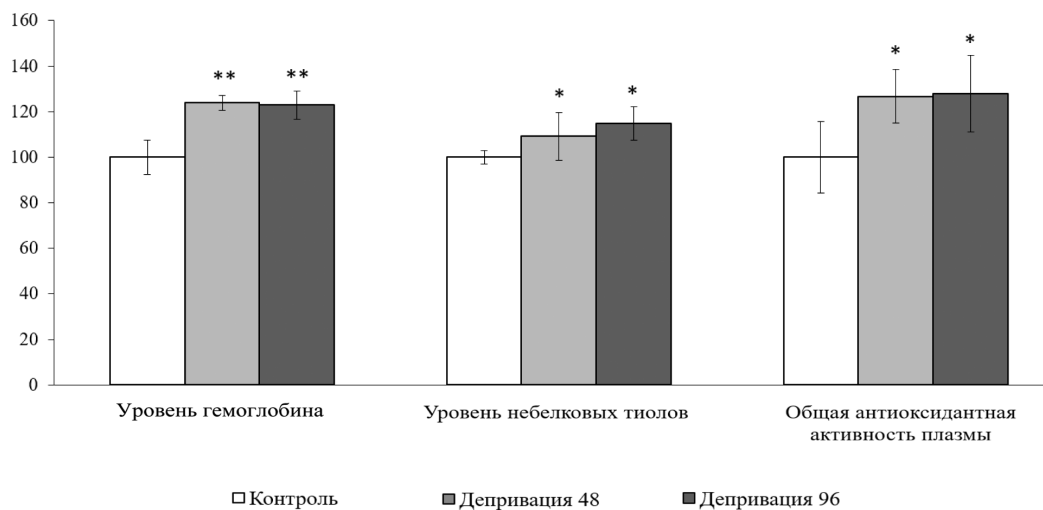
и локомоторной активности: количество пройденных секторов арены уменьшилось на 52 %, а количество стоек – на 66 %.

Биохимический анализ крови показал изменения как общих показателей метаболизма, так и параметров активности системы АОЗ крови в ответ на 48- и 96-часовую питьевую депривацию (рис. 2, см. с. 258). Уровень гемоглобина в крови животных после 48 ч депривации увеличился на 23 %, а после 96 ч – на 19 %, в то же время изменений в уровне белка не выявлено. Среди неферментативных антиоксидантов были установлены изменения в содержании небелковых тиолов, а уровень церулоплазмينا в плазме крови депривированных животных значимо не отличался от значений в контрольной группе. Так, уровень небелковых тиолов в ответ на 48-часовую питьевую депривацию увеличился на 15 %, а в ответ на 96-часовую – на 8 %. Повышение общей антиоксидантной активности плазмы крови на 26 % после 48 ч депривации и на 29 % после 96 ч свидетельствует о наличии окислительного стресса в плазме крови, хотя изменений в уровне ТБК-активных продуктов не обнаружено. Активность ферментов системы АОЗ статистически значимо не различалась между группами.

**Обсуждение.** Груминг является показателем реакции грызунов на стресс. Некоторые исследователи полагают, что груминг может замещать проявление других форм поведения, подавленных страхом и состоянием тревожности [8]. Другие считают, что завершённый груминг у крыс может рассматриваться как признак успешности адаптации животного к стрессовой обстановке [9], в то время как меньшие длительность и количество актов груминга ассоциируются с более высоким уровнем тревожности [10]. В настоящей работе было показано, что оба режима питьевой депривации – как 48-часовая, так и длительная, в течение 96 ч, – приводят к снижению количества актов и времени груминга у крыс. Из этого следует, что дегидратация, вызванная различными режимами питьевой депривации, является



**Рис. 1.** Влияние 48- и 96-часовой питьевой депривации на поведенческую активность крыс (тест «Открытое поле»,  $M \pm SD$ ): а – двигательная активность, б – эмоциональный статус. Установлены статистически значимые отличия от контроля: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$



**Рис. 2.** Влияние 48- и 96-часовой питьевой депривации на систему антиоксидантной защиты крови крыс ( $M \pm SD$ , %). Установлены статистически значимые отличия от контроля: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$

сильным стрессирующим фактором и с высокой вероятностью может приводить к увеличению уровня тревожности крыс. Снижение ориентировочно-исследовательской и локомоторной активности животных после длительной, 96-часовой питьевой депривации может свидетельствовать об истощении физиологических ресурсов крыс и общем ослаблении организма.

Следствием дегидратации, вызванной длительной питьевой депривацией, является увеличение вязкости и осмолярности крови [3], ведущее к повышению концентрации водорастворимых и неферментативных антиоксидантов (витамины Е, С, бета-каротин, мочева кислота, билирубин), захватывающих свободные радикалы и предотвращающих цепные реакции. Также при отсутствии доступа к воде животные перестают есть [5], и процессы катаболизма начинают преобладать над анаболическими, что приводит к увеличению содержания продуктов распада белков, пуриновых оснований, жирных кислот. Наряду с этим при недостаточном уровне гидратации нарушается работа почек и выведение продуктов обмена с мочой, в т. ч. мо-

чевины – креатинина [11]. Все вышеуказанное приводит к повышению концентрации соединений, обладающих антиоксидантной активностью, основными из которых являются ураты. Это объясняет увеличение общей антиоксидантной активности плазмы крови.

Повышение уровня небелковых тиолов отражает активацию свободнорадикального окисления, в процессе которого окисляются главные внутриклеточные восстановительные агенты – глутатион и цистеин [12]. Церулоплазмин является полифункциональным медьсодержащим белком острой фазы воспаления, который связывает большую часть меди в организме и, помимо нейтрализации свободнорадикальных форм кислорода, участвует в высвобождении железа из тканей, проявляя ферроксидазную активность, причем увеличение содержания церулоплазмينا наблюдается при дефиците железа и повышении содержания меди в организме [13]. Отсутствие изменений уровня церулоплазмينا в ответ на питьевую депривацию может говорить о том, что острый адаптационный ответ на депривацию происходит ранее 48 ч.



Повышение вязкости и осмолярности крови также ведет к увеличению количества эритроцитов на единицу объема крови и, следовательно, к увеличению уровня гемоглобина.

Эритроциты – безъядерные клетки, и для синтеза ферментов должны быть активированы системные механизмы, затрагивающие начальные стадии эритропоэза. Поскольку продукты обмена и маркеры окислительного стресса быстрее инактивируются водорастворимыми и неферментативными антиоксидан-

тами, содержание ТБК-активных продуктов не изменяется, а механизмы синтеза ферментов системы АОЗ, по-видимому, не затрагиваются на ранних стадиях формирования эритроцитов.

На основании результатов исследования можно сделать вывод, что питьевая депривация в течение 48 и 96 ч оказывает ярко выраженное воздействие на животных, что проявляется в изменении параметров активности системы АОЗ крови и в поведении крыс.

### Список литературы

1. Progress on Sanitation and Drinking Water: 2015 Update and MDG Assessment. URL: [http://files.unicef.org/publications/files/Progress\\_on\\_Sanitation\\_and\\_Drinking\\_Water\\_2015\\_Update\\_.pdf](http://files.unicef.org/publications/files/Progress_on_Sanitation_and_Drinking_Water_2015_Update_.pdf) (дата обращения: 26.06.2018).
2. *Jéquier E., Constant F.* Water as an Essential Nutrient: The Physiological Basis of Hydration // *Eur. J. Clin. Nutr.* 2010. Vol. 64, № 2. P. 115–123.
3. *Faraco G., Wijasa T.S., Park L., Moore J., Anrather J., Iadecola C.* Water Deprivation Induces Neurovascular and Cognitive Dysfunction Through Vasopressin-Induced Oxidative Stress // *J. Cereb. Blood Flow Metab.* 2014. Vol. 34, № 5. P. 852–860.
4. *Rowland N.E.* Food or Fluid Restriction in Common Laboratory Animals: Balancing Welfare Considerations with Scientific Inquiry // *Comp. Med.* 2007. Vol. 57, № 2. P. 149–160.
5. *Watts A.G.* Dehydration-Associated Anorexia: Development and Rapid Reversal // *Physiol. Behav.* 1999. Vol. 65, № 4-5. P. 871–878.
6. *Stephens D.B.* Effects of Water Availability on Plasma Protein and Sodium Concentration, Haematocrit and Plasma Osmolality in the Pig // *Q. J. Exp. Physiol.* 1985. Vol. 70, № 3. P. 389–401.
7. *Cui F., Liu H., Zou Z., Li H.* Metabolic Responses to Water Deprivation in C57BL/6J Mice Using a Proton Nuclear Magnetic Resonance-Based Metabonomics Approach // *RSC Adv.* 2015. Vol. 5, № 98. P. 80142–80149.
8. *Moody T.W., Merali Z., Crawley J.N.* The Effects of Anxiolytics and Other Agents on Rat Grooming Behavior // *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1988. Vol. 525, № 1. P. 281–289.
9. *Kametani H.* Analysis of Age-Related Changes in Stress Induced Grooming in the Rat: Differential Behavioral Profile of Adaptation to Stress // *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1988. Vol. 525, № 1. P. 101–113.
10. *Ахмадеев А.В., Калимуллина Л.Б.* Нейробиологические характеристики предпочитающих и отвергающих алкоголь крыс, имеющих различия генотипа по локусу Taq 1A DRD2 // *Вопр. наркологии.* 2013. № 3. С. 22–29.
11. *Salas S.P., Giacaman A., Vio C.P.* Renal and Hormonal Effects of Water Deprivation in Late-Term Pregnant Rats // *Hypertension.* 2004. Vol. 44, № 2. P. 334–339.
12. *Rubin D.B., Reznik G., Weiss E.A., Young P.R.* Non-Protein Thiols Flux to S-Nitrosothiols in Endothelial Cells: An LPS Redox Signal // *Shock.* 2000. Vol. 14, № 2. P. 200–207.
13. *Ranganathan P.N., Lu Y., Jiang L., Kim C., Collins J.F.* Serum Ceruloplasmin Protein Expression and Activity Increases in Iron-Deficient Rats and Is Further Enhanced by Higher Dietary Copper Intake // *Blood.* 2011. Vol. 118, № 11. P. 3146–3153.

### References

1. Progress on Sanitation and Drinking Water: 2015 Update and MDG Assessment. Available at: [http://files.unicef.org/publications/files/Progress\\_on\\_Sanitation\\_and\\_Drinking\\_Water\\_2015\\_Update\\_.pdf](http://files.unicef.org/publications/files/Progress_on_Sanitation_and_Drinking_Water_2015_Update_.pdf) (accessed 26 June 2018).

2. Jéquier E., Constant F. Water as an Essential Nutrient: The Physiological Basis of Hydration. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2010, vol. 64, no. 2, pp. 115–123.
3. Faraco G., Wijasa T.S., Park L., Moore J., Anrather J., Iadecola C. Water Deprivation Induces Neurovascular and Cognitive Dysfunction Through Vasopressin-Induced Oxidative Stress. *J. Cereb. Blood Flow Metab.*, 2014, vol. 34, no. 5, pp. 852–860.
4. Rowland N.E. Food or Fluid Restriction in Common Laboratory Animals: Balancing Welfare Considerations with Scientific Inquiry. *Comp. Med.*, 2007, vol. 57, no. 2, pp. 149–160.
5. Watts A.G. Dehydration-Associated Anorexia: Development and Rapid Reversal. *Physiol. Behav.*, 1999, vol. 65, no. 4-5, pp. 871–878.
6. Stephens D.B. Effects of Water Availability on Plasma Protein and Sodium Concentration, Haematocrit and Plasma Osmolality in the Pig. *Q. J. Exp. Physiol.*, 1985, vol. 70, no. 3, pp. 389–401.
7. Cui F., Liu H., Zou Z., Li H. Metabolic Responses to Water Deprivation in C57BL/6J Mice Using a Proton Nuclear Magnetic Resonance-Based Metabonomics Approach. *RSC Adv.*, 2015, vol. 5, no. 98, pp. 80142–80149.
8. Moody T.W., Merali Z., Crawley J.N. The Effects of Anxiolytics and Other Agents on Rat Grooming Behavior. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 1988, vol. 525, no. 1, pp. 281–289.
9. Kametani H. Analysis of Age-Related Changes in Stress Induced Grooming in the Rat: Differential Behavioral Profile of Adaptation to Stress. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 1988, vol. 525, no. 1, pp. 101–113.
10. Akhmadeev A.V., Kalimullina L.B. Neyrobiologicheskie kharakteristiki predpochitayushchikh i otvergayushchikh alkohol' krysa, imeyushchikh razlichiya genotipa po lokusu Taq 1A DRD2 [Neurobiological Characteristics of Alcohol-Preferring and Alcohol-non-Preferring Rats with Taq1a Drd2 Genotype Differences]. *Voprosy narkologii*, 2013, no. 3, pp. 22–29.
11. Salas S.P., Giacaman A., Vio C.P. Renal and Hormonal Effects of Water Deprivation in Late-Term Pregnant Rats. *Hypertension*, 2004, vol. 44, no. 2, pp. 334–339.
12. Rubin D.B., Reznik G., Weiss E.A., Young P.R. Non-Protein Thiols Flux to S-Nitrosothiols in Endothelial Cells: An LPS Redox Signal. *Shock*, 2000, vol. 14, no. 2, pp. 200–207.
13. Ranganathan P.N., Lu Y., Jiang L., Kim C., Collins J.F. Serum Ceruloplasmin Protein Expression and Activity Increases in Iron-Deficient Rats and Is Further Enhanced by Higher Dietary Copper Intake. *Blood*, 2011, vol. 118, no. 11, pp. 3146–3153.

DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.3.254

*Irina S. Matyul'ko\**, *Adil' A. Bayzhumanov\*\**, *Elizaveta E. Khirazova\*\**, *Mariya V. Maslova\*\**

\*P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology  
(Moscow, Russian Federation)

\*\*Lomonosov Moscow State University  
(Moscow, Russian Federation)

## **EFFECTS OF VARIOUS REGIMES OF WATER DEPRIVATION ON THE BLOOD ANTIOXIDANT DEFENCE SYSTEM AND BEHAVIOUR IN RATS**

Nowadays, many people around the world have limited access to pure drinking water. At the same time, a constant hydration level is essential for normal functioning and maintenance of homeostasis in the body systems. In this study we investigated the effects of two regimes of water deprivation on the activity of the blood antioxidant defence system, processes of free-radical oxidation, and behaviour in rats. Male Wistar rats ( $n = 50$ ) were deprived of water for 96 hours with *ad libitum* access to food. After the deprivation period, we assessed their behaviour in the open field test and measured the activity parameters of the blood antioxidant defence system. Behaviour was evaluated by the parameters of orientation and exploratory activity, level of anxiety, and locomotor activity. The activity of the antioxidant defence system was assessed by the level of total antioxidant activity in the blood plasma, catalase

activity in blood haemolysate, and activity of cytoplasmic and extracellular forms of Cu,Zn-superoxide dismutase. In addition, we measured the level of oxidative stress markers and the content of nonenzymic antioxidants in the blood plasma contributing to the maintenance of cellular redox status. The levels of blood haemoglobin and total protein in the plasma were evaluated as indicators of metabolism. The result of the study showed that 96-hour water deprivation leads to changes in anxiety level reflected in a decrease in the number of grooming acts and total grooming time. Changes in the parameters of the blood antioxidant defence system were observed, including changes in haemoglobin level, plasma ceruloplasmin concentration, total antioxidant activity in the plasma, and blood catalase activity. Therefore, the research demonstrated that long-term water deprivation activates the blood antioxidant defence system in response to oxidative stress and leads to inflammation. What is more, dehydration stress induces anxiety-like behaviour in animals.

**Keywords:** *water deprivation, dehydration stress, blood antioxidant defence system, behaviour.*

Поступила 17.04.2018

Received 17 April 2018

---

**Corresponding author:** Irina Matyul'ko, *address:* ul. Baltiyskaya 8, Moscow, 125315, Russian Federation; *e-mail:* irinamatulko@gmail.com

**For citation:** Matyul'ko I.S., Bayzhumanov A.A., Khirazova E.E., Maslova M.V. Effects of Various Regimes of Water Deprivation on the Blood Antioxidant Defence System and Behaviour in Rats. *Journal of Medical and Biological Research*, 2018, vol. 6, no. 3, pp. 254–261. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.3.254