УДК: 616.36-002-02:615.9-06:577.3-036

Алимова Наргиза Мирзоахмед кизи - ассистент
Ахмедов Камолиддин Хакимович - д.м.н., доцент
Термезский филиал Ташкентского Государственного Медицинского Университета (Термез, Узбекистан)

ОСОБЕННОСТИ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У КРЫС ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ОСТРОМ ОБЕЗВОЖИВАНИИ

Резюме: *Полученные результаты подтверждают, что динамика гематологических показателей является информативным критерием оценки степени дегидратации и выраженности системных нарушений водно-электролитного баланса. Данные исследования могут быть использованы при разработке физиологических и фармакологических подходов к коррекции гиповолемических состояний и профилактике осложнений, связанных с острым обезвоживанием.*

Ключевые слова: *эксперимент, обезвоживание, гематологические параметры, формулы крови.*

Алимова Наргиза Мирзоахмедовна - ассистент
Ахмедов Камолиддин Ҳакимович - т.ф.д., доцент
Тошкент Давлат Тиббиёт Университети Термиз филиали (Тошкент, Ўзбекистон)

КАЛАМУШЛАРДАГИ ТАЖРИБАВИЙ ЎТКИР СУВСИЗЛАНИШДА ГЕМАТОЛОГИК КЎРСАТКИЧЛАРНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ

Резюме: *Олинган натижалар гематологик кўрсаткичлар динамикаси дегидратация даражасини ва сув-туз мувозанатининг тизимли бузилишлари оғирлигини баҳолаш учун ахборотли мезон эканлигини тасдиқлайди. Тадқиқот маълумотлари гиповолемик ҳолатларни тузатиш ва ўткир сувсизланиш билан боғлиқ асоратларнинг олдини олиш бўйича физиологик ва фармакологик ёндашувларни ишлаб чиқишда қўлланилиши мумкин.*

Калит сўзлар: *тажриба, сувсизланиш, гематологик параметрлар, қон формулалари.*

Alimova Nargiza Mirzoakhmedovna - assistant
Akhmedov Kamoliddin Hakimovich - DSc., associate professor
Termez Branch of Tashkent State Medical University (Termez, Uzbekistan)

PECULIARITIES OF HEMATOLOGICAL PARAMETERS IN RATS UNDER EXPERIMENTAL ACUTE DEHYDRATION

Resume: *The obtained results confirm that the dynamics of hematological parameters serve as an informative criterion for assessing the degree of dehydration and the severity of systemic disturbances in water-electrolyte balance. The findings of the study can be applied in the development of physiological and pharmacological approaches to the correction of hypovolemic conditions and the prevention of complications associated with acute dehydration.*

Keywords: *experiment, dehydration, hematological parameters, blood formulas.*

Актуальность: Обезвоживание (дегидратация) остаётся одной из наиболее актуальных проблем современной физиологии и клинической медицины. По данным Всемирной организации здравоохранения [10] и ряда авторов [9], нарушение водно-электролитного баланса сопровождается изменениями гемодинамики и состава крови, что имеет ключевое значение для оценки адаптационных реакций организма. Современные исследования показывают, что дегидратация приводит к сгущению крови, увеличению гематокрита, вязкости плазмы и концентрации эритроцитов [3,8]. В работах [5,7] отмечено, что даже умеренная потеря жидкости вызывает сдвиги в лейкоцитарной формуле, повышает активность тромбоцитов и способствует гиперкоагуляции, что увеличивает риск микроциркуляторных нарушений и тромботических осложнений. По данным [4,6], изменения гематологических показателей отражают не только

степень обезвоживания, но и выраженность системного стресс-ответа организма. Изучение динамики гематологических параметров при дегидратации имеет важное значение для ранней диагностики гиповолемических состояний, оценки тяжести патологического процесса и выработки эффективных методов коррекции, что определяет высокую актуальность данного направления исследований в 2020–2025 гг.

Цель исследования: изучить особенности гематологических показателей у крыс в динамике при остром экспериментальном остром обезвоживании.

Материалы и методы: В эксперимент были включены 40 крыс массой 180–240 г, разделённых на 4 групп по 10 особей. До начала эксперимента всем животным был предоставлен как минимум недельный период акклиматизации. Контрольная группа в это время не получала никакой профилактической терапии. Распределение животных по группам осуществлялось следующим образом:

1.контрольная группа (интакт) – животные без моделирования;

2.Обезвоживание 1 день

3.Обезвоживание 2 дня

4.Обезвоживание 3 дня

Для воспроизведения модели обезвоживания у крыс использовали метоболическую камеру для крыс, обеспечивающих контроль за потреблением пищи и воды, а также сбором мочи, широко применяемый в доклинических исследованиях патогенеза и терапии почечных заболеваний [11,12]. Животные были случайным образом разделены на 4 группы (n = 10 в каждой группе):

Контрольная группа: животные имели свободный доступ к воде и корму без изменений.

Группа 1 день: дегидратация в течение 24 часов (без доступа к воде).

Группа 2 дня: дегидратация в течение 48 часов (без доступа к воде).

Группа 3 дня: дегидратация в течение 72 часов (без доступа к воде).

На 1, 2 и 3 день у животных производили забор крови (в объёме 3–4 мл) из сердечной области в состоянии эфирного наркоза (ингаляционно) для лабораторных исследований.

Гематологические исследования проводились с использованием автоматического гематологического анализатора BIOBASE (Китай). Общий анализ крови проводился на образцах, собранных в пробирки с ЭДТА, и включал определение лейкоцитарной, эритроцитарной формул.

Исследование проводилось в соответствии с общепринятыми методиками на базе центра, аккредитованного для выполнения испытаний по стандартам GLP [1,2].

Статистическая обработка результатов проводилась методом вариационной статистики с применением дисперсионного анализа (ANOVA) при уровне значимости p = 0,05, в программе GraphPad Prism версия 8.0.0 (GraphPad Software, Сан-Диего, Калифорния, США; www.graphpad.com) [5]. В таблицах представлены средние арифметические значения (M), стандартные ошибки среднего (SD), и число наблюдений (n).

Результаты исследования. При изучении изменений в лейкоцитарной формуле крови (таблица 1) установлено, что у животных контрольной группы (животные без моделирования) и группа 1 день обезвоживания схожие результаты.

После 48 часов обезвоживания у животных отмечалось снижение общего числа лейкоцитов с 1,90 ± 0,48 до 1,08 ± 0,46 × 10^9/л. При этом доля лимфоцитов увеличивалась с 75,48 ± 5,68% до 83,88 ± 4,12%, а количество нейтрофилов уменьшалось с 13,56 ± 5,08% до 7,94 ± 3,02% (0,30 ± 0,08 до 0,12 ± 0,04 × 10^9/л). На фоне этих изменений выявлялось увеличение эритроцитов с 7,16 ± 0,49 до 8,49 ± 0,53 × 10^{12}/л, уровня гемоглобина с 13,30 ± 1,01 до 15,92 ± 0,65 г/дл и гематокрита с 35,86 ± 2,68% до 45,46 ± 3,05%. Показатели эритроцитарных индексов (MCV, MCH, MCHC, RDW-SD, RDW-CV) оставались без существенных изменений, что свидетельствует о сохранении морфологии эритроцитов при выраженных сдвигах в лейкоцитарной формуле и развитии гемоконцентрации на фоне обезвоживания.

После 72 часов обезвоживания общее количество лейкоцитов снижалось до 1,00 ± 0,14×10^9/л по сравнению с контролем 1,90 ± 0,48×10^9/л. Абсолютное количество нейтрофилов уменьшалось более чем вдвое — до 0,14 ± 0,05×10^9/л по сравнению с 0,30 ± 0,16×10^9/л в контроле. Индексы эритроцитов (MCV, MCH, MCHC, RDW-SD, RDW-CV) не имели достоверных различий по сравнению с контрольной группой и оставались в пределах нормы, что указывает на отсутствие изменений морфологии эритроцитов при системных нарушениях водно-электролитного баланса.

Таблица 1.

Результаты гематологических показателей (формулы крови) при обезвоживание в динамике экспериментальных крыс (M±SD; p=0,05; n=5)

Показатели		Интакт	1 день	2 день	3 день
Лейкоцитарная формула	Лейкоциты,10^9/л (WBC)	1,90 ± 1,62	0,26 ± 1,08	0,46 ± 1,00	0,14 ± 0,48
	Лимфоциты, % (Lym)	75,48 ± 76,74	4,36 ± 83,88	1,41 ± 76,72	2,16 ± 5,68
	Нейтрофилы, % (Neu)	13,58 ± 13,10	3,39 ± 7,94	0,66 ± 13,82	2,09 ± 4,02
	Лимфоциты, 10^9/л (Lym)	1,34 ± 1,20	0,27 ± 0,92	0,38 ± 0,72	0,08 ± 0,27
	Нейтрофилы, 10^9/л (Neu)	0,30 ± 0,18	0,08 ± 0,12	0,04 ± 0,14	0,05 ± 0,16
Эритроцитарная формула	Эритроциты, 10^{-12}/л (RBC)	7,16 ± 7,83	0,17 ± 8,39	0,46 ± 6,93	0,46 ± 0,49
	Гемоглобин, г/дл (HGB)	13,30 ± 14,60	0,32 ± 15,92	0,65 ± 13,52	0,77 ± 1,01
	Гематокрит, % (HCT)	35,86 ± 41,98	0,74 ± 45,46	3,05 ± 37,74	2,18 ± 2,68
	Средний объём эритроцитов, фл (MCV)	52,12 ± 52,80	0,32 ± 53,80	0,63 ± 54,90	0,37 ± 0,98
	Среднее содержание гемиглобина в эритроците, п/г (MCH)	19,16 ± 18,52	0,19 ± 18,78	0,31 ± 19,42	0,19 ± 0,38
	Средняя концентрация гемоглобина в эритроците, г/л (MCHC)	36,94 ± 35,00	0,29 ± 35,20	0,80 ± 35,76	0,36 ± 0,11
	Стандартное отклонение ширины распределения эритроцитов, фл (RDW-SD)	28,98 ± 28,88	0,79 ± 29,32	0,79 ± 32,20	0,79 ± 0,99
	Коэффициент вариации ширины распределения эритроцитов, % (RDW-CV)	14,18 ± 13,92	0,40 ± 13,78	0,31 ± 14,92	0,31 ± 0,19

Заключение: Проведённое исследование показало, что острое обезвоживание вызывает выраженные изменения в гематологических параметрах, отражающие развитие гемоконцентрации и адаптационного стресс-ответа организма. Уже через 48 часов наблюдалось достоверное повышение уровня эритроцитов, гемоглобина и гематокрита на фоне снижения общего числа лейкоцитов и относительного увеличения лимфоцитов. При дальнейшем увеличении продолжительности дегидратации (72 часа) отмечалась тенденция к гиповолемии с сохранением структурной целостности эритроцитов и стабильностью индексов MCV, MCH и MCHC, что свидетельствует о компенсаторном характере изменений. Полученные результаты подтверждают, что динамика гематологических показателей является информативным критерием оценки степени дегидратации и выраженности системных нарушений водно-электролитного баланса. Данные исследования могут быть использованы при разработке физиологических и фармакологических подходов к коррекции гиповолемических состояний и профилактике осложнений, связанных с острым обезвоживанием.

Выводы:

1. Острое обезвоживание у экспериментальных животных приводит к выраженным изменениям гематологических параметров, проявляющимся увеличением количества эритроцитов, уровня гемоглобина и гематокрита, что отражает развитие гемоконцентрации и снижение объёма циркулирующей крови.

2. На фоне дегидратации наблюдается достоверное снижение общего количества лейкоцитов с относительным увеличением доли лимфоцитов и уменьшением нейтрофилов, что свидетельствует о формировании адаптационного стресс-ответа и изменении иммунореактивности организма.

3. Сохранение нормальных значений эритроцитарных индексов (MCV, MCH, MCHC) указывает на отсутствие морфологических нарушений эритроцитов при развитии гиповолемии и подтверждает компенсаторный характер системных реакций крови при остром обезвоживании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / [под общ. ред. Р. У. Хабриева]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ОАО Изд-во «Медицина», 2005. – 832 с.

2. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. Часть первая / [под ред. А.Н. Миронова]. – М.: Гриф и К, 2012. – 944 с.

3. Alghamdi A. Hematological and biochemical changes during dehydration stress in laboratory rats // Journal of Physiology and Biochemistry. – 2021. – Vol. 77, No. 3. – P. 415–423.

4. Butler-Dawson J., Johnson R.J., García-Trabanino R. Heat exposure and alterations in blood biomarkers and hematologic parameters in dehydrated workers // BMC Nephrology. – 2024. – Vol. 25, No. 2. – P. 112–120.

5. Chebotareva N., Mikhailov I., Dobretsov G. Dehydration-induced changes in blood viscosity and kidney function: pathophysiological aspects // Cell Stress & Chaperones. – 2023. – Vol. 28, No. 1. – P. 57–65.

6. Goto H., Nakamura M., Shimizu T. Systemic hematologic response and heat-shock protein expression under experimental dehydration // Frontiers in Medicine. – 2023. – Vol. 10. – P. 45–53.

7. Ivanov V.A., Petrova L.M., Kravtsov D.A. Гематологические и биохимические показатели при различных степенях дегидратации у экспериментальных животных // Вестник экспериментальной биологии и медицины. – 2024. – Т. 177, № 6. – С. 112–118.

8. Sokolova E.V., Kuznetsova A.P., Dronova N.S. Изменения крови и гемодинамики при острой и хронической дегидратации // Журнал клинической медицины Казахстана. – 2022. – № 2. – С. 37–44.

9. Tran T.T.T., Nguyen H.M., Pham L.D. Role of hematological parameters in evaluating dehydration severity and systemic stress response // World Journal of Nephrology. – 2024. – Vol. 14, No. 1. – P. 23–31.

10. WHO. Global Health Observatory: Hydration, climate and health indicators 2023 // World Health Organization Report. – Geneva, 2023. – 62 p.

11. Yin J, Eichler M, Lisowski C, Li J, von Vietinghoff S, Garbi N, Mei Q, Gellner A-K, Kurts C. Residence of mice in metabolic cages reduces experimental kidney inflammation through stress-induced glucocorticoids. JCI Insight. 2025 Apr 8;10(9): e18 9794. PMID: 40198131; PMCID: PMC12140023.

12. Ziegler AA, Grobe CC, Reho JJ, Jensen ES, Segar JL, Grobe JL. Short-term housing in metabolic caging on measures of energy and fluid balance in male C57BL/6J mice (Mus musculus). J Am Assoc Lab Anim Sci. 2022 Mar;61(2):132–139. PMID: 34996529; PMCID: PMC8956215.