

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА ВО ВРЕМЯ ОСТРОЙ КРОВОПОТЕРИ НА ЛОКОМОТОРНУЮ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ АКТИВНОСТЬ ЖИВОТНЫХ В ПОСТГЕМОМРАГИЧЕСКОМ ПЕРИОДЕ

Н.С. Тропская^{1,2,*}, Р.А. Черпаков^{1,3}, Ю.В. Гурман¹, Е.А. Кислякова¹,
О.С. Кислицына¹, А.К. Шабанов^{1,3}, С.С. Петриков¹

¹ ГБУЗ г. Москвы «Научно-исследовательский институт скорой помощи
им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»
129090, Российская Федерация, Москва, Б. Сухаревская пл., 3

² ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)»
125993, Российская Федерация, Москва, Волоколамское ш., 4

³ ФГБНУ «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии»
107031, Российская Федерация, Москва, ул. Петровка, 25/2

В экспериментах на 54 крысах оценено влияние температуры тела во время острой кровопотери на локомоторную и исследовательскую активность животных на 3 и 7 сут постгеморрагического периода. Установлено снижение исследовательской и локомоторной активности у животных, перенесших острую кровопотерю в условиях нормотермии. Острая массивная кровопотеря, выполненная в условиях гипотермии, не оказывает влияния на исследовательскую и локомоторную активность, что может свидетельствовать о нейропротективных механизмах естественного охлаждения.

Ключевые слова: острая кровопотеря, температура тела, локомоторная активность, исследовательская активность

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Тропская Н.С., Черпаков Р.А., Гурман Ю.В., Кислякова Е.А., Кислицына О.С., Шабанов А.К., Петриков С.С. Влияние температуры тела во время острой кровопотери на локомоторную и исследовательскую активность животных в постгеморрагическом периоде. *Биомедицина*. 2025;21(3):73–77. <https://doi.org/10.33647/2074-5982-21-3-73-77>

Поступила 14.04.2025

Принята после доработки 06.06.2025

Опубликована 10.09.2025

INFLUENCE OF BODY TEMPERATURE DURING ACUTE BLOOD LOSS ON THE LOCOMOTOR AND EXPLORATORY ACTIVITY OF ANIMALS IN THE POSTHEMORRHAGIC PERIOD

Nataliya S. Tropetskaya^{1,2,*}, Rostislav A. Cherpakov^{1,3}, Yulia V. Gurman¹,
Ekaterina A. Kislykova¹, Oksana S. Kislytsyna¹, Aslan K. Shabanov^{1,3},
Sergey S. Petrikov¹

¹ N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of the Moscow Health Care Department
129090, Russian Federation, Moscow, Bolshaya Sukharevskaya Sq., 3

² Moscow Aviation Institute (National Research University)
125993, Russian Federation, Moscow, Volokolamskoe Highway, 4

³ Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology
107031, Russian Federation, Moscow, Petrovka Str., 25/2

In experiments on 55 rats, the effect of body temperature during acute blood loss on the locomotor and exploratory activity of animals on days 3 and 7 of the posthemorrhagic period was assessed. A decrease in exploratory and locomotor activity in animals that had undergone acute blood loss under normothermia was detected. Acute massive blood loss performed under hypothermia does not affect exploratory and locomotor activity, which may indicate neuroprotective mechanisms of natural cooling.

Keywords: acute blood loss, body temperature, locomotor activity, exploratory activity

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

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

For citation: Tropkaya N.S., Cherpakov R.A., Gurman Yu.V., Kislykova E.A., Kislitsyna O.S., Shabanov A.K., Petrikov S.S. Influence of Body Temperature during Acute Blood Loss on the Locomotor and Exploratory Activity of Animals in the Posthemorrhagic Period. *Journal Biomed.* 2025;21(3):73–77. <https://doi.org/10.33647/2074-5982-21-3-73-77>

Submitted 17.04.2025

Revised 18.06.2025

Published 10.09.2025

Введение

Острая массивная кровопотеря, даже при своевременной коррекции, способна привести к развитию стойких когнитивных и неврологических нарушений [2]. На сегодняшний день гипотермия в комплексе мероприятий, направленных на церебропротекцию, позиционируется если не как обязательный, то однозначно как предпочтительный компонент [1]. Однако в условиях системной гипоперфузии и гипоксии системное охлаждение может оказывать разнонаправленный эффект [3].

Целью работы явилось изучение влияния температуры тела во время острой кровопотери на локомоторную и исследовательскую активность животных в постгеморрагическом периоде.

Материалы и методы

Исследования выполнены на 54 крысах-самцах популяции линий Wistar массой тела 350–400 г в возрасте 12 мес. Протокол исследования был одобрен локальным комитетом по биомедицинской этике НИИ

СП им. Н.В. Склифосовского. Крысы адаптировались в течение 1 мес. в виварии. Все животные содержались в лаборатории в контролируемых условиях окружающей среды при температуре 20–24°C и влажности 45–65%, с режимом освещенности с 8.00 до 20.00 — свет, с 20.00 до 8.00 — сумеречное освещение.

Животные были разделены на четыре группы: группа ложного оперативного вмешательства в условиях нормотермии (n=15), группа ложного оперативного вмешательства в условиях гипотермии (n=12), группа с моделированием острой кровопотери по методу C.J. Wiggers в условиях нормотермии (n=15) и группа с моделированием острой кровопотери по методу C.J. Wiggers в условиях гипотермии (n=12).

В группах с моделированием острой кровопотери животным после анестезии (Золетил+Ксилазин) была выполнена катетеризация сонной артерии с проведением непрерывного мониторинга инвазивного артериального давления (АД). После получения устойчивой пульсовой волны выполнялось введение 100 Ед гепарина

с постепенной эксфузией крови на протяжении 15 мин, до достижения среднего АД 50 мм рт. ст. Гипотензия сохранялась на заданном уровне 60 мин, после чего проводилось восполнение изъятых объемов растворами кристаллоидов и коллоидов в соотношении 2:1 на протяжении 15 мин. Далее катетер извлекался, артерия перевязывалась, а рана послойно ушивалась.

В группах ложного вмешательства животным после анестезии (Золетил+Ксилазин) выполнялся паратрахеальный разрез с выделением сонной артерии, который также ушивался спустя 90 мин. На протяжении всего оперативного вмешательства осуществлялась непрерывная ректальная термометрия. Эксперименты осуществлялись для разных групп в двух температурных режимах: с поддержанием температуры 36–38°C при использовании лабораторного столика с обогревом (нормотермия) и с естественным охлаждением на деревянном столике (до 30°C).

Оценка локомоторной и исследовательской активности проводилась в тесте «Открытое поле» в каждой группе животных в 0-й день (до вмешательства), через 3 и 7 сут после острой массивной кровопотери, выполненной в условиях нормо- и гипотермии, а также у животных после ложного оперативного вмешательства, выполненного в условиях нормо- и гипотермии.

В тесте оценивались следующие параметры: дистанция (см) — общее пройденное расстояние на протяжении всего опыта; время покоя (сек) — время, при котором животное не совершает перемещений по арене, «время бездействия»; время в центральной зоне (сек) — суммарное время, проведенное животным в центральной зоне (параметр отражает исследовательскую активность животных); максимальная скорость (см/сек) — скорость, которую развивает животное при первом покидании центральной зоны.

Статистическая обработка проводилась с помощью программы Statistica 10.0.

Для сравнения зависимых групп применяли непараметрические критерии Friedman's ANOVA и Вилкоксона. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Результаты исследований

В группе ложнооперированных животных в условиях нормотермии время, которое животные находились в состоянии покоя, увеличилось на 34% ($p < 0,05$) через 3 сут после вмешательства, а к 7-м сут этот показатель статистически значимо не отличался от фоновых значений. Эти данные согласуются с уменьшением расстояния, пройденного животным во время пребывания на арене «открытого поля», на 62% ($p < 0,05$) через 3 сут после вмешательства, и к 7-м сут восстановления этого показателя до фоновых значений. При этом максимальная скорость движения не изменялась в ходе эксперимента. Время, проведенное в центральной зоне, было снижено на протяжении всего эксперимента и на 7-е сут было на 54% ниже фоновых значений ($p < 0,05$).

В группе животных, перенесших острую массивную кровопотерю в условиях нормотермии, время, которое животное находилось в состоянии покоя, увеличилось на 31% ($p < 0,05$) через 3 сут после кровопотери, а через 7 сут — оставалось выше фоновых значений на 41% ($p < 0,05$). Расстояние, пройденное животным во время пребывания на арене «открытого поля», сократилось на 57% ($p < 0,05$) через 3 сут после кровопотери, а к 7-м сут — оставалось ниже фоновых значений на 56% ($p < 0,05$). При этом максимальная скорость движения не изменялась в ходе эксперимента. Время, проведенное в центральной зоне, на 3 сут после кровопотери имело тенденцию к уменьшению, а к 7-м сут этот показатель был ниже фоновых значений в 4,9 раза ($p < 0,05$).

В группе ложнооперированных животных в условиях гипотермии время, которое

животные находились в состоянии покоя, увеличилось на 73% ($p>0,05$) через 3 сут после вмешательства, а к 7-м суткам этот показатель статистически значимо увеличился более чем в два раза от исходного значения. Расстояние, пройденное животным во время пребывания на арене «открытого поля», сократилось на 55% ($p<0,05$) через 3 сут после кровопотери, и к 7-м сут оставалось ниже фоновых значений на 53% ($p<0,05$). При этом максимальная скорость движения и время, проведенное в центральной зоне, не изменялись в ходе эксперимента.

В группе животных, перенесших острую массивную кровопотерю в условиях гипотермии, основные параметры, такие как время покоя, расстояние, пройденное животным во время пребывания на арене

«открытого поля», максимальная скорость движения и время, проведенное в центральной зоне, статистически значимо не изменялись в ходе эксперимента.

Выводы

1. В раннем постгеморрагическом периоде у животных, перенесших острую кровопотерю в условиях нормотермии, наблюдается снижение исследовательской и локомоторной активности.

2. Острая массивная кровопотеря в условиях гипотермии не оказывает влияния на исследовательскую и локомоторную активность в раннем постгеморрагическом периоде, что может свидетельствовать о нейропротективных механизмах естественного охлаждения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Andresen M., Gazmuri J.T., Marin A., Regueira T., Rovegno M. Therapeutic hypothermia for acute brain injuries. *Scand. J. Trauma Resusc. Emerg. Med.* 2015;23:42. DOI: 10.1186/s13049-015-0121-3.
2. Siegel J.H. The effect of associated injuries, blood loss, and oxygen debt on death and disability in blunt traumatic brain injury: the need for early physiologic predictors of severity. *J. Neurotrauma.* 1995;12(4):579–590. DOI: 10.1089/neu.1995.12.579.
3. van Veelen M.J., Brodmann Maeder M. Hypothermia in Trauma. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2021;18(16):8719. DOI: 10.3390/ijerph18168719.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Наталья Сергеевна*, д.б.н., ГБУЗ г. Москвы «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»; ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»;

e-mail: ntropskaya@mail.ru

Nataliya S. Trotskaya*, Dr. Sci. (Biol.), N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of the Moscow Health Care Department; Moscow Aviation Institute (National Research University);

e-mail: ntropskaya@mail.ru

Черпаков Ростислав Александрович, к.м.н., ГБУЗ г. Москвы «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»; ФГБНУ «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии»; e-mail: zealot333@mail.ru

Rostislav A. Cherpakov, Cand. Sci. (Med.), N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of the Moscow Health Care Department; Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology; e-mail: zealot333@mail.ru

Гурман Юлия Валерьевна, ГБУЗ г. Москвы
«Научно-исследовательский институт скорой
помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»;
e-mail: julka_gurman95@mail.ru

Yulia V. Gurman, N.V. Sklifosovsky Research
Institute for Emergency Medicine of the Moscow
Health Care Department;
e-mail: julka_gurman95@mail.ru

Кислякова Екатерина Александровна, к.б.н.,
ГБУЗ г. Москвы «Научно-исследовательский ин-
ститут скорой помощи им. Н.В. Склифосовского
ДЗМ»;
e-mail: kisliakovakatia@mail.ru

Ekaterina A. Kislykova, Cand. Sci. (Biol.),
N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency
Medicine of the Moscow Health Care Department;
e-mail: kisliakovakatia@mail.ru

Кислицына Оксана Сергеевна, ГБУЗ г. Моск-
вы «Научно-исследовательский институт скорой
помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»;
e-mail: calesco@mail.ru

Oksana S. Kislitsyna, N.V. Sklifosovsky Research
Institute for Emergency Medicine of the Moscow
Health Care Department;
e-mail: calesco@mail.ru

Шабанов Аслан Курбанович, д.м.н., ГБУЗ
г. Москвы «Научно-исследовательский институт
скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»;
ФГБНУ «Федеральный научно-клинический
центр реаниматологии и реабилитологии»;
e-mail: ShabanovAK@sklif.mos.ru

Aslan K. Shabanov, Dr. Sci. (Med.), N.V. Skli-
fosovsky Research Institute for Emergency
Medicine of the Moscow Health Care Department;
Federal Research and Clinical Center of Intensive
Care Medicine and Rehabilitation;
e-mail: ShabanovAK@sklif.mos.ru

Петриков Сергей Сергеевич, акад. РАН, ГБУЗ
г. Москвы «Научно-исследовательский институт
скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»;
e-mail: PetrikovSS@sklif.mos.ru

Sergey S. Petrikov, Acad. of the Russian Academy
of Sciences, N.V. Sklifosovsky Research Institute
for Emergency Medicine of the Moscow Health
Care Department;
e-mail: PetrikovSS@sklif.mos.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author