

<https://doi.org/10.33647/2713-0428-20-3E-113-116>



ИЗУЧЕНИЕ КРОВОТОКА В ЖЕЛУДКЕ И ТОНКОЙ КИШКЕ МЕТОДОМ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ФЛУОМЕТРИИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Н.С. Тропская^{1,2,*}, Ю.В. Гурман¹, К.В. Заторкина²

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

Исследования выполнены на 10 крысах-самцах Wistar. В экспериментах установлены различные адаптационные реакции объёмной скорости кровотока в желудке и тощей кишке голодных и сытых животных на стресс-воздействие — гипотермию. В период максимального охлаждения тела (ниже 32°C) у голодных и сытых животных объёмная скорость кровотока в желудке существенно не изменяется. В тощей кишке объёмная скорость кровотока у голодных животных имеет тенденцию к замедлению, а у сытых — значительно возрастает.

Ключевые слова: объёмная скорость кровотока, желудок, тонкая кишка, гипотермия, крысы

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Тропская Н.С., Гурман Ю.В., Заторкина К.В. Изучение кровотока в желудке и тонкой кишке методом ультразвуковой флуометрии в эксперименте. *Биомедицина*. 2024;20(3E):113–116.
<https://doi.org/10.33647/2713-0428-20-3E-113-116>

Поступила 15.04.2024

Принята после доработки 03.06.2024

Опубликована 01.11.2024

EXPERIMENTAL STUDY OF BLOOD FLOW IN THE STOMACH AND SMALL INTESTINE USING ULTRASONIC FLOWMETRY

Nataliya S. Tropkaya^{1,2,*}, Yulia V. Gurman¹, Kristina V. Zatorkina²

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

Experiments conducted on 10 male Wistar rats established various adaptive reactions of the rate of blood flow in the stomach and jejunum of hungry and well-fed animals to a stress state modelled by hypothermia. During the period of maximum body cooling (below 32°C), in hungry and well-fed animals, the rate of blood flow in the stomach showed no significant changes. In the jejunum, the rate of blood flow in hungry animals tended to slow down, while it increased significantly in well-fed animals.

Keywords: blood flow rate, stomach, small intestine, hypothermia, rats

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

For citation: Tropkaya N.S., Gurman Yu.V., Zatorkina K.V. Experimental Study of Blood Flow in the Stomach and Small Intestine Using Ultrasonic Flowmetry. *Journal Biomed*. 2024;20(3E):113–116.
<https://doi.org/10.33647/2713-0428-20-3E-113-116>

Submitted 15.04.2024

Revised 03.06.2024

Published 01.11.2024

Введение

Хорошо известно, что основной функцией системы кровообращения является своевременная доставка тканям крови в объёме, адекватном их метаболическим потребностям. В этом процессе участвуют сердце, выполняющее роль насоса (генератора давления), и огромное количество сосудов, по которым непрерывно циркулирует кровь. Роль крупных сосудов сводится к доставке крови органам и её своевременному оттоку. Внутриорганные сосуды регулируют скорость кровотока в органе и перераспределение крови между участками с различной интенсивностью обменных процессов.

В некоторых органах существует адаптационный механизм к изменениям кровотока, связанный с развитием артериальных коллатералей. Так, абсолютная достаточность коллатералей может достигаться либо с помощью двойного кровоснабжения (печень и лёгкие), либо при параллельно — дуговом типе кровообращения (головной мозг), либо, наконец, при обильных коллатералях (тонкий кишечник) [3].

Гипернатация — искусственно создаваемая и управляемая гипотермия, является способом защиты органов и тканей от стремительно развивающейся гипоксии. Возможность уменьшить потребление кислорода тканями появляется за счёт того, что в организме значительно замедляются метаболические процессы. Общая анестезия традиционно связывается с потерей нормальных терморегуляторных механизмов. Препараты для анестезии влияют на нормальную терморегуляцию путём снижения уровня основного метаболизма и угнетения гипоталамических регулирующих механизмов [1, 2].

При различных исходных функциональных состояниях органов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) изменение кровотока в желудке и тонкой кишке в ответ на гипотермию может сильно отличаться. Данных литературы по этому вопросу недостаточно.

Цель работы — оценить изменения объёмной скорости кровотока в желудке и тонкой кишке методом ультразвуковой флуометрии у голодных и сытых крыс в условиях искусственной гипотермии.

Материалы и методы

Исследования выполнены на 10 крысах-самцах популяции линий Wistar массой тела 380–450 г в возрасте 12 мес. Протокол исследования был одобрен локальным комитетом по биомедицинской этике НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ.

Все животные содержались в лаборатории в контролируемых условиях окружающей среды при температуре 20–24°C и влажности 45–65%, с режимом освещённости с 8.00 до 20.00 ч — свет, с 20.00 до 8.00 ч — сумеречное освещение. Доступ к корму и воде до начала экспериментов был свободный.

Исследовано две группы животных. В первой группе эксперименты выполняли после 18-часовой депривации, у крыс второй группы (n=5) корм был снят непосредственно перед началом экспериментов.

После введения наркоза крысы помещались на подогреваемый столик. В качестве наркоза использовалась смесь золетила 100 с 2% ксилой в соотношении 1:2, доза смеси составляла 0,6 мл/кг. Выполняли срединную лапаротомию, выделяли и брали на держалки заднюю желудочную артерию и одну из ветвей передней брыжеечной

артерии, питающую начальный участок тощей кишки.

На первом этапе измеряли фоновую температуру тела (ректально).

На втором этапе крыс снимали с подогреваемого столика и помещали на лабораторный стол, создавая таким образом гипотермию. Окончанием второго этапа считалось понижение температуры тела ниже 32°C .

На третьем этапе крысу помещали на подогреваемый столик. Окончанием третьего этапа считалось восстановление температуры тела до фоновых значений.

На всех этапах эксперимента последовательно устанавливали датчики на выделенные артерии, в них измерялся кровоток на протяжении 7–8 мин на каждой артерии. Объёмную скорость кровотока измеряли с помощью ультразвукового флоуметра Transonic T400.

Полученные данные представлялись в виде медианы и перцентилей. Для статистического анализа использовали непараметрические критерии. Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$.

Результаты исследований

У крыс первой группы при осмотре органов ЖКТ в желудке и двенадцатиперстной кишке было небольшое количество жидкого содержимого, петли тощей кишки спавшиеся. Фоновая температура тела составляла $36,6$ ($35,2$; $36,6$) $^{\circ}\text{C}$. Исходные значения кровотока в кишке были выше, чем в желудке и составляли $1,29$ ($1,21$; $1,60$) и $1,03$ ($0,91$; $1,04$) мл/мин соответственно. Через 40–90 мин после индукции гипотермии температура тела становилась $<32^{\circ}\text{C}$. Наблюдалась тенденция к снижению уровня кровотока в эти сроки в брыжеечной артерии до $0,72$ ($0,49$; $0,92$) мл/мин ($p > 0,05$). При этом в желудочной артерии скорость кровотока не изменялась и составляла $1,05$ ($1,01$; $1,06$) мл/мин ($p > 0,05$). После перемещения животного на подогреваемый столик наблюдалось постепенное повышение

температуры тела до исходных значений. Время восстановления температуры тела составило 110–180 мин. Значения скорости кровотока в желудочной и брыжеечной артерии достигали уровня фоновых значений.

У крыс второй группы при осмотре органов ЖКТ в желудке было плотное содержимое, в двенадцатиперстной кишке — жидкий химус в большом количестве. Петли тощей кишки средней наполненности. Фоновая температура тела составляла $36,4$ ($36,2$; $36,9$) $^{\circ}\text{C}$. Исходные значения кровотока в желудке были выше, чем в кишке и составляли $1,25$ ($1,13$; $1,25$) и $1,01$ ($0,97$; $1,06$) мл/мин соответственно. Через 40–90 мин после индукции гипотермии температура тела снижалась до значений $<32^{\circ}\text{C}$. Наблюдалось значительное повышение уровня кровотока в эти сроки в брыжеечной артерии до $2,56$ ($2,48$; $2,62$) мл/мин ($p < 0,05$) по сравнению с исходными значениями. При этом в желудочной артерии кровоток снизился незначительно — $1,09$ ($0,95$; $1,14$) мл/мин ($p > 0,05$). После перемещения животного на подогреваемый столик наблюдалось постепенное повышение температуры тела до исходных значений. Время восстановления температуры тела составило около 140 мин. Значения кровотока в желудочной артерии не отличались от фона, а в брыжеечной артерии значения кровотока были намного выше исходных и составляли $2,17$ ($1,10$; $3,18$) мл/мин ($p < 0,05$). Интересно отметить, что в период восстановления температуры тела наблюдались активные сокращения гладких мышц тощей кишки, которые в свою очередь вызывали активное перемешивание и постепенное перемещение химуса по исследуемой петле тощей кишки, что сопровождалось повышением кровотока в брыжеечной артерии.

Выводы

1. Выявлены различные адаптационные реакции объёмной скорости кровотока в желудке и тощей кишке голодных

и сытых животных на стресс-воздействие — гипотермию.

2. Показатель объёмной скорости кровотока в тощей кишке является очень чувствительным к гипотермии по сравнению с желудком. В период максимального охла-

ждения тела (ниже 32°C) у голодных и сытых животных объёмная скорость кровотока в желудке существенно не изменяется. В тощей кишке скорость кровотока у голодных животных имеет тенденцию к замедлению, а у сытых — значительно возрастает.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Макарук М.А., Мотузко Н.С., Островский А.В., Руденко Л.Л., Кудрявцева Е.Н., Шериков С.Е. *Патология терморегуляции*. Витебск: Изд-во Учреждение образования «Витебская академия "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины», 2005. [Makaruk M.A., Motuzko N.S., Ostrovskij A.V., Rudenko L.L., Kudryavceva E.N., Sherikov S.E. *Patologiya termoregulyatsii* [Pathology of thermoregulation]. Vitebsk: Izd-vo Uchrezhdenie obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny" Publ., 2005. (In Russian)].
2. Сигал З.М., Сурнина О.В., Золотарёв К.Е., Сигал А.М. Изменения интрамуральной гемодинамики и моторики кишки при локальной гипо- и гипертермии. *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2019;1:1–5. [Sigal Z.M., Surnina O.V., Zolotaryov K.E., Sigal A.M. Izmeneniya intramural'noy gemodinamiki i motoriki kishki pri lokal'noy gipo- i gipertermii [Changes in intramural hemodynamics and intestinal motility during local hypo- and hyperthermia]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnnoe izdanie* [Journal of New Medical Technologies. Electronic edition]. 2019;1:1–5. (In Russian)].
3. Yáñez C., DeMas-Giménez G., Royo S. Overview of biofluids and flow sensing techniques applied in clinical practice. *Sensors (Basel)*. 2022;22(18):6836. DOI: 10.3390/s22186836

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Тропская Наталия 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. Tropkaya*, 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

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

Заторкина Кристина Владимировна, ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»;
e-mail: kzatorkina@yandex.ru

Kristina V. Zatorkina, Moscow Aviation Institute (National Research University);
e-mail: kzatorkina@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author