ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОГО РУСЛА БРЮШИНЫ КРЫС ПОД ВЛИЯНИЕМ НИЗКОЧАСТОТНОГО УЛЬТРАЗВУКА

Урунова Машхура Алламурадовна

PhD, доцент

кафедры морфологии Университета Зармед

Самарканд, Узбекистан

Аннотация. В эксперименте на 45 крысах линии Wistar изучены структурно-функциональные изменения гемо- и лимфомикроциркуляторного русла брыжейки тонкой кишки под действием низкочастотного ультразвука (25 кГц, 0,6 Вт/см²). При кавитационном воздействии развиваются выраженные нарушения микроциркуляции: кровоизлияния, агрегация эритроцитов, стаз, снижение вазомоторной активности лимфатических сосудов и ультраструктурные повреждения эндотелиоцитов. Вне зоны кавитации отмечается стимуляция крово- и лимфотока, расширение микрососудов и повышение сосудистой проницаемости. Показано, что характер изменений зависит от режима ультразвукового облучения.

Ключевые слова: низкочастотный ультразвук, микроциркуляция, брюшина, брыжейка, крысы, кавитация.

CHANGES IN THE MICROCIRCULATORY BED OF THE RAT PERITONEUM UNDER THE INFLUENCE OF LOW-FREQUENCY ULTRASOUND

Urunova Mashkhura Allamuradovna PhD,

Associate Professor of the Department of Morphology,

Zarmed University,

Samarkand, Uzbekistan

Abstract. In an experiment on 45 Wistar rats, structural and functional changes in the hemo- and lymphomicrocirculatory bed of the small intestinal mesentery under the influence of low-frequency ultrasound (25 kHz, 0.6 W/cm²) were studied. Under cavitational exposure, pronounced microcirculatory disorders develop:

hemorrhages, erythrocyte aggregation, stasis, decreased vasomotor activity of lymphatic vessels, and ultrastructural damage to endotheliocytes. Outside the cavitation zone, stimulation of blood and lymph flow, dilation of microvessels, and increased vascular permeability are observed. It has been shown that the nature of the changes depends on the mode of ultrasonic irradiation.

Keywords: low-frequency ultrasound, microcirculation, peritoneum, mesentery, rats, cavitation.

Ввдение. В последние годы вместе с традиционными методиками ультразвуковой терапии все более широкое распространение получает «ультразвуковая технология», основанная на применении ультразвуковых колебаний низкого диапазона частот в пределах 20-60 кГц. Разрабатываются вопросы использования «ультразвуковой технологии» не только для резки и сварки биологических тканей, но и для лечения гнойного перитонита [1, 2]. Микроциркуляторное русло брюшины играет ключевую роль в поддержании гомеостаза брюшной полости, обеспечивая транспорт питательных веществ, газов и продуктов метаболизма, а также участвуя в процессах воспаления, репарации и иммунного ответа [3,4]. Нарушения микроциркуляции брюшины наблюдаются при различных патологических состояниях — от перитонита и спаечной болезни до послеоперационных осложнений и опухолевых процессов. В связи с этим поиск эффективных методов воздействия на микрососудистое русло брюшины представляет значительный научный и практический интерес [5,6,8]. Одним из перспективных физических факторов, способных модулировать состояние микроциркуляции, является низкочастотный ультразвук. Известно, что ультразвуковые волны низкой частоты оказывают комплексное влияние на биологические ткани: вызывают микромассаж, изменяют проницаемость сосудистой стенки, стимулируют локальный кровоток и могут влиять на реологические свойства крови. Несмотря на накопленный опыт применения ультразвука в терапии и хирургии, данные о его специфическом воздействии именно на микроциркуляторное русло брюшины остаются ограниченными и нередко

противоречивыми [7,9]. Экспериментальные исследования на животных моделях, в частности на крысах, позволяют детально изучить морфофункциональные изменения микрососудов брюшины под действием низкочастотного ультразвука в контролируемых условиях. Оценка таких параметров, как плотность капиллярной сети, диаметр артериол и венул, состояние эндотелия и интенсивность тканевого кровотока, даёт возможность выявить как благоприятные, так и потенциально неблагоприятные эффекты ультразвукового воздействия. Экспериментальные исследования в этом направлении показали, что положительный эффект биологического действия низкочастотного ультразвука в ряде случаев сопровождаются повреждением микроциркуляторного русла брюшины, причины которого до сих пор не ясны.

Цель исследования. Целью исследования явилось изучение структурно-функциональных изменений в гемо- и лимфомикроциркуляторном русле брюшины под влиянием ультразвука (частота 25 кГц - наиболее широко используемая в медицине, расчетная интенсивность - 0,6 Вт/см2).

Материалы и методы исследования. Эксперименты проведены на 45 белых крысах линии «Вистар». В качестве объекта исследования использовали микроциркуляторное русло брыжейки тонкой кишки. Для этого у находящихся под нембуталовым наркозом животных через разрез в области брюшка извлекали тонкую кишку и располагали ее на столике для прижизненной микроскопии оригинальной конструкции. Животное и столик помещали в кювету, заполненную раствором Рингера, подогретым до 37° С. Раствор Рин- гера служил для орошения брыжейки и подведения к ней ультразвука. Непосредственно в процессе проведения ультразвуковой процедуры осуществляли биомикроскопию микроциркуляторного русла. После прекращения действия ультразвука на участки брыжейки, в которых были выявлены функциональные изменения, наносили 1-2 капли 2,5% раствора глютарового альдегида. Иссекали бритвой выбранный участок брыжейки, подготавливали его по принятым методикам и изучали на

электронном микроскопе ЭМВ-100АК при ускоряющемся напряжении 75 кВт.

Результаты исследования. Исследования показали, что в зависимости от режима воздействия ультразвуком на микроциркуляторное русло брыжейки может быть достигнут различный эффект. При расположении торца ультразвукового вибратора на расстоянии 0,1-0,5 см от поверхности брюшины возникают выраженные расстройства микроциркуляции. Практически сразу после включения ультразвукового генератора появляются множественные кровоизлияния в микрососудах всех видов. Дальнейшее озвучивание приводит к функциональным расстройствам гемодинамики, заключающимся в появлении маятникообразного, ретроградного и встречного кровотока. На фоне указанных изменений в микрососудах развивается агрегация эритроцитов, а затем замедление и стаз кровотока. Число выключенных из кровообращения микрососудов возрастает по мере увеличения экспозиции воздействия. В лимфатических капиллярах появляются форменные элементы крови. Нарушается вазомоторная активность лимфатических микрососудов. Число спонтанных сокращений лимфангионов снижается с 12 до 1-3 в минуту, а в ряде случаев наблюдается спазм лимфатических микрососудов и полное прекращение тока лимфы. При небольших экспозициях озвучивания описанные изменения носят обратимый характер. Однако уже при 10-минутном воздействии кровоток в гемокапиллярах в большинстве случаев не восстанавливается. Просвет лимфатических микрососудов неравномерен на протяжении — участки спазма чередуются с дилатированными лимфангионами, нормальный ритм вазомоции нарушен. При электронной микроскопии в гемокапиллярах выявляются нарушения структуры энергообразующего аппарата эндотелиоцитов - митохондрий, резкое расширение эндоплазматической сети. Ультраструктурные изменения наблюдаются и в лимфокапиллярах, особенно со стороны просвета микрососудов. Наиболее часто встречаются выпячивания люминарной поверхности и резкое расширение

перинуклеарной цистерны со стороны просвета сосудов. Микроскопия в процессе озвучивания показала, что указанные нарушения возникают в области интенсивной кавитации жидкости вблизи излучающей поверхности ультразвукового вибратора. Причем, по степени выраженности патологических изменений повреждающее действие кавитационного ультразвука частотой 25 кГц и интенсивностью 0,6 Вт/см2 превышает таковой эффект ультразвука частотой 880 кГц и интенсивностью 2,0 Вт/см2. Совершенно иная картина наблюдается при расположении брыжейки вне зоны ультразвуковой кавитации. Под действием ультразвукового облучения ускоряется кровоток, расширяются микрососуды, в кровообращение включаются новые гемокапилляры. Усиливается спонтанная вазомоторная активность лимфатических микрососудов, лимфангионы которых буквально пульсируют в поле ультразвуковых волн. Ультраструктурные изме нения эндотелиоцитов характеризуются появлением большого числа микропиноцитозных везикул, расширением парацеллюлярных контактов, что свидетельствует о повышении сосудистой проницаемости как для низкомолекулярных веществ, так и для клеточных элементов.

Вывод. Таким образом, кавитационное действие низкочастотного ультразвука сопровождается выраженными повреждениями микро- и ультраструктуры звеньев гемо- и лимфомикроциркуляторного русла брюшины, функциональными расстройствами микроциркуляции, стимуляцией гемо- и лимфомикроциркуляции. Изменения микроциркуляторного русла зависят от режима ультразвукового облучения.

Использованная литература:

1. Абакумов М.М., Владимирова Е.С., Джаграев К.Р. Лапароцентез и лапароскопия в диагностике повреждений органов брюшной полости у пострадавших с сочетанной травмой // Хирургия. 1991. - № 12. - С. 12-16.

2. Бокарев М.И., Молитвословов А.Б., Бирюков Ю.В., Сергеев С.В. Значение лапароскопии в диагностике повреждений живота у пациентов с сочетанной травмой // Хирургия. 2004. - № 7. - С. 23-25.
3. Маматалиев А. Р., Хусанов Э. У. Морфология интрамурального нервного аппарата гаст-рохоледоходуоденальной зоны после экспериментальной холецистэктомии //Морфология. – 2008. – Т. 133. – №. 2. – С. 82b-82b.
4. Маматалиев А. Р. и др. Анатомо-топографическое строение и активное сокращение стенок воротной вены лабораторных животных //Академические исследования в современной науке. – 2024. – Т. 3. – №. 30. – С. 163-168.
5. Одилова Г. М., Шайкулов Х. Ш., Хусанов Э. У. Ультраструктура слизистой толстой кишки у больных острой дизентерией //Астана медициналық журналы. – 2022. – №. S1. – С. 62-68.
6. Лебедев Н.В., Абакумов М.М., Малярчук В.И. Диагностика повреждений живота при сочетанной травме // Хирургия. 2002. - № 12. — С. 53-58.
7. Narbayev S. et al. Behavioral adaptations of Arctic fox, Vulpes lagopus in response to climate change //Caspian Journal of Environmental Sciences. – 2024. – Т. 22. – №. 5. – С. 1011-1019.
8. Yakubovich S. I. et al. Hypertrophic rhinitis in children: endoscopic treatment //European International Journal of Multidisciplinary Research and Management Studies. – 2023. – Т. 3. – №. 02. – С. 22-27.
9. Choi Y.B., Lim K.S. Therapeutic laparoscopy for abdominal trauma 7/ Surg. Endoscopy. 2003. - Vol. 17, № 3. - P. 421-427.