



DOI: <https://doi.org/10.34883/Pl.2021.10.4.020>
УДК 617.5-001-008.9-092.4

Клюйко Д.А., Корик В.Е.

Военно-медицинский институт Белорусского государственного медицинского университета,
Минск, Беларусь

Kluiko D., Korik V.

Institute of Military Medicine of the Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

Анализ микрососудистой реакции на патологические процессы, сопутствующие травме брюшины

Analysis of Microvascular Response to Pathological Processes Accompanying to Abdominal Injury

Резюме

Введение. Проблема спаечной болезни брюшной полости является чрезвычайно актуальной. Данные о патогенезе спайкообразования представляются неполными, не отвечают современным требованиям доказательной медицины и не решают задачи минимизации образования послеоперационных сращений. На основании известных патогенетических теорий причины спайкообразования объясняются поверхностно, при этом решение проблемы спаечной болезни и ее осложнений до сих пор не найдено.

Цель. Изучение микрососудистой реакции брюшины при спаечной болезни брюшной полости и кишечной непроходимости.

Материалы и методы. Анализ проведен методом вазометрии с помощью лапароскопической техники у 66 пациентов, которые были разделены на группы по принципу наличия основного заболевания (Contr, Adhesion ileus, Adhesion и Vosp), с целью выявления дилатации или спазма кровеносных сосудов брюшины в зависимости от степени выраженности воспаления, гипоксии, повреждения тканей, а также для оценки ангиогенеза в брюшной полости.

Результаты. При острой кишечной непроходимости среднее количество сосудов в поле зрения составило $30,57 \pm 2,79$, что выше по отношению к контрольной группе на 35%. Общая площадь кровеносных сосудов в поле зрения – $46,13 \pm 4,36 \text{ krel}^2$, что выше на 29,6% по сравнению с контрольной группой. В группе пациентов со спаечной болезнью брюшной полости без непроходимости количество сосудов в поле зрения составило $20,94 \pm 1,24$, что выше, чем в группе контроля, на 17%. Общая площадь кровеносных сосудов в поле зрения – $41,31 \pm 4,46 \text{ krel}^2$, что меньше, чем в группе контроля, на 15,6%. Проведение вазометрии позволяет выявить патогенетические звенья, присущие спаечной болезни, в частности: полнокровие, венозный застой, микротромбозы и, как следствие, локальную гипоксию поверхности брюшины.

Выводы. Патологические процессы, сопутствующие травме брюшины, воспалению и острой кишечной непроходимости, вызывают вазодилатацию и влияют на тканевое дыхание, количество и площадь кровеносных сосудов, что доказано вазометрией и проявляется полнокровием, венозным застоем и микротромбозами.

Ключевые слова: спаечная болезнь брюшной полости, спаечная кишечная непроходимость, ангиогенез, ишемия, вазометрия.

Abstract

Introduction. The problem of adhesive disease of the abdominal cavity is extremely urgent. The data on the pathogenesis of adhesions appear incomplete, do not meet the modern requirements of evidence-based medicine and do not solve the problem of minimizing the formation of postoperative splices. On the basis of known pathogenetic theories, the causes of adhesions are explained superficially, while the solution to the problem of adhesive disease and its complications has not yet been found.

Purpose. To study the microvascular reaction of the peritoneum in abdominal adhesions and intestinal obstruction.

Materials and methods. The analysis was carried out by photometry using laparoscopic technique in 66 patients who were divided into groups based on the presence of the underlying disease (Contr, Adhesion ileus, Adhesion and Vosp). In order to detect dilation or spasm of the peritoneal blood vessels, depending on the severity of inflammation, hypoxia, tissue damage, as well as to assess angiogenesis in the abdominal cavity.

Results. In acute intestinal obstruction, the average number of vessels in the field of view was 30.57 ± 2.79 , which is 35% higher than in the control group. The total area of capillaries in the field of view is $46.13 \pm 4.36 \text{ kpe}^2$, which is 29.6% higher than in the control group. In the group of patients with adhesions of the abdominal cavity without obstruction, the number of vessels in the field of view was 20.94 ± 1.24 , which is 17% higher than in the control group. The total area of capillaries in the field of view is $41.31 \pm 4.46 \text{ kpe}^2$, which is 15.6% less than in the control group. Capillarometry allows us to identify pathogenetic links inherent in adhesive disease, in particular: plethora, venous stasis and microthrombosis, and as a result, local hypoxia of the peritoneal surface.

Conclusions. Pathological processes accompanying trauma of the peritoneum, inflammation and acute intestinal obstruction cause vasodilation and affect tissue respiration, the number and area of capillaries, which is proved by capillarometry and is manifested by congestion and, microthrombosis.

Keywords: adhesive disease of the abdominal cavity, adhesive intestinal obstruction, angiogenesis, ischemia, capillarometry.

■ ВВЕДЕНИЕ

Проблема спаечной болезни брюшной полости (СББП) является чрезвычайно актуальной. До настоящего времени остаются дискуссионными вопросы диагностики, предоперационной подготовки, показаний к оперативному лечению спаечной болезни брюшной полости. В современной литературе нет единого мнения о доступе, виде, объеме операции, достаточности разделения сращений. Нередко решения принимаются эмпирически, без учета персонализированного подхода к лечению данной патологии [1, 2].

В течение длительного времени поиск средств, препятствующих спайкообразованию, проводился эмпирически. В настоящее время на основании знаний патогенеза спаечного процесса стала возможной обоснованная разработка мер по предупреждению развития и рецидивирования рубцово-спаечных изменений в брюшной полости. Для профилактики образования спаек предложено большое количество разнообразных препаратов и веществ, однако до сих пор они не получили широкого распространения ввиду низкой эффективности [3].

Адгезивные и антиадгезивные свойства брюшины находятся в реципрокных взаимоотношениях. Преобладание одного над другим оказывает



основополагающее влияние на выраженность спайкообразования. Стимулирование антиадгезивных свойств с целью предотвращения образования сращений приводит к замедлению формирования кровяного сгустка, способствует возникновению внутрибрюшных кровотечений, развитию разлитого перитонита. Отказ от использования противоспаечных средств и методов чаще всего способствует развитию рубцовой ткани в послеоперационном периоде. Выраженность спаечного процесса не всегда коррелирует с тяжестью течения спаечной болезни. Даже единичная спайка может вызвать острую спаечную кишечную непроходимость, и, напротив, массивный фиброз и сращения иногда являются находкой патологоанатома. В этой связи необходимость профилактики послеоперационного рубцового процесса в брюшной полости как обязательного этапа любого абдоминального оперативного вмешательства не вызывает сомнений [4, 5].

Особое место в формировании спаек занимает микрососудистая реакция на патологические состояния в брюшной полости, в частности на воспаление и кишечную непроходимость. Спазм артериол вызывает гипоксию тканей, венул – провоцирует отек с появлением экссудата и выходом белковых фракций с последующим образованием фибрина в свободной брюшной полости. Описание данных процессов в литературе имеет качественный характер. Научный интерес представляет изучение количественных показателей, их корреляция с воспалением и распространенностью от места первичного аффекта сосудистых реакций [5–7]. Для решения задачи уменьшения гипоксии тканей и внутренних органов, а также для изучения сосудистой реакции висцеральной и париетальной брюшины на наличие и степень воспалительного процесса, ее фильтрационной способности применяется метод вазометрии [5, 8, 9].

Необходимость профилактики послеоперационного рубцового процесса в брюшной полости как обязательного этапа любого абдоминального оперативного вмешательства не вызывает сомнений.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение микрососудистой реакции брюшины при спаечной болезни брюшной полости и кишечной непроходимости.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В рамках проспективного исследования проведен анализ лечения и медицинских карт пациентов, находившихся на стационарном лечении в хирургических отделениях учреждения здравоохранения «2-я городская клиническая больница» г. Минска в период с марта 2019 по сентябрь 2020 года. В исследовании приняли участие 66 пациентов. Все пациенты разделялись на группы по принципу наличия основного заболевания (Contr, Adhesion ileus, Adhesion и Vosp).

Группа контроля (Contr) сформирована для определения границ нормы исследуемых параметров и величин с группой диагнозов «хирургические заболевания органов брюшной полости без признаков воспаления и острой кишечной непроходимости». В группу включены пациенты, оперированные лапароскопически, которым выполнялись оперативные вмешательства по поводу хронического холецистита вне обострения и диагностические оперативные вмешательства.

В группу Adhesion ileus были включены пациенты, оперированные по поводу спаечной кишечной непроходимости. В группе Adhesion ileus оперативные вмешательства выполнялись в экстренном порядке.

В группе Adhesion пациентам при наличии болевой формы СББП и безуспешности консервативного лечения выполняли лапароскопический адгезиолизис вне зависимости от длительности заболевания и предшествующих оперативных вмешательств.

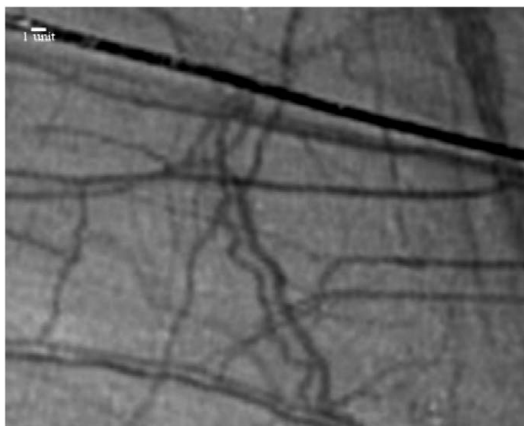
С целью определения влияния на изучаемые явления воспалительного компонента сформирована группа Vosp Score. В группе анализировались результаты хирургического лечения пациентов с острыми воспалительными заболеваниями органов брюшной полости: острый холецистит, аппендицит, перитонит.

Группы были гомогенны по полу – Kruskal – Wallis test: $H(2, N=194) = 0,95$, $p=0,62$, и возрасту – Kruskal – Wallis test: $H(2, N=194) = 0,98$, $p=0,61$.

Реакцию микрососудистого русла париетальной брюшины или ткани спаек на наличие хирургического заболевания при СББП, кишечной непроходимости и воспалительных заболеваниях органов брюшной полости регистрировали методом вазометрии в правой подвздошной области по одному снимку.

С целью выявления дилатации или спазма кровеносных сосудов брюшины в зависимости от степени выраженности воспаления, гипоксии, повреждения тканей, а также для оценки ангиогенеза в брюшной полости в рамках клинического исследования была применена вазометрия с помощью лапароскопической техники. Интраоперационно проводилась фотосъемка камерой Full HD H3-Z (разрешение 1920×1080) Karl Storz, с источником света Karl Storz 300 Xenon, через лапароскопическую оптику, у пациентов с различной хирургической патологией органов брюшной полости. Запись фото- и видеоизображений осуществляли с помощью устройства видеозахвата AverMedia EzRecorder 310 UDH. Для измерения расстояния между точками на фотоснимках использовали программу ImageJ v1.44 (см. рисунок).

Для стандартизации фотоснимков в брюшную полость была помещена стерильная посеребренная медная проволока (жила) провода МС 16–33 ($d = 60 \pm 5\%$ мкм), диаметр сечения которой был принят за



Измерение относительного диаметра сосудов и их количества

Measurement of the relative diameter of the vessels and their number

**Таблица 1**

Принцип распределения количества сосудов в поле зрения по отношению диаметра к номинальному

Table 1

Principle of distribution of the number of vessels in the field of view in relation to the diameter to the nominal

Четверти значений			
Первая	Вторая	Третья	Четвертая
N_1	N_2	N_3	N_4
0–25%	26–50%	51–75%	76–100%

1 (эталон). Относительный диаметр сосуда определяли по отношению к таковому у проволоки, находившейся на поверхности брюшины в поле зрения видеокамеры. Размер исследуемой области 53×53 pel (~3,18×3,18 мм). Искомый диаметр вычисляется по нижеприведенной формуле:

$$\varnothing_{vas_1} = \frac{\varnothing_{nom_1} \times \varnothing_{vas_2}}{\varnothing_{nom_2}},$$

где $\varnothing_{vas_1}$ – искомый диаметр сосуда;

$\varnothing_{nom_1}$ – номинальный диаметр эталона, равный 1;

$\varnothing_{nom_2}$ – вычисленный диаметр эталона по фотоснимку;

$\varnothing_{vas_2}$ – вычисленный диаметр сосуда по фотоснимку.

В поле зрения вычисляли средний диаметр каждого сосуда ($m\varnothing$) в долях от диаметра эталона N ; количество сосудов в поле зрения (D); соотношение количества сосудов разного диаметра. Единица измерения pel – сокращение от picture element.

Средний размер сосудов составил $0,75 \pm 0,6$ pel (45 ± 36 мкм), минимальный диаметр сосуда 0,12 pel (7,2 мкм), максимальный – 5,67 pel (340 мкм). Все вычисленные диаметры ранжировались по возрастанию и разделялись на 4 равные по количеству группы, каждая из которых содержала по 25% значений выборки. Принцип ранжирования представлен в табл. 1.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Показатели вазометрии в группе Contr при невоспалительных заболеваниях органов брюшной полости без непроходимости представлены в табл. 2.

Таблица 2

Распределение количества кровеносных сосудов в брюшине в группах по отношению к номинальному

Table 2

Distribution of the number of capillaries in the peritoneum in groups in relation to the nominal

Параметр	N_1	N_2	N_3	N_4
Медиана	5	3	2	3
Верхний квартиль	3	2	1	2
Нижний квартиль	7	4	3	4
Среднее арифметическое	5,3	2,95	2,24	3,77

В распределении количества кровеносных сосудов преобладали кровеносные сосуды среднего и мелкого диаметра N_1 (5) и N_2 (3) $> N_3$ (2) и N_4 (3). Количество сосудов в поле зрения составило $Me=14$ ($Q_1=13$; $Q_u=17$), $M=14,24 \pm 1,3$, $N=17$. Средний диаметр сосудов составил $Me=0,84$ μm ($Q_1=0,66$; $Q_u=1,1$), $M=0,91 \pm 0,09$ μm , $N=17$. Тромбированных кровеносных сосудов не обнаружено. Общая площадь кровеносных сосудов в поле зрения составила $Me=31,15$ km^2 ($Q_1=21,33$; $Q_u=39,98$), $M=30,05 \pm 3,32$ km^2 , $N=17$. Значения параметров в группе Contr приняты за условную норму.

Показатели вазометрии при острой кишечной непроходимости (Adhesion ileus) представлены в табл. 3.

В распределении количества кровеносных сосудов преобладали кровеносные сосуды крупного и мелкого диаметра N_1 (8) и N_4 (9) $> N_2$ (5) и N_3 (4,5), что свидетельствует о полнокровии и появлении новых кровеносных сосудов мелкого размера.

Количество сосудов в поле зрения составило $Me=28,5$ ($Q_1=22,5$; $Q_u=34$), $M=30,57 \pm 2,79$, $N=16$, то есть увеличилось по отношению к контрольной группе на 35% ((Contr) $Me=14$ ($Q_1=13$; $Q_u=17$), $M=14,24 \pm 1,3$, $N=17$).

Средний диаметр сосудов составил $Me=0,74$ μm ($Q_1=0,56$; $Q_u=0,97$), $M=0,81 \pm 0,08$ μm , $N=16$. Выявлены тромбированные кровеносные сосуды – $Me=1$ ($Q_1=1$; $Q_u=2$), $M=1,6 \pm 0,4$, $N=5$.

Общая площадь кровеносных сосудов в поле зрения составила $Me=42,69$ km^2 ($Q_1=35,22$; $Q_u=61,28$), $M=46,13 \pm 4,36$ km^2 , $N=16$, увеличилась на 29,6% по сравнению с контрольной группой.

Таблица 3

Распределение количества кровеносных сосудов в брюшине в группах по отношению к номинальному

Table 3

Distribution of the number of capillaries in the peritoneum in groups in relation to the nominal

Параметр	N_1	N_2	N_3	N_4
Медиана	8	5	4,5	9
Верхний квартиль	7	3	2	6,5
Нижний квартиль	15	5,5	6	12,5
Среднее	10,82	5,38	4,69	9,69

Таблица 4

Распределение количества кровеносных сосудов в брюшине в группах по отношению к номинальному

Table 4

Distribution of the number of capillaries in the peritoneum in groups in relation to the nominal

Параметр	N_1	N_2	N_3	N_4
Медиана	7,5	5	2	3
Верхний квартиль	5,5	3	1,5	3
Нижний квартиль	12,5	7	3,5	5
Среднее	8,32	5,88	2,5	4,25



Таким образом, на основании вазометрии подтверждено увеличение притока крови к воспаленным тканям, что свидетельствует об усилении кровотока, возникновении гипертензии и тромбозов в микрососудистом русле.

Показатели вазометрии в группе СББП без непроходимости (Adhesion) представлены в табл. 4.

В распределении количества кровеносных сосудов преобладали кровеносные сосуды мелкого и среднего диаметра, N_1 (7,5) и N_2 (5) > N_3 (2) и N_4 (3).

Количество сосудов в поле зрения составило $Me=19,5$ ($Q_1=17,5$; $Q_u=26$), $M=20,94\pm 1,24$, $N=16$, что выше, чем в группе контроля, на 17%.

Средний диаметр сосудов составил $Me=0,68$ rel ($Q_1=0,58$; $Q_u=0,88$), $M=0,74\pm 0,06$ rel, $N=16$, что меньше, чем в группе контроля, на 23,5%.

Тромбированных кровеносных сосудов – $Me=1$ ($Q_1=1$; $Q_u=1$), $M=1\pm 0$, $N=3$.

Общая площадь кровеносных сосудов в поле зрения составила $Me=35,59$ kpe^2 ($Q_1=29,08$; $Q_u=54,13$), $M=41,3145\pm 4,46$ kpe^2 , $N=16$, что меньше, чем в группе контроля, на 15,6%.

Анализ вазометрии указывает на образование мелких сосудов в ткани спаек, что лишает ее способности к резорбции. В условиях планового адгезиолизиса, вне кишечной непроходимости и воспалительных явлений со стороны брюшины среди звеньев патогенеза на первое место выходит неангиогенез.

Уменьшение количества крупных сосудов и их суммарной площади доказывает положительное влияние лапароскопических оперативных вмешательств у пациентов и снижение риска образования спаек.

Показатели вазометрии в группе воспалительных заболеваний органов брюшной полости без непроходимости (Vosp) представлены в табл. 5.

В распределении количества кровеносных сосудов преобладали кровеносные сосуды среднего и мелкого диаметра N_1 (19,5) > N_4 (7,5) > N_2 (5,5), > N_3 (4,5). Количество сосудов в поле зрения составило $Me=41,5$ ($Q_1=33$; $Q_u=49,5$), $M=41,57\pm 2,34$, $N=16$, что выше, чем в группе контроля, на 66,3%. Средний диаметр сосудов составил $Me=0,54$ rel ($Q_1=0,42$; $Q_u=1,03$), $M=0,7\pm 0,1$ rel, $N=16$, что меньше, чем в группе контроля, на 55,5%. Выявлено максимальное среди всех групп количество тромбированных кровеносных сосудов – $Me=2$ ($Q_1=1$; $Q_u=2$), $M=1,6\pm 0,25$, $N=5$.

Таблица 5

Распределение количества кровеносных сосудов в брюшине в группах по отношению к номинальному

Table 5
Distribution of the number of capillaries in the peritoneum in groups in relation to the nominal

Параметр	N_1	N_2	N_3	N_4
Медиана	19,5	5,5	4,5	7,5
Верхний квартиль	16,5	4	2	6
Нижний квартиль	26,5	7	7,5	11
Среднее	20,38	6,07	5,75	9,38

Общая площадь кровеносных сосудов в поле зрения составила $Me=57,4 \text{ kpeI}^2$ ($Q_1=44,46$; $Q_u=68,8$), $M=54,92 \pm 4,3 \text{ kpeI}^2$, $N=16$, что выше, чем в группе контроля, на 45,3%.

■ ВЫВОДЫ

1. Проведение вазометрии позволяет выявить патогенетические звенья, присущие СББП, в частности: полнокровие, венозный застой и микротромбозы и, как следствие, локальную гипоксию поверхности брюшины.
2. Количество кровеносных сосудов, зарегистрированных методом вазометрии, указывает на выраженный вазодилатирующий эффект воспалительного процесса – увеличение количества кровеносных сосудов и общей площади сосудистой сети в поле зрения.
3. Патологические процессы, сопутствующие травме брюшины, воспалению и острой кишечной непроходимости, вызывают вазодилатацию и влияют на тканевое дыхание, количество и площадь кровеносных сосудов, что доказано вазометрией и проявляется полнокровием, венозным застоем и микротромбозами. Уменьшение количества крупных сосудов и их суммарной площади доказывает положительное влияние лапароскопических оперативных вмешательств у пациентов и снижение риска образования спаек.

Вклад авторов: Ключко Д.А. – концепция и дизайн исследования, получение и анализ результатов, оформление; Корик В.Е. – концепция и дизайн исследования, редактирование.

Authors' contribution: Klyuiko D. – concept and design of the study, obtaining and analyzing the results, design; Korik V. – concept and design of the study, editing.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Miserez M., Jairam A.P., Boersema G.S.A. (2019) Resorbable Synthetic Meshes for Abdominal Wall Defects in Preclinical Setting: A Literature Review. *J Surg Res.*, 237, pp. 67–75. doi: 10.1016/j.jss.2018.11.054.
2. Butenko Yu., Akperov I., Chernyavsky A. (2020) Frequent causes of adhesive ileus (literature review). *Bulletin of the Pridnestrovian University. Series: Biomedical and Chemical Sciences*, 2 (65), pp. 30–32.
3. Osombaev M., Zhakipbekov S., Jekshenov M. (2016) Adhesive disease of the abdominal cavity (literature review). *Bulletin of the Kyrgyz-Russian Slavic University*, vol. 16, no 3, pp. 78–80.
4. Stakenborg N., Gomez-Pinilla P.J., Boeckstaens G.E. (2017) Postoperative Ileus: Pathophysiology, Current Therapeutic Approaches. *Handb Exp Pharmacol.*, 239, pp. 39–57. doi: 10.1007/164_2016_108.
5. Lipatov V. (2017) On the pathophysiology of the postoperative adhesive process of the abdominal cavity. *Innova*, 3 (8), pp. 13–17.
6. O'halloran M., O'donoghue E., Dainty C. (2014) Measurement of the retinal arteries response to a hyperoxic provocation in nonsmokers and smokers, using a high-resolution confocal scanning laser ophthalmoscope. *C. of Biomedical Optics*, vol. 19, no 7: 076012. doi: 10.1117/1.JBO.19.7.076012
7. Firago V., Kubarko A. (2019) Metodika opredeleniya diametra i ploshchadi vnutrennego prosвета vidimyh sosudov glaza [Method for determining the diameter and area of the internal lumen of the visible vessels of the eye]. *Priory i metody izmerenij*, vol. 10, no 2, pp. 185–197.
8. Fraz M.M. (2012) An approach to localize the retinal blood vessels using bit planes and centerline detection. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, vol. 108, no 2, pp. 600–616. doi: 10.1016/j.cmpb.2011.08.009
9. Fraz M.M. (2013) Quantification of blood vessel caliber in retinal images of multi-ethnic school children using model-based approach. *Computerized Medical Imaging and Graphics*, vol. 37, no 1, pp. 48–60. doi: 10.1016/j.compmimag.2013.01.004

Подана/Submitted: 13.09.2021

Принята/Accepted: 08.12.2021

Контакты/Contacts: mdkluiiko@gmail.com