

Анатомическое обоснование модификации способа формирования тонкокишечного анастомоза в условиях распространенного перитонита

Вайнер Ю.С.*, Атаманов К.В., Верятин Я.А.

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России

Anatomical justification of a modified way of enteric anastomosis formation under diffuse peritonitis

Vainer Yu.S.*, Atamanov K.V., Veryatin Ya.A.

Novosibirsk State Medical University

АННОТАЦИЯ

Представлены данные, основанные на изучении микроморфологии сосудов по линии шва тонкокишечного анастомоза и выявлении степени деформации данного анастомоза при различных углах пересечения кишечной стенки в условиях распространенного гнойного перитонита. Проведено анатомическое исследование на трупном материале. В подслизистом и мышечном слоях кишечной стенки при ее пересечении под углом 60° отмечено значительно большее количество артериальных и венозных сосудов, чем при проведении среза под углом 90° к оси кишки. Это происходит за счет того, что линия среза при пересечении под углом 60° получает кровоснабжение не менее чем от 2 смежных прямых артерий. В противоположность этому при проведении разреза под углом 90° кровоснабжение линии среза осуществляется ветвями только одной прямой артерии. Выявлено, что при пересечении кишечной стенки под углом 60° отсутствует критическая деформация анастомоза при существенном улучшении кровоснабжения по линии шва.

При формировании тонкокишечного анастомоза «конец в конец» пересечение приводящей и отводящей петель под углом 60° способствует улучшению кровоснабжения линии швов, при его допустимой деформации, что улучшает репаративные процессы в зоне анастомоза и снижает вероятность его несостоятельности.

Ключевые слова: тонкая кишка, перитонит, анастомоз, кровоснабжение, деформация.

ABSTRACT

The paper presents a study of vascular micromorphology along the enteric anastomosis suture and determination of the degree of the anastomosis deformation at different intersection angles with intestinal wall under diffuse purulent peritonitis. Anatomical analysis was carried out using autopsied specimens. Submucosal and muscular layers of intestinal wall intersected at an angle of 60° demonstrate significantly larger number of arterial and venous vessels, as opposed to intersection at an angle of 90° to the colon axis. This is because at intersection angle of 60° blood is supplied to the section line from at least two adjacent straight arteries. In contrast, when the section is made at an angle of 90°, blood is only supplied to the section line through branches of a single straight artery. It is found that, when intestinal wall is intersected at an angle of 60°, there is no critical anastomosis deformation, while blood supply along the suture line improves significantly.

When end-to-end enteric anastomosis is formed, afferent and efferent intestinal loops intersecting at an angle of 60° facilitate better blood supply to suture lines without forcing excessive deformation, which enhances reparative processes in the anastomosis area and reduces probability of a leak.

Keywords: small intestine, peritonitis, anastomosis, blood supply, deformation.

Поступила 10.03.2017
Принята 08.04.2017

*Автор, ответственный за переписку
Вайнер Юрий Сергеевич: ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России. 630091, г. Новосибирск, Красный просп., 52.
E-mail: doctorenko@rambler.ru

Received 10.03.2017
Accepted 08.04.2017

*Corresponding author
Vainer Yuriy Sergeevich: Novosibirsk State Medical University, 52, Krasny Prospekt, Novosibirsk, 630091, Russia.
E-mail: doctorenko@rambler.ru

ВВЕДЕНИЕ

Частота несостоятельности тонкокишечных анастомозов при перитоните в настоящее время остается высокой [1]. Существуют различные точки зрения на причины несостоятельности кишечного анастомоза: травматизация кишки по линии шва [1], загрязнение зоны анастомозирования микроорганизмами [2], снижение функциональных резервов организма, воздействие бактериальной коллагеназы [3].

Существенное значение имеет техника выполнения кишечного шва [4–9]. На современном этапе изучения этой проблемы проведено значительное количество исследований, посвященных различным модификациям кишечного шва, шовных нитей, их особенностям, вариантам формирования анастомоза [10–15].

Значимыми причинами несостоятельности кишечного шва признаны редукция кровотока в шовной полосе и нарушение репарации в условиях воспалительных изменений в слоях кишечной стенки. Имеются морфологические исследования, подтверждающие значительное снижение интенсивности артериального кровотока в стенке тонкой кишки при перитоните [16–18]. В период 1–2 сут развития перитонита возникают стаз и микротромбозы в сосудах стенки тонкой кишки [19–22]. Объем микроциркуляторного русла увеличивается за счет стаза, и это служит четким прогностическим признаком несостоятельности межкишечного анастомоза [23]. Микроциркуляция в стенке подвздошной кишки наиболее остро реагирует на воспалительный процесс в брюшной полости [24]. Повышенное образование эндотелина при перитоните способствует вазоспазму и редукции кровотока в кишечной стенке [25]. В то же время после пересечения кишки перед формированием анастомоза возникает спазм артериальных сосудов как реакция на травматическое повреждение. Все эти явления в комплексе могут приводить к фатальному снижению кровотока в кишечной стенке, что сопровождается несостоятельностью межкишечного анастомоза с развитием послеоперационного перитонита либо кишечного свища [26].

Определенное значение для прогнозирования несостоятельности анастомоза имеет метод его формирования — основные варианты «бок в бок», «конец в бок» и «конец в конец». Предпочтительным с точки зрения кровоснабжения считается анастомоз «бок в бок», однако его формирование считается нежелательным из-за возможной дилатации «слепых концов» анастомозированных петель кишок в отдаленном перио-

INTRODUCTION

Nowadays, the frequency of enteric anastomosis leaks under peritonitis remains high [1]. There are various perspectives on what causes intestinal anastomosis leaks, such as colon trauma along the suture line [1], contamination of the anastomosis area by microorganisms [2], decrease in functional reserves of the organism or the effect of bacterial collagenase [3].

Intestinal suture technique is of significance [4–9]. A considerable amount of research have been dedicated to various modifications of intestinal sutures and suture filaments, their specific properties, and possible variants of anastomosis formation at the present stage of this problem's study [10–15].

Blood flow reduction in the suture strip and reparation disorder under inflammatory changes in intestinal wall layers are considered significant causes of intestinal suture leaks. These are morphological studies that confirm a significant decrease in arterial blood flow intensity in the enteric wall under peritonitis [16–18]. It takes 1–2 days of peritonitis development for stasis and microthromboses to occur in enteric wall vessels [19–22]. Microcirculatory blood-stream volume increases due to stasis, which acts as a clear prognostic attribute of interintestinal anastomosis leak [23]. Microcirculation in ileal wall shows the most acute reaction to an inflammatory process in abdominal cavity [24]. Increased endothelin production under peritonitis facilitates vasospasms and blood flow reduction in intestinal wall [25]. At the same time, when the colon is intersected before anastomosis formation, an arterial vessel spasm occurs as a reaction to the traumatic lesion. All these phenomena combined may lead to fatal blood flow decrease in the intestinal wall, which is accompanied by interintestinal anastomosis leak with post-operative peritonitis or intestinal fistula development [26].

Anastomosis formation method is of certain importance in terms of leak prediction, the main options being side-to-side, end-to-side, and end-to-end. The side-to-side anastomosis is considered preferable from the perspective of blood supply, however, its implementation is believed to be undesirable due to possible dilation of closed ends of anastomosed intestinal loops in the long term. The end-to-end anastomosis is more physiological and does not cause colon axis deformation [27], however, blood supply, in this case, is limited to blood flow through branches of straight borderline arteries parallel to the anastomosis line (one artery on

де. Анастомоз «конец в конец» более физиологичен, не деформирует ось кишки [27], однако его кровоснабжение ограничено кровотоком по ветвям крайних прямым артерий, проходящих параллельно линии анастомоза (по одной артерии с каждой стороны) при пересечении кишки без учета сосудистой архитектоники.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Поиск путей, направленных на улучшение результатов формирования тонкокишечных анастомозов в условиях перитонита.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для достижения поставленной цели проведено морфологическое обоснование улучшения артериального и венозного кровоснабжения тканей в зоне кишечного анастомоза при определенном типе пересечения кишечной стенки с установлением допустимой деформации оси кишки по линии анастомоза.

Выполнено анатомическое исследование для изучения возможности применения модифицированного анастомоза «конец в конец» по авторской методике. Сущность предложенного метода — анастомозируемые петли кишки пересекаются косо, под углом 60° к продольной оси кишки (рис. 1), при этом в линию разреза с каждой стороны попадают не менее 2 прямых сосудов с их разветвлениями. После этого между приводящей и отводящей петлями накладывается анастомоз «конец в конец», располагающийся под углом 120° к оси кишки. Такой угол анастомоза не влияет отрицательно на пассаж химуса.

Нами исследовано 40 образцов тонкой кишки, взятой от трупов 20 пациентов (10 мужчин и 10 женщин), умерших от перитонита на фоне перфорации кишечной стенки. Средний возраст мужчин составил 65.7 года, средний возраст женщин — 72.3 года. Забор производился на расстоянии 60–80 см от илеоцекального угла. Взятие материала — через 16–20 ч после смерти. У одного и того же трупа проводился забор двух образцов: фрагменты с пересечением на 90° (далее — прямой срез) и на 60° (далее — косой срез) к оси кишки. Сформировано две группы препаратов: 1-я группа (исследуемая) — 20 образцов кишки, пересеченной под углом 60° ; 2-я группа (контрольная) — 20 образцов кишки, пересеченной под углом 90° . Кишка фиксировалась 10% формалином. В дальнейшем производилось иммуногистохимическое исследование среза стенки кишки с антигеном CD34, применяющимся для идентификации эндотелия сосудов. Срезы изуча-

each side) if the colon is intersected without taking vascular architectonics into account.

AIM OF THE RESEARCH

To find ways of improving the results of enteric anastomosis formation under peritonitis.

MATERIALS AND METHODS

To meet the objective, a morphological justification was developed for improving arterial and venous blood supply to tissues in the intestinal anastomosis area under specific type of intestinal wall intersection with establishment of an acceptable degree of colon axis deformation along the anastomosis line.

An anatomical investigation was performed to study the possibility of applying a modified end-to-end anastomosis technique designed by the authors. The idea of the method proposed was to have anastomosed intestinal loops intersected obliquely at an angle of 60° to the longitudinal colon axis (Fig. 1). Here, at least two straight vessels with their arborizations arrive at the section line from each side. After that, end-to-end anastomosis is applied between afferent and efferent loops at an angle of 120° to the colon axis. This anastomosis angle has no negative effect on chyme passage.

We studied 40 enteric samples taken from 20 autopsied patients (10 males and 10 females), who died of peritonitis associated with intestinal wall perforation. The average age was 65.7 years for males, and 72.3 years for females. Samples were taken at the distance of 60–80 cm from the ileocecal angle. The samples were taken in 16–20 h after the time of death. Two samples were taken from each body, specifically a fragment with intersection at 90° (referred to below as straight section) and at 60° (oblique section) to colon axis. The samples are divided into two groups: the 1st group (study group) of 20 colon samples with intersection at 60° and the 2nd group (control group) of 20 colon samples with intersection at 90° . The colon was fixed using 10% formalin solution. After that, immunohistochemistry of the intestinal wall section was carried out with CD34 antibody used for identification of vascular endothelium. Sections were studied using Carl Zeiss light microscope with power of 400 and 630. Total area and number of arterial and venous vessels per 1 mm² of the section area were determined.

Then, anatomical study was performed to investigate the degree of anastomosis deformation for

ли при увеличении 400 и 630 на световом микроскопе Carl Zeiss. Определяли суммарную площадь и количество артериальных и венозных сосудов на 1 мм² площади среза.

Затем проводили анатомическое исследование, в процессе которого изучали степень деформации анастомоза, накладываемого при пересечении кишечной стенки под различными углами. Для этого выполняли забор фрагментов тонкой кишки от трупов тех же 20 пациентов. Забирали по 6 фрагментов тонкой кишки длиной 10–15 см от одного трупа.

Данные фрагменты кишки анастомозировали по методике «конец в конец» с предварительным косым пересечением кишечной стенки. Всего сформировано по 20 анастомозов с пересечением кишки под углами 45, 60, 75° (всего 60 тонко-тонкокишечных анастомозов). Степень деформации анастомоза оценивали по расстоянию L (мм) между брыжеечными краями анастомозированных кишечных петель в проекции анастомоза по прямой линии, проведенной через противобрыжеечный край анастомоза к двум равноудаленным от анастомоза точкам на брыжеечных краях сегментов кишки (рис. 2). Чем меньше было расстояние L , тем большая деформация оси кишки имела по линии анастомоза.

Статистическую обработку полученных данных проводили общепринятыми в медико-биологических исследованиях методами. При изучении количественных данных по результатам морфологического исследования в экспериментальной части и балльной оценки в клинической части исследования сравнение двух независимых

intestinal wall intersected at various angles. For this purpose, enteric samples were taken from the same 20 autopsied bodies. Six small intestine fragments with lengths from 10 to 15 cm were taken from each body.

These intestinal fragments were anastomosed using the end-to-end technique with preliminary oblique intersection of intestinal wall. We obtained 20 anastomoses with colon intersected at angles of 45, 60, and 75° (the total of 60 enteric anastomoses). The degree of anastomosis deformation was estimated based on distance L (mm) between mesenteric borders of anastomosed intestinal loops in anastomosis projection along the straight line passing through the antimesenteric border of anastomosis to two points at mesenteric borders of intestinal segments, which are equidistant from the anastomosis (Fig. 2). The smaller the distance L , the stronger colon axis deformation took place along the anastomosis line.

Statistical processing of the data obtained was performed using the methods commonly accepted in biomedical research. Comparison of the quantitative parameters was carried out using the Mann — Whitney test. Compliance of the obtained data with the normal distribution law in process of quantitative analysis was tested using the Shapiro — Wilk method. The format for quantitative data description was as follows: median and interquartile range Me (LQ; UQ). The data obtained were processed using the STATISTICA 6.0 (StatSoft, USA) and SPSS Statistics 17.0 (SPSS Inc.) software packages. The results were considered statistically significant if the interval p was smaller than 0.05.

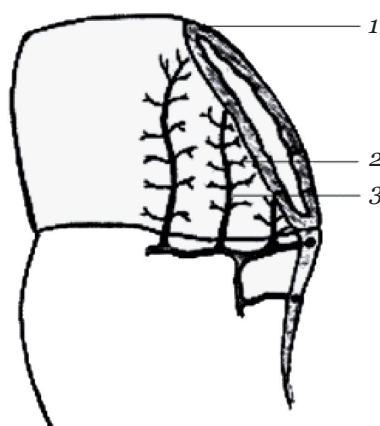


Рис. 1. Формирование анастомоза «конец в конец» под углом 60°:

1 — линия среза кишечной стенки; 2 — ветви прямых сосудов; 3 — прямые сосуды

Fig. 1. End-to-end anastomosis formation at an angle of 60°:

1 — section line on the intestinal wall; 2 — branches of straight vessels; 3 — straight vessels

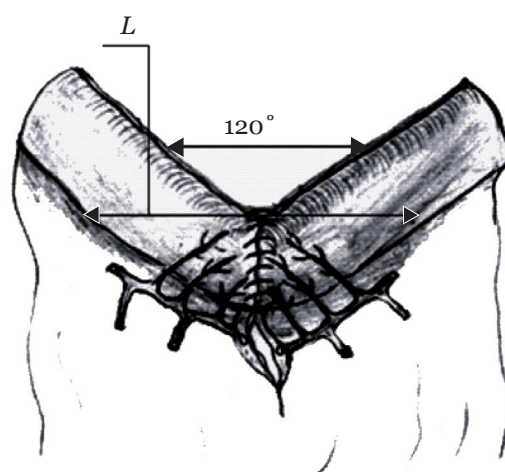


Рис. 2. Оценка расстояния между брыжеечными краями анастомозированных кишечных петель в проекции анастомоза (L — расстояние по прямой линии, проведенной через противобрыжеечный край анастомоза к двум равноудаленным от анастомоза точкам на брыжеечных краях сегментов кишки)

Fig. 2. Estimation of distance between mesenteric borders of anastomosed intestinal loops in the anastomosis projection (L is the distance along the straight line passing through antimesenteric border of anastomosis to two points at mesenteric borders of intestinal segments, which are equidistant from the anastomosis)

групп по количественным признакам выполняли при помощи теста Манна — Уитни. При анализе количественных данных оценивали их соответствие закону нормального распределения методом Шапиро — Уилка. Количественные данные описаны в формате: медиана и интерквартильный размах Me (LQ ; UQ). Полученные данные обработаны с использованием пакета прикладных программ STATISTICA 6.0 (StatSoft, USA), SPSS Statistics 17.0 (SPSS Inc.). Результаты считали статистически значимыми, если интервал p был меньше 0.05.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При подсчете количества артериальных сосудов подслизистого слоя на 1 мм^2 площади среза кишки были получены следующие данные: в исследуемой группе медиана составила 71 (61; 79.5), в группе сравнения — 45.5 (39.5; 52) ($p < 0.01$). В исследуемой группе показатель медианы при подсчете венозных сосудов в подслизистом слое на 1 мм^2 площади среза составил 62 (55; 69.5), а в группе сравнения — 44 (35.5; 51.5) ($p < 0.01$). В мышечном слое в исследуемой группе также отмечено статистически значимое преобладание количества сосудов по сравнению с группой сравнения: показатель Me количества артерий на 1 мм^2 площади среза в исследуемой группе — 44.5 (37.5; 50.5), в группе сравнения — 30 (20.5; 36.5) ($p < 0.01$); венозных сосудов — 51 (43; 57.5), а в группе сравнения — 27 (21; 33.5) ($p < 0.01$) (рис. 3.)

RESULTS AND DISCUSSION

The following data were obtained as a result of calculation of arterial vessels in the submucosal layer per 1 mm^2 of the intestinal section area: the median in the study group equaled 71 (61; 79.5) and in the reference group 45.5 (39.5; 52) ($p < 0.01$). The median for calculation of venous vessels in the submucosal layer per 1 mm^2 of the intestinal section area was 62 (55; 69.5) in the study group and 44 (35.5; 51.5) in the reference group ($p < 0.01$). Statistically significant prevalence of the number of vessels in the study group compared to the control group is observed in the muscular layer as well: Me indicator for the number of arteries per 1 mm^2 of the intestinal section area in the study group was 44.5 (37.5; 50.5) and in the reference group 30 (20.5; 36.5) ($p < 0.01$); for venous vessels 51 (43; 57.5) in the study group and 27 (21; 33.5) in the reference group ($p < 0.01$) (Fig. 3.)

The following data were obtained as a result of calculation of the total vascular area per 1 mm^2 of the intestinal section area: Me for this parameter in the submucosal layer was $99\,454 \mu\text{m}^2$ (84 907; 110 961) in the study group and $23\,448 \mu\text{m}^2$ (20 626; 28 638) in the control group ($p < 0.01$) (Fig. 4, 5). The area of venous vessels in the submucosal layer was higher in the study group with statistical significance: Me equal to $315\,045 \mu\text{m}^2$ (305 301; 323 737) as opposed to $113\,769 \mu\text{m}^2$ (91 199; 136 159) in the control group ($p < 0.01$). Me indicator of arte-

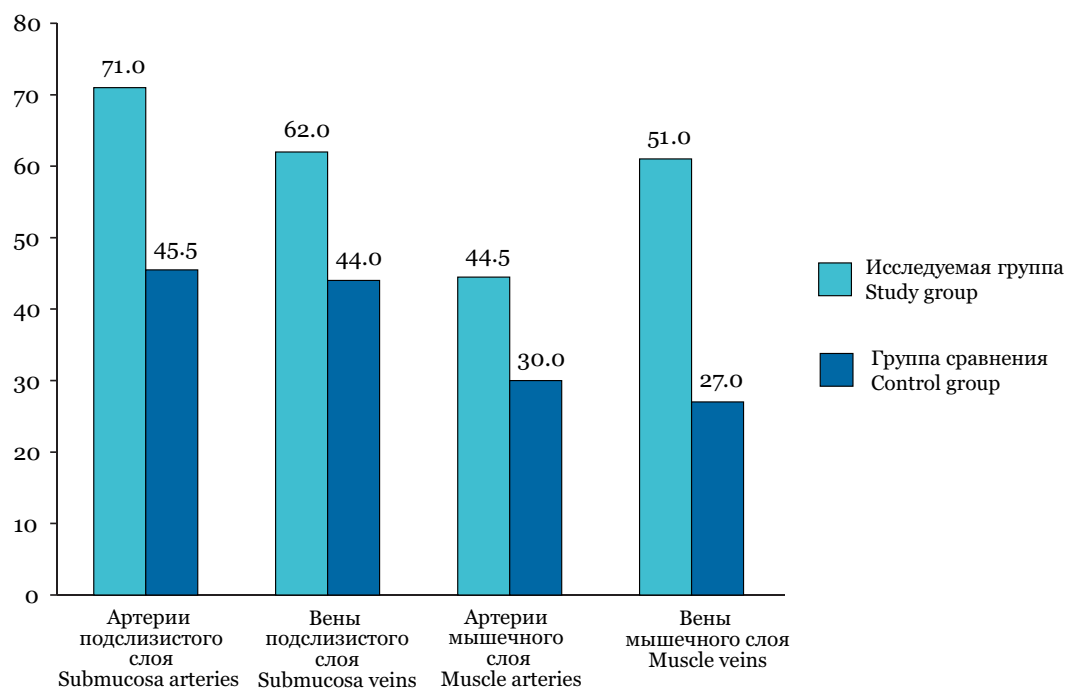


Рис. 3. Количество исследуемых сосудов на 1 мм² площади среза кишки
Fig. 3. Quantity of studied vessels per 1 mm² of the intestinal section area

При подсчете суммарной площади сосудов на 1 мм² среза кишки получены следующие данные: в подслизистом слое Ме этого показателя составила 99 454 мкм² (84 907; 110 961), в группе сравнения — 23 448 мкм² (20 626; 28 638) ($p < 0.01$) (рис. 4, 5). Площадь венозных сосудов в подслизистом слое также была статистически достоверно больше в исследуемой группе: Ме — 315 045 мкм² (305 301; 323 737); в группе сравне-

rial area per 1 mm² of the intestinal section area in the muscular layer (Fig. 6) was 31 122 μm² (28 503; 37 439) in the study group and 7 053 μm² (5 953; 7 487) in the reference group ($p < 0.01$). Ме indicator of venous area in the muscular layer was 73 304 μm² (69 237; 82 303) in the study group and 32 330 μm² (24 511; 36 994) in the reference group ($p < 0.01$).

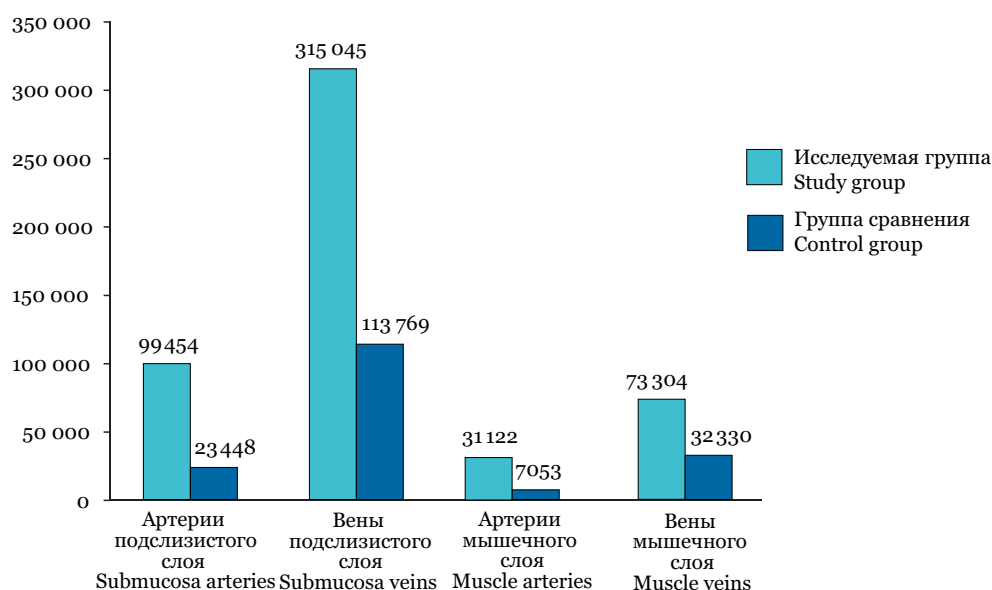


Рис. 4. Площадь исследуемых сосудов (мкм²) на 1 мм² среза кишки
Fig. 4. Vascular area in the study (μm²) per 1 mm² of the intestinal section area

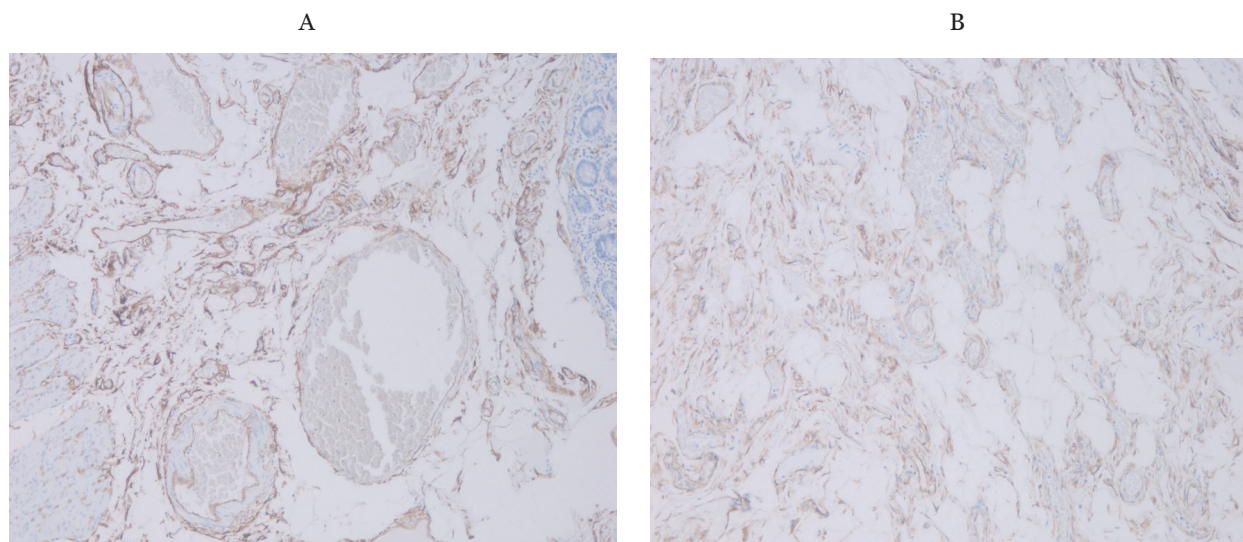


Рис. 5. Подслизистый слой тонкой кишки (ув. 400):
А — срез под углом 60°; В — срез под углом 90°
Fig. 5. Submucosal layer of small intestine (400x):
А — section at an angle of 60°; В — section at an angle of 90°

ния — 113 769 мкм² (91 199; 136 159) ($p < 0.01$). В мышечном слое (рис. 6) исследуемой группы показатель Ме площади артерий на 1 мм² среза кишки составил 31 122 мкм² (28 503; 37 439), в группе сравнения — 7 053 мкм² (5 953; 7 487) ($p < 0.01$). В исследуемой группе показатель Ме площади вен в мышечном слое равнялся 73 304 мкм² (69 237; 82 303), в группе сравнения — 32 330 мкм² (24 511; 36 994) ($p < 0.01$).

В группе анастомозов, сформированных после предварительного пересечения кишки под

The distance L between mesenteric borders of the anastomosed intestinal loops in the group of anastomoses formed after preliminary intestinal intersection at an angle of 75° was 111 mm on average (Fig. 7). Here, the anastomosis was practically identical in shape to the one formed in a classical manner (i.e. with intestinal wall intersected at an angle of 90°). The deformation along the anastomosis line was practically absent, however, it was a single straight artery with its branches that arrived at the projection of the intestinal section line. It indicates

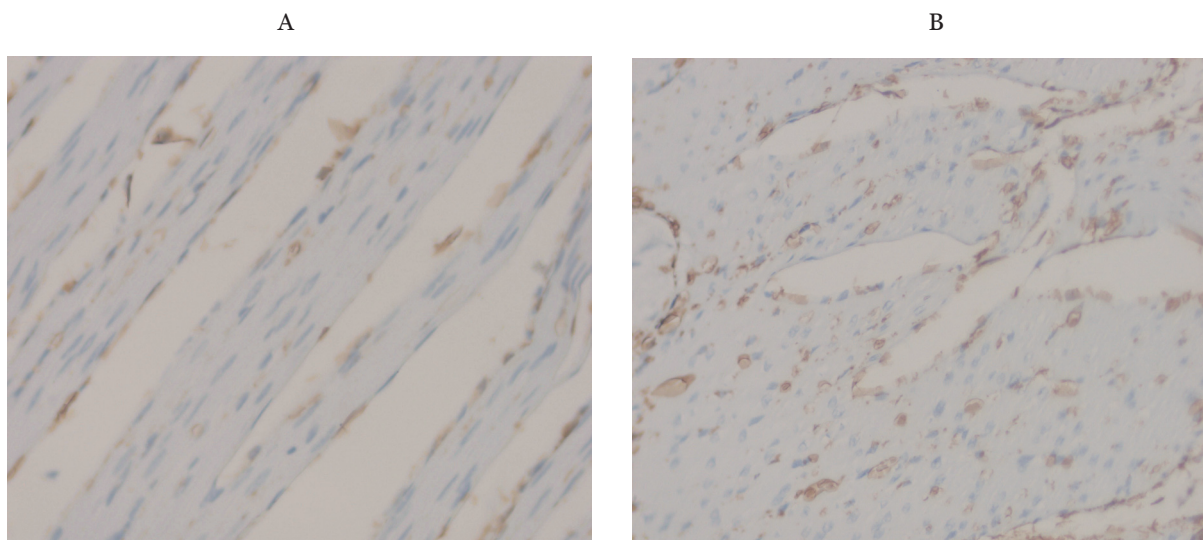


Рис. 6. Мышечный слой тонкой кишки (ув. 400):
А — срез под углом 90°; В — срез под углом 60°
Fig. 6. Muscular layer of small intestine (400x):
А — section at an angle of 90°; В — section at an angle of 60°

углом 75° , расстояние L между брыжеечными краями анастомозируемых петель кишки составило в среднем 111 мм (рис. 7), при этом форма анастомоза практически не отличалась от такового, формируемого классическим способом (т. е. с пересечением кишечной стенки под углом 90°). Деформация по линии анастомоза практически отсутствовала, однако в проекцию линии среза кишки попадали ветви не более чем одной прямой артерии. Это свидетельствует о том, что формирование анастомоза «конец в конец» при таком пересечении кишки не оказывает положительного воздействия на кровообращение, хотя и вызывает минимальную деформацию.

Исследование анастомозов, сформированных при пересечении кишечной стенки под углом 60° , выявило, что расстояние L между брыжеечными краями петель кишки составило в среднем 76 мм, что достоверно меньше, чем в предыдущей группе. Это говорит о несколько более значительной деформации по линии анастомоза, однако в линию среза попадает минимум 2 прямых артерии с их ответвлениями, что существенно улучшает кровоснабжение анастомоза.

В группе анастомозов, сформированных с пересечением кишечной стенки под углом 45° , искомое расстояние L составило в среднем 63.5 мм, что свидетельствует о выраженной деформации по линии анастомоза. Это может привести к затруднению пассажа химуса через анастомоз, а в условиях распространенного перитонита переполнение приводящей петли мо-

that end-to-end anastomosis formation under this intestinal intersection does not have a positive effect on blood circulation, despite the least amount of deformation.

Investigation of anastomoses formed with intestinal wall intersected at an angle of 60° showed that the distance L between mesenteric borders of intestinal loops was 76 mm on average, which is reliably less, than in the previous group. It implies a slightly stronger deformation along the anastomosis line, however at least two straight arteries with their arborizations arrive at the section line, which improves blood supply of the anastomosis significantly.

The sought for distance L in the group of anastomoses formed with intestinal wall intersected at an angle of 45° was 63.5 mm on average, which indicates a pronounced deformation along the anastomosis line. It may lead to chyme passage obstruction at the anastomosis and afferent loop overflow under diffuse peritonitis may facilitate the leak. At the same time, the section line receives blood from branches of two straight arteries as well, i.e. no improvement in blood flow is achieved compared to intersection angle of 60° .

CONCLUSION

The results obtained make it possible to conclude that, when oblique intestinal section is performed at an angle of 60° , the intersection line captures projection of larger quantity of main branches of intramural straight vessels, and potential anas-

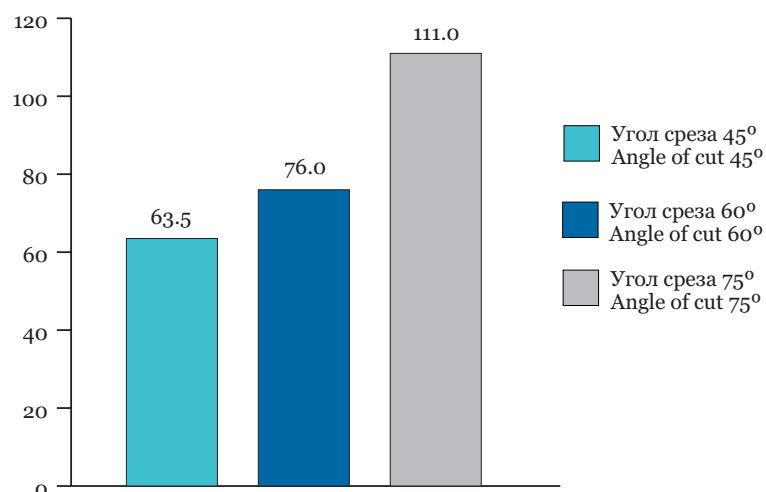


Рис. 7. Расстояние L (мм) между брыжеечными краями анастомозируемых петель тонкой кишки, измеренное по прямой линии, проведенной через противобрыжеечный край анастомоза к двум равноудаленным от анастомоза точкам на брыжеечных краях сегментов кишки

Fig. 7. Distance L (mm) between the mesenteric borders of the anastomosed enteric loops measured along the straight line passing through the antimesenteric border of the anastomosis to two points at mesenteric borders of intestinal segments, which are equidistant from the anastomosis

жет способствовать его несостоятельности. В то же время линия среза получает кровоснабжение также от ветвей двух прямых артерий, т. е. улучшение кровотока в сравнении с углом пересечения 60° не достигается.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты исследования позволяют заключить, что при проведении косого среза кишки под углом 60° линия пересечения захватывает проекцию большего количества основных ветвей интрамуральных прямых сосудов и зона будущего анастомоза кровоснабжается существенно лучше, чем при проведении среза под углом 90° . Количество артерий на 1 мм^2 площади среза при использовании косого среза кишки в подслизистом слое больше на 36 %, а в мышечном слое — на 33 % по сравнению с контрольной группой ($p < 0.01$). Площадь артерий на 1 мм^2 среза в подслизистом слое кишки в исследуемой группе больше на 76.5 %, а в мышечном слое — на 77.4 % ($p < 0.01$).

Формирование анастомоза с пересечением кишечной стенки под углом 60° к продольной оси кишки не вызывает грубую деформацию в области анастомоза, при этом отмечается улучшение кровоснабжения. Угол пересечения 75° не дает улучшения кровотока по линии анастомозов, а при угле пересечения 45° возникает выраженная деформация в области анастомоза. Таким образом, на фоне редукции кровообращения в условиях распространенного гнойного перитонита предложенная методика позволяет увеличить кровотоки в анастомозируемых участках кишки при формировании анастомоза по типу «конец в конец», что способствует улучшению репаративных

tomosis area has a significantly better blood supply compared to the section at an angle of 90° . The quantity of arteries per 1 mm^2 of the section area in case of oblique intestinal section in the submucosal layer is by 36 % higher and in the muscular layer by 33 % higher compared to the control group ($p < 0.01$). Arterial area per 1 mm^2 of the section in the submucosal intestinal layer is higher in the study group by 76.5 % and in the muscular layer by 77.4 % ($p < 0.01$).

Anastomosis formation with intestinal wall intersected at an angle of 60° to the longitudinal intestinal axis does not cause rough deformation in the anastomosis area, and an improved blood supply is observed. Intersection angle of 75° does not lead to a better blood flow along the anastomosis line, whereas at an angle of 45° pronounced deformation occurs in the anastomosis area. Thus, the proposed technique makes it possible to improve blood flow in the anastomosed intestinal segments using the end-to-end anastomosis technique in the context of reduced blood circulation under diffuse purulent peritonitis, which facilitates reparative processes in the anastomosis area and reduces the risk of intestinal suture leaks.

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

процессов в зоне анастомоза и уменьшает риск развития несостоятельности кишечных швов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Егоров В.И. Кишечные анастомозы. Физико-механические аспекты. М., 2004. 304 с.
2. Хирургия тяжелых гнойных процессов / Е.Г. Григорьев, А.С. Коган, К.А. Апарцин и др. Новосибирск: Наука, 2000. 313 с.
3. Hyoju S.K., Klabbers R.E., Aaron M. Oral polyphosphate suppresses bacterial collagenase production and prevents anastomotic leak due to *Serratia marcescens* and *Pseudomonas aeruginosa* // *Ann Surg.* 2017, Feb 3.
4. Буянов В.М. и др. Однорядный непрерывный шов в абдоминальной хирургии // *Хирургия.* 2000. № 4. С. 13–18.
5. Королев В.А. Совершенствование способов кишечного шва // *Вестн. РГМУ.* 2005. Т. 42, № 3. С. 64.
6. Docherty J.G. et al. Comparison of manually constructed and stapled anastomoses in colorectal surgery // *Annals of Surgery.* 1995. Vol. 221, No. 2. P. 176–184.

REFERENCES

1. Egorov V.I. (2004). *Intestinal Anastomoses. Physico-Mechanical Aspects.* Moscow, 304. In Russ.
2. Grigoriev E.G., Kogan A.S., Apartsyn K.A. et al. (2000). *Surgery of severe purulent processes.* Novosibirsk: Nauka, 313. In Russ.
3. Hyoju S.K., Klabbers R.E., Aaron M. (2017, Feb 3). Oral polyphosphate suppresses bacterial collagenase production and prevents anastomotic leak due to *Serratia marcescens* and *Pseudomonas aeruginosa*. *Ann Surg.*
4. Buyanov V.M. et al. (2000). Single-layer continuous suture in abdominal surgery. *Surgery*, 4, 13–18. In Russ.
5. Korolev V.A. (2005). Improvement of intestinal suture techniques. *Bulletin of RSMU*, 42, 3, 64. In Russ.
6. Docherty J.G. et al. (1995). Comparison of manually constructed and stapled anastomoses in colorectal surgery. *Annals of Surgery*, 221, 2, 176–184.

7. Piccolomini A. et al. Manual and mechanic anastomosis. Comparison in oncologic surgery of the colon and rectum // *Minerva Chirurgica*. 1990. Vol. 45, No. 5. P. 237–240.
8. Burch J.M. et al. Single layer continuous versus two layer interrupted intestinal anastomosis: a prospective randomized trial // *Annals of Surgery*. 2000. Vol. 231, No. 6. P. 832–837.
9. Будашев В.П. и др. Методы оптимизации кишечного анастомозирования в условиях экспериментального распространенного гнойного перитонита // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. 2006. № 6 (52). С. 139–146.
10. Винник Ю.С., Кочетова Л.В., Маркелова Н.М. и др. Применение кишечного шва в абдоминальной хирургии // Фундаментальные исследования. 2014. № 7–1. С. 177–180.
11. Naito M., Miura H., Nakamura T., Sato T., Yamanashi T., Tsutsui A., Watanabe M. Sutureless functional end-to-end anastomosis using a linear stapler with polyglycolic acid felt for intestinal anastomoses // *Ann. Med. Surg. (Lond)*. 2017 Mar 31. 17. P. 50–53. doi: 10.1016/j.amsu.2017.03.037. eCollection 2017 May.
12. Жук И.Г., Салмин Р.М., Гайдук А.В., Салмин И.М., Стенько А.А. Способы профилактики несостоятельности межкишечных анастомозов (обзор) // Журн. Гродненского гос. мед. ун-та. 2010. № 1 (29). С. 3–6.
13. Witzke J.D. Stapled versus hand sewn anastomoses in patients with small bowel injury: a changing perspective // *Trauma*. 2010. Vol. 43, No. 2. P. 250–255.
14. Tabola R., Cirocchi R., Fingerhut A. et al. A systematic analysis of controlled clinical trials using the NiTi CAR™ compression ring in colorectal anastomoses // *Tech Coloproctol*. 2017 Mar. 21(3). P. 177–184. doi: 10.1007/s10151-017-1583-2. Epub 2017 Jan 28. Review.
15. De Fina S., Franciosi C., Codecasa G. et al. The use of the biofragmentable ring (BAR-Valtrac) in colon surgery // *Minerva Chir*. 2000 Mar. 55(3). P. 133–137. Italian.
16. Жариков А.Н., Лубянский В.Г., Кантеева Ю.Л., Лядгина Т.В. Влияние нарушений региональной гемодинамики и микроциркуляции кишечной стенки на возникновение острых перфораций тонкой кишки // Вестн. эксперимент. и клин. хирургии. 2015. Т. 8, № 1 (26). С. 34–44.
17. Kilam S.K., Jackson F.L., Williams H.T. Bacterial peritonitis and the bursting strength of intestinal anastomoses // *Can. J. Surg*. 1975 Jul. 18(4). P. 372–375, 378.
18. Hau T., Payne W.D., Simmons R.L. Fibrinolytic activity of the peritoneum during experimental peritonitis // *Surg. Gynecol. Obstet*. 1979 Mar. 148(3). P. 415–418.
19. De Franco S., Gelmetti M., Lampugnani R., Gamrielli M. Effects of lymph stasis on healing of rat intestinal anastomosis // *Lymphology*. 1984 Sep. 17(3). P. 100–104.
20. Сипливый В.А., Гринченко С.В., Горголь Н.И., Доценко В.В., Евтушенко А.В. Патоморфологические особенности гемоциркуляторного русла тонкого и толстого кишечника при остром перитоните // *Klin. Khirurgia*. 2014. № 1. С. 61–63.
21. Osterberg J., Johnsson C., Gannedahl G., Westlund A., Haglund U. Alterations in mucosal immune cell distribution in septic rats // *Shock*. 1997 Mar. 7(3). P. 182–185.
7. Piccolomini A. et al. (1990). Manual and mechanic anastomosis. Comparison in oncologic surgery of the colon and rectum. *Minerva Chirurgica*, 45, 5, 237–240.
8. Burch J.M. et al. (2000). Single layer continuous versus two layer interrupted intestinal anastomosis: a prospective randomized trial. *Annals of Surgery*, 231, 6, 832–837.
9. Budashev V.P. et al. (2006). The methods of optimization of intestinal anastomosis under the conditions of experimental prolate purulent peritonitis. *Bulletin ESSC SB RAMS*, 6, 52, 139–146.
10. Vinnik Y.S., Kochetova L.V., Markelova N.M. et al. (2014). Application intestinal suture in abdominal surgery. *Fundamental Research*, 7–1, 177–180.
11. Naito M., Miura H., Nakamura T., Sato T., Yamanashi T., Tsutsui A., Watanabe M. (2017, Mar 31). Sutureless functional end-to-end anastomosis using a linear stapler with polyglycolic acid felt for intestinal anastomoses. *Ann. Med. Surg. (Lond)*, 17, 50–53. doi: 10.1016/j.amsu.2017.03.037. eCollection 2017 May.
12. Zhuk I.G., Salmin R.M., Gaiduk A.V., Salmin I.M., Stenyko A.A. (2010). Methods of intestinal anastomotic prophylaxis (review). *Journal of the Grodno State Medical University*, 1, 29, 3–6.
13. Witzke J.D. (2010). Stapled versus hand-sewn anastomoses in patients with small bowel injury: a changing perspective. *Trauma*, 43, 2, 250–255.
14. Tabola R., Cirocchi R., Fingerhut A. et al (2017, Mar). A systematic analysis of controlled clinical trials using the NiTi CAR™ compression ring in colorectal anastomoses. *Tech Coloproctol*, 21, 3, 177–184. doi: 10.1007/s10151-017-1583-2. Epub 2017 Jan 28. Review.
15. De Fina S., Franciosi C., Codecasa G. et al (2000). The use of the biofragmentable ring (BAR-Valtrac) in colon surgery. *Minerva Chir*, 55, 3, 133–137.
16. Zharikov A.N., Lubyanskii V.G., Kanteeva Yu.L., Lyadgina T.V. (2015). Effect of regional hemodynamic and microcirculation disorders in intestinal wall on occurrence of acute enteric perforations. *Bulletin of Experimental and Clinical Surgery*, 8, 1, 26, 34–44. In Russ.
17. Kilam S.K., Jackson F.L., Williams H.T. (1975, Jul). Bacterial peritonitis and the bursting strength of intestinal anastomoses. *Can. J. Surg*, 18, 4, 372–375, 378.
18. Hau T., Payne W.D., Simmons R.L. (1979, Mar). Fibrinolytic activity of the peritoneum during experimental peritonitis. *Surg. Gynecol. Obstet.*, 148, 3, 415–418.
19. De Franco S., Gelmetti M., Lampugnani R., Gamrielli M. (1984 Sep). Effects of lymph stasis on healing of rat intestinal anastomosis. *Lymphology*, 17, 3, 100–104.
20. Sipliviy V.A., Grinchenko S.V., Gorgol' N.I., Dotsenko V.V., Evtushenko A.V. (2014 Jan). Pathomorphological peculiarities of hemomicrocirculatory bed of the small and large intestine in acute peritonitis. *Klin. Khir.*, 1, 61–63.
21. Osterberg J., Johnsson C., Gannedahl G., Westlund A., Haglund U. (1997 Mar). Alterations in mucosal immune cell distribution in septic rats. *Shock*, 7, 3, 182–185.

22. Суковатых Б.С., Блинков Ю.Ю., Фролова О.Г. Механизмы развития распространенного перитонита // Вестн. эксперимент. и клин. хирургии. 2012. Т. 5, № 2. С. 469–477.
23. Hesp W. et al. Histological features of wound repair: a comparison between experimental ileal and colonic anastomoses // British Journal of Experimental Pathology. 1985. Vol. 66, No. 5. P. 511–518.
24. Ding C., Ren J., Zhou B. et al. Laser speckle contrast imaging for assessment of abdominal visceral microcirculation in acute peritonitis: does sequential impairments exist? // Microvasc Res. 2014 Sep. 95. P. 26–30. doi: 10.1016/j.mvr.2014.06.011.
25. Chou M.C., Wilson M.A., Spain D.A., Haddjiminis D., Anderson G.L., Cheadle W.G., Garrison R.N. Endothelin-1 expression in the small intestine during chronic peritonitis // Shock. 1995 Dec. 4(6). P. 411–414.
26. Mohammad U. N. et al. Anastomotic disruption after large bowel resection // World Journal of Gastroenterology. 2006. Vol. 12, No. 6. P. 2497–2504.
27. Егиев В.Н. Однорядный непрерывный шов анастомоза в абдоминальной хирургии. М.: Мед-практика-М, 2002.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Вайнер Юрий Сергеевич — ассистент кафедры факультетской хирургии ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России.

Атаманов Константин Викторович — д-р мед. наук, заведующий кафедрой факультетской хирургии ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России.

Верятин Яков Альбертович — ассистент кафедры факультетской хирургии ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России.

Образец цитирования: Вайнер Ю.С., Атаманов К.В., Верятин Я.А. Анатомическое обоснование модификации способа формирования тонкокишечного анастомоза в условиях распространенного перитонита // Journal of Siberian Medical Sciences. 2018. № 1. С. 21–31.

22. Sukovatyh B.S., Blinkov Ju. Ju., Frolova O.G. (2012). Mechanisms of development of widespread peritonitis. *Vestnik of Experimental and Clinical Surgery*, 2, 469–477.
23. Hesp W. et al. (1985). Histological features of wound repair: a comparison between experimental ileal and colonic anastomoses. *British Journal of Experimental Pathology*, 66, 5, 511–518.
24. Ding C., Ren J., Zhou B. et al. (2014 Sep). Laser speckle contrast imaging for assessment of abdominal visceral microcirculation in acute peritonitis: does sequential impairments exist? *Microvasc Res.*, 95, 26–30. doi: 10.1016/j.mvr.2014.06.011.
25. Chou M.C., Wilson M.A., Spain D.A., et al. (1995 Dec). Endothelin-1 expression in the small intestine during chronic peritonitis. *Shock*, 4, 6, 411–414.
26. Mohammad U.N. et al. (2006). Anastomotic disruption after large bowel resection. *World Journal of Gastroenterology*, 12, 6, 2497–2504.
27. Egiev V.N. (2002). *Single-layer continuous anastomosis suture in abdominal surgery*. Moscow: Med-praktika. In Russ.

ABOUT THE AUTHORS

Vainer Yuriy Sergeevich — Teaching Assistant at Department of Intermediate-level Surgery at Novosibirsk State Medical University.

Atamanov Konstantin Viktorovich — Dr. Sci. (Med.), Head of Department of Intermediate-level Surgery at Novosibirsk State Medical University.

Veryatin Yakov Al'bertovich — Teaching Assistant at Department of Intermediate-level Surgery at Novosibirsk State Medical University.

Citation example: Vainer Yu.S., Atamanov K.V., Veryatin Ya.A. (2018). Anatomical justification of a modified way of enteric anastomosis formation under diffuse peritonitis. *Journal of Siberian Medical Sciences*, 1, 21–31.