

<https://doi.org/10.17238/2072-3180-2024-3-55-61>

УДК: 611.018.74: 616 – 008.63, 616.137.83/. 92 – 004.6 – 039.36

© Прибытков Д.Л., Корымасов Е.А., Кривошеков Е.П., Казанцев А.В., 2024

Оригинальная статья / Original article



ЭНДОТЕЛИАЛЬНАЯ ДИСФУНКЦИЯ И СОСТОЯНИЕ МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОГО РУСЛА У БОЛЬНЫХ С ОБЛИТЕРИРУЮЩИМ АТЕРОСКЛЕРОЗОМ АРТЕРИЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ БЕДРЕННО-ПОДКОЛЕННО-БЕРЦОВОГО СЕГМЕНТА

Д.Л. ПРИБЫТКОВ, Е.А. КОРЫМАСОВ, Е.П. КРИВОШЕКОВ, А.В. КАЗАНЦЕВ*

Кафедра хирургии с курсом сердечно-сосудистой хирургии института профессионального образования, ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 443099, Самара, Россия

Резюме

Введение. Эндотелиальная дисфункция является предиктором развития и прогрессирования атеросклероза, в частности, облитерирующего атеросклероза артерий нижних конечностей.

Цель исследования. Изучить взаимосвязь эндотелиальной дисфункции и состояния микроциркуляторного русла у больных с облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей при поражении бедренно-подколенно-берцового сегмента.

Материалы и методы исследования. Проведена оценка содержания маркеров дисфункции эндотелия, эндотелийзависимой вазодилатации плечевой артерии и микроциркуляторного русла у 135 больных с облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей бедренно-подколенно-берцового сегмента с III–IV стадией по классификации Фонтейна-Покровского. Больные разделены на две группы, одна группа с III стадией ишемии, другая с IV стадией ишемии конечности.

Результаты и обсуждение. Результаты исследования показали, что имеется статистически значимое увеличение уровня маркеров дисфункции эндотелия, уменьшение эндотелийзависимой вазодилатации плечевой артерии. Более высокие показатели данных параметров выявлены у больных с IV стадией ишемии.

У больных с III степенью ишемии конечности по данным компьютерной капилляроскопии количество линейных работающих капилляров составило $5,5 \pm 2,4$ шт. на 1 мм^2 , и количество работающих капилляров по площади $16,7 \pm 5,3$ шт. на 1 мм^2 , при IV степени ишемии количество линейных работающих капилляров составило $3,3 \pm 1,3$ шт. на 1 мм^2 , и количество работающих капилляров по площади $5,7 \pm 2,8$ шт. на 1 мм^2 .

Заключение. При облитерирующем атеросклерозе артерий нижних конечностей бедренно-подколенно-берцового сегмента с III–IV стадией по классификации Фонтейна-Покровского отмечается явление эндотелиальной дисфункции и изменения микроциркуляторного русла, более выраженные при IV степени ишемии.

Ключевые слова: облитерирующий атеросклероз артерий нижних конечностей, эндотелиальная дисфункция, микроциркуляция, капилляроскопия

Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Прибытков Д.Л., Корымасов Е.А., Кривошеков Е.П., Казанцев А.В. Эндотелиальная дисфункция и состояние микроциркуляторного русла у больных с облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей бедренно-подколенно-берцового сегмента. *Московский хирургический журнал*, 2024. № 3. С. 55–61. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2024-3-55-61>

Вклад авторов: авторы внесли равноценный вклад в написание статьи.

ENDOTHELIAL DYSFUNCTION AND THE STATE OF THE MICROCIRCULATORY BED IN PATIENTS WITH OBLITERATING ATHEROSCLEROSIS OF THE ARTERIES OF THE LOWER EXTREMITIES OF THE FEMORAL-POPLITEAL-TIBIAL SEGMENT

DMITRY L. PRIBYTKOV, EVGENY A. KORYMASOV, EVGENY P. KRIVOSCHEKOV, ALEXANDER V. KAZANTSEV

Department of Surgery with a course in Cardiovascular Surgery of the Institute of Professional Education, Samara State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, 443099, Samara, Russia

Abstract

Introduction. Endothelial dysfunction is a predictor of the development and progression of atherosclerosis, in particular, obliterating atherosclerosis of the arteries of the lower extremities.

The purpose of the study. To study the relationship between endothelial dysfunction and the state of the microcirculatory bed in patients with obliterating atherosclerosis of the arteries of the lower extremities with lesions of the femoral-popliteal-tibial segment.

Materials and methods of research. The content of markers of endothelial dysfunction, endothelium-dependent vasodilation of the brachial artery and microcirculatory bed was assessed in 135 patients with obliterating atherosclerosis of the arteries of the lower extremities of the femoral-popliteal-tibial segment with stage III-IV according to the Fontaine-Pokrovsky classification. The patients were divided into two groups, one group with stage III ischemia, the other with stage IV limb ischemia.

Results and discussion. The results of the study showed that there is a statistically significant increase in the level of markers of endothelial dysfunction, a decrease in endothelium-dependent vasodilation of the brachial artery. Higher values of these parameters were found in patients with stage IV ischemia. In patients with grade III limb ischemia, according to computer capillaroscopy, the number of linear working capillaries was $5,5 \pm 2,4$ pcs. per 1 mm^2 , and the number of working capillaries by area was $16,7 \pm 5,3$ pcs. per 1 mm^2 , with grade IV ischemia, the number of linear working capillaries was $3,3 \pm 1,3$ pcs. per 1 mm^2 , and the number of working capillaries by the area is $5,7 \pm 2,8$ pieces per 1 mm^2 .

Conclusion. In case of obliterating atherosclerosis of the arteries of the lower extremities of the femoral-popliteal-tibial segment with stage III-IV, according to the Fontaine-Pokrovsky classification, the phenomenon of endothelial dysfunction and changes in the microcirculatory bed, more pronounced in the IV degree of ischemia, is noted.

Key words: obliterating atherosclerosis of the arteries of the lower extremities, endothelial dysfunction, microcirculation, capillaroscopy

Conflict of interests: none.

For citation: Pribytkov D.L., Korymasov E.A., Krivoschekov E.P., Kazantsev A.V. Endothelial dysfunction and the state of the microcirculatory bed in patients with obliterating atherosclerosis of the arteries of the lower extremities of the femoral-popliteal-tibial segment. *Moscow Surgical Journal*, 2024, № 3, pp. 55–61. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2024-3-55-61>

Contribution of the authors: the authors have made an equivalent contribution to the writing of the article

Введение

В течение последних 40–50 лет сердечно-сосудистые заболевания остаются основной причиной в структуре смертности большинства европейских популяций, обуславливая 49 % всех смертей и 30 % смертей лиц в возрасте моложе 65 лет [1, 5]. Облитерирующий атеросклероз артерий нижних конечностей является одним из частых проявлений генерализованного атеросклероза, встречается у 2–3 % населения и составляет 20 % от всех больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями [2, 8, 11].

Атерогенез – это сложный патологический процесс, непосредственно связанный с модификацией функций целого ряда клеток. В настоящее время большой интерес представляет концепция о повреждении или активации эндотелия как фактора, способствующего формированию атеросклеротического поражения сосудов [9]. Одним из ранних проявлений дисфункции эндотелия служит снижение выработки вещества, относящегося к классу вазодилататоров – эндотелий-релаксирующего фактора, и, как следствие, нарушение способности артерий расширяться и обеспечивать увеличение кровотока [3, 6].

Капилляроскопия, как метод диагностики различных заболеваний, применяется достаточно давно и, в частности, для определения степени патологического изменения микроциркуляторного русла при облитерирующем атеросклерозе артерий нижних конечностей [7, 10]. Изучение взаимосвязи между эндотелиальной дисфункцией и состоянием микроциркуляторного русла при различных степенях ишемии конечности позволит провести комплексную оценку течения патологического процесса.

Цель

Изучить взаимосвязь эндотелиальной дисфункции и состояния микроциркуляторного русла у больных с облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей при поражении бедренно-подколенно-берцового сегмента.

Материалы и методы

В работу были включены 135 пациентов с облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей бедренно-подколенно-берцовой локализации с хронической ишемией нижних конечностей III–IV степени по классификации Фонтейна-Покровского, наличием критической ишемии нижних конечностей в соответствии с Национальными рекомендациями по ведению пациентов с заболеваниями артерий нижних конечностей (2019). Все больные разделены на две группы: I группа – 101 больных с III степенью ишемии, II группа – 34 человек с IV степенью. Больные находились на лечении в отделении сосудистой хирургии ГБУЗ СОКБ им. В.Д. Середавина, являющейся клинической базой кафедры хирургии с курсом сердечно-сосудистой хирургии института профессионального образования Самарского государственного медицинского университета с 2020 по 2022 годы. Мужчин было 124 человек, женщин – 11. Средний возраст составил $58,3 \pm 7,51$ лет.

Всем больным применяли стандартные методы диагностики, в которые входили: лабораторные методы (общеклинический анализ крови, биохимический анализ крови – глюкоза, общий белок, мочевины, креатинин, калий, общий билирубин, холестерин, триглицериды, ЛПВП, ЛПНП), коагулограмма – фибриноген, МНО, АЧТВ, протромбиновое время). Маркеры

дисфункции эндотелия: эндотелин-1 определяли на иммуноферментном комплексе «Bio-Rad» модель 680 с использованием тест-систем «Biomedica GmbH»; концентрацию гомоцистеина определяли автоматическом иммунофлюоресцентном анализаторе «AxSYM» фирмы «Abbott Laboratories»; С-реактивный белок изучали на автоматическом биохимическом анализаторе «Olympus AU640». Фактор Виллебранда определяли методом иммунотурбидиметрии на автоматическом коагулометре «STA Compact» фирмы Roche».

Инструментальные методы (цветное дуплексное картирование (ЦДК) артерий нижних конечностей с определением лодыжечно-плечевого индекса (ЛПИ), компьютерная томография артерий нижних конечностей по ангиопрограмме и трансфеморальная артериография).

Эндотелийзависимую вазодилатацию плечевой артерии выполняли по стандартной методике, предложенной D.S. Celmajer (1992). Для измерения диаметра сосуда использовали линейные датчики с частотой 7–8 МГц, позволяющие оценить диаметр сосуда с точностью до 0,1–0,2 мм. Исследование проводили утром (до 10 ч) натощак. Если больной принимает нитраты, пропускали утренний прием препаратов, чтобы обеспечить 12-часовой перерыв.

Исследование производили в положении больного на спине после 10–15 минутного отдыха. Датчик располагали в продольном направлении на фиксированном участке верхней конечности (чаще всего на 2–5 см. выше локтевой ямки). Скорость кровотока измеряли доплеровским методом линейным датчиком, расположенным под углом 45–60° по отношению к сосуду. Диаметр сосуда определяли как расстояние между проксимальным и дистальным по отношению к датчику доплеровскими сигналами. Объемные показатели кровотока рассчитывались исходя из диаметра артерии и скорости кровотока. В течение всего исследования датчик не смещали. Диаметр сосуда оценивали строго в одном и том же месте. Помимо определения диаметра артерии (D), оценивали пиковую систолическую (Vps), диастолическую (Vd) и объемную (Vvol) скорости кровотока в покое и во время пробы.

Больному аускультативным способом измеряли артериальное давление. В манжете на 5 мин. создавали давление, равное систолическому + 50 мм рт. ст. Ровно через 5 мин быстро снижали давление в манжете. Сразу же измеряли диаметр артерии. Затем это измерение проводили через 1 мин. После возвращения диаметра артерии к исходному (приблизительно через 7–10 мин) повторно определяли диаметр сосуда.

Нормальной реакцией принято считать дилатацию артерии на фоне реактивной гиперемии более чем на 10 % от исходного диаметра. Меньшее значение этого показателя или вазоконстрикция считается патологической реакцией (Celmajer D.S., 1992).

Капилляроскопию проводили прибором “Компьютерный капилляроскоп” производства ЗАО Центр “Анализ веществ”,

Россия. Данный прибор позволяет оценить количество капилляров, размер капилляров, размер каждого отдела капилляра, плотность капиллярной сети, скорость кровотока по капиллярам, ширину периваскулярных зон, наличие агрегатов форменных элементов крови.

Исследование пациента проводилось в помещении, температура которого составляла 21–22°C, при этом пациент должен находиться при данной температуре не менее 20 минут. Больной находился в положении сидя, палец стопы исследуемой нижней конечности фиксировался в специальном устройстве. Капилляроскопия проводилась на 1 пальце. Ногтевое ложе обрабатывается спиртовым раствором, после чего на поверхность наносилось пихтовое масло, подводилась камера и проводилось исследование. Запись кровотока проводилась не менее чем по 6 капиллярам в течение 10 секунд для каждого.

Полученная информация обрабатывалась через специальную программу, которая позволяет фиксировать время проведения исследования, просматривать запись изображения капиллярного русла и кровотока в неизменённых и нормальных капиллярах, также выявить агрегацию форменных элементов крови при ее наличии.

Результаты исследования

Исследование маркеров дисфункции эндотелия позволило выявить следующие изменения у больных с облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей бедренно-подколенно-берцовой локализации III–IV степени ишемии конечности (табл. 1).

Результаты исследования показали, что отмечается увеличение уровня маркеров дисфункции эндотелия (эндотелин-1, фактор Виллебранда), а также концентрации гомоцистеина и С-реактивного белка при всех степенях ишемии. Отмечены статистически значимые, более высокие показатели данных параметров у пациентов с IV степенью ишемии.

Показатели эндотелийзависимой вазодилатации плечевой артерии у больных с облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей бедренно-подколенно-берцовой локализации III–IV степени конечности представлены в таблице 2.

У больных облитерирующим атеросклерозом артерий при бедренно-подколенно-берцовом поражении имеет место нарушение функции эндотелия, характеризующееся дисбалансом между депрессорными и прессорными сосудистыми реакциями в сторону преобладания констрикторного компонента в ответ на стрессорное воздействие. Отмечено уменьшение эндотелийзависимой вазодилатации плечевой артерии во всех группах. Выявлены статистически значимые более низкие показатели поток-зависимой дилатации в группе при IV степени ишемии.

Таблица 1

Показатели маркеров дисфункции эндотелия

Table 1

Indicators of markers of endothelial dysfunction

Показатель Indicator	Все пациенты (n=135) All patients (n=135)	Пациенты с III степенью ишемии (n=101) Patients with grade III ischemia (n=101)	Пациенты с IV степенью ишемии (n=34) Patients with grade IV ischemia (n=34)
Эндотелин-1, фмоль/мл Endothelin-1, fmol/ml	1,7±0,69	1,3±0,61 $t_1=6,81^*$	2,1±0,73 $t_2=9,42^*$
Фактор Виллебранда, % The Willebrand factor, %	146,5±35,15	119,6±29,73 $t_1=9,14^*$	173,4±34,49 $t_2=13,13^*$
Гомоцистеин, мкмоль/л Homocysteine, mmol/l	14,3±8,61	10,5±6,23 $t_1=5,53^*$	18,1±9,11 $t_2=8,11^*$
C-реактивный белок, мг/л C-reactive protein, mg/l	10,8±6,13	7,4±5,21 $t_1=6,61^*$	14,3±8,27 $t_2=8,48^*$

Примечание: t_1 – значения критерия Стьюдента при сравнении с группой в целом, t_2 – значения критерия Стьюдента при сравнении III и IV степени ишемии; $^*(p<0,05)$.

Таблица 2

Показатели эндотелийзависимой вазодилатации плечевой артерии

Table 2

Indicators of endothelium-dependent vasodilation of the brachial artery

Показатель Indicator	Все пациенты (n=135) All patients (n=135)	Пациенты с III степенью ишемии (n=101) Patients with grade III ischemia (n=101)	Пациенты с IV степенью ишемии (n=34) Patients with grade IV ischemia (n=34)
Исходный D плечевой артерии, мм Initial brachial artery D, mm	4,1±1,21	4,2±1,15 $t_1=0,94$	4,0±1,24 $t_2=1,29$
Поток-зависимая дилата- ция, % Flow-dependent dilation, %	7,9±3,17	8,7±2,58 $t_1=3,05^*$	6,4±3,73 $t_2=5,95^*$
Исходная Vps, м/с The original Vps, m/s	0,47±0,17	0,49±0,13 $t_1=1,45$	0,50±0,16 $t_2=0,54$
Увеличение Vps, % Increase Vps, %	9,6±2,94	10,1±3,27 $t_1=1,81$	9,3±3,63 $t_2=1,80$
Исходная Vvol, мл/мин The original Vvol, ml/min	91,5±31,17	88,2±28,62 $t_1=1,22$	94,1±32,19 $t_2=1,51$
Увеличение Vvol, % Increase Vvol, %	37,5±17,53	39,6±18,31 $t_1=1,31$	36,2±17,82 $t_2=1,41$

Примечание: t_1 – значения критерия Стьюдента при сравнении с группой в целом, t_2 – значения критерия Стьюдента при сравнении III и IV степени ишемии; $^*(p<0,05)$.

При поступлении и проведении пациентам компьютерной капилляроскопии в области ногтевого ложа 1 пальца стопы пораженной конечности выявлено, что диапазон количества линейных капилляров у больных составил от 1 шт. на мм² до 6 шт. на мм². Количество капилляров по площади составило минимальное значения – 5 шт. на мм², максимальное значение – 19 шт. на мм².

В таблице 3 представлены результаты исходной капилляроскопии у больных с облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей при поражении бедренно-подколенно-берцового сегмента. Нами проведен анализ частоты различных диапазонов количества функционирующих капилляров при исходной капилляроскопии у больных с облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей при поражении бедренно-подколенно-берцового сегмента (табл. 4, 5).

Таблица 3

Исходное среднее количество функционирующих капилляров у больных с облитерирующим атеросклерозом артерий при бедренно-подколенно-берцовом поражении

Table 3

The initial average number of functioning capillaries in patients with obliterating atherosclerosis of the arteries with femoral-popliteal-tibial lesion

Степень ишемии конечности Degree of limb ischemia	Количество линейных работающих капилляров, на 1 мм ² Number of linear working capillaries, per 1 mm ²	Количество работающих капилляров по площади, на 1 мм ² The number of working capillaries by area, per 1 mm ²
III (n=101)	5,2±1,4	17,3±4,3
IV(n=34)	3,1±1,3	5,3±1,8

У пациентов с сохраненной конечностью исходное количество линейных работающих капилляров наиболее часто находится в диапазоне 4–5 шт. на 1 мм² и более. При этом исходное количество работающих капилляров по площади находилось в диапазоне 11–15 шт. на 1 мм². Значит, данные уровни диапазонов при исходной капилляроскопии можно принять за критерий, позволяющий прогнозировать эффективность реконструктивной операции (сохранность проходимости шунта).

Диапазон количества работающих капилляров по площади 6–10 шт. на 1 мм² расценивался как пограничный, у данных пациентов при решении вопроса об операции предпочтение отдавали реконструктивно-восстановительной операции.

Обсуждение результатов исследования

Развитие облитерирующего атеросклероза обусловлено прогрессированием атеросклероза как системного процесса,

что приводит к утяжелению эндотелиальной дисфункции и, как следствие, поражения микроциркуляторного русла.

Таблица 4

Частота различных диапазонов количества линейных работающих капилляров у больных с облитерирующим атеросклерозом артерий при бедренно-подколенно-берцовом поражении

Table 4

The frequency of different ranges of the number of linear working capillaries in patients with obliterating atherosclerosis of the arteries with femoral-popliteal-tibial lesion

Степень ишемии конечности Degree of limb ischemia	Диапазоны количества линейных работающих капилляров Ranges of the number of linear working capillaries		
	до 3 шт. на 1 мм ² up to 3 pieces per 1 mm ²	4-5 шт. на 1 мм ² 4-5 pieces per 1 mm ²	>6 шт. на 1 мм ² 6 pieces per 1 mm ²
III (n=101)	6	35	60
IV(n=34)	28	6	0

$$\chi^2 = 106,71 \text{ } p < 0,001$$

Таблица 5

Частота различных диапазонов количества работающих капилляров по площади у больных с облитерирующим атеросклерозом артерий при бедренно-подколенно-берцовом поражении

Table 5

The frequency of different ranges of the number of working capillaries by area in patients with obliterating atherosclerosis of the arteries with femoral-popliteal-tibial lesion

Степень ишемии конечности Degree of limb ischemia	Диапазоны количества работающих капилляров по площади Ranges of the number of working capillaries by area			
	до 5 шт. на 1 мм ² up to 5 pieces per 1 mm ²	6–10 шт. на 1 мм ² 6–10 pieces per 1 mm ²	11–15 шт. на 1 мм ² 11–15 pieces per 1 mm ²	>15 шт. на 1 мм ² 15 pieces per 1 mm ²
III (n=101)	11	20	30	40
IV(n=34)	27	5	0	0

$$\chi^2 = 105,36 \text{ } p < 0,001$$

Результаты исследования показали, что имеется статистически значимое увеличение уровня маркеров дисфункции эндотелия

(эндотелин-1, фактор Виллебранда), а также концентрации го-моцистеина и С-реактивного белка у пациентов с IV степенью ишемии по сравнению с III степенью ишемии.

Отмечено уменьшение эндотелийзависимой вазодилатации плечевой артерии во всех группах. Выявлены статистически значимые, более низкие показатели поток-зависимой дилатации в группе при IV степени ишемии.

У больных с III степенью ишемии конечности по данным компьютерной капилляроскопии количество линейных работающих капилляров составило $5,5 \pm 2,4$ шт. на 1 мм^2 , и количество работающих капилляров по площади $16,7 \pm 5,3$ шт. на 1 мм^2 , при IV степени ишемии количество линейных работающих капилляров составило $3,3 \pm 1,3$ шт. на 1 мм^2 , и количество работающих капилляров по площади $5,7 \pm 2,8$ шт. на 1 мм^2 . Отмечены статистически значимые различия между группами, показывающие ухудшение состояния микроциркуляторного русла при нарастании ишемии конечности.

Выводы

1. Эндотелиальная дисфункция приводит к прогрессированию заболевания и, как следствие, поражению микроциркуляторного русла. Наиболее выраженные изменения выявлены при IV степени ишемии конечности.

2. Компьютерная капилляроскопия является современным методом оценки состояния микроциркуляторного русла нижней конечности, позволяет установить степень его компенсаторных возможностей.

3. Степень выраженности эндотелиальной дисфункции, как и поражение микроциркуляторного русла, находятся в прямой зависимости, что подтверждается лабораторными данными, эндотелийзависимой вазодилатацией плечевой артерии и компьютерной капилляроскопией.

Список литературы:

1. Кузнецов М.Р., Туркин П.Ю., Гусева Т.В., и др. Консервативная терапия облитерирующего атеросклероза: современные тенденции и новые перспективы. *Лечебное дело*, 2014. № 1. С. 96–101.
2. *Клиническая ангиология. Руководство для врачей*. Под редакцией А.В. Покровского. М.: Медицина, 2004. 808 с.
3. Национальные рекомендации по ведению пациентов с заболеваниями артерий нижних конечностей. *Ангиология и сосудистая хирургия*, 2013. № 19.
4. Казанцев А.В., Корымасов Е.А. Выбор метода лечения облитерирующего атеросклероза артерий нижних конечностей на основе прогнозирования течения заболевания. *Хирургическая практика*, 2017. № 1. С. 33–37.
5. Тищенко И.С., Золкин В.Н., Тарабкин А.С. и др. Отдаленные результаты инфраингвинальных шунтирований при критической ишемии нижних конечностей. *Ангиология и сосудистая хирургия*, 2021. № 27, 1. С. 121–126.

6. Суховатых Б.С., Суховатых М.Б., Григорян А.Ю. и др. Выбор операции при поражениях бедренно-подколенно-берцового сегмента и сомнительных путях оттока. *Ангиология и сосудистая хирургия*, 2019. № 25: 2. С. 111–116.

7. Житова В.А., Чернуха С.Н. Использование капилляроскопии для диагностики нарушений периферического кровообращения. *Актуальные проблемы современной медицины*, 2013. № 13: 4. С. 231–235.

8. Пушкарева, Т.А., Корякина Л.Б., Рунович А.А., Курильская Т.Е. Критерии оценки дисфункции эндотелия и пути ее коррекции (обзор литературы). *Клиническая лабораторная диагностика*, 2008. № 5. С. 3–7.

9. Швальб П.Г., Калинин Р.Е. Новые перспективы определения функционального состояния эндотелия при оперативном лечении облитерирующего атеросклероза артерий нижних конечностей. *Ангиология и сосудистая хирургия*, 2008. Т.14. № 3. С. 173–174.

10. Almasri J., Adusumalli J., Asi N., Lakis S., Alsawas M., Prokop L.J., Bradbury A., Kolh P., Conte M.S., Murad M.H. A systematic review and meta-analysis of revascularization outcomes of infrainguinal chronic limb-threatening ischemia. *J Vasc Surg.*, 2018, Aug; № 68(2), pp. 624–633. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2018.01.06611>

11. Giusca S., Raupp D., Dreyer D., Eisenbach C., Korosoglou G. Successful endovascular treatment in patients with acute thromboembolic ischemia of the lower limb including the crural arteries. *World J Cardiol.*, 2018, Oct 26; № 10(10), pp. 145–152. <https://doi.org/10.4330/wjc.v10.i10.145>

References:

1. Kuznetsov M.R., Turkin P.Y., Guseva T.V. et al. Conservative therapy of obliterating atherosclerosis: modern trends and new perspectives. *Medicine*, 2014, № 1, pp. 96–101. (In Russ.)
2. *Clinical angiology. Manual for physicians*. Edited by A.V. Pokrovsky. In two volumes. T. 1. M.: Medicine, 2004, 808 p. (In Russ.)
3. National recommendations for the management of patients with arterial diseases of the lower extremities. *Angiology and Vascular Surgery*, 2013, № 19. (In Russ.)
4. Kazantsev A.V., Korymasov E.A. Choice of the method of treatment of obliterating atherosclerosis of lower limb arteries on the basis of predicting the course of the disease. *Surgical Practice*, 2017, № 1, pp. 33–37. (In Russ.)
5. Tishchenko I.S., Zolkin V.N., Tarabkin A.S. et al. Long-term results of infrainguinal bypasses in critical lower limb ischemia. *Angiology and Vascular Surgery*, 2021, № 27, pp. 121–126. (In Russ.)
6. Sukhovatykh B.S., Sukhovatykh M.B., Grigoryan A.Y., et al. Choice of surgery for lesions of the femoral-femoral-costal segment and doubtful outflow tracts. *Angiology and Vascular Surgery*, 2019, № 25 (2), pp. 111–116. (In Russ.)
7. Zhitova V.A., Chernukha S.N. Use of capillaroscopy for diagnostics of peripheral blood circulation disorders. *Actual problems of modern medicine*, 2013, № 13, pp. 231–235. (In Russ.)
8. Pushkareva T.A., Koryakina L.B., Runovich A.A., Kurilskaya T.E. Criteria for assessing endothelial dysfunction and ways to correct it

(literature review). *Clinical laboratory diagnostics*, 2008, № 5, pp. 3–7. (In Russ.)

9. Shvalb P.G., Kalinin R.E. New prospects for determining the functional state of the endothelium in the surgical treatment of obliterating atherosclerosis of the arteries of the lower extremities. *Angiology and vascular surgery*, 2008, vol. 14, № 3, pp. 173–174. (In Russ.)

10. Almasri J., Adusumalli J., Asi N., Lakis S., Alsawas M., Prokop L.J., Bradbury A., Kolh P., Conte M.S., Murad M.H. A systematic review and meta-analysis of revascularization outcomes of infrainguinal chronic limb-threatening ischemia. *J Vasc Surg.*, 2018, Aug; № 68(2), pp. 624–633. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2018.01.06611>

11. Giusca S., Raupp D., Dreyer D., Eisenbach C., Korosoglou G. Successful endovascular treatment in patients with acute thromboembolic ischemia of the lower limb including the crural arteries. *World J Cardiol.*, 2018, Oct 26; № 10(10), pp. 145–152. <https://doi.org/10.4330/wjc.v10.i10.145>

Сведения об авторах:

Прибытков Дмитрий Леонидович – главный врач, Кинель-Черкасская центральная районная больница, 446350, Россия, Самарская обл., с. Кинель-Черкассы, ул. Алфёрова, 8, e-mail: pribytkovreaviz@mail.ru, ORCID 0000-0001-7937-7502

Корымасов Евгений Анатольевич – заслуженный деятель науки РФ, доктор медицинских наук, профессор, главный внештатный хирург Минздрава Самарской области по хирургии, заведующий кафедрой хирургии с курсом сердечно-сосудистой хирургии института профессионального образования, Самарский государственный медицинский университет, 443099, Россия, Самара, ул. Чапаевская, 89, e-mail: korymasov@mail.ru, ORCID 0000-0001-9732-5212

Кривошеков Евгений Петрович – доктор медицинских наук, профессор кафедры хирургии с курсом сердечно-сосудистой хирургии института профессионального образования, Самарский государственный медицинский университет, 443099, Россия, Самара, ул. Чапаевская, 89, e-mail: waiker02@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4530-7527

Казанцев Александр Викторович – доктор медицинских наук, доцент кафедры хирургии с курсом сердечно-сосудистой хирургии института профессионального образования, Самарский государственный медицинский университет, 443099, Россия, Самара, ул. Чапаевская, 89, e-mail: dockazantsev@mail.ru, ORCID 0000-0002-9401-1506

Information about the authors:

Pribytkov Dmitry Leonidovich – Chief Physician, Kinel-Cherkassy Central District Hospital, 446350, Alferova str., 8, Samara region, Kinel-Cherkassy village, Russia. Kinel-Cherkassy, Samara region, Russia, e-mail: pribytkovreaviz@mail.ru, ORCID 0000-0001-7937-7502

Korymasov Evgeny Anatolyevich – Honored Scientist of the Russian Federation, Doctor of Medical Sciences, Professor, Chief Freelance

Surgeon of the Ministry of Health of the Samara Region for Surgery, Head of the Department of Surgery with a course in Cardiovascular Surgery at the Institute of Professional Education, Samara State Medical University, 443099, Chapaevskaya str., 89, Samara, Russia, e-mail: korymasov@mail.ru, ORCID 0000-0001-9732-5212

Krivoschekov Evgeny Petrovich – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Surgery with a course in Cardiovascular Surgery at the Institute of Professional Education, Samara State Medical University, 443099, Chapaevskaya str., 89, Samara, Russia, e-mail: waiker02@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4530-7527

Kazantsev Alexander Viktorovich – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Surgery with a course in Cardiovascular Surgery at the Institute of Professional Education, Samara State Medical University; Doctor of Cardiovascular Surgery, Department of Vascular Surgery, 443099, Chapaevskaya str., 89, Samara, Russia, e-mail: dockazantsev@mail.ru, ORCID 0000-0002-9401-1506