

С.Н. ЕРОШКИН ¹, Л.А. ФРОЛОВ ¹, Ю.И. РАТОМСКИЙ ²,
С.П. БОБКОВ ³, К.Г. ЦЫПЛАКОВ ⁴, К.О. ЧЕПИК ¹



ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЕЧЕНИЯ ОБЛИТЕРИРУЮЩЕГО АТЕРОСКЛЕРОЗА МЕТОДОМ ТУННЕЛИРОВАНИЯ ГОЛЕНИ В СОЧЕТАНИИ С АУТОМИЕЛОТРАНСПЛАНТАЦИЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ИШЕМИИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Витебский государственный медицинский университет ¹,
Витебская городская центральная клиническая больница ²,
Витебская областная клиническая больница ³,
Витебский областной клинический специализированный центр ⁴, г. Витебск,
Республика Беларусь

Цель. Установить влияние аутоотрансплантации костного мозга в сочетании с туннелированием мягких тканей нижней конечности на результаты лечения облитерирующего атеросклероза в зависимости от степени хронической ишемии конечности.

Материал и методы. Исследования проведены у 62 мужчин с облитерирующим атеросклерозом нижних конечностей, которые были распределены в три группы согласно классификации Покровского-Фонтейна: первая (15 пациентов) – IIb, вторая (27) – III и третья (20) – IV степень. Была произведена непрягая реваскуляризация методом аутоотрансплантации красного костного мозга в сочетании с туннелированием мягких тканей голени и нижней трети бедра. Эффективность оценивали по количеству ампутаций в группе, увеличению дистанции безболевого ходьбы и температуры конечности, а также лодыжечно-плечевого индекса через 6 и 12 месяцев после начала лечения.

Результаты. В третьей группе количество высоких ампутаций было выше, чем в первой и во второй при обследовании через 6 и через 12 месяцев после лечения ($p=0,0001$). Увеличение дистанции безболевого ходьбы в третьей группе было достоверно меньшим, чем в остальных группах, через 6 месяцев ($p=0,001$) и через 12 месяцев ($p=0,0001$) после лечения. При этом, если за второе полугодие дистанция безболевого ходьбы увеличилась в первой ($p=0,011$) и второй группах ($p=0,009$), то в третьей группе она уменьшилась ($p=0,003$). Схожая динамика за второе полугодие отмечена у температуры конечности: она возросла в первой и второй группах, а в третьей не изменилась. Во всех обследуемых группах статистически достоверных изменений лодыжечно-плечевого индекса не получено как через 6, так и через 12 месяцев после лечения.

Заключение. Реваскуляризирующая аутомиелотрансплантация в сочетании с туннелированием мягких тканей нижней конечности наиболее эффективна при IIb и III степени ишемии и невозможности выполнения операций прямой реваскуляризации.

Ключевые слова: реваскуляризация, критическая ишемия, облитерирующий атеросклероз, аутомиелотрансплантация, туннелирование

Objective. To determine the effect of bone marrow auto transplantation combined with the limb soft tissues tunneling in treatment of peripheral artery disease depending on the grade of chronic limb ischemia.

Methods. 62 men with peripheral artery disease of the lower limbs were included in the study and they were divided into three groups according to the Pokrovsky-Fontaine classification: the 1st group – IIb (15 patients), the 2nd – III grade (27 patients), the 3rd – IV grade (20 patients). In all patients, bone marrow auto transplantation combined with tunneling of the crus soft tissues was used as method of indirect revascularization. Results were assessed by the amount of amputations in every group, distance increase of painless walking, temperature of the operated limb and ankle-brachial index. The data were collected 6 and 12 months after surgery.

Results. The number of high-level amputations in the third group was more than in the first and the second ones during examinations 6 and 12 months after surgery ($p=0.0001$). Distance increase of painless walking in the third group was reliably less than in other groups 6 months ($p=0.001$) and 12 months ($p=0.0001$) after treatment. Furthermore, during second half year of observation distance of painless walking increased in the first ($p=0.011$) and the second ($p=0.009$) groups but it decreased in the third group ($p=0.003$). Temperature of the operated limb during the second half year of observation had similar dynamics: it increased in the first and second groups but did not change in the third one. Reliable changes of ankle-brachial index were absent in all examined groups 6 and 12 months after

Conclusions. Bone marrow auto transplantation combined with tunneling of the crus soft tissues is more effective in patients with IIb and III grades of limb ischemia and it may be applied in these categories of patients in the case when direct revascularization is impossible.

Keywords: revascularization, critical ischemia, peripheral artery disease, tunneling, bone marrow auto transplantation

Novosti Khirurgii. 2019 Nov-Dec; Vol 27 (6): 622-629

The articles published under CC BY NC-ND license

Efficacy of Peripheral Artery Disease Treatment by Crus Tunneling in Combination with Bone Marrow Transplantation Depending on the Severity of Lower Limb Ischemia
S.N. Eroshkin, L.A. Fralou, Y.I. Ratomski, S.P. Babkov, K.G. Tsyplakov, K.O. Chepik



Научная новизна статьи

Впервые изучено влияние реваскуляризирующей аутомиелотрансплантации в сочетании с туннелированием мягких тканей нижней конечности на клиническое течение критической ишемии при облитерирующем атеросклерозе. Установлено, что применение указанного метода обеспечивает увеличение дистанции безболевого ходьбы и температуры конечности при II и III степени ишемии в течение первого года после операции и не оказывает положительного влияния на эти показатели при IV степени ишемии.

What this paper adds

The influence of the lower limb revascularization by using bone marrow auto transplantation combined with tunneling of the limb soft tissues on the clinical course of critical ischemia in patients with peripheral artery disease has been studied for the first time. This method has been established to provide reliable increase of painless walking and lower limb temperature in patients with II and III grades of ischemia during the first year after surgery; but this positive effect is absent in the patients with IV grades of ischemia.

Введение

В связи со старением населения частота облитерирующих заболеваний артерий нижних конечностей постоянно растет и составляет в настоящее время от 3 до 10% населения, а в группе пациентов старше 70 лет доходит до 15–20% [1]. При этом распространенность критической ишемии нижних конечностей (КИНК) среди населения в возрастной группе старше 40 лет составляет 0,13% [2]. Обеспечение качественного и своевременного комплексного лечения пациентов с КИНК не теряет своей актуальности в практической хирургии, так как именно по поводу данного состояния в мире выполняется 70–90% ампутаций, которые приводят как к понижению качества жизни, так и к существенному снижению ее продолжительности [3].

Традиционно под критической ишемией понимают симптомокомплекс, проявляющийся жалобами на боли в покое в пораженной конечности и/или дефектами ткани (язва, гангрена), подтвержденный нарушенными гемодинамическими критериями (лодыжечно-плечевой индекс) или изменениями содержания кислорода в тканях по результатам транскутанной оксиметрии [4].

Главной задачей при лечении указанной категории пациентов является восстановление или максимально возможное улучшение кровотока в сосудах пораженной конечности. Золотым стандартом оказания медицинской помощи при данной патологии считаются методы рентгенэндоваскулярной хирургии и операции шунтирования магистральных артерий. Широкое использование эндоваскулярной ангиопластики дает возможность выполнять многоэтапные вмешательства и использовать гибридные операции [5]. В 2017 году European

Society of Cardiology в содружестве с European Society for Vascular Surgery ограничили показания к использованию рентгенэндоваскулярных операций короткими окклюзионно-стенотическими поражениями магистральных сосудов, что соответствует А–В типам поражений для аорто-подвздошного сегмента и С–Д типам для бедренно-подколенного сегмента согласно материалам Трансатлантического консенсуса по эндоваскулярной и сосудистой хирургии [6].

С другой стороны, большинство пациентов с КИНК имеет сопутствующую сердечно-сосудистую патологию, которая увеличивает летальность в ближайшем послеоперационном периоде, что в значительной мере ограничивает возможности применения шунтирующих операций на нижних конечностях. В результате формируется значительный контингент пациентов, которые не являются кандидатами на проведение хирургического лечения, относящегося к операциям «золотого стандарта» [4, 7]. В то же время, несмотря на то, что расчетный риск больших ампутаций (на уровне или выше щели голеностопного сустава) у пациентов с перемежающейся хромотой за 5–10 лет наблюдения составляет менее 5%, в реальности за первый год после развития синдрома критической ишемии при отсутствии эффективной реваскуляризации от 30 до 50% пациентов подвергаются большим ампутациям [8].

Несмотря на приоритет ангиореконструктивных операций, сохраняют свою значимость и методы непрямой реваскуляризации: денервирующие вмешательства, реваскуляризирующая остеотрпанация, пересадка большого сальника на конечность [3]. Одним из перспективных направлений оказания помощи указанной категории пациентов является использование методов клеточной терапии в расчете на

улучшение перфузии периферических тканей, заживление трофических язв, обеспечение возможности выполнения ограниченных резекционных хирургических вмешательств на стопе [7]. Широко используемой в мире технологией является инъекция аспиринов костного мозга в мышцы пораженной конечности (аутомиелотрансплантация). Некоторые авторы производят взятие костного мозга из крыла подвздошной кости, другие авторы, что более целесообразно, производят взятие костного мозга из грудины [9]. Эксперты сходятся во мнении, что на сегодняшний день используемые методики далеки от своего совершенства, поскольку клинические результаты их применения невысокие [10]. Представляет интерес идея сочетания аутомиелотрансплантации с туннелированием мягких тканей нижней конечности с целью создания искусственного канала для индукции ангиогенеза и улучшения ее кровоснабжения [11].

Цель. Установить влияние аутотрансплантации костного мозга в сочетании с туннелированием мягких тканей нижней конечности на клинические результаты лечения облитерирующего атеросклероза в зависимости от степени хронической ишемии конечности.

Материал и методы

Исследования проведены у 62 мужчин, страдавших облитерирующим атеросклерозом нижних конечностей, проявлявшимся их симптомной ишемией, в возрасте от 52 до 68 лет (медиана возраста Me=58,4, интерквартильный размах LQ-UQ=53,8-64,2 года).

Критериями включения пациентов в исследование были следующие: 1) наличие симптомной ишемии нижних конечностей; 2) наличие противопоказаний к открытым и эндоваскулярным методам ангиорекострукций; 3) наличие удовлетворительного венозного оттока; 4) отсутствие показаний к ампутации конечности на первом этапе лечения. Критериями исключения были следующие: 1) наличие острой артериальной непроходимости; 2) необходимость выполнения высокой ампутации на первом этапе лечения; 3) наличие показаний к сосудистым реконструктивным операциям; 4) наличие выраженной венозной недостаточности; 5) перенесенные кардиохирургические и ангиохирургические вмешательства; 6) наличие онкологического диагноза; 7) возраст старше 80 лет.

Обследуемые были распределены в три группы в зависимости от степени выраженности хронической ишемии нижней конечности по Фонтейну-Покровскому. Первую группу составили 15 пациентов с дистанцией безболевой

ходьбы менее 200 м, у которых была установлена ПБ стадия ишемии, вторую — 27 человек с жалобами на выраженные боли в конечности в покое, у которых определялась III степень ишемии, и в третью группу были включены 20 пациентов с IV степенью ишемии конечности при наличии гнойно-некротических осложнений.

Диагностика ишемии нижней конечности проводилась на основе клинических данных, результатов комплексного ультразвукового исследования и результатов ангиографии. Комплексное ультразвуковое исследование в виде дуплексного ангиосканирования проводилось всем пациентам на аппарате Medison-880 с использованием линейного датчика частотой 7,5 МГц и секторного датчика частотой 3,5 МГц. Рентгеноконтрастная дигитальная субтракционная ангиография проводилась на ангиографическом комплексе AXIO M Artis dFA (Siemens) у 26 пациентов для уточнения уровня стенозов и окклюзий, а также протяженности пораженной сосуда.

Обследуемые группы не имели достоверных различий по возрасту. В первой группе медиана возраста составила 59,4 (54,2; 63,8 года), во второй — 57,3 (52,6; 65,1 года), у пациентов третьей группы — 58,1 (52,9; 63,9 года) (Me (LQ; UQ)). У пациентов с IV стадией ишемии конечности по Фонтейну-Покровскому отмечались гнойно-некротические очаги на одной из стоп в виде участков сухой гангрены одного или двух пальцев или трофические язвы разного размера и локализации. Пациентам третьей группы помимо туннелирования тканей голени с аутомиелотрансплантацией проводилась хирургическая обработка гнойно-некротических поражений стопы в виде этапных некрэктоми и резекционных операций на стопе. За период наблюдения во второй и третьей группах умерло 4 пациента вследствие сопутствующей сердечно-сосудистой патологии.

По данным ультразвуковой доплерографии (УЗДГ) у всех обследуемых пациентов отмечались выраженные нарушения кровотока по артериям голени. При локациях в нижней трети обеих большеберцовых артерий на пораженной конечности определялся либо измененный магистральный, либо коллатеральный тип кровотока с близкой к монофазной доплерографической кривой со значительным уменьшением пиковой систолической скорости кровотока, отсутствием ретроградного и второго антеградного пиков. Отмечался большой разброс величин пульсаторного индекса и индекса резистентности, что делало различия указанных величин между группами статистически недостоверными.

По результатам ангиографического обследования были выявлены преимущественно полисегментарные и дистальные нарушения кровотока в пораженной конечности. Оценка ангиографического поражения сосудов производилась по классификации А. Bollinger (1981). У всех пациентов отмечены поражения нескольких магистральных сосудов, причем у большинства из них артерии были поражены в разных сегментах.

Всем обследуемым пациентам производилась непрякая реваскуляризация нижних конечностей методом аутоотрансплантации красного костного мозга. Под местной анестезией с использованием пункционной иглы И.А. Кассирского производилась стерильная пункция по общепринятой методике. В результате процедуры получалось от 30 до 40 мл аспирата. На следующем этапе осуществлялось туннелирование мягких тканей голени и нижней трети бедра по методу Ю.М. Ишенина [11]. Туннелирование производилось под общим обезболиванием путем создания 7-9 каналов в мягких тканях указанных анатомических областей при помощи троакара, которые затем заполнялись аспирином костного мозга.

В качестве критериев эффективности комплексного хирургического лечения использовано количество высоких ампутаций нижней конечности (при этом высокими считались ампутации, производимые выше щели голеностопного сустава), послеоперационная динамика безболевого ходьбы, температура оперированной конечности, измеренная методом кожной электротермометрии, и величина лодыжечно-плечевого индекса (ЛПИ). Кожная электротермометрия проводилась у всех обследуемых пациентов в средней трети голени при помощи электротермометра ТЭМП-60 (Россия). ЛПИ рассчитывался по общепринятой методике. Сбор данных производился до лечения, через 6 и 12 месяцев после начала лечения. Увеличение дистанции безболевого ходьбы, кожной температуры конечности и ЛПИ рассчитывалось как разность указанных величин, полученных через 6 или 12 месяцев после начала лечения, и соответствующих показателей, полученных до лечения.

Статистика

Статистическая обработка данных производилась с помощью пакета программ Statistica 6.0. В связи с небольшим количеством наблюдений и распределением данных, отличным от нормального, рассчитывались медиана (Me) и интерквартильный размах LQ-UQ (25-я и 75-я

перцентили). Достоверность различий количественных исследуемых величин в связанных группах оценивалась при помощи парного критерия Вилкоксона, в несвязанных группах – при помощи критерия Манна-Уитни. Достоверность различий качественных величин оценивалась при помощи двустороннего точного критерия Фишера (критерий F). Достоверными различия считались при величине $p < 0,05$.

Результаты

Длительность заболевания, под которой подразумевается период от момента появления первых жалоб на зябкость и парестезии в области стоп до момента госпитализации, составила в первой группе 12,4 года (10,4-14,8 года), во второй группе – 16,2 (12,3-17,9 года) и в третьей группе – 17,9 (14,4-20,2 года). Длительность симптомной ишемии нижних конечностей во второй и третьей группах была статистически достоверно выше, чем в первой ($p=0,028$ и $p=0,018$ соответственно). При этом отмечено отсутствие достоверного увеличения показателя в третьей группе по сравнению с первой ($p=0,067$). На основании полученных результатов можно предполагать, что развитие гнойно-некротических осложнений хронической артериальной недостаточности нижних конечностей в значительно большей степени связано с индивидуальными особенностями ремоделинга мягких тканей, нежели с длительностью периода ишемии.

Результаты исследования представлены в таблице.

При обследовании через 6 месяцев после начала лечения увеличение дистанции безболевого ходьбы в первой и второй группах не различалось ($p=0,73$), а в третьей группе было достоверно меньше, чем во второй ($p=0,0001$). При обследовании через 12 месяцев отмечалась аналогичная динамика исследуемого показателя в разных группах: в первой и второй группах увеличение дистанции безболевого ходьбы не различалось ($p=0,64$), а в третьей группе исследуемая величина была достоверно меньше, чем во второй ($p=0,0001$).

В первой и второй группах увеличение дистанции безболевого ходьбы при обследовании через год после лечения было достоверно большим по отношению к результатам, полученным шестью месяцами ранее ($p=0,011$ и $p=0,009$ соответственно). В третьей группе отмечалось достоверное снижение указанного показателя при обследовании через год по сравнению с результатами, полученными через полгода ($p=0,03$).

**Контрольные показатели в обследуемых группах
через 6 и 12 месяцев после начала лечения (Me (LQ; UQ))**

| Показатели | Сроки обследования в отдаленном периоде | | | | | |
|--|---|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | через 6 месяцев | | | через 12 месяцев | | |
| | Первая группа | Вторая группа | Третья группа | Первая группа | Вторая группа | Третья группа |
| Увеличение дистанции безболевого ходьбы, м | 210 (200; 220) | 205 (195; 230) | 112,5 (95; 125) | 245 (235; 255) | 240 (210; 250) | 95 (85; 110) |
| Увеличение температуры нижней конечности, °С | 1,1 (0,9; 1,22) | 0,7 (0,5; 1,0) | 0,5 (0,25; 0,7) | 1,5 (1,2; 1,6) | 1,3 (1,1; 1,6) | 0,9 (0,3; 0,9) |
| Увеличение ЛПИ | 0,1 (0,06; 0,14) | 0,12 (0,05; 0,13) | 0,1 (0,05; 0,14) | 0,12 (0,08; 0,15) | 0,14 (0,07; 0,16) | 0,12 (0,06; 0,14) |
| Количество высоких ампутаций в группе | 0 | 1 | 5 | 0 | 2 | 6 |

Примечание: ЛПИ – лодыжечно-плечевой индекс.

При обследовании через 6 месяцев после начала лечения достигнутое в результате операции увеличение температуры нижней конечности прогрессивно снижалось по мере роста выраженности ее ишемии. Во второй обследуемой группе указанный показатель был достоверно меньше, чем в первой ($p=0,006$), а в третьей – меньше, чем во второй ($p=0,005$). При обследовании через 12 месяцев динамика исследуемого показателя в разных группах была несколько иной: в первой и второй группах увеличение кожной температуры конечности не различалось ($p=0,29$), а в третьей группе исследуемая величина была достоверно меньше, чем во второй ($p=0,0003$).

В первой и второй группах увеличение кожной температуры оперированной конечности при обследовании через год после лечения было достоверно большим по отношению к результатам, полученным шестью месяцами ранее ($p=0,008$ и $p=0,002$ соответственно). В третьей группе отмечалось отсутствие достоверных различий указанного показателя при обследовании через год по сравнению с результатами, полученными через полгода ($p=0,26$).

Во всех обследуемых группах статистически достоверных изменений ЛПИ не получено как через 6, так и через 12 месяцев после лечения.

В первой группе и через 6, и через 12 месяцев после лечения высоких ампутаций нижней конечности не выполнялось. Во второй группе через 6 месяцев после лечения была выполнена одна ампутация, что составило 3,7% от численности группы, через 12 месяцев – три (11,1%). В третьей обследуемой группе через 6 месяцев после лечения было выполнено 8 ампутаций конечности, что составило 40% от численности группы, через 12 месяцев – 15 (75%). Статистический анализ показал, что в первой и второй исследуемых группах за первый год наблюдений количество высоких

ампутаций не изменилось, при этом в третьей группе при осмотре через год после лечения оно достоверно увеличилось по отношению к результату, наблюдавшемуся шестью месяцами ранее ($p=0,03$). В третьей группе было достоверно больше выполнено высоких ампутаций конечности, чем во второй как при обследовании через 6 месяцев после лечения ($p=0,003$), так и через 12 месяцев ($p=0,0001$).

Обсуждение

В течение первого года после лечения у пациентов со степенью ишемии IIБ и III отмечалось увеличение дистанции безболевого ходьбы в сочетании с увеличением поверхностной температуры нижней конечности, что может быть объяснено улучшением кровообращения в ее мягких тканях, индуцированным оперативным вмешательством. Принимая во внимание отсутствие положительной динамики со стороны ЛПИ, можно заключить, что у пациентов этих групп улучшение кровообращения произошло преимущественно за счет усиления микроциркуляции при сохранении артериального притока по магистральным сосудам на прежнем дооперационном уровне. У пациентов с IV степенью ишемии за тот же период наблюдались противоположные тенденции: отсутствие роста кожной температуры сочеталось с достоверным снижением дистанции безболевого ходьбы. Полученные данные исследования показывают, что при IV степени ишемии конечности не удается индуцировать усиление микроциркуляции посредством туннелирования мягких тканей голени в сочетании с аутомиелотрансплантацией. По мнению отдельных авторов, недостаточная стимуляция ангиогенеза аспиратами костного мозга, полученными от пациентов с критической ишемией нижних конечностей на фоне облитерирующего атеросклероза, может быть

Harris KA, Fowkes FG. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *J Vasc Surg.* 2007 Jan;45 Suppl S:S5-67. doi: 10.1016/j.jvs.2006.12.037

9. Федянин СД, Коваленко АА, Камендровская АА, Полуянчик ЕА, Денисенко АГ. Реваскуляризирующая аутомиелотрансплантация в комплексном лечении диабетической ангиопатии нижних конечностей. *Вестн ВГМУ.* 2019;18(1):46-51. doi: <https://doi.org/10.22263/2312-4156.2019.1.46>

10. Maufus M, Sevestre-Pietri MA, Sessa C, Pignon B, Egelhofer H, Dupas S, Nguyen P, Genty C, Pernod G. Critical limb ischaemia and the response to bone marrow-derived cell therapy according to tcPO2 measurement. *Vasa.* 2017 Jan;46(1):23-28. doi: 10.1024/0301-1526/a000590

11. Ишенин ЮМ. Доктрина механического туннелирования. *Вестн Современ Клинической Медицины.* 2010;3(2):51-54. http://vskmjournl.org/images/Files/Issues_Archive/2010/Issue_2/VSKM_2010_N_2.pdf

12. Walter DH, Krankenberg H, Balzer JO, Kalka C, Baumgartner I, Schlüter M, Tonn T, Seeger F, Dimmeler S, Lindhoff-Last E, Zeiher AM. Intraarterial administration of bone marrow mononuclear cells in patients with critical limb ischemia: a randomized-start, placebo-controlled pilot trial (PROVASA). *Circ Cardiovasc Interv.* 2011 Feb 1;4(1):26-37. doi: 10.1161/Circinterventions.110.958348

REFERENCES

1. Dua A, Lee CJ. Epidemiology of peripheral arterial disease and critical limb ischemia. *Tech Vasc Interv Radiol.* 2016 Jun;19(2):91-95. doi: 10.1053/j.tvir.2016.04.001

2. Kharazov AF, Kalyev AO, Isaev AA. PAD prevalence in Russian Federation. *Khirurgiia. Zhurnim NI Pirogova.* 2016;(7):58-61. doi: 10.17116/hirurgia2016758-61 (In Russ.)

3. Belov YuV, Vinokurov IA. The concept of surgical treatment of critical limb ischemia. *Kardiologiya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiia.* 2015;8(5):9-13. doi: 10.17116/kardio2015859-13 (In Russ.)

4. Kinlay S. Management of critical limb ischemia. *Circ Cardiovasc Interv.* 2016 Feb;9(2):e001946. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.115.001946

5. Farber A, Eberhardt RT. The current state of critical limb ischemia: a systematic review. *JAMA Surg.* 2016 Nov 1;151(11):1070-77. doi: 10.1001/jamasurg.2016.2018

6. Aboyans V, Ricco JB, Bartelink MEL, Björck M, Brodmann M, Cohnert T, Collet JP, Czerny M,

De Carlo M, Debus S, Espinola-Klein C, Kahan T, Kownator S, Mazzolai L, Naylor AR, Roffi M, Rother J, Sprynger M, Tendera M, Tepe G, Venermo M, Vlachopoulos C, Desormais I, Document Reviewers, Widimsky P, Kolh P, Agewall S, Bueno H, Coca A, De Borst GJ, Delgado V, Dick F, Erol C, Ferrini M, Kakkos S, Katus HA, Knuuti J, Lindholt J, Mattle H, Pieniazek P, Piepoli MF, Scheinert D, Sievert H, Simpson I, Sulzenko J, Tamargo J, Tokgozoglu L, Torbicki A, Tsakountakis N, Tuññ J, de Ceniga MV, Windecker S, Zamorano JL. Editor's Choice – 2017 ESC Guidelines on the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases, in collaboration with the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2018 Mar;55(3):305-68. doi: 10.1016/j.ejvs.2017.07.018

7. Qadura M, Terenzi DC, Verma S, Al-Omran M, Hess DA. Concise review: cell therapy for critical limb ischemia: an integrated review of preclinical and clinical studies. *Stem Cells.* 2018 Feb;36(2):161-71. doi: 10.1002/stem.2751

8. Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, Nehler MR, Harris KA, Fowkes FG. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *J Vasc Surg.* 2007 Jan;45 Suppl S:S5-67. doi: 10.1016/j.jvs.2006.12.037

9. Fedzianin SD, Kovalenko AA, Kamiandrouskaya AA, Poluyanchik EA, Denisenko AG. Revascularizing automyelotransplantation in complex treatment for diabetic angiopathy of the lower limbs. *Vestn VGMU.* 2019;18(1):46-51. doi: <https://doi.org/10.22263/2312-4156.2019.1.46> (In Russ.)

10. Maufus M, Sevestre-Pietri MA, Sessa C, Pignon B, Egelhofer H, Dupas S, Nguyen P, Genty C, Pernod G. Critical limb ischaemia and the response to bone marrow-derived cell therapy according to tcPO2 measurement. *Vasa.* 2017 Jan;46(1):23-28. doi: 10.1024/0301-1526/a000590

11. Ishenin YM. Doctrine of mechanical tunneling. *Vestn Sovrem Klin Meditsiny* 2010;3(2):51-54. http://vskmjournl.org/images/Files/Issues_Archive/2010/Issue_2/VSKM_2010_N_2.pdf (In Russ.)

12. Walter DH, Krankenberg H, Balzer JO, Kalka C, Baumgartner I, Schlüter M, Tonn T, Seeger F, Dimmeler S, Lindhoff-Last E, Zeiher AM. Intraarterial administration of bone marrow mononuclear cells in patients with critical limb ischemia: a randomized-start, placebo-controlled pilot trial (PROVASA). *Circ Cardiovasc Interv.* 2011 Feb 1;4(1):26-37. doi: 10.1161/Circinterventions.110.958348

Адрес для корреспонденции

210027, Республика Беларусь,
г. Витебск, пр-т Фрунзе, д. 27,
Витебский государственный
медицинский университет,
кафедра общей хирургии,
тел.: +375 33 611-19-75,
e-mail: sergionik2014@gmail.com,
Ерошкин Сергей Николаевич

Сведения об авторах

Ерошкин Сергей Николаевич, к.м.н., доцент, доцент кафедры общей хирургии, Витебский государственный медицинский университет, г. Витебск, Республика Беларусь.

Address for correspondence

210027, The Republic of Belarus,
Vitebsk, Frunze Ave., 27,
Vitebsk State Medical University,
General Surgery Department.
Tel.: +375 33 611-19-75,
e-mail: sergionik2014@gmail.com,
Sergey N. Eroshkin

Information about the authors

Eroshkin Sergey N., PhD, Associate Professor of the General Surgery Department, Vitebsk State Medical University, Vitebsk, Republic of Belarus.
<https://orcid.org/0000-0003-3617-8719>

<https://orcid.org/0000-0003-3617-8719>

Фролов Леонид Анатольевич, к.м.н., доцент, заведующий кафедрой общей хирургии, Витебский государственный медицинский университет, г. Витебск, Республика Беларусь.

<http://orcid.org/0000-0003-3357-4409>

Ратомский Юрий Иванович, заведующий хирургическим отделением Витебской городской центральной клинической больницы, г. Витебск, Республика Беларусь.

<http://orcid.org/0000-0002-1175-3193>

Бобков Сергей Петрович, врач-ангиохирург отделения рентгенэндоваскулярной хирургии Витебской областной клинической больницы, г. Витебск, Республика Беларусь.

<http://orcid.org/0000-0001-6073-4629>

Цыплаков Константин Геннадиевич, заведующий проктологическим отделением Витебского областного клинического специализированного центра, г. Витебск, Республика Беларусь.

<http://orcid.org/0000-0001-7995-9019>

Чепик Кирилл Олегович, ассистент кафедры общей хирургии, Витебский государственный медицинский университет, г. Витебск, Республика Беларусь.

<http://orcid.org/0000-0001-8499-0248>

Информация о статье

Поступила 19 апреля 2019 г.

Принята в печать 7 октября 2019 г.

Доступна на сайте 31 декабря 2019 г.

Fralou Leanid A., PhD, Associate Professor, Head of the General Surgery Department, Vitebsk State Medical University, Vitebsk, Republic of Belarus.

<http://orcid.org/0000-0003-3357-4409>

Ratomski Yury I., Head of the Surgery Unit, Vitebsk Central City Clinical Hospital, Vitebsk, Republic of Belarus.

<http://orcid.org/0000-0002-1175-3193>

Babkov Siarhei P., Angiosurgeon of the Endovascular Surgery Unit, Vitebsk Regional Clinical Hospital, Vitebsk, Republic of Belarus.

<http://orcid.org/0000-0001-6073-4629>

Tsyplakov Konstantin G., Head of the Proctology Unit, Vitebsk Regional Clinical Specialized Centre, Vitebsk, Republic of Belarus.

<http://orcid.org/0000-0001-7995-9019>

Chepik Kiryl O., Assistant of the General Surgery Department, Vitebsk State Medical University, Vitebsk, Republic of Belarus.

<http://orcid.org/0000-0001-8499-0248>

Article history

Arrived: 19 April 2019

Accepted for publication: 07 October 2019

Available online: 31 December 2019