

УДК 616.13-089

DOI: 10.24884/1682-6655-2022-21-3-12-19

А. В. КЕБРЯКОВ¹, А. В. СВЕТЛИКОВ^{1, 2}, Т. Х. ГАМЗАТОВ¹,
 А. С. ШАПОВАЛОВ¹, Г. Г. ХУБУЛАВА³, В. А. КАЩЕНКО^{1, 2},
 В. А. РАТНИКОВ^{1, 2}

Изолированная пластика глубокой бедренной артерии в лечении больных с хронической ишемией нижних конечностей атеросклеротического генеза

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» Федерального медико-биологического агентства, Санкт-Петербург, Россия
 194291, Россия, Санкт-Петербург, пр. Культуры, д. 4

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия
 199034, Россия, Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7-9

³ Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия
 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6
 E-mail: kebriakov@gmail.com

Статья поступила в редакцию 23.05.22 г.; принята к печати 12.08.22 г.

Резюме

При хронической артериальной недостаточности нижних конечностей глубокая бедренная артерия играет существенную роль в компенсации кровообращения за счет развитых коллатеральных ветвей, которые в условиях окклюзированной поверхностной бедренной артерии берут на себя основную функцию в кровоснабжении всей конечности. Хирургическая пластика глубокой бедренной артерии, профундопластика, зарекомендовала себя как операция с результатами по долгосрочной проходимости, значительно превосходящие шунтирующие операции на бедренно-подколенно-берцовом сегменте, а также эндоваскулярные операции. Однако клиническая эффективность изолированной пластики глубокой бедренной артерии, в особенности в случае критической ишемии, зачастую ставится под сомнение. На данный момент нет инструментальных методов, позволяющих предоперационно достоверно оценить качество коллатералей в бассейне глубокой бедренной артерии. В статье представлен обзор литературных данных о способах улучшения эффективности профундопластики путем различных технических модификаций, представлена роль баллонной ангиопластики и стентирования глубокой бедренной артерии, описаны существующие методы предоперационной оценки эффективности изолированной профундопластики.

Ключевые слова: облитерирующий атеросклероз сосудов нижних конечностей, хроническая ишемия нижних конечностей, глубокая бедренная артерия, профундопластика, баллонная ангиопластика

Для цитирования: Кебряков А. В., Светликов А. В., Гамзатов Т. Х., Шаповалов А. С., Хубулава Г. Г., Кащенко В. А., Ратников В. А. Изолированная пластика глубокой бедренной артерии в лечении больных с хронической ишемией нижних конечностей атеросклеротического генеза. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2022;21(3):12–19. Doi: 10.24884/1682-6655-2022-21-3-12-19.

UDC 616.13-089

DOI: 10.24884/1682-6655-2022-21-3-12-19

A. V. KEBRIAKOV¹, A. V. SVETLIKOV^{1, 2}, T. Kh. GAMZATOV¹,
 A. S. SHAPOVALOV¹, G. G. KHUBULAVA³,
 V. A. KASHCHENKO^{1, 2}, V. A. RATNIKOV^{1, 2}

Isolated deep femoral artery plasty in the management of peripheral arterial disease

¹ North-Western district scientific and clinical center named after L. G. Sokolov Federal Medical and Biological Agency, Saint Petersburg, Russia
 4, Kultury str., Saint Petersburg, Russia, 194291

² Saint-Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia
 7-9, Universitetskaya nab., Saint Petersburg, Russia, 199034

³ Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia
 6, Akademika Lebedeva str., Saint Petersburg, Russia, 194044
 E-mail: kebriakov@gmail.com

Received 23.05.22; accepted 12.08.22

Summary

In chronic lower limb ischemia, the deep femoral artery plays a significant role in compensating for blood circulation due to the developed collateral branches providing the blood supply to the entire limb when a superficial femoral artery occluded.

Surgical plasty of the deep femoral artery, profundaplasty, has been established as a technique having long-term patency results, significantly superior to bypass operations on the femoral-popliteal-tibial segment, as well as endovascular operations. However, the clinical effectiveness of isolated deep femoral artery is often questioned, especially in patients with critical ischemia. Nowadays there are no instrumental methods to reliably assess the quality of collaterals preoperatively. The article provides an overview of published data concerning different methods of profundaplasty improving effectiveness of surgical strategy through various technical modifications. Also it is introduced the role of the plain balloon angioplasty and stenting of the deep femoral artery. It also describes existing methods for isolated profundaplasty effectiveness preoperative evaluation.

Keywords: *peripheral atherosclerosis, chronic lower limb ischemia, deep femoral artery, profundaplasty, plain balloon angioplasty*

For citation: *Кебриakov A. V., Svetlikov A. V., Gamzatov T. Kh., Shapovalov A. S., Khubulava G. G., Kashchenko V. A., Ratnikov V. A. Isolated deep femoral artery plasty in the management of peripheral arterial disease. Regional hemodynamics and microcirculation. 2022;21(3):12–19. Doi: 10.24884/1682-6655-2022-21-3-12-19.*

Введение

Периферический атеросклероз – широко распространенное заболевание, которое с течением времени охватывает все большее число людей. За последнее десятилетие число пациентов с заболеванием периферических артерий (ЗПА) увеличилось примерно на 13 % в развитых странах [1]. Облитерирующий атеросклероз артерий нижних конечностей (ОАСНК) занимает одно из ведущих мест по распространенности среди ЗПА и в настоящее время является одной из наиболее актуальных проблем среди хирургических методов лечения сосудистых заболеваний [2]. В 2018 г. в России выполнено более 30 000 операций на аортоподвздошном сегменте и артериях нижних конечностей, что примерно на 30 % больше, чем в 2014 г. [3]. Аналогичная тенденция характерна также для США и стран Европы [1].

Однако результаты лечения больных с хронической артериальной недостаточностью нижних конечностей (ХАН) нельзя назвать удовлетворительными [1]. Смертность после ампутации увеличивается с каждым годом и через 2 года может достигать 50 % [4]. Требуется оптимизация лечебной тактики и поиск новых хирургических методов лечения, снижающих риск ампутации и повышающих качество и продолжительность жизни больных.

Окклюзия поверхностной бедренной артерии (ПБА) встречается до 50 % среди всех поражений артерий других локализаций в нижних конечностях [5]. При окклюзионном типе поражения жизнеспособность конечности зависит от коллатерального кровообращения и степени его развития. По мнению ряда авторов [5], ключевое значение в коллатеральном кровообращении в нижней конечности имеет функциональное состояние глубокой бедренной артерии (ГБА). Атеросклеротическое поражение ГБА в сочетании с окклюзионным поражением на любом из уровней подвздошно-бедренно-подколенно-берцового сегментов сопровождается декомпенсацией кровообращения [6]. Напротив, сохранение интактной ГБА во многих случаях определяет меньшую выраженность симптомов ишемии и сохранение функции конечности [6].

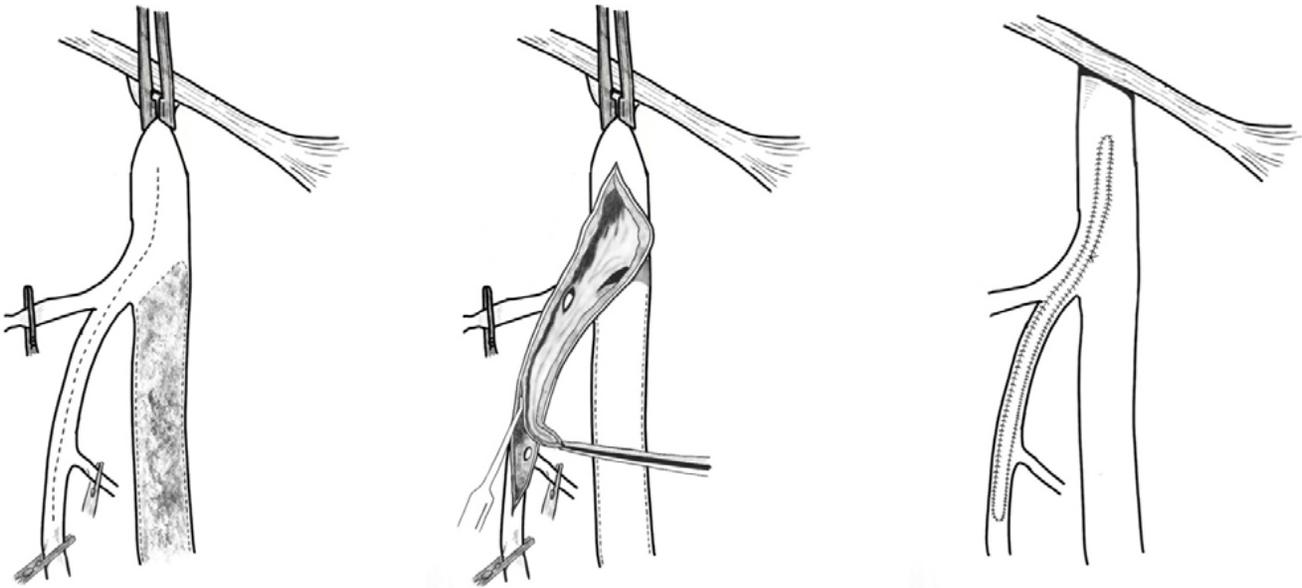
Хирургическое лечение ГБА в настоящее время является общепринятым методом лечения ишемии нижних конечностей. Однако роль операций на ГБА при реваскуляризации нижних конечностей до конца не определена, и нет четких показаний к их выполнению [7–9]. К концу XX в. в связи с развити-

ем чрескожных эндоваскулярных методов лечения, внимание мирового сообщества сосудистых хирургов переключилось на методы эндоваскулярного и гибридного восстановления кровотока через бедренно-подколенный сегмент. В литературе недостаточно данных для включения в рекомендации атеросклеротическое поражение ГБА и методы их коррекции, определения четкого места профундопластики в сосудистой хирургии [10].

Цель статьи – представить обзор литературных данных о способах улучшения эффективности профундопластики путем различных технических модификаций, осветить роль баллонной ангиопластики и стентирования глубокой бедренной артерии, описать существующие методы предоперационной оценки эффективности изолированной профундопластики.

Со второй половины XX в. было предложено несколько различных методов устранения поражений ГБА. Наиболее распространенным и эффективным методом хирургии ГБА остается профундопластика – эндартерэктомия ГБА с переходом на общую бедренную артерию (ОБА) с пластикой аутовенозной заплатой. Профундопластика может выполняться и как самостоятельная операция, и в сочетании с реваскуляризацией аортоподвздошного, бедренно-подколенного и подколенно-берцового сегментов. В литературе профундопластику, выполненную как самостоятельную операцию, называют «изолированной профундопластикой» [11–13].

Первая тромбэндартерэктомия ГБА была выполнена 23 июля 1953 г. американским сосудистым хирургом N. Freeman в больнице Сан-Франциско [14]. Пациентка 59 лет с диабетом поступила с жалобами на перемежающуюся хромоту, боль в покое и онемение стопы. После операции боль в покое полностью купировалась, а перемежающаяся хромота больше не беспокоила. Больная умерла в 1980 г. от острой цереброваскулярной недостаточности [14]. F. Leeds был близким коллегой N. Freeman, впоследствии он задокументировал этот клинический случай и вместе с R. Gilfillan написал в 1961 г. первую статью о значении ГБА в купировании ишемии конечностей [15]. В лондонском госпитале P. Martin поддерживал связь с F. Leeds по переписке и с энтузиазмом воспринял описанное им клиническое наблюдение. В последующем он с группой коллег активно занимался вопросами изолированной реваскуляризации конеч-



Техника профундопластики, предложенная P. Martin в 1968 г. (авторский рисунок)
 Profundaplasty technique proposed by P. Martin in 1968 (author's figure)

ности через ГБА, ее значения в купировании ишемии конечности, методов оценки гемодинамики в периоперационном периоде [11]. Считается, что именно P. Martin et al. впервые подробно описали методику эндартерэктомии с аутовенозной пластикой ОБА и ГБА в том виде, в каком она принята в настоящее время, и подтвердили ее эффективность [11].

Согласно методике, предложенной в 1968 г. P. Martin et al., выполняется артериотомия ОБА с переходом на ГБА до уровня окончания атеросклеротического поражения, после чего выполняется прямая эндартерэктомия, а затем в артериотомическое отверстие вшивается аутовенозная заплатка. Этот метод приобрел наибольшую популярность и получил множество названий, например: профундопластика по типу «хоккейной клюшки», «банана» или «бумеранга» (рисунок) [16].

Среди других модификаций следует выделить методику расширенной профундопластики, предложенную R. Berguer и L. Cotton в 1973 г., а затем модифицированную L. Cotton и V. Roberts в 1975 г. По мнению авторов, атеросклеротический процесс в ГБА чаще распространяется дистальнее устья и проксимальной части ГБА, что иногда трудно распознать на ангиограммах [17]. Авторы предлагают выполнять эндартерэктомию и пластику ГБА примерно в 5–15 см от уровня отхождения [17, 18]. В зависимости от длины профундопластику принято подразделять на короткую (менее 2 см); стандартную (менее 8 см или дистальнее отхождения латеральной артерии, огибающей бедренную кость, до уровня начала первой перфорантной ветви); и расширенную (более 8 см или дистальнее первой перфорантной ветви) [11]. Последующая модификация отличается от оригинала тем, что этап эндартерэктомии ГБА не выполняется, что объясняется отсутствием в данном случае риска расслоения дистального края интимы и последующих осложнений [18]. Кроме того, это значительно облегчает и ускоряет непосредственно саму операцию [18].

Среди материала для заплатки, помимо аутоветны, может быть использован синтетический материал или собственная стенка ПБА. Однако синтетическая заплатка может стать следствием инфекционных осложнений в послеоперационном периоде [19]. Кроме того, результаты долгосрочной проходимости хуже при использовании синтетического материала [19]. По данным ряда авторов [20], использование аутогенной стенки ПБА в качестве материала для заплатки после выполненной из нее эндартерэктомии обеспечивает результаты проходимости оперированного сегмента, аналогичные результатам при использовании аутовенозного материала. Более того, при таком подходе можно сохранить большую подкожную вену (БПВ) для возможных хирургических вмешательств в будущем. Однако использование ПБА в качестве материала пластического заплатки связано с необходимостью пересечения ПБА, что исключает возможность проведения эндоваскулярных операций на этой артерии для восстановления ее проходимости в последующем. Таким образом, использование аутоветны в качестве заплатки в настоящее время остается методом выбора [12, 19]. В последнее десятилетие возросла популярность аллогенных трансплантатов, в частности, бычьего перикарда. Отмечается относительно низкий риск инфекционных осложнений (2%), при этом возможно сохранение БПВ [21].

Профундопластика в настоящее время остается «золотым стандартом» среди реконструктивных операций на ГБА. Однако для пациентов с высоким хирургическим риском методом выбора может быть эндоваскулярное лечение ГБА – баллонная ангиопластика (БАП) или стентирование [21–23]. В эту группу входят пациенты с выраженным рубцовым процессом в паховой области, когда оперативный доступ может быть затруднен и связан с высоким риском развития инфекционных осложнений (после многократных предшествующих оперативных вмешательств, часто осложненных инфекционным процессом; после курсов лучевой терапии) [16, 22, 24].

К этой же категории относятся пациенты с высоким операционным риском, когда профундопластика или шунтирование противопоказаны из-за тяжелых сопутствующих заболеваний, в том числе кардиологического профиля [22].

К. Donas et al. [22] выполняли БАП ГБА по методике «cross-over» с доступом через контралатеральную ОБА. Авторы отмечают 100 %-й технический успех и приемлемые результаты в среднесрочном периоде наблюдения. Показанием к операции было наличие стеноза ГБА более 50 %. При этом уровень поражения ГБА от начала до первой перфорантной ветви расценивали как проксимальный, а между первой и второй перфорантными ветвями интерпретировали как средний уровень поражения. В качестве баллонных катетеров в исследовании использовали комплаентные баллонные катетеры без лекарственного покрытия диаметром от 3 до 6 мм и длиной 40–150 мм.

Значение стентирования ГБА в увеличении отдаленной проходимости после БАП ГБА не изучено. Имплантация стента в ГБА может существенно осложнить возможные последующие открытые оперативные вмешательства на ГБА. К. Donas et al. [22] в своем исследовании выполняли стентирование ГБА при возникновении гемодинамически значимой диссекции интимы ГБА после БАП, что имело место в 3 случаях из 15 выполненных БАП. При этом использовали саморасширяющиеся нитиноловые стенты диаметром 4 и 6 мм и длиной от 40 до 80 мм [22]. За период наблюдения у 1 из пациентов возникла деформация стента с тромбозом ГБА, установленного в проксимальном отделе. Вероятно, это осложнение возникло из-за расположения стента в месте сгибания бедра. По этой же причине многие хирурги отказываются от стентирования ГБА. Однако предполагается, что у большинства пациентов точка сгибания бедра расположена проксимальнее, ближе к наружной подвздошной артерии [22].

Эффективность профундопластики не подвергается сомнению при ХАН на стадии перемежающейся хромоты [25]. Клиническое улучшение отмечается в среднем более чем в 70 % случаев, независимо от состояния коллатерального кровотока и дистального оттока [7, 18, 20].

Однако результаты операции по поводу хронической ишемии, угрожающей потерей конечности (ХИУПК) противоречивы [26, 27]. Н. Savolainen [28] отмечает, что в его исследовании не было ни одного случая заживления трофических изменений после выполнения профундопластики. D. Rollins et al. [11], напротив, отмечали высокую эффективность профундопластики при наличии трофических язв (заживление в 53 % случаев), в то время как заживление некрозов отмечено только в 35 % случаев. К. Ouriel et al. [29] опубликовали результаты, согласно которым, пациентам после профундопластики с трофическими изменениями удалось избежать ампутации в 80 % случаев, а с болью в покое – в 82 % случаев.

Несмотря на неоднозначный клинический результат, проходимость реконструированной ГБА в отдаленном послеоперационном периоде в несколько раз выше, чем проходимость дистального шунта, а так-

же бедренно-подколенного шунта после повторных реконструкций [9, 30–32]. Сообщается о первичной проходимости после эндартерэктомии ОБА и ГБА с аутовенозной пластикой более 95 % в течение 5 лет [33]. При этом летальность в послеоперационном периоде составляет до 1 % [34]. Первичная проходимость дистального аутовенозного шунта, по данным литературы, снижается до 63 %, а в некоторых исследованиях – до 29 % в течение 5 лет [35]. Хотя шанс сохранения конечности при шунтировании намного выше и может достигать 97 % в течение 5 лет, из-за повторных вмешательств, которые требуются при ретромбозах шунта, общая 5-летняя выживаемость составляет около 50 % [35]. Отдаленная выживаемость после изолированной профундопластики выше и составляет около 77 % в течение 5 лет [34]. Кроме того, хирургический риск сравнительно выше после шунтирования и составляет более 2 % [34]. Аутовенозное бедренно-подколенное шунтирование, по сравнению с дистальным шунтированием, имеет лучшие результаты по проходимости, но часто у больных с ХИУПК бедренно-подколенный сегмент непригоден для дистального анастомоза. Эндovasкулярное лечение связано с более низкими периоперационными рисками, но результаты в отношении долгосрочной проходимости уступают хирургическому лечению, требуя повторных вмешательств и ставя под угрозу сохранение конечности [36].

В литературе сведения о роли эндovasкулярного лечения больных с атеросклеротическим поражением ГБА немногочисленны и противоречивы [22]. Согласно многочисленным сообщениям, БАП ГБА оказалась операцией с высоким техническим успехом (90–100 %) и низким риском осложнений [22]. В периоперационном периоде не описано ни одного случая тяжелого осложнения, в том числе жизнеугрожающего кровотечения, инфаркта миокарда или летального исхода, а среди малых осложнений наиболее частым является гематома на стороне пункционного доступа (6–20 %), которая, как правило, разрешается консервативно [37, 38].

Результаты после БАП ГБА в раннем послеоперационном периоде сопоставимы с таковыми после профундопластики [37]. Однако отдаленная проходимость оперированного сегмента уступает результатам хирургической профундопластики. В исследовании К. Donas et al. [22] первичная и вторичная проходимость после БАП ГБА в течение 3 лет составила 80 и 86,7 % соответственно. При этом рестеноз до 50 % отмечен у 13,3 % больных по данным контрольного дуплексного сканирования в течение первых 24 месяцев [22]. В настоящее время нет исследований по использованию баллонных катетеров с лекарственным покрытием для БАП ГБА.

В нескольких исследованиях сообщается, что БАП ГБА является безопасным и эффективным методом лечения ХАН, в том числе ХИУПК [38]. К. Donas сообщает о заживлении малых трофических язв в 93,3 % случаев после БАП ГБА при средней продолжительности наблюдения 29,2 месяца [1]. J. Silva et al. [38] удалось сохранить конечность в 94 % случаев после выполнения БАП ГБА. Напротив, по данным

исследования P. Dick et al. [39], БАП ГБА не приводит ни к гемодинамическому, ни к клиническому улучшению при ХИУПК с трофическими нарушениями, но операция может быть эффективной при наличии боли в покое.

Обсуждение

В настоящее время отсутствуют достоверные критерии, по которым можно было бы прогнозировать эффективность профундопластики, особенно у больных с ХИУПК.

R. Malgor et al. [34] представили многофакторный анализ, который показал достоверную взаимосвязь между категорией ХАН по классификации R. Rutherford, классификации TASC II и клиническим исходом после профундопластики. Наиболее значимыми предикторами потери конечности или повторного вмешательства были 5-я категория ХАН (с малыми трофическими изменениями) с поражениями TASC D и 6-я стадия ХАН (с большими трофическими изменениями) независимо от поражения TASC. Напротив, у пациентов с 5-й категорией ХАН и поражениями TASC от А до С изолированная профундопластика может быть клинически эффективна.

Ангиографическое исследование коллатерального сообщения ветвей ГБА с артериями подколенного и берцового сегментов имеет одно из решающих значений для прогнозирования эффективности профундопластики. J. Fernandes et al. [40] обнаружили прямую корреляцию между хорошим сообщением и успешным клиническим исходом. С. Anderson et al. [41] указали, что для успешной реваскуляризации необходимо наличие проходимой большой нисходящей ветви ГБА, которая анастомозирует с коленачатой ветвью подколенной артерии (ПкА). R. Stoney отметил, что повреждение коллатеральных ветвей проксимальнее уровня проходимой ПкА связано с неблагоприятным клиническим исходом после профундопластики [42]. R. Mitchell et al. [12] отметили, что облитерирующее поражение коллатеральных ветвей ГБА на любом из уровней (дистальный отдел ГБА, средний отдел бедра, геникулярная область) имеет неблагоприятное прогностическое значение, а наличие ангиографических признаков непораженной коллатеральной системы ГБА является предиктором благоприятного клинического исхода после профундопластики в 90 % случаев. W. Morris-Jones и С. Jones [43] выявили наиболее достоверную разницу в качестве коллатералей ГБА на бедре между ангиограммами пациентов с перемежающейся хромотой и ХИУПК. Анатомические характеристики ГБА могут также влиять и на долгосрочную проходимость после операций на подвздошно-бедренном сегменте. Как известно из закона Хагена – Пуазейля, поток и сопротивление зависят от длины и диаметра. Таким образом, чем больше ветвей имеет ГБА, тем меньше сопротивление для кровотока и лучше отток. В исследовании N. Balasundaram et al. [44] наличие у ГБА более пяти ветвей диаметром более 2 мм явилось независимым статистически достоверным предиктором долгосрочной проходимости после операций на подвздошно-бедренном сегменте, в том числе и после

феморопрофундопластики. Для оценки состояния артериального русла МСКТ-ангиография в настоящее время отодвинула прямую рентгеноконтрастную ангиографию с позиции «золотого стандарта», за исключением случаев, когда у пациента имеются противопоказания для проведения МСКТ, к которым относятся аллергическая реакция на йодсодержащие препараты, почечная недостаточность [45].

По данным ряда авторов [12], статус ПкА коррелирует с результатами после профундопластики. L. Cotton и V. Roberts установили положительный клинический эффект после операции в 87 % случаев при проходимой ПкА, в то время как при окклюзированной или критически стенозированной ПкА операция сопровождалась клиническим успехом только в 33 % случаев [29]. T. David и A. Drezner [42] выявили менее резкое значение проходимой ПкА для положительного результата после профундопластики, сообщив о клиническом улучшении в 93 % случаев при проходимой ПкА и в 72 % при окклюзированной ПкА.

R. Fugger et al. [46] не обнаружили взаимосвязи между проходимой ПкА и эффективностью профундопластики, но количество проходимых большеберцовых артерий показало прогностическое значение. W. Morris-Jones и С. Jones получили прямо пропорциональные результаты в зависимости от количества проходимых артерий в голени [43]. K. Miksic и V. Novak [21] выявили тесную взаимосвязь между, как минимум, одной проходимой большеберцовой артерией и положительным клиническим эффектом после профундопластики. K. Varty et al. [37] определили балльную систему градаций от 0 до 6 баллов для оценки русла оттока на голени, где каждой большеберцовой артерии было присвоено следующее число баллов: полностью проходима – 2 балла; с поражениями, но проходимыми – 1 балл; окклюзия – 0 баллов. Авторы пришли к выводу, что эта оценочная шкала является более чувствительным предиктором клинического исхода, чем наличие проходимой ПкА [37]. По результатам исследования, во всех случаях отсутствия клинического улучшения после восстановления проходимости ГБА максимальный балл составил 15. В то же время при наличии одной проходимой большеберцовой артерии клиническое улучшение было достигнуто в 77 % случаев [37]. В исследовании K. Donas et al. [22] заживление трофических язв было достигнуто у 5 из 6 пациентов, при этом среднее число проходимых большеберцовых артерий в исследовании составило 1,8.

R. Mitchell et al. [12] определили следующие предикторы клинически успешной профундопластики на основании ангиографических признаков: 1) минимальное окклюзионное поражение дистального отдела ГБА; 2) хорошо развитое коллатеральное кровообращение; 3) минимальное окклюзионное поражение большеберцовых артерий. Другие авторы [12] выделяют среди ангиографических критериев оценки оттока подколенного и берцового сегментов следующие градации: 1) хорошее – проходимы ПкА и две или три большеберцовые артерии; 2) средняя – проходимы ПкА и одна большеберцовая артерия; 3) плохой – окклюзия или стеноз ПкА более 75 %.

Установлено, что измерение лодыжечно-плечевого индекса (ЛПИ) в предоперационном периоде не имеет значимого прогностического значения для оценки эффективности профундопластики, поскольку отражает суммарное сопротивление кровотоку в конечности, вызванное обструктивным поражением, не определяя локализацию уровня окклюзии [7, 15]. Однако имеются данные о прогностически благоприятном исходе профундопластики при таких гемодинамических параметрах, как лодыжечное систолическое давление выше 40 мм рт. ст. и ЛПИ более 0,25 в состоянии покоя [12]. ЛПИ часто не увеличивается в раннем послеоперационном периоде, что не всегда отражает клинический исход [13]. По некоторым данным, ЛПИ в раннем послеоперационном периоде повышался в 45 % случаев [7]. Увеличение ЛПИ в послеоперационном периоде значимо коррелирует с клиническим улучшением после операции [7]. Как правило, ЛПИ увеличивается на 0,10–0,015 у пациентов с положительным клиническим эффектом после профундопластики [11, 12]. По данным С. Voren et al. [20], повышение ЛПИ более 0,10 в раннем послеоперационном периоде наблюдалось у 69 % больных с клиническим улучшением.

Величина сегментарного давления является одним из предикторов эффективности профундопластики, поскольку позволяет определить локализацию и протяженность обструктивного поражения и, таким образом, дает представление о резистентности коллатералей на каждом из уровней [7]. Сегментарное давление измеряется на уровне лодыжек, выше и ниже коленного сустава и в проксимальном отделе бедра [11]. С. Voren et al. [20] рассчитали несколько индексов, основанных на соотношениях показателей сегментарного давления на каждом из уровней. Индекс подколенного градиента, позже переименованный в глубокобедренно-подколенный коллатеральный индекс (ГБПКИ), отражает фракционное падение давления на уровне коленного сустава и рассчитывается по формуле: $(ВК-НК)/ВК$, где ВК – давление выше колена; а НК – давление ниже колена. ГБПКИ оказался наиболее значимым предиктором сохранения конечности в послеоперационном периоде – чем выше показатель, тем меньше вероятность клинического успеха после профундопластики. Таким образом, слабо представленные коленные коллатерали связаны с высоким сопротивлением кровотоку, что, как следствие, выражается в сильном перепаде давления выше и ниже колена и высоких значениях ГБПКИ [20]. В группе пациентов с клиническим улучшением после профундопластики среднее значение ГБПКИ составило 0,18 по сравнению с группой, в которой операция не спасла конечность, где среднее значение ГБПКИ составило 0,46. Однако следует отметить, что в данном исследовании эта корреляция была статистически значимой только в группе с комбинированным восстановлением подвздошного сегмента, в отличие от группы, где выполнялась изолированная профундопластика [20]. В исследовании D. Rollins et al. [11] ГБПКИ был предиктором сохранения конечности в 10 (91 %) из 11 случаев, если его значение было меньше 0,19. При этом значение индекса коррели-

ровало с показаниями к операции. Некоторые авторы руководствовались ГБПКИ при отборе пациентов для профундопластики, считая среднее значение 0,3 хорошим предиктором адекватного коллатерального сообщения ГБА и артерий голени [22]. ГБПКИ был предложен почти 40 лет назад как предиктор эффективности профундопластики, но не был адаптирован для широкого использования.

Заключение

Основной проблемой, с которой приходится сталкиваться при выборе профундопластики как метода изолированной реваскуляризации конечности, является непредсказуемая эффективность вмешательства, особенно у пациентов с трофическими изменениями. Несмотря на многочисленные сообщения в литературе об эффективности изолированной профундопластики, место этого вида операции в лечении ХИНК до сих пор не определено. Однако изолированная профундопластика имеет явные преимущества перед шунтированием или эндоваскулярными операциями с точки зрения долгосрочной проходимости, сохранения конечности и выживаемости. Поэтому важно определить четкие показания к выполнению профундопластики, провести правильный отбор больных путем поиска и разработки методов оценки качества коллатералей в конечности, разработать новые методики профундопластики для улучшения результатов операции.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Литература / References

1. Spoden M, Nimptsch U, Mansky T. Amputation rates of the lower limb by amputation level - observational study using German national hospital discharge data from 2005 to 2015 // *BMC Health Serv Res*. 2019;19(1):8. Doi:10.1186/s12913-018-3759-5.
2. Светликов А. В., Ишпулаева Л. Э. Современная стратегия улучшения отдаленных результатов хирургического лечения заболеваний периферических артерий // *Ангиология и сосудистая хирургия*. – 2020. – Т. 26, № 4. – С. 23–31. [Svetlikov AV, Ishpulaeva LE. Modern strategy to improve remote results of surgical treatment of peripheral artery disease. *Angiol Sosud Khir*. 2020;26(4):23–31. (In Russ.)]. Doi: 10.33529/ANGIO2020423.
3. Покровский А. В., Головюк А. Л. Состояние сосудистой хирургии в Российской Федерации в 2018 году // *Ангиология и сосуд. хир. Прил.* – 2019. – Т. 25, № 2. – С. 29–33. [Pokrovskij AV, Golovyuk AL. Sostoyanie sosudistoj khirurgii v Rossijskoj Federacii v 2018 godu // *Angiologiya i sosud. hhir*. Pril. 2019;25(2):29–33. (In Russ.)].
4. Pell J, Stonebridge P. Association between age and survival following major amputation. *The Scottish Vascular Audit Group // Eur J Vasc Endovasc Surg*. 1999;17(2):166–169. Doi: 10.1053/ejvs.1998.0754.
5. Hepp W, Kogel H. *Gefaesschirurgie*. Munich: Urban Fischer; 2001.
6. Rollins DL, Towne JB, Bernhard VM, Baum PL. Endarterectomized superficial femoral artery as an arterial patch // *Arch Surg*. 1985;120(3):367–369. Doi: 10.1001/archsurg.1985.01390270105018.

7. Thomas MH, Quick CR, Cotton LT. Doppler ultrasound in the functional assessment of extended deep femoral angioplasty // *Br J Surg*. 1977;64(5):368–370. Doi: 10.1002/bjs.1800640520.
8. Elsharkawi M, Elkassaby M, McVeigh N, Dowdall J, Barry M, Sheehan S. Clinical outcomes from profundoplasty performed as a sole procedure for revascularization in critically ischaemic limbs // *Vascular*. 2021;29(3):396–403. Doi: 10.1177/1708538120963901.
9. Гавриленко А. В., Котов А. Е., Лепшоков М. К., Мамедова Н. М. Значение глубокой артерии бедра при повторных реконструкциях // *Ангиология и сосуд. хир.* – 2020. – Т. 26, № 4. – С. 98–107. [Gavrilenko AV, Kotov AE, Lepshokov MK, Mamedova NM. [Significance of the deep femoral artery in repeat reconstructions. *Angiol Sosud Khir*. 2020;26(4):98–107. (In Russ.)]. Doi: 10.33529/ANGIO2020403.
10. Savolainen H, Hansen A, Diehm N, Baumgartner I, Dick F, Heller G, Gahl B, Schmidli J. Small is beautiful: why profundoplasty should not be forgotten // *World J Surg*. 2007;31(10):2058–2061. Doi: 10.1007/s00268-007-9188-y.
11. Rollins DL, Towne JB, Bernhard VM, Baum PL. Isolated profundoplasty for limb salvage // *J Vasc Surg*. 1985;2(4):585–590. Doi: 10.1067/mva.1985.avs0020585.
12. Mitchell RA, Bone GE, Bridges R, Pomajzl MJ, Fry WJ. Patient selection for isolated profundoplasty. Arteriographic correlates of operative results // *Am J Surg*. 1979;138(6):912–919. Doi: 10.1016/0002-9610(79)90321-0.
13. Kalman PG, Johnston KW, Walker PM. The current role of isolated profundoplasty // *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 1990;31(1):107–111.
14. Yao JS. The first operation on the profunda femoris artery // *J Vasc Surg*. 2010;52(4):1101–1102. Doi: 10.1016/j.jvs.2010.05.017.
15. Leeds FH, Gilfillan RS. Importance of profunda femoris artery in the revascularization of the ischemic limb // *Arch Surg*. 1961;(82):25–31. Doi: 10.1001/archsurg.1961.01300070029004.
16. Merlini MP, van Dongen RJAM, Dusmet M. *Surgery of the Deep Femoral Artery*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 1994.
17. Berguer R, Cotton LT, Sabri S. Extended deep femoral angioplasty // *Br Med J*. 1973;1(5851):469–471. Doi: 10.1136/bmj.1.5851.469.
18. Cotton LT, Roberts VC. Extended deep femoral angioplasty: an alternative to femoropopliteal bypass // *Br J Surg*. 1975;62(5):340–343. Doi: 10.1002/bjs.1800620503.
19. Feldhaus RJ, Sterpetti AV, Schultz RD, Peetz DJ Jr. A technique for profunda femoris artery reconstruction. Hemodynamic assessment and functional results // *Ann Surg*. 1986;203(4):390–398. Doi: 10.1097/0000658-198604000-00009.
20. Boren CH, Towne JB, Bernhard VM, Salles-Cunha S. Profundopopliteal collateral index. A guide to successful profundoplasty // *Arch Surg*. 1980;115(11):1366–1372. Doi: 10.1001/archsurg.1980.01380110098015.
21. Miksic K, Novak B. Profunda femoris revascularization in limb salvage // *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 1986;27(5):544–552.
22. Donas KP, Pitoulis GA, Schwindt A, Schulte S, Camci M, Schlabach R, Torsello G. Endovascular treatment of profunda femoris artery obstructive disease: nonsense or useful tool in selected cases? // *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2010;39(3):308–313. Doi: 10.1016/j.ejvs.2009.10.008.
23. Georgakarakos E, Tasopoulou KM, Koutsoumpelis A, Georgiadis GS. The Importance of Profunda Femoris Artery Justifies Further the Endovascular Approach in Critical Limb Ischemia. // *Ann Vasc Surg*. 2018;(49):318–319. Doi: 10.1016/j.avsg.2017.11.048.
24. Bath J, Avgerinos E. A pooled analysis of common femoral and profunda femoris endovascular interventions. *Vascular*. 2016;24(4):404–413. Doi: 10.1177/1708538115604929.
25. Гавриленко А. В., Аль-Юсеф Н. Н., Ван Сяочэнь и др. Профундопластика в лечении больных с хронической ишемией нижних конечностей // *Ангиология и сосуд. хир.* – 2019. – Т. 25, № 3. – С. 122–127. [Gavrilenko AV, Al-Yousef NN, Xiaochen W, Mamedova NM, Ananieva MV, Rui L. Profundoplasty in treatment of patients with chronic lower limb ischaemia // *Angiol Sosud Khir*. 2019;25(3):122–127. (In Russ.)]. Doi: 10.33529/ANGIO2019308.
26. Elsharkawi M, Elkassaby M, McVeigh N, Dowdall J, Barry M, Sheehan S. Clinical outcomes from profundoplasty performed as a sole procedure for revascularization in critically ischaemic limbs // *Vascular*. 2021;29(3):396–403. Doi: 10.1177/1708538120963901.
27. Mouawad NJ. Is isolated profundoplasty enough in critical limb ischemia // *Vascular*. 2022;30(1):183–184. Doi: 10.1177/1708538121991265.
28. Koscielny A, Pütz U, Willinek W, Hirner A, Mommertz G. Case-control comparison of profundoplasty and femoropopliteal supragenicular bypass for peripheral arterial disease // *Br J Surg*. 2010;97(3):344–348. Doi: 10.1002/bjs.6876.
29. Ouriel K, DeWeese JA, Ricotta JJ, Green RM. Revascularization of the distal profunda femoris artery in the reconstructive treatment of aortoiliac occlusive disease // *J Vasc Surg*. 1987;6(3):217–220. PMID: 3625878.
30. Гавриленко А. В., Котов А. Е., Лепшоков М. К. Результаты профундопластики у пациентов с критической ишемией нижних конечностей // *ХИРУРГИЯ*. – 2017, № 9. – С. 17–22. [Gavrilenko AV, Kotov AE, Lepshokov MK. The results of profundoplasty in patients with critical ischemia of lower extremities. *Khirurgiia (Mosk)*. 2017;(9):17–22. (In Russ.)]. Doi: 10.17116/hirurgia2017917-22.
31. Бокерия Л. А., Аракелян В. С., Папिताшвили В. Г., Цурицумия Ш. Ш. Результаты изолированной профундопластики в сравнении с дистальным шунтированием у больных с сахарным диабетом и трофическими язвами // *Кубан. науч. мед. вестн.* – 2020. – Т. 27, № 2. – С. 38–48. [Bokeria LA, Arakelyan VS, Papitashvili VG, Tzurtzumia SS. Comparative results of isolated profundoplasty and distal bypass surgery in patients with diabetes mellitus and trophic ulcers. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2020;27(2):38–48. (In Russ.)]. Doi: 10.25207/1608-6228-2020-27-2-38-48.
32. Преимущества профундопластики у больных с критической ишемией нижних конечностей при повторных операциях / А. В. Гавриленко, А. Е. Котов, Н. М. Мамедова, Ван Сяочэнь // *Ангиология и сосуд. хир.* – 2021. – Т. 27, № 1. – С. 113–119. [Gavrilenko AV, Kotov AE, Mamedova NM, Wang X. Advantages of profundoplasty in patients with lower limb critical ischaemia in redo operations // *Angiol Sosud Khir*. 2021;27(1):113–119. (In Russ.)]. Doi: 10.33529/ANGIO2021102.
33. Taurino M, Persiani F, Ficarelli R, Filippi F, Dito R, Rizzo L. The Role of the Profundoplasty in the Modern Management of Patient with Peripheral Vascular Disease // *Ann Vasc Surg*. 2017;(45):16–21. Doi: 10.1016/j.avsg.2017.05.018.
34. Malgor RD, Ricotta JJ. 2nd, Bower TC, Oderich GS, Kalra M, Duncan AA, Gloviczki P. Common femoral artery endarterectomy for lower-extremity ischemia: evaluating the need for additional distal limb revascularization // *Ann Vasc Surg*. 2012;26(7):946–956. Doi: 10.1016/j.avsg.2012.02.014.
35. Dorweiler B, Friess T, Duenschede F, Doemland M, Espinola-Klein C, Vahl CF. Value of the deep femoral artery as alternative inflow source in infrainguinal bypass surgery // *Ann Vasc Surg*. 2014;28(3):633–639. Doi: 10.1016/j.avsg.2013.04.026.

36. DeCarlo C, Boitano LT, Schwartz SI, Lancaster RT, Conrad MF, Eagleton MJ, Brewster DC, Clouse WD. Operative Complexity and Prior Endovascular Intervention Negatively Impact Morbidity after Aortobifemoral Bypass in the Modern Era // *Ann Vasc Surg.* 2020;(62):21–29. Doi: 10.1016/j.avsg.2019.03.040.

37. Varty K, London NJ, Ratliff DA, Bell PR, Bolia A. Percutaneous angioplasty of the profunda femoris artery: a safe and effective endovascular technique // *Eur J Vasc Surg.* 1993; 7(5):483–487. Doi: 10.1016/s0950-821x(05)80357-3.

38. Silva JA, White CJ, Ramee SR, Collins TJ, Jenkins JS, Sabet S, Shamaileh Q, Vivekananthan K. Percutaneous profundaplasty in the treatment of lower extremity ischemia: results of long-term surveillance // *J Endovasc Ther.* 2001;8(1):75–82. Doi: 10.1177/152660280100800113.

39. Dick P, Mlekusch W, Sabeti S, Amighi J, Schlager O, Haumer M, Minar E, Schillinger M. Outcome after endovascular treatment of deep femoral artery stenosis: results in a consecutive patient series and systematic review of the literature // *J Endovasc Ther.* 2006;13(2):221–228. Doi: 10.1583/05-1766R.1.

40. Fernandes e Fernandes J, Nicolaidis AN, Angelides NA, Gordon-Smith IC. An objective assessment of common femoral endarterectomy and profundaplasty in patients with superficial femoral occlusion // *Surgery.* 1978;83(3):313–318.

41. Andersen CA, Rich NM, Collins GJJr, McDonald PT. Limb salvage by extended profunda femoris revascularization // *Am Surg.* 1978;44(1):44–50.

42. David TE, Drezner AD. Extended profundoplasty for limb salvage // *Surgery.* 1978;84(6):758–763.

43. Ward AS, Morris-Jones W. The long term results of profundaplasty in femoropopliteal arterial occlusion // *Br J Surg.* 1977;64(5):365–367. Doi: 10.1002/bjs.1800640519.

44. Balasundaram N, Whitrock JN, Braet DJ, Vogel TR, Bath JM. Importance of the profunda femoris upon patency following aortoiliac procedures // *J Vasc Surg.* 2022;76(1):180–187.e3. Doi: 10.1016/j.jvs.2022.02.043.

45. Саидов С. С., Скульский С. К., Морозова Н. П. и др. Роль магнитнорезонансной томографии в лучевой диагностике аневризмы брюшного отдела аорты // *Вестн. мед. ин-та «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* – 2022. – Т. 12, № 4. – С. 22–35. [Saidov SS, Skul'skiy SK, Morozova NP, Lubashev YaA, Ratnikov VA. The role of magnetic resonance imaging in radiation diagnosis of abdominal aortic aneurysm // *Bulletin of the Medical Institute «REAVIZ».* 2022;12(2):22–35. (In Russ.)]. Doi: 10.20340/vmirvz.2022.2.CLIN.8.

46. Fugger R, Kretschmer G, Schemper M, Piza F, Polterauer P, Wagner O. The place of profundaplasty in the surgical treatment of superficial femoral artery occlusion // *Eur J Vasc Surg.* 1987;1(3):187–191. Doi: 10.1016/s0950-821x(87)80047-6.

Информация об авторах

Кебрияков Алексей Владимирович – сердечно-сосудистый хирург, ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр им. Л. Г. Соколова» ФМБА России, Санкт-Петербург, Россия, ORCID: 0000-0002-8307-3453, e-mail: kebriaakov@gmail.com.

Светликов Алексей Владимирович – д-р мед. наук, зав. отделением сосудистой и эндоваскулярной хирургии, ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России, доцент кафедры факультетской хирургии, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, ORCID: 0000-0001-8652-8778, e-mail: asvetlikov@mail.ru.

Гамзатов Темирлан Хизриевич – канд. мед. наук, сердечно-сосудистый хирург, ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России, Санкт-Петербург, Россия, ORCID: 0000-0003-3251-7103, e-mail: tgamzatov@mail.ru.

Шаповалов Александр Сергеевич – сердечно-сосудистый хирург, ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр им. Л. Г. Соколова» ФМБА России, Санкт-Петербург, Россия, ORCID: 0000-0001-9376-9780, e-mail: shapo@inbox.ru.

Хубулава Геннадий Григорьевич – д-р мед. наук, профессор, академик РАН, зав. кафедрой и клиникой хирургии (усовершенствования врачей) № 1, Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия, ORCID: 0000-0002-9242-9941, e-mail: as015@rambler.ru.

Кашенко Виктор Анатольевич – д-р мед. наук, профессор, зам. генерального директора по научной работе, ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр им. Л. Г. Соколова» ФМБА России, зав. кафедрой факультетской хирургии, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, ORCID: 0000-0002-4958-5850, e-mail: surg122@yandex.ru.

Ратников Вячеслав Альбертович – д-р мед. наук, профессор, зам. генерального директора-медицинский директор ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр им. Л. Г. Соколова» ФМБА России, профессор научно-клинического и образовательного центра «Лучевая диагностика и ядерная медицина» Института высоких медицинских технологий, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, ORCID: 0000-0002-9645-8408, SPIN-код: 4110-0454, Author ID: 419179, e-mail: dr.ratnikov@mail.ru.

Authors information

Kebriaakov Aleksei V. – MD, cardiovascular surgeon, The Federal State Budgetary Institution «North-Western district scientific and clinical center named after L. G. Sokolov Federal Medical and Biological Agency», Saint Petersburg, Russia, ORCID: 0000-0002-8307-3453, e-mail: kebriaakov@gmail.com.

Svetlikov Aleksei V. – MD, D.Sc. (Medicine), Head of the Department of Vascular and Endovascular surgery, The Federal State Budgetary Institution «North-Western district scientific and clinical center named after L. G. Sokolov Federal Medical and Biological Agency», Saint Petersburg, Russia, ORCID: 0000-0001-8652-8778, e-mail: asvetlikov@mail.ru.

Gamzatov Temirlan K. – MD, PhD, cardiovascular surgeon, The Federal State Budgetary Institution «North-Western district scientific and clinical center named after L. G. Sokolov Federal Medical and Biological Agency», Saint Petersburg, Russia, ORCID: 0000-0003-3251-7103, e-mail: tgamzatov@mail.ru.

Shapovalov Aleksandr S. – MD, cardiovascular surgeon, The Federal State Budgetary Institution «North-Western district scientific and clinical center named after L. G. Sokolov Federal Medical and Biological Agency», Saint Petersburg, Russia, ORCID: 0000-0001-9376-9780, e-mail: shapo@inbox.ru.

Khubulava Gennady G. – MD, D.Sc. (Medicine), Professor, Academician the Russian Academy of Sciences, Head of the Department and Clinic of Surgery (Improvements of Doctors) № 1, Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia, ORCID: 0000-0002-9242-9941, e-mail: as015@rambler.ru.

Kashchenko Victor A. – MD, D.Sc. (Medicine), Professor, general director scientific assistant, The Federal State Budgetary Institution «North-Western district scientific and clinical center named after L. G. Sokolov Federal Medical and Biological Agency», Head of the faculty surgery department of Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia, ORCID: 0000-0002-4958-5850, e-mail: surg122@yandex.ru.

Ratnikov Vyacheslav A. – MD, D.Sc. (Medicine), Professor, Deputy General Director-Medical Director of The Federal State Budgetary Institution «North-Western district scientific and clinical center named after L. G. Sokolov Federal Medical and Biological Agency», radiologist, Professor of the Scientific, Clinical and Educational Center “Radiation Diagnostics and Nuclear Medicine” of the Institute of High Medical Technologies of Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia, ORCID: 0000-0002-9645-8408, SPIN: 4110-0454, Author ID: 419179, e-mail: dr.ratnikov@mail.ru.