



СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ШУНТИРУЮЩИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ НА БЕДРЕННО-ПОДКОЛЕННОМ СЕГМЕНТЕ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

О. В. Панасюк

Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь

Введение. Несмотря на растущее количество рентгенэндоваскулярных операций, при инфраингвинальном поражении артерий нижних конечностей открытое вмешательство остается весьма актуальным. Сроки функционирования открытых операций нельзя назвать удовлетворительными, особенно при использовании комбинированных шунтов в инфраингвинальной позиции.

Цель. Улучшить результаты шунтирующих операций при атеросклеротическом поражении бедренно-подколенного сегмента путем совершенствования техники измерения необходимой протяженности и проведения аутотрансплантируемого материала.

Материал и методы. В исследовании приняли участие 72 пациента. Всем им было выполнено бедренно-подколенное шунтирование (БПШ). Пациенты, при оперативном лечении которых использовались разработанные нами инструменты (измеритель длины аутовенозного шунта и устройство для формирования туннеля и проведения шунта в тканях), составили группу 1. Пациенты из группы 2 оперировались с использованием классической техники и инструментария.

Результаты. В группе 1 использовались комбинированные шунты в сравнении с группой 2 ($n=5$). Статистически значимые результаты ($p<0,05$) между исследуемыми группами получены по таким критериям, как количество случаев интраоперационного перекрута шунта ($p=0,0171$), длина неиспользованного аутотрансплантируемого материала ($p=0,0001$), прирост лодыжечно-плечевого индекса ($p=0,024$), количество ранних послеоперационных осложнений ($p=0,028$), количество дисфункций шунта ($p=0,0203$) и срок функционирования шунта ($p=0,013$).

Выводы. Применение запатентованных нами инструментов при выполнении БПШ реверсированной аутовеновой позволило усовершенствовать технику данной реваскуляризирующей операции: точно определить необходимое количество аутотрансплантируемого материала, что исключило наличие пациентов с комбинированным шунтом и в группе 1, а также исключить его ротацию по оси. Выполнение БПШ реверсированной аутовеновой с применением разработанных нами инструментов позволило добиться положительных результатов в группе 1 (в сравнении с группой 2) как в раннем, так и в позднем послеоперационном периодах.

Ключевые слова: заболевания артерий нижних конечностей, реваскуляризирующие вмешательства, бедренно-подколенное шунтирование, комбинированный шунт.

Для цитирования: Панасюк, ОВ. Совершенствование техники выполнения шунтирующих вмешательств на бедренно-подколенном сегменте у пациентов с хронической артериальной недостаточностью нижних конечностей / О. В. Панасюк // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2023. Т. 21, № 3. С. 280-287. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2023-21-3-280-287>.

Введение

Заболеванием артерий нижних конечностей (ЗАНК) страдают более 230 млн взрослого населения во всем мире. Прогрессирующее течение данной патологии связано с повышенным риском развития разных неблагоприятных клинических исходов, таких как: ишемическая болезнь сердца (ИБС), инсульт, критическая ишемия (КИ) нижней конечности и ампутация [1]. Ампутация нижней конечности вследствие атеросклеротического поражения периферических артерий приводит к острой смерти примерно 30% пациентов с ЗАНК, а их пятилетняя выживаемость составляет менее 30%. Открытая реваскуляризация остается краеугольным камнем сохранения конечности у пациентов с ЗАНК при наличии признаков КИ, а шунтирующие операции – стандартной процедурой при отсутствии показаний к рентгенэндоваскулярным (РЭВ) вмешательствам (ангиопластика, атерэктомия,

стентирование), которые менее инвазивны. Примерно у 20-30% пациентов с КИ при первичном поступлении в сосудистый стационар отсутствуют условия для выполнения открытой, или РЭВ, операции ввиду тотальной окклюзии дистального артериального русла. Для данной категории пациентов ампутация нижней конечности часто становится единственным возможным вариантом. Еще больше осложняет эту проблему отсутствие эффективных фармакологических методов лечения прогрессирующего течения КИ [2].

Клиническая картина ЗАНК может варьировать от отсутствия симптомов до перемежающейся хромоты, атипичного болевого синдрома в нижних конечностях, КИ, развития трофических язв ишемической этиологии или гангрены [3]. Исследования показывают, что общее число реваскуляризирующих операций на артериях нижних конечностей за прошедшее десятилетие возросло практически в два раза. Лечение ЗАНК

требует хорошего финансирования. К примеру, системе здравоохранения США лечение данной патологии ежегодно обходится в 10-20 млрд долларов [1].

Выбор реваскуляризации нижних конечностей осуществляется в соответствии с классификацией TASC II [4]. Несмотря на растущее количество РЭВ операций, при поражении артерий нижних конечностей ниже паховой связки открытое вмешательство остается весьма актуальным. Наиболее распространенный вариант оперативного вмешательства при поражении инфраингвинального сегмента – бедренно-подколенное шунтирование (БПШ) [5]. При сопоставлении результатов реконструктивно-восстановительных операций на магистральных артериях нижних конечностей, расположенных ниже паховой связки у пациентов с КИ, через три месяца наблюдения показатели лодыжечно-плечевого индекса (ЛПИ) и чрескожного напряжения кислорода в группе после шунтирований были выше, чем у пациентов после РЭВ операций [6]. Установлено также, что у пациентов, перенесших шунтирующие реваскуляризации на артериях нижних конечностей, в течение двух лет после операций реже наблюдается возвращение симптомов КИ и реже выполняются ампутации в сравнении с пациентами после РЭВ-вмешательств [7].

Но сроки функционирования открытых шунтирующих операций нельзя назвать удовлетворительными. В течение одного года положительный эффект наблюдается у 73% пациентов при реваскуляризациях выше щели коленного сустава и у 39% при разных вариантах дистального шунтирования [8]. По данным других авторов, двухлетняя проходимость бедренно-подколенных аутовенозных шунтов варьирует от 58-70% [9]. Лучшим материалом, используемым в качестве шунта, является вена самого пациента, так как сроки функционирования аутовенозных шунтов выше в сравнении с синтетическими. Чаще всего для реваскуляризации нижних конечностей используют аутоотрансплантат – большую подкожную вену (БПВ). Шунтирующее вмешательство выполняют при следующих характеристиках аутоvenes: диаметр $\geq 3,5$ мм, податливая стенка, отсутствие склероза, кальциноза и варикозного расширения [10]. При плохом качестве БПВ оперируемой конечности в качестве шунта можно использовать БПВ контралатеральной конечности, вены верхних конечностей, малую подкожную вену, комбинированный шунт (КШ) [11]. В развитии дисфункции аутовенозного шунта выделяют три временных периода: ранний (0-30 дней после операции), средний, или промежуточный (свыше 30 дней – 2 года) и поздний (свыше 2-х лет) [12]. Ранняя дисфункция шунта, как правило, связана с распространенным атеросклеротическим поражением проксимального или дистального артериального русла, вследствие чего наблюдается плохой приток или отток артериальной крови от места реконструкции. К причинам ранней дисфункции аутовенозного шунта относятся и та-

кие технические трудности, как травматизация венозной стенки в процессе забора, интраоперационные ошибки при наложении анастомозов и низкое качество аутоvenes, неспособное обеспечить необходимую скорость кровотока по шунту [13]. К дисфункции аутовенозного шунта в среднем периоде приводит развитие неоинтимы, в позднем – прогрессирование атеросклеротического процесса проксимального и/или дистального артериального русла.

Важный этап БПШ – определение длины эксплантируемой аутоvenes. Если БПВ забрана с избытком, то после формирования дистального анастомоза и проведения ее к месту наложения проксимального лишняя часть аутоvenes удаляется. При заборе БПВ с избытком ангиохирург вынужден сделать дополнительный доступ для эксплантации аутоvenes, что выражается в излишней травматизации тканей оперируемой, или контралатеральной, нижней конечности. Чем длиннее забранный участок БПВ, тем меньше аутоотрансплантируемого материала остается у пациента, которому он может понадобиться в будущем при проведении шунтирования/протезирования артерий нижних конечностей, коронарного шунтирования или формирования аутовенозной вставки при реваскуляризации верхних/нижних конечностей [14]. В случае недостаточной длины шунт может быть пришит с избыточным натяжением, что приводит к его отрыву и развитию кровотечения, или раннему тромбозу [15]. Забор аутоvenes недостаточной длины ассоциирован также с необходимостью формирования КШ (БПВ с синтетическим протезом либо с другим аутовенозным участком), или дополнения БПШ эндартерэктомией. Проходимость КШ в инфраингвинальной позиции лучше в сравнении с синтетическим протезом [10]. Но пятилетние результаты показывают лучшую проходимость бедренно-подколенных шунтов из изолированного участка БПВ в сравнении с аутовенозными КШ [16].

Цель исследования – улучшить результаты шунтирующих операций при атеросклеротическом поражении бедренно-подколенного сегмента путем совершенствования техники измерения необходимой протяженности и проведения аутоотрансплантируемого материала.

Материал и методы

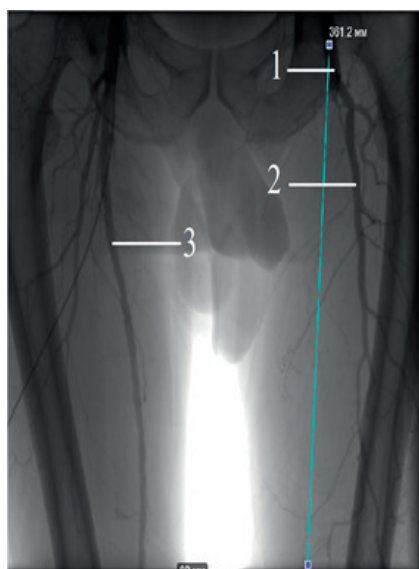
В исследовании приняли участие 72 пациента. Возраст исследуемых составил (медиана [1-й квартиль; 3-й квартиль]) – 62,5 [57; 68] года. Исследование одобрено комиссией по медицинской этике УЗ «Гродненская областная клиническая больница» (в настоящее время УЗ «Гродненская университетская клиника») и комитетом по биомедицинской этике и деонтологии УО «Гродненский государственный медицинский университет». Все пациенты подписали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Пациенты включались в исследование при наличии следующих критериев: возраст от 45 лет и старше, верифицированный диагноз ЗАНК

со стадией хронической артериальной недостаточности (ХАН) IIБ, III, IV по классификации Фонтейна-Покровского, гиперхолестеринемия, хроническая недостаточность мозгового кровообращения, перенесенное острое нарушение мозгового кровообращения, артериальная гипертензия (1, 2, 3 степень), ИБС: стенокардия напряжения (функциональный класс (ФК) I, II), перенесенный инфаркт миокарда, нарушение ритма в виде тахикардии, брадикардии, экстрасистолии и фибрилляции предсердий, сахарный диабет (СД) 1 и 2 типа (компенсация, субкомпенсация) и хроническая почечная недостаточность. Главным критерием включения пациентов в исследование было установленное по данным ангиографии/КТ-ангиографии атеросклеротическое поражение бедренно-подколенного сегмента (классы В, С, D по TASC II).

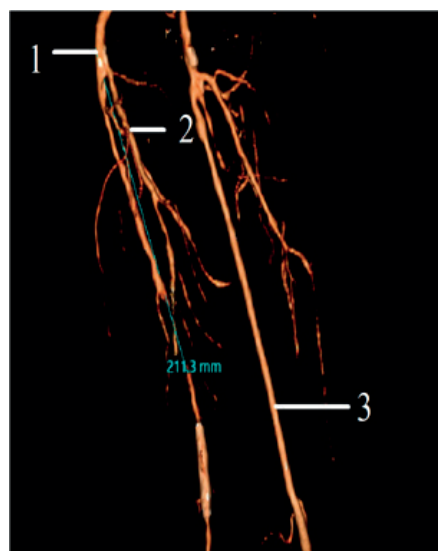
Пациенты исключались из исследования при наличии у них: ХАН I и II А стадии, хронической сердечной недостаточности II Б и III стадии (ФК III, IV), декомпенсации СД или другой эндокринной патологии, синдрома диабетической стопы, хронической печеночной недостаточности, острого инфаркта миокарда, тяжелых соматических и инфекционных заболеваний в стадии декомпенсации, атеросклеротического поражения бедренно-подколенного сегмента (класс А по TASC II).

Используя данные инвазивной ангиографии (КТ-ангиографии), выполненной до операции, при помощи программного обеспечения мы определяли точки наложения проксимального и дистального анастомозов при выполнении БПШ. Далее измеряли протяженность между точками предположительного наложения анастомозов, тем самым определяя необходимую длину аутовенозного шунта.



1 – общая бедренная артерия; 2 – глубокая бедренная артерия; 3 – поверхностная бедренная артерия

Рисунок 1. – Измерение длины шунта по данным инвазивной ангиографии
Figure 1. – Measuring the length of the bypass according to the data of invasive angiography



1 – общая бедренная артерия; 2 – глубокая бедренная артерия; 3 – поверхностная бедренная артерия

Рисунок 2. – Измерение длины шунта по данным КТ ангиографии
Figure 2. – Measuring the length of the bypass according to CT angiography

Для выполнения поставленной цели нами были разработаны следующие инструменты: измеритель длины аутовенозного шунта (патент № 12628 от 03.05.2021) и устройство для формирования туннеля и проведения шунта в тканях (патент № 12450 от 01.10.2020). Измеритель (рис. 3) представлен основной и дополнительной линейкой одинаковой ширины, и рамкой-фиксатором. Углы начала основной линейки и конца дополнительной линейки закруглены с целью снижения вероятности травматизации тканей и аутовены в процессе манипуляции измерителем. На лицевые стороны линеек нанесены деления в миллиметрах. На делении основной линейки с цифрой «0» имеется отверстие для стопорного винта с шайбой, фиксирующего конец аутовены.



Рисунок 3. – Измеритель длины аутовенозного шунта
Figure 3. – Length gauge of autovenous bypass

Устройство для формирования туннеля и проведения шунта в тканях (рис. 4) состоит из стержня и ручки. Стержень из нержавеющей стали имеет форму сплошного цилиндра и состоит из трех частей, соединенных между собой посредством резьбовых соединений. При этом стержень имеет литой несъемный наконечник в форме овоида. В наконечнике имеется поперечное отверстие для продевания лигатуры, фиксирующей аутовену. На поверхности стержня параллельно его оси по всей длине находится линия-ориентир, которая необходима для контроля за положением шунта при его проведении. Ово-

идная форма наконечника позволяет формировать туннель без повреждения тканей и других анатомических образований. Заявленная длина устройства в собранном виде (50 см) – оптимальная для формирования туннеля и проведения шунта из места наложения дистального анастомоза при БПШ ниже щели коленного сустава.

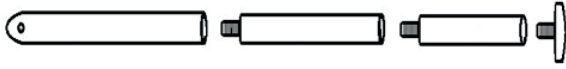


Рисунок 4. – Устройство для формирования туннеля и проведения шунта в тканях

Figure 4. – Device for tunnel formation and bypass insertion in tissues

Всем пациентам был выполнен один вариант реваскуляризации нижних конечностей – БПШ. Пациенты, при оперативном лечении которых использовались разработанные нами инструменты, составили группу 1. Пациенты из группы 2 оперировались с использованием классической техники и инструментария. Характеристика исследуемых групп пациентов представлена в таблице 1.

Статистический анализ данных выполняли при помощи программы STATISTICA 10. Описательные статистики численных показателей приведены в виде медианы, нижнего и верхнего квартилей (Me [Qн;Qв]). Сравнение уровней численных показателей между двумя группами выполнялось при помощи непараметрического U-критерия Манна-Уитни. Описательные статистики категориальных показателей представлены абсолютными и относительными частотами встречаемости градаций показателей в группах. Для относительных частот строились доверительные интервалы по методу Вильсона (верхние и нижние границы приведены в скобках после относительных частот). Сравнение распределений категориальных показателей между группами выполнялось при помощи критерия однородности χ^2 -Пирсона с поправкой Йетса; в случае невозможности использования данного критерия вместо него применялся точный критерий Фишера. Для критериев Манна-Уитни и точного критерия Фишера определялись двусторонние р-значения. Пороговым значением уровня статистической значимости было значение $\alpha=0,05$.

Результаты и обсуждение

В группе 1 выполнение БПШ мы начинали с забора аутоветны в паховой области при ее пригодности для трансплантации. Полностью забирали участок аутоветны из пахового доступа и формировали доступ в с/3 бедра, в котором мобилизовывали будущий шунт. Далее выводили аутоветну из доступа в с/3 бедра и, двигаясь по направлению к коленному суставу, выполняли измерение и забор шунта необходимой длины (рис. 5). Конец аутоветны укладывали на отметку «ноль» измерительного устройства и закрепляли ее стопорным винтом с шайбой. Выполняли измерение забранного участка БПВ. В случае, если намеченное расстояние между проксимальным

Таблица 1. – Характеристика исследуемых групп пациентов
Table 1. – Characteristics of the study groups of patients

Показатель	Группа 1	Группа 2	р
Количество пациентов	36	36	
Мужской пол (%)	88,9 [74,7; 95,6]	86,1 [71,3; 93,9]	1,0
Возраст, лет	60 [58; 67]	63 [55; 68]	0,97
Курение в анамнезе (%)	72,2 [56,0; 84,2]	69,4 [53,1; 82,0]	1,0
Артериальная гипертензия (%)	75,0 [58,9; 86,2]	77,8 [61,9; 88,3]	1,0
ИБС (%)	75,0 [58,9; 86,3]	94,4 [81,9; 98,5]	0,05
Гиперхолестеринемия (%)	27,8 [15,9; 44,0]	44,4 [29,5; 60,4]	0,22
Инфаркт миокарда в анамнезе (%)	8,3 [2,9; 21,8]	8,3 [2,9; 21,8]	1,0
Нарушение ритма (%)	30,6 [18,0; 46,9]	27,8 [15,9; 44,0]	1,0
Курсы стационарного лечения (%)	33,3 [20,2; 49,7]	33,3 [20,2; 49,7]	1,0
Приём лекарственных препаратов (%):			
β -блокаторы	5,6 [1,5; 18,1]	5,6 [1,5; 18,1]	1,0
статины	5,6 [1,5; 18,1]	2,8 [0,5; 14,2]	1,0
антиагреганты	52,8 [37,0; 68,0]	36,1 [22,5; 52,4]	0,24
антигипертензивные	50 [34,5; 65,5]	30,6 [18,0; 46,9]	0,15
Стадия ХАН (%):			
II Б	77,8 [58,1; 89,8]	75 [55,2; 87,9]	1,0
III	8,3 [2,3; 25,8]	11,1 [3,6; 29,3]	
IV	13,9 [5,1; 32,6]	13,9 [5,1; 32,6]	
Локализация дистального анастомоза (%):			
Выше щели коленного сустава	66,7 [50,3; 79,8]	58,3 [42,2; 72,9]	0,63
Ниже щели коленного сустава	33,3 [20,2; 49,7]	41,7 [27,1; 57,8]	

Примечание: данные представлены в виде: «медиана [1-й квартиль; 3-й квартиль]»

и дистальным анастомозом превышает 300 мм, при выполнении шунтирующих операций ниже щели коленного сустава, забрав БПВ данной длины, выполняли сопоставление пластин измерительного устройства при помощи рамки-фиксатора. По достижении необходимой длины аутоветны выполняли контрольное измерение БПВ перед ее лигированием. Затем производили подготовку вены для шунтирования и переходили к наложению дистального анастомоза. Исходя из полученного нами опыта, рекомендуется забирать аутоветну

больше на 30-50 мм при ее измерении в натяжении, так как шунт располагается не строго параллельно магистральным артериям нижней конечности, поэтому истинная необходимая длина аутовены может быть больше расстояния между точками анастомозов, измеренных по ангиографии. Ранее измерение необходимой длины ауто-трансплантируемого материала не выполнялось. Эксплантация требуемого участка аутовены велась посредством глазомера оперирующего ангиохирурга.

При проведении шунта от точки ранее наложенного дистального анастомоза к проксимальному использовали устройство для формирования туннеля и проведения шунта в тканях (рис. 6). Ранее для проведения ауто-трансплантируемого материала мы использовали корцанг. Недостаток данного метода проведения в том, что чем больше расстояние между точками анастомозов, тем сложнее выполнить проведение шунта без его ротации по оси ввиду малой длины корцанга и необходимости выведения аутовены из промежуточных разрезов на бедре. При формировании туннеля корцангом необходимо также выполнять данную процедуру в несколько этапов при субфасциальном проведении аутовены, либо пальцами хирурга при проведении шунта в подкожно жировой клетчатке. Недостаток использования корцанга заключается в отсутствии возможности одномоментного создания туннеля и доставки аутовены к месту проксимального анастомоза, перекручивание шунта в процессе проведения.

Разработанное нами устройство для формирования туннеля и проведения шунта в тканях (рис. 6) позволило выполнить одномоментное формирование туннеля на бедре и голени за счет того, что длина устройства может варьировать в зависимости от расстояния между точками дистального и проксимального анастомозов. Данное устройство обеспечило также надежную фиксацию шунта и его одномоментное проведение от дистального анастомоза к месту наложения проксимального анастомоза, что снижало вероятность ротации по оси аутовены.

В группе 2 БПШ выполнялись по классической технологии: определение необходимой длины аутовены производилось ангиохирургами на глаз, для формирования туннеля и проведения по нему шунта использовался корцанг.

В группе 1 локализация дистального анастомоза была выше щели коленного сустава у 24 пациентов, ниже – у 12. В группе 2 точка наложения дистального анастомоза находилась выше щели коленного сустава в 21 случае, ниже – в 15. По данному критерию группы не различались ($p=0,63$).

В до- и послеоперационном периоде в исследуемых группах пациентов оценивались показатели таких аминокислот, как гомоцистеин ($p=0,285$ и $p=0,280$), цистеинилглицин ($p=0,220$ и $p=0,058$) и 1-метилгистидин ($p=0,92$ и $p=0,14$), являющихся предикторами развития дисфункции шунтов у пациентов с ЗАНК, перенесших реваскуляризации [17]. Аналогичные результаты

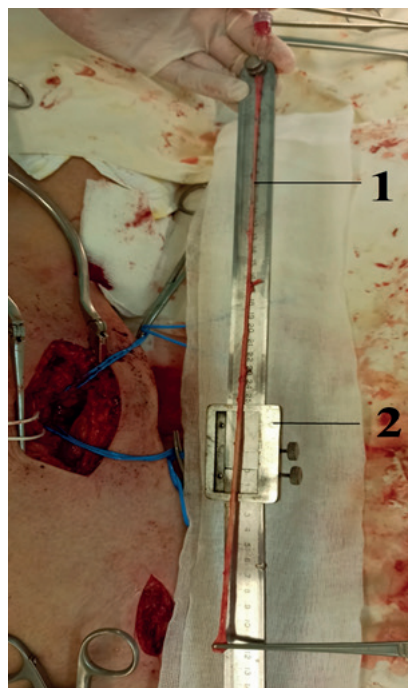


Рисунок 5. – Этап определения длины ауто-трансплантируемого материала. 1-аутовена; 2 – измеритель
Figure 5. – The stage of determining the length of the autograft material 1 – autovein; 2 – length gauge

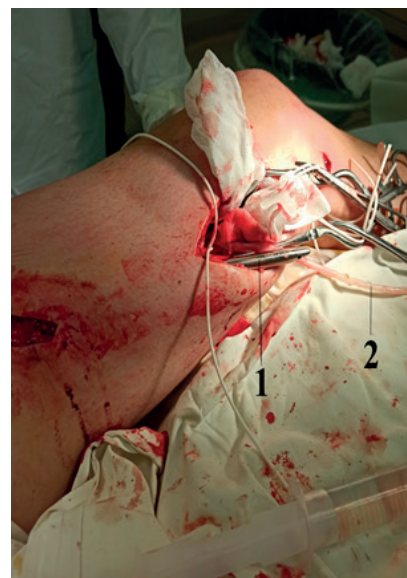


Рисунок 6. – Этап проведения шунта. 1 – устройство для проведения аутовены; 2 – шунт
Figure 6. – The stage of insertion of bypass 1 – device for conducting an autovein; 2 – bypass

наблюдались при оценке ЛПИ в обеих группах пациентов: до операции, $p=0,778$, после – $0,062$.

Исследуемые группы пациентов статистически достоверно различались по длине неиспользованного ауто-трансплантируемого материала ($p=0,0001$). В группе 1 медиана данной длины составила всего 4 мм. В группе пациентов, оперированных с помощью разработанных нами инструментов, было меньше случаев перекрута шунта, требующего его повторного проведения

в подкожном туннеле, в сравнении с группой 2 ($p=0,0171$). Перечисленные выше показатели отображены в таблице 2.

Таблица 2. – Сравнительная характеристика исследуемых групп пациентов

Table 2. – Comparative characteristics of the studied groups of patients

Показатель	Группа 1	Группа 2	p
КШ (%)	0 [0; 9,6]	13,9 [6,1; 28,7]	0,05
Интраоперационный перекут шунта (%)	2,8 (0,5; 14,2)	25 [13,8; 41,1]	0,0171*
Длина неиспользованного аутотрансплантируемого материала (мм)	4 [0; 10]	40 [11; 64]	0,0001*
Прирост ЛПИ (ед.)	0,41 [0,32; 0,5]	0,34 [0,26; 0,44]	0,024*
Ранние послеоперационные осложнения (%)	8,33 [2,9; 21,8]	41,7 [27,1; 57,8]	0,0028*
Дисфункция шунта (%)	8,3 [2,9; 21,8]	33,3 [20,2; 49,7]	0,0203*
Срок функционирования шунта (мес.)	23,5 [16; 27]	19 [7; 23]	0,013*

Примечание: данные представлены в виде: «медиана [1-й квартиль; 3-й квартиль]»; * – статистически значимые различия ($p<0,05$) по критерию Манна-Уитни

В обеих группах пациентов не найдено статистически значимой разницы в значениях до- и послеоперационных уровней ЛПИ. Но анализ прироста ЛПИ выявил статистически значимую разницу при сравнении групп 1 и 2: 0,41 против 0,34, $p=0,024$.

Повышение ЛПИ после реваскуляризирующих вмешательств у пациентов с КИ сопряжено

с улучшением кровоснабжения оперированной нижней конечности и снижением клиники болевого синдрома [18]. Установлено, что предоперационное значение ЛПИ ассоциировано с состоянием сосудистой стенки и, как следствие, с тяжестью наложения сосудистого анастомоза [19]. В нашем исследовании отображено положительное прогностическое значение прироста ЛПИ у пациентов с ЗАНК, перенесших реваскуляризирующие операции [20].

У пациентов в группе 1 все вмешательства были выполнены изолированными аутовенозными шунтами. За время наблюдения за ними в данной группе было диагностировано 3 случая дисфункции шунта, а в группе 2 – 12 случаев ($p=0,0203$). Соответственно, и срок функционирования шунта в группе 1 был дольше в сравнении с группой 2 ($p=0,013$).

Выводы

Применение запатентованных нами инструментов при выполнении БПШ реверсированной аутовеновой позволило усовершенствовать технику данной реваскуляризирующей операции: точно определить необходимое количество ауто-трансплантируемого материала ($p=0,0001$), что исключило наличие пациентов с КШ и в группе 1, а также выполнить одномоментное создание туннеля в мягких тканях бедра, голени и надежное проведение шунта, исключив его ротацию по оси ($p=0,0171$). Выполнение БПШ реверсированной аутовеновой с применением разработанных нами инструментов позволило добиться положительных результатов в группе 1 в сравнении с группой 2 как в раннем (количество РО $p=0,0028$; прирост ЛПИ $p=0,024$), так и в позднем (количество дисфункций шунта $p=0,0203$; срок функционирования шунта $p=0,013$) послеоперационном периодах.

Литература

- Lower Extremity Peripheral Artery Disease: Contemporary Epidemiology, Management Gaps, and Future Directions: A Scientific Statement From the American Heart Association / M. H. Criqui // *Circulation*. – 2021. – Vol 144, № 9. – P. e171-e191. – doi: 10.1161/CIR.0000000000001005.
- Dua A. Epidemiology of Peripheral Arterial Disease and Critical Limb Ischemia / A. Dua, C. J. Lee // *Tech Vasc Interv Radiol*. – 2016. – Vol. 19, № 2. – P. 91-95. – doi: 10.1053/j.tvir.2016.04.001.
- Criqui, M. H. Epidemiology of peripheral artery disease / M. H. Criqui, V. Aboyans // *Circ Res*. – 2015. – Vol. 116, № 9. – P. 1509-1526. – doi: 10.1161/CIRCRESAHA.116.303849.
- Norgren, L. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II) / L. Norgren [et al.] // *J Vasc Surg*. – 2007. – Vol. 45, suppl. S. – P. S5-67. – doi: 10.1016/j.jvs.2006.12.037.
- Панасюк, О. В. Анализ открытых и гибридных операций при поражении магистральных артерий ниже паховой связки / О. В. Панасюк, Э. В. Могилевец, П. А. Горячев // Актуальные проблемы медицины : сборник материалов итоговой научно-практической конференции, Гродно, 27 января 2022 года / отв. ред. С. Б. Вольф. – Гродно: ГрГМУ, 2022. – С. 449-451. – edn: PRQGQR.
- Limb-Based Patency After Surgical vs Endovascular Revascularization in Patients with Chronic Limb-Threatening Ischemia / M. Utsunomiya [et al.] // *J Endovasc Ther*. – 2020. – Vol. 27, № 4. – P. 584-594. – doi: 10.1177/1526602820923388.
- Amputation-free survival, limb symptom alleviation, and reintervention rates after open and endovascular revascularization of femoropopliteal lesions in patients with chronic limb-threatening ischemia / A. Perlander [et al.] // *J Vasc Surg*. – 2020. – Vol. 72, № 6. – P. 1987-1995. – doi: 10.1016/j.jvs.2020.03.029.
- Multicentre randomised controlled trial of the clinical and cost-effectiveness of a bypass-surgery-first versus a balloon-angioplasty-first revascularisation strategy for severe limb ischaemia due to infrainguinal disease. The Bypass versus Angioplasty in Severe Ischaemia of the Leg (BASIL) trial / A. W. Bradbury [et al.] // *Health Technol Assess*. – 2010. – Vol. 14, № 14. – P. iii-iv. – doi: 10.3310/hta14140.
- Outcome of Femoral-popliteal Bypass Procedures in Different Ethnic Groups in England: A Retrospective Analysis of Hospital Episode Statistics / A. Vitalis [et al.]

- // *Ann Vasc Surg.* – 2021. – Vol. 76. – P. 351-356. – doi: 10.1016/j.avsg.2021.04.018.
10. Conte, M. S. Technical factors in lower-extremity vein bypass surgery: how can we improve outcomes? / M. S. Conte // *Semin Vasc Surg.* – 2009. – Vol. 22, № 4. – P. 227-233. – doi: 10.1053/j.semvascsurg.2009.10.004.
 11. Янушко, В. А. Хирургия аорты и её ветвей. Атлас и руководство / В. А. Янушко [и др.]. – Москва : Медицинская литература, 2013. – 183 с.
 12. Monahan, T. S. Risk factors for lower-extremity vein graft failure / T. S. Monahan, C. D. Owens // *Semin Vasc Surg.* – 2009. – Vol. 22, № 4. – P. 216-226. – doi: 10.1053/j.semvascsurg.2009.10.003.
 13. Factors associated with early failure of infrainguinal lower extremity arterial bypass / N. Singh [et al.] // *J Vasc Surg.* – 2008. – Vol. 47, № 3. – P. 556-561. – doi: 10.1016/j.jvs.2007.10.059.
 14. Белов, Ю. В. Руководство по сосудистой хирургии с атласом оперативной техники / Ю. В. Белов. – 2-е изд. – Москва : МИА, 2011. – 463 с. – edn: QLZCYB.
 15. Клиническая ангиология : руководство для врачей : в 2 т. / А. В. Покровский [и др.] ; под ред. А. В. Покровского. – Москва : Медицина, 2004. – Т. 2. – 888 с. – edn: QLJSFZ.
 16. Belkin M. Secondary bypass after infrainguinal bypass graft failure / M. Belkin // *Semin Vasc Surg.* – 2009. – Vol. 22, № 4. – P. 234-239. – doi: 10.1053/j.semvascsurg.2009.10.005.
 17. Анализ влияния реваскуляризации на пул аминокислот и определение его роли в развитии послеоперационных осложнений у пациентов с заболеваниями артерий нижних конечностей / О. В. Панасюк [и др.] // *Военная медицина.* – 2022. – № 2. – С. 63-74. – doi: 10.51922/2074-5044.2022.2.63. – edn: VAMKVX.
 18. Pärsson HN, Lundin N, Lindgren H. 2D perfusion-angiography during endovascular intervention for critical limb threatening ischemia – A feasibility study. *JRSM Cardiovasc Dis.* – 2020. – Vol. 9. – P. 1-7. – doi: 10.1177/2048004020915392.
 19. Ankle Brachial Index Predicts for Difficulties in Performing Microvascular Anastomosis / A. K. Bartella [et al.] // *J Oral Maxillofac Surg.* – 2020. – Vol. 78, № 6 – P. 1020-1026. – doi: 10.1016/j.joms.2020.01.019.
 20. Панасюк, О. В. Прогнозирование исходов инфраингвинальных реваскуляризирующих операций у пациентов с заболеваниями артерий нижних конечностей / О. В. Панасюк, Э. В. Могилевец, А. В. Копыцкий // *Наука и инновации.* – 2022. – № 12. – С. 68-72. – doi: 10.29235/1818-9857-2022-12-68-72.
- References**
1. Criqui MH, Matsushita K, Aboyans V, Hess CN, Hicks CW, Kwan TW, McDermott MM, Misra S, Ujueta F. Lower Extremity Peripheral Artery Disease: Contemporary Epidemiology, Management Gaps, and Future Directions: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation.* 2021;144(9):e171-e191. doi: 10.1161/CIR.0000000000001005.
 2. Dua A, Lee CJ. Epidemiology of Peripheral Arterial Disease and Critical Limb Ischemia. *Tech Vasc Interv Radiol.* 2016;19(2):91-5. doi: 10.1053/j.tvir.2016.04.001.
 3. Criqui MH, Aboyans V. Epidemiology of peripheral artery disease. *Circ Res.* 2015;116(9):1509-26. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.116.303849.
 4. Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, Nehler MR, Harris KA, Fowkes FG; TASC II Working Group. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *J Vasc Surg.* 2007;45 Suppl S:S5-67. doi: 10.1016/j.jvs.2006.12.037.
 5. Panasjuk OV, Mogilevec EV, Gorjachev PA. Analiz otkrytyh i gibridnyh operacij pri porazhenii magistralnyh arterij nizhe pahovoj svjazki. In: Volf SB, editor. *Aktualnyje problemy mediciny. Sbornik materialov itogovoj nauchno-prakticheskoy konferencii*; 2022 Jan 27; Grodno. Grodno: GrGMU; 2022. p. 449-451. edn: PRQGQR. (Russian).
 6. Utsunomiya M, Takahara M, Iida O, Soga Y, Hata Y, Shiraki T, Nagae A, Kato T, Kobayashi N, Suematsu N, Tasaki J, Horie K, Uchida D, Kodama A, Azuma N, Nakamura M. Limb-Based Patency After Surgical vs Endovascular Revascularization in Patients with Chronic Limb-Threatening Ischemia. *J Endovasc Ther.* 2020;27(4):584-594. doi: 10.1177/1526602820923388.
 7. Perlander A, Jivegård L, Nordanstig J, Svensson M, Österberg K. Amputation-free survival, limb symptom alleviation, and reintervention rates after open and endovascular revascularization of femoropopliteal lesions in patients with chronic limb-threatening ischemia. *J Vasc Surg.* 2020;72(6):1987-1995. doi: 10.1016/j.jvs.2020.03.029.
 8. Bradbury AW, Adam DJ, Bell J, Forbes JF, Fowkes FG, Gillespie I, Raab G, Ruckley CV. Multicentre randomised controlled trial of the clinical and cost-effectiveness of a bypass-surgery-first versus a balloon-angioplasty-first revascularisation strategy for severe limb ischaemia due to infrainguinal disease. The Bypass versus Angioplasty in Severe Ischaemia of the Leg (BASIL) trial. *Health Technol Assess.* 2010;14(14):iii-iv. doi: 10.3310/hta14140.
 9. Vitalis A, Shantsila A, Kay M, Vohra RK, Lip GYH. Outcome of Femoral-popliteal Bypass Procedures in Different Ethnic Groups in England: A Retrospective Analysis of Hospital Episode Statistics. *Ann Vasc Surg.* 2021;76:351-356. doi: 10.1016/j.avsg.2021.04.018.
 10. Conte MS. Technical factors in lower-extremity vein bypass surgery: how can we improve outcomes? *Semin Vasc Surg.* 2009;22(4):227-33. doi: 10.1053/j.semvascsurg.2009.10.004.
 11. Janushko VA, Ioskevich NN, Lozhko PM, Turljuk DV, Janushko AV. Hirurgija aorty i ejo vetvej. Atlas i rukovodstvo. Moskva: Medicinskaja literatura; 2013. 183 p. (Russian).
 12. Monahan TS, Owens CD. Risk factors for lower-extremity vein graft failure. *Semin Vasc Surg.* 2009;22(4):216-226. doi: 10.1053/j.semvascsurg.2009.10.003.
 13. Singh N, Sidawy AN, DeZee KJ, Neville RF, Akbari C, Henderson W. Factors associated with early failure of infrainguinal lower extremity arterial bypass. *J Vasc Surg.* 2008;47(3):556-561. doi: 10.1016/j.jvs.2007.10.059.
 14. Belov JuV. Rukovodstvo po sosudistoj hirurgii s atlasom operativnoj tehnik. 2nd ed. Moskva: MIA; 2011. 463 p. edn: QLZCYB. (Russian).
 15. Pokrovskij AV, et al. Klinicheskaja angiologija. A.V. Pokrovskij, editor. Vol. 2. Moskva: Medicina; 2004. 888 p. edn: QLJSFZ. (Russian).
 16. Belkin M. Secondary bypass after infrainguinal bypass graft failure. *Semin Vasc Surg.* 2009;22(4):234-9. doi: 10.1053/j.semvascsurg.2009.10.005.
 17. Panasiuk OV, Mahiliavets EV, Naumov AV, Kapytski AV. Analysis of the effect of revascularization on the amino acid pool and determination of its role in the development of postoperative complications among the patients with lower limb arterial diseases. *Military medicine.* 2022;(2):63-74. doi: 10.51922/2074-5044.2022.2.63. edn: VAMKVX. (Russian).
 18. Pärsson HN, Lundin N, Lindgren H. 2D perfusion-

- angiography during endovascular intervention for critical limb threatening ischemia - A feasibility study. *JRSM Cardiovasc Dis.* 2020;9:1-7. doi: 10.1177/2048004020915392.
19. Bartella AK, Luderich C, Kamal M, Braunschweig T, Steegmann J, Modabber A, Kloss-Brandstätter A, Hölzle F, Lethaus B. Ankle Brachial Index Predicts for Difficulties in Performing Microvascular Anastomosis. *J Oral Maxillofac Surg.* 2020;78(6):1020-1026. doi: 10.1016/j.joms.2020.01.019.
20. Panasyuk OV, Mogilevets EV, Kopytsky AV. Prediction of the infrainguinal revascularizing surgery outcomes in patients with diseases of the lower limb arteries. *Science and Innovations.* 2022;(12):68-72. doi: 10.29235/1818-9857-2022-12-68-72. (Russian).

IMPROVEMENT OF THE TECHNIQUE OF BYPASS INTERVENTIONS ON THE FEMOROPOPLITEAL SEGMENT IN PATIENTS WITH CHRONIC ARTERIAL INSUFFICIENCY OF THE LOWER LIMB

O. V. Panasiuk

Grodno State Medical University, Grodno, Belarus

Background: Despite the increasing number of X-ray endovascular operations on infrainguinal lesions of lower limb arteries open surgery remains highly relevant. The operating time of open surgeries cannot be considered satisfactory, especially when combined shunts are used in the infrainguinal position.

Research objective is to improve the results of shunt operations at atherosclerotic lesions of the femoropopliteal segment by advancing the technique of determining the required extent and applying the autotransplant material.

Material and methods. 72 patients were involved in the research. All the patients underwent the femoropopliteal shunt procedure. The instruments designed by us (autovenous shunt length meter and the device for tunnel formation and for applying the shunt into the tissues) were used in the first group. Patients from the second group were operated on with the use of the classical technique and equipment.

Results. No combined shunts were used in the first group of patients in comparison with the second group (n=5). Statistically significant results (p<0.05) between the studied groups were obtained according to such criteria as number of cases of intraoperative shunt torsion (p=0.0171), length of unused autograft material (p=0.0001), ankle brachial index increase (p=0.024), the number of early postoperative complications (p=0.028), the number of shunt dysfunctions (p=0.0203) and shunt functioning duration (p=0.013).

Conclusions. The use of the patented instruments when performing femoropopliteal shunting allows to determine precisely the required amount of autotransplanted material and to provide its more convenient applying in the subcutaneous tunnel. The use of the patented instruments when performing femoropopliteal shunting with a reversed autovein made it possible to improve the technique of this revascularization operation: to accurately determine the required amount of autograft material which excluded the presence of patients with combined shunt in the first group, as well as to perform the simultaneous creation of a tunnel in the soft tissues of the thigh, shin and reliable shunt placement, excluding its rotation along the axis. The use of the patented instruments when performing femoropopliteal shunting allowed to get positive results in the first group, in comparison with second group of patients both in the early and late postoperative periods.

Keywords: lower limb arterial diseases, revascularizing surgeries, femoropopliteal shunting, combined shunt.

For citation: Panasiuk OV. Improvement of the technique of bypass interventions on the femoro-popliteal segment in patients with chronic arterial insufficiency of the lower limb. Journal of the Grodno State Medical University. 2023;21(3):280-287. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2023-21-3-280-287>.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

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

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

Соответствие принципам этики. Исследование одобрено локальным этическим комитетом.

Conformity with the principles of ethics. The study was approved by the local ethics committee.

Об авторе / About the author

Панасюк Олег Владимирович / Panasiuk Oleg, e-mail: kiparis.10@inbox.ru, ORCID: 0000-0002-7677-5705

Поступила / Received: 13.03.2023

Принята к публикации / Accepted for publication: 23.05.2023