

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕНОЗНЫХ КОНДУИТОВ ПОСЛЕ ЭНДОСКОПИЧЕСКОГО ВЫДЕЛЕНИЯ

Ю.Ю. Вечерский¹, Д.В. Манвелян^{1*}, Н.В. Крахмаль²,
В.В. Затолокин¹, С.В. Гусакова², А.Н. Дзюман²

¹ Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, 634012, Российская Федерация, Томск, ул. Киевская, 111а

² Сибирский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, 634050, Российская Федерация, Томск, Московский тракт, 2

Актуальность. Морфофункциональная целостность структур стенки венозного кондуита при коронарном шунтировании является гарантом функционирования аутовенозных шунтов в отсроченном периоде. Выделение вены в лоскуте с окружающими тканями обеспечивает минимальное воздействие на вену с лучшими результатами в отдаленном периоде, но увеличивает риск раневых осложнений. Эндоскопическое выделение вены способствует значимому снижению раневых осложнений, но, по литературным данным, может отрицательно сказываться на проходимости шунтов вследствие влияния механических манипуляций и воздействия углекислого газа. Ранее нами был разработан метод эндоскопического выделения вены в лоскуте с окружающими тканями, не требующий инсуффляции углекислого газа.

Цель исследования: оценка морфофункциональных изменений фрагментов вен, выделенных оригинальным эндоскопическим методом, по сравнению с традиционным открытым забором.

Материал и методы. На исследование отправлялись фрагменты большой подкожной вены после эндоскопического и открытого выделения. Из доступа в области колена открыто выделялся фрагмент вены 3–5 см, который использовался затем для биопсии контрольной группы. Далее вена выделялась эндоскопически, фрагменты этой части вены вошли в исследуемую группу. Проводилась световая микроскопия с окраской гематоксилином и эозином для оценки структурной целостности стенки вен, а также иммуногистохимическое определение экспрессии CD 31 и E-кадгерина для оценки жизнеспособности и функциональности эндотелия.

Результаты. По данным гистологического исследования, в сегментах, выделенных эндоскопическим путем, отмечен более сохранный эндотелий, по данным иммуногистохимии, более жизнеспособный эндотелий.

Ключевые слова:	коронарное шунтирование, минимально инвазивная хирургия, эндоскопия, морфология, иммуногистохимия.
Конфликт интересов:	авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Прозрачность финансовой деятельности:	никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.
Для цитирования:	Вечерский Ю.Ю., Манвелян Д.В., Крахмаль Н.В., Затолокин В.В., Гусакова С.В., Дзюман А.Н. Морфофункциональное состояние венозных кондуитов после эндоскопического выделения. <i>Сибирский медицинский журнал</i> . 2019;34(2):138–145. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2019-34-2-138-145

MORPHO-FUNCTIONAL CONDITION OF VENOUS CONDUITS AFTER ENDOSCOPIC HARVESTING

Yury Yu. Vecherskiy¹, David V. Manvelyan^{1*}, Nadezhda V. Krakhmal²,
Vasiliy V. Zatolokin¹, Svetlana V. Gusakova², Anna N. Dzyuman²

¹Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences, 111a, Kievskaya str., Tomsk, 634012, Russian Federation

²Siberian State Medical University, 2, Moskovsky tract, Tomsk, 634050, Russian Federation

Background. The morpho-functional integrity of the structures of the wall of the venous conduit during coronary artery bypass grafting is the guarantor of the functioning of autovenous bypass grafts in the long-term period. Allocating a vein in a flap with surrounding tissues ensures minimal effect on the vein with better results in the long-term, but it increases the risk of wound complications. Endoscopic vein harvesting contributes to a significant reduction in wound complications. However, according to literary data, this technique can negatively affect the bypass grafts passability due to the effects of mechanical manipulations and exposure to carbon dioxide. Previously, we developed a method for the endoscopic vein extraction in a flap with surrounding tissues that does not require carbon dioxide insufflation.

Aim. The aim of the study was to assess the morphological and functional changes in the vein fragments harvested by the new original endoscopic method compared to the traditional open harvesting technique.

Material and Methods. The fragments of the great saphenous vein were studied after endoscopic and open harvesting. From the access in the knee area, a 3–5 cm fragment of the vein was openly harvested and was then used for the biopsy in the control group. Next, the vein was harvested endoscopically and the fragments of this part of the vein comprised the study group. Light microscopy of the sections, stained with hematoxylin and eosin, was performed to assess the structural integrity of the venous walls; the expression of CD 31 and E-Cadherin was determined immunohistochemically to assess the viability and function of the endothelium.

Results. The results of histological study suggested that the endothelium was more intact in the segments harvested endoscopically; moreover, immunohistochemistry data showed that the endothelium was more viable in these segments.

Keywords:	coronary artery bypass surgery, minimally invasive surgery, endoscopy, morphology, immunohistochemistry.
Conflict of interest:	the authors do not declare a conflict of interest.
Financial disclosure:	no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.
For citation:	Vecherskiy Yu.Yu., Manvelyan D.V., Krakhmal N.V., Zatolokin V.V., Gusakova S.V., Dzyuman A.N. Morpho-Functional Condition of Venous Conduits after Endoscopic Harvesting. <i>The Siberian Medical Journal</i> . 2019;34(2):138–145. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2019-34-2-138-145

Актуальность

Основной проблемой использования аутовенозных шунтов являются более низкие долгосрочные показатели проходимости и клинические результаты по сравнению с аутоартериальными шунтами [1]. На показатели проходимости аутовенозных шунтов большое влияние оказывает целостность структур венозной стенки [2]. Но не только морфологическая целостность, но и функциональная жизнеспособность венозного кондуита лежат в основе длительного функционирования аутовенозных шунтов. Оценка функциональной жизнеспособности осуществляется с помощью определения активности различных структур эндотелия, имеющих решающее значение в функционировании сосуда, таких как фактор Виллебранда, кавеолин, кадгерин, CD 31, CD 34, эндотелиальная синтаза оксида азота.

Выделение вены в лоскуте с окружающими тканями способствует минимальному механическому воздействию на вену, что отражается в лучшей сохранности структур стенки вены, но вместе с тем увеличивает высокий риск раневых осложнений [3].

Эндоскопическое выделение вены способствует значимому снижению раневых осложнений, но, несмотря на это, не гарантирует удовлетворительную проходимость шунта в послеоперационном периоде, что связано с определенными техническими особенностями данного метода. Хирургические манипуляции над веной, имеющие место при эндоскопическом выделении, включают механическую тягу вены при движении ретрактора, термическое коагуляционное повреждение боковых притоков и адвентиции. Подобные воздействия приводят к повреждению и снижению антитромботических свойств эндотелия, увеличению риска вазоспазма и тромбоза [2].

Одним из потенциальных недостатков закрытых систем также является инсuffляция углекислого газа, поскольку давление, возникающее при этом в туннеле, способствует застою крови и формированию пристеночных сгустков, а кислая среда может привести к нарушению функции эндотелия [4, 5]. Кроме того, при инсuffляции углекислого газа возможен отрыв мелких ветвей с развитием кровоизлияний в стенку вены [5].

Снижение жизнеспособности и функциональности эндотелия при эндоскопическом выделении с инсuffляцией углекислого газа было продемонстрировано L.J. Rousou и соавт., которые провели качественный и количественный анализ жизнеспособности и функциональности эндотелия вен, выделенных эндоскопическим и открытым способом при помощи иммунофлуоресцентного анализа, вестерн-блоттинга и многофотонной визуализации. Тогда как многофотонная визуализация не выявила грубых повреждений эндотелия при любом из способов выделения, иммунофлуоресцентный анализ продемонстрировал низкую жизнеспособность и функциональность эндотелия вен, выделенных эндоскопически. Сегменты вен эндоскопического выделения при сравнительном анализе имели меньшую эстеразную активность (высокие значения свидетельствуют о жизнеспособности эндотелия), флуоресценцию кавеолина, эндотелиальной синтазы оксида азота и фактора Виллебранда, которые непосредственно участвуют в жизнедеятельности эндотелия [2]. Данное исследование подтвердило важность не только гистологической, но и функциональной оценки.

Первостепенное значение имеет разработка как адекватного инструментария, так и воспроизводимой техники эндоскопического забора кондуита для преодоления этих недостатков [4]. Ранее нами был разработан и предложен оригинальный метод эндоскопического выделения вены в лоскуте с окружающими тканями, не требующий инсuffляции углекислого газа [6].

Цель данного исследования: оценка морфологических изменений и функционального состояния фрагментов вен, выделенных по оригинальной методике, по сравнению с традиционным выделением путем световой микроскопии и иммуногистохимического анализа.

Материал и методы

Проведено проспективное рандомизированное исследование, включающее 62 фрагмента вен, полученных от 31 пациента. При определении объема выборки мы ориентировались на исследование М.Н. Nezafati и соавт., которые статистическими методами определили мощность исследования в 30 случаях [7]. Протокол исследования был одобрен этическим комитетом НИИ кардиологии Томского НИМЦ, информированное согласие получено от каждого пациента. Забор вен на исследование осуществлялся у пациентов без венозной недостаточности, отеков нижних конечностей различного генеза. Исключались пациенты с патологией и аномалией подкожных вен, которые были верифицированы по данным УЗИ.

Выделение венозных кондуитов. Эндоскопическое выделение вен проводилось по разработанной оригинальной методике, использовалась открытая эндоскопическая система Karl Storz, выделение вены осуществлялось в лоскуте с окружающими тканями с помощью устройства Liga Sure. Для этого вначале выполнялся поперечный разрез на уровне колена в проекции большой подкожной вены (БПВ). Под прямым зрительным контролем традиционным способом выделялся фрагмент подкожной вены 3–5 см, формировались карманы над БПВ, куда

заводился ретрактор, затем эндоскопическим путем осуществлялось выделение вены. Маркировался сегмент открытого выделения, а также смежный с ним сегмент эндоскопического выделения.

Таким образом, на морфологическое и иммуногистохимическое исследование отправлялись интактные сегменты без предварительной гидравлической дилатации. Выделение венозных кондуитов проводилось опытным хирургом (более 100 случаев выделения).

Подготовка препаратов. Материал фиксировался в 10%-м растворе формалина, забуференным гидрофосфатом натрия. Вырезка, проводка, заливка материала в парафин, а также изготовление гистологических препаратов осуществлялись с использованием стандартных методик. Гистологические препараты окрашивались гематоксилином и эозином. Исследование выполнялось с применением светового микроскопа Carl Zeiss Axio Lab. A1 (Германия). Определялась морфологическая жизнеспособность эндотелия (нормальный, растянутый или отслоенный), целостность эндотелиальной выстилки (очаговые и диффузные зоны дезэндотелизации). Анализируются случаи надрывов интимы в вертикальном и/или горизонтальном направлениях, наличие адгезии форменных элементов крови и пристеночных тромбов, повреждения меди и адвентиции, наличие отека стенки вены.

Имуногистохимический анализ исследуемых образцов сегментов вен проводился по стандартной методике с использованием полностью автоматизированного иммуногистохимического Bond-maX (Leica Biosystems). Применялись моноклональные антитела CD 31 (мембранное окрашивание, Clone 1A 10, Leica Bond) и E-кадгерина (мембранно-цитоплазматическое окрашивание, Clone 36 B5, Leica Bond). Оценка экспрессии E-кадгерина и CD 31 проводилась на основе классификации интенсивности экспрессии маркера (слабая, умеренная и выраженная экспрессия маркера в клетках эндотелия); определялся процент эндотелиальных клеток с позитивной экспрессией маркера (количество клеток с позитивной экспрессией к общему количеству клеток эндотелия в представленном срезе, увеличение $\times 400$).

Фотографирование гистологических срезов исследуемых препаратов осуществлялось с применением светового микроскопа Leica DM 500 ICC 50 E с использованием программного обеспечения LEICA Application Suite (LAS) EZ (Version 3.4).

Анализ данных проводился в статистическом пакете R-project. Полученные количественные данные, не имеющие нормального распределения, выражены в виде медианы и квартилей, а качественные – в виде значений и процентов. Статистическая значимость проверялась с помощью критерия Мак-Немара для зависимых переменных. Статистическая значимость достигалась при значении $p < 0,05$.

Результаты

Основные результаты морфологического и иммуногистохимического исследования представлены в таблице.

При сравнительном анализе морфологически неизменный жизнеспособный эндотелий чаще встречался в группе эндоскопического выделения вены, однако эта разница не достигла статистической значимости ($p=0,07$). Сегменты вен открытого выделения демонстрировали преимущественно «растянутый» эндотелий (рис. 1А). Гораздо реже в обеих группах встречалось отслоение эндотелия (рис. 1В). Повреждения эндотелия имели преимущественно очаговый характер и были сопоставимы в обеих группах, при этом отмечалась тенденция к их снижению в эндоскопической группе.

Таблица. Результаты морфологического и иммуногистохимического исследований сегментов вен открытого и эндоскопического выделения
Table. The results of morphological and immunohistochemical studies of vein segments of open and endoscopic harvesting

Параметры		Открытое выделение	Эндоскопическое выделение	<i>p</i>
Морфология эндотелия, <i>n</i> (%)	неизмененный	9 (29,03)	17 (54,83)	0,07044
	растянутый	19 (61,29)	13 (41,93)	0,1138
	отслоенный	3 (9,677)	1 (3,225)	0,4795
Характер повреждения эндотелия, <i>n</i> (%)	отсутствует	17 (54,83)	21 (67,74)	0,3865
	очаговый	14 (45,16)	9 (29,03)	0,2673
	диффузный	0 (0)	1 (3,225)	1
Надрывы интимы в вертикальном и горизонтальном направлениях, <i>n</i> (%)		14 (45,16)	12 (38,70)	0,2113
Отек стенки вены, <i>n</i> (%)		6 (19,35)	2 (6,451)	0,2888
Адгезия форменных элементов, <i>n</i> (%)		1 (3,225)	6 (19,35)	0,07364
Повреждение меди и адвентиции, <i>n</i> (%)		9 (29,03)	4 (12,90)	0,1824
Формирование пристеночных тромбов, <i>n</i> (%)		0 (0)	0 (0)	1
Интенсивность экспрессии CD 31, <i>n</i> (%)	слабая	3 (9,677)	1 (3,225)	0,0396
	умеренная	10 (32,25)	4 (12,90)	
	выраженная	18 (58,06)	26 (83,87)	
Распространенность экспрессии CD 31 (%)		80 (45; 94)	80 (60; 90)	0,4449
Интенсивность экспрессии Е-кадгерина, <i>n</i> (%)	слабая	14 (45,16)	12 (38,70)	0,8066
	умеренная	11 (35,48)	14 (45,16)	
	выраженная	6 (19,35)	5 (16,12)	
Распространенность экспрессии Е-кадгерина, (%)		30 (15; 50)	40 (20; 45)	0,5159

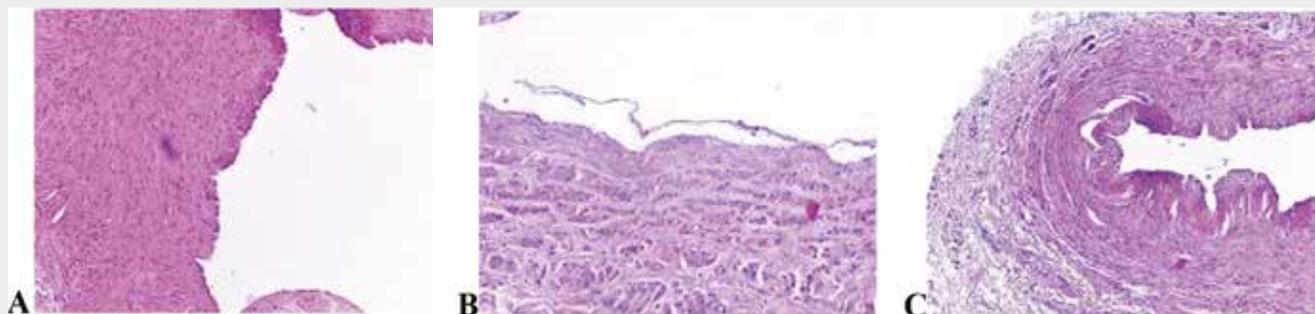


Рис. 1. Морфологические изменения эндотелия: А – растяжение эндотелия с формированием «зубчиков»; х200; В – отслоение эндотелия; х400; С – надрывы внутреннего слоя; х100
 Fig. 1. Morphological changes in the endothelium: А – stretching of the endothelium with the formation of ‘teeth’; 200-fold magnification; В – endothelial detachment; 400-fold magnification; С – intima tears; 100-fold magnification

Различные повреждения и надрывы интимы в вертикальном и горизонтальном направлениях встречались в 45,16% случаях открытого выделения и в 38,70% случаях эндоскопического выделения (рис. 1С).

При эндоскопическом выделении чаще наблюдались случаи адгезии форменных элементов крови, но разница не достигла статистической значимости ($p=0,07$). С другой стороны, ни в одной из групп не отмечено формирования пристеночных тромбов, что свидетельствует об отсутствии грубых повреждений эндотелия.

Отдельные повреждения адвентиции и меди в нашем исследовании встречались редко, поэтому было принято решение их объединить. Они имели место в 9 случаях открытого выделения и в 4 случаях эндоскопического выделения (рис. 2).

По результатам иммуногистохимического исследования выраженная экспрессия CD 31 встречалась преимущественно при эндоскопическом выделении, что можно воспринимать неоднозначно, так как интенсивная экспрессия CD 31 может наблюдаться и при повреждениях эндотелия (компенсаторная гиперэкспрессия в жизнеспособных эндотелиоцитах). Поэтому важно, наряду с определением интенсивности, оценивать и ее распространенность. По этому показателю группы существенно не отличались.

Примечательно, что сегменты с низкой распространенностью экспрессии, как правило, имели повреждения эндотелия очагового или диффузного характера, надрывы интимы. В экспрессии Е-кадгерина не отмечено статистически значимой разницы как по интенсивности, так и распространенности экспрессии. Однако при этом наблюдались те же тенденции, что и при экспрессии CD 31 (рис. 3).

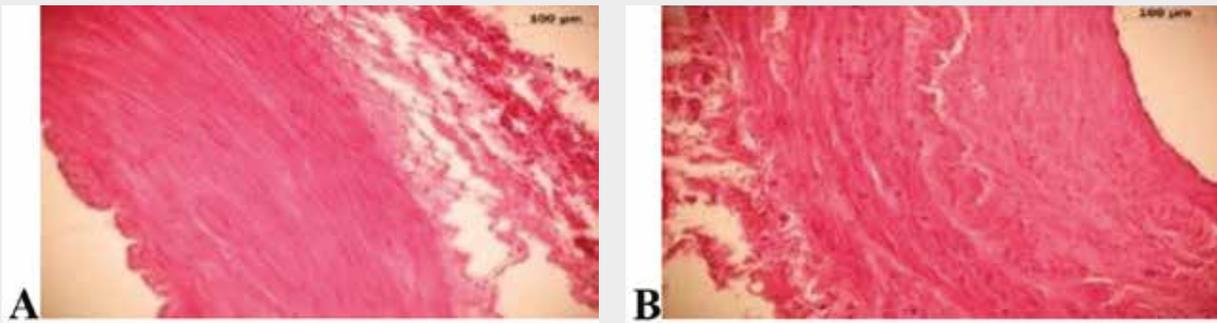


Рис. 2. Морфологическое состояние адвентиции: А – истончение, надрывы адвентиции после открытого выделения большой подкожной вены, х600; В – полностью сохраненная адвентиция после эндоскопического выделения большой подкожной вены в лоскуте с окружающими тканями, х600

Fig. 2. Morphological state of the adventitia: A – thinning and tears of the adventitia after open harvesting of the great saphenous vein, 600-fold magnification; B – fully preserved adventitia after endoscopic harvesting of the great saphenous vein in the flap with surrounding tissues, 600-fold magnification

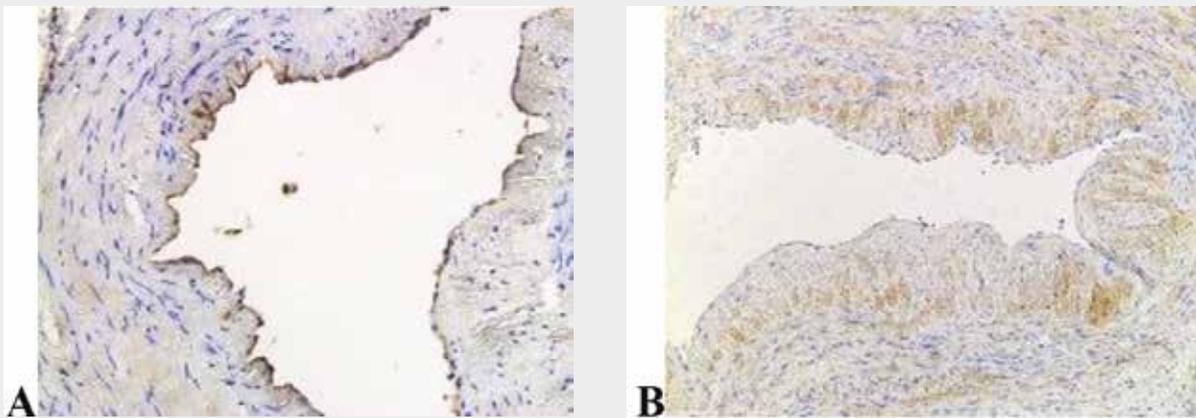


Рис. 3. Экспрессия иммуногистохимических маркеров в сегментах вен: А – положительная экспрессия CD 31 в клетках эндотелия, х400; В – положительная экспрессия E-кадгерина в клетках эндотелия, х400

Fig. 3. The expression of immunohistochemical markers in the vein segments: A – positive expression of CD 31 in the endothelial cells, 400-fold magnification; B – positive expression of E-Cadherin in endothelial cells, 400-fold magnification

Обсуждение

Ранее было установлено, что признаки исходной структурной реорганизации стенки БПВ имеются у всех больных, независимо от половой принадлежности и возрастного фактора [8]. В нашей работе на исследование отправлялись сегменты вен от одного пациента, забранных с помощью обоих методов выделения. Таким образом, каждый пациент являлся контрольным по отношению к себе, исключалось влияние исходных морфофункциональных индивидуальных изменений, а исследование вены из смежных областей гарантировало гомогенность материала.

Гистологические отличия между традиционно выделенными венами и венами, выделенными по технике *no-touch*, были установлены ранее [3]. Эндотелиальный покров является не только барьером между кровью и субэндотелиальным слоем, но и выступает основным регулятором сосудистого гомеостаза. В эндотелии синтезируется целый спектр биологически активных веществ, регулирующих агрегацию тромбоцитов и синтез фибрина (фактор Виллебранда, тканевые факторы), обладающих антитромботическими свойствами (простаглицлин, тромбомодулин и гепарансульфат), экспрессируются активаторы плазминогена, а также ряд других факторов, участвующих в

гормональных и иммунных реакциях [9]. Мы не обнаружили статистически значимых отличий в морфологическом состоянии эндотелия при обоих методах выделения. Чаще всего встречался неизменный эндотелий за некоторым преимуществом группы эндоскопического выделения.

Велико и значение адвентициальной оболочки для адекватного функционирования аутовенозных шунтов. Лоскутное выделение БПВ помогает сохранить адвентициальную оболочку вместе с окружающим периваскулярным жиром. Адвентиция с несущей микрососудистой сетью (*vasavasorum*) участвует в адаптации аутовенозных шунтов к артериализации кровотока за счет контроля ангиогенеза и микроциркуляции, выполняет питательную функцию (доставка кислорода и питательных веществ), тем самым предотвращая гипоксию и последующий фиброз стенки, а периваскулярный жир является источником вазорелаксирующих факторов [10].

Несмотря на то, что в нашем исследовании повреждения адвентиции регистрировались редко и в равной степени встречались при обоих методах выделения, характер повреждений зависел от способа выделения. В группе открытого выделения чаще выявлялось истончение и очаговые повреждения, а при эндоскопическом выделении отмечалось коагуляционное повреждение без заметного истончения и очаговых дефектов.

В работе с помощью иммуногистохимического метода была изучена экспрессия двух маркеров – CD 31 и Е-кадгерина. CD 31 (другое название PECAM-1, от англ. platelet/endothelial cell adhesion molecule-1) представляет собой гликопротеин, мембранный белок, относящийся к классу молекул клеточной адгезии. CD 31 является одним из наиболее часто используемых и специфичных эндотелиальных маркеров [9]. Важно, что CD 31 является одним из основных белков межклеточных контактов эндотелиальных клеток, и, соответственно, его использование помогает идентифицировать наличие (как факт) и сохранность эндотелия в сосудах. Позитивную экспрессию данного маркера можно рассматривать и как показатель функциональной клеточной жизнеспособности, поскольку в механически поврежденной клетке в короткие сроки отмечается возникновение некробиотических изменений, что сопровождается быстро прогрессирующим снижением экспрессионной активности антигенных детерминант. Таким образом, можно предположить, что при эндоскопическом способе выделения венозных сегментов, который является менее травматичным, сохраняется большее число жизнеспособных эндотелиоцитов, что подтверждается позитивной экспрессией изучаемого молекулярно-биологического маркера. При открытом методе забора венозного сегмента происходит более значительная травматизация эндотелия, что проявляется снижением показателей экспрессии CD 31. Это свидетельствует о лучшей сохранности эндотелия и преимуществе выделения вены в лоскуте. Основываясь на патогенезе недостаточности венозных шунтов, именно этот факт, возможно, может определять частоту возникновения осложнений у пациентов в послеоперационном периоде.

Кадгерин являются основным классом молекул клеточной адгезии, которые обеспечивают соединение клеток. Выделяют несколько типов кадгерин, согласно органопринадлежности. VE-кадгерин специфичен для эндотелия, имеет важное значение для функционирования эндотелия [11]. Помимо клеточного контакта VE-кадгерин участвует в контроле проницаемости сосудов и экстравазации лейкоцитов, а также модулирует различные клеточные процессы, такие как пролиферация и апоптоз, а, следовательно, и морфогенез сосудов [11]. И хотя VE-кадгерин более специфичен для сосудистого эндотелия, повышенная экспрессия этой молекулы может быть показателем повышенной сосудистой проницаемости и экстравазации лейкоцитов, поэтому многие авторы для оценки состояния эндотелия используют Е-кадгерин [2, 4]. В нашем исследовании мы не получили столь интенсивного окрашивания на Е-кадгерин, как при окрашивании на CD 31. Мы считаем, что это связано с более низкой специфичностью Е-кадгерина для эндотелия по сравнению с CD 31. Возможным подтверждением этой гипотезы являются результаты работы L.J. Rousou и соавт., в которой

не было зарегистрировано отличий в активности кадгерина, тогда как по другим эндотелиальным маркерам выявлена статистически значимая разница [2].

Повреждение БПВ в процессе выделения неизбежно при любом методе выделения, но важно стремиться к минимальной травматизации и снижению механического воздействия на кондуит, что позволит добиться превосходных результатов проходимости шунтов в отдаленном периоде. Изменения эндотелия и интимы в группе эндоскопического выделения в целом незначительны и сопоставимы с таковыми при открытом заборе, что опровергает опасения многих исследователей по поводу травматичности эндоскопии для выделяемого кондуита и свидетельствует в пользу разработанного метода. Не стоит забывать о том, что существующее в современной практике выделение вены в открытой эндоскопической системе является технически очень сложным процессом [9]. Используемый в данном исследовании оригинальный метод эндоскопического забора вены в открытой системе отличается значительным упрощением процесса выделения и минимизацией механического воздействия на вену. Выделение БПВ специалистами с опытом выделения более 2000 случаев и стажем более 7 лет не приводит к дисфункции эндотелия вне зависимости от метода выделения [4].

Выводы

1. Эндоскопическое выделение БПВ не вызывает прямого повреждения структур стенки венозных кондуитов, характеризуется преимущественным сохранением эндотелия и подлежащих структур. Структурные нарушения стенки встречаются редко и чаще всего касаются интимы: отслойка эндотелия (3,23%), зона деэндотелизации очагового характера (29,03%) с адгезией форменных элементов (19,35%), надрыв интимы (38,70%). Отсутствие случаев формирования пристеночных тромбов свидетельствует о том, что эндоскопическое выделение не приводит к значимым повреждениям стенки вен. Вышеуказанные изменения являлись однотипными и были присущи также и открытому выделению, но с несколько высокой частотой, не достигшей статистической значимости. Наряду с этим оценка функциональной жизнеспособности эндотелия иммуногистохимическим методом демонстрирует лучшие показатели при эндоскопическом выделении.

2. Клиническое применение оригинального способа эндоскопического выделения БПВ обосновано безопасностью метода для структур венозной стенки. Вместе с тем для достижения оптимальных результатов требуется большая продолжительность периода обучения хирургов по эндоскопическому выделению вены.

Литература

1. Dashwood M.R., Loesch A. Surgical damage of the saphenous vein and graft patency. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2007;133(1):274–275. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2006.09.029.
2. Rousou L.J., Taylor K.B., Lu X.G., Healey N., Crittenden M.D., Khuri S.F., et al. Saphenous vein conduits harvested by endoscopic technique exhibit structural and functional damage. *Ann. Thorac. Surg.* 2009;87:62–70. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2008.08.049.
3. Souza D.S., Christofferson R.H., Bomfim V., Filbey D. “No-touch” technique using saphenous vein harvested with its surrounding tissue for coronary artery bypass grafting maintains an intact endothelium. *Scand. Cardiovasc. J.* 1999;33(6):323–329.
4. Hussaini B.E., Lu X.G., Wolfe J.A., Thatte H.S. Evaluation of endoscopic vein extraction on structural and functional viability of saphenous vein endothelium. *J. Cardiothorac. Surg.* 2011;6(1):82. DOI: 10.1186/1749-8090-6-82.
5. Bisleri G., Muneretto C. Endoscopic saphenous vein and radial harvest: state-of-the-art. *Curr. Opin. Cardiol.* 2015;30(6):624–628. DOI: 10.1097/HCO.0000000000000231.
6. Вечерский Ю.Ю., Затолокин В.В., Петлин К.А., Ахмедов Ш.Д., Шипулин В.М. Новый метод эндоскопического выделения большой подкожной вены в открытой системе. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2017;23(2):131–136.
7. Nezafati M.H., Nezafati P., Amoueian S., Attaranzadeh A., Rahimi H.R. Immunohistochemistry comparing endoscopic vein harvesting vs. open vein harvesting on saphenous vein endothelium. *J. Cardiothorac. Surg.* 2014;9(1):101. DOI: 10.1186/1749-8090-9-101.
8. Лавренко О.В., Волков А.М., Чернявский А.М., Пустоветова М.Г. Морфологическая оценка венозного аутоотрансплантата (большой подкожной вены) при операции аортокоронарного шунтирова-

ния. *Journal of Siberian Medical Sciences*. 2012;6.

9. Hashmi S.F., Krishnamoorthy B., Critchley W.R., Walker P., Bishop P.W., Venkateswaran R.V., et al. Histological and immunohistochemical evaluation of human saphenous vein harvested by endoscopic and open conventional methods. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*. 2014;20(2):178–185. DOI: 10.1093/icvts/ivu359.
10. Kopjar T., Dashwood M.R. Endoscopic versus “no-touch” saphenous

References

1. Dashwood M.R., Loesch A. Surgical damage of the saphenous vein and graft patency. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2007;133(1):274–275. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2006.09.029.
2. Rousou L.J., Taylor K.B., Lu X.G., Healey N., Crittenden M.D., Khuri S.F., et al. Saphenous vein conduits harvested by endoscopic technique exhibit structural and functional damage. *Ann. Thorac. Surg.* 2009;87:62–70. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2008.08.049.
3. Souza D.S., Christofferson R.H., Bomfim V., Filbey D. “No-touch” technique using saphenous vein harvested with its surrounding tissue for coronary artery bypass grafting maintains an intact endothelium. *Scand. Cardiovasc. J.* 1999;33(6):323–329.
4. Hussaini B.E., Lu X.G., Wolfe J.A., Thatté H.S. Evaluation of endoscopic vein extraction on structural and functional viability of saphenous vein endothelium. *J. Cardiothorac. Surg.* 2011;6(1):82. DOI: 10.1186/1749-8090-6-82.
5. Bisleri G., Muneretto C. Endoscopic saphenous vein and radial harvest: state-of-the-art. *Curr. Opin. Cardiol.* 2015;30(6):624–628. DOI: 10.1097/HCO.0000000000000231.
6. Vecherskij Ju.Ju., Zatolokin V.V., Petlin K.A., AhmedovSh.D., Shipulin V.M. New method of endoscopic isolation of the great saphenous vein in the open system. *Angiologija i sosudistaja hirurgija=Angiology and*

vein harvesting for coronary artery bypass grafting: a trade-off between wound healing and graft patency. *Angiology*. 2016;67(2):121–132. DOI: 10.1177/0003319715584126.

11. Vestweber D. VE-Cadherin: the major endothelial adhesion molecule controlling cellular junctions and blood vessel formation. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*. 2008;28(2):223–232. DOI: 10.1161/ATVBAHA.107.158014.

Vascular Surgery. 2017;23(2):131–136 (In Russ.).

7. Nezafati M.H., Nezafati P., Amouieian S., Attaranzadeh A., Rahimi H.R. Immunohistochemistry comparing endoscopic vein harvesting vs. open vein harvesting on saphenous vein endothelium. *J. Cardiothorac. Surg.* 2014;9(1):101. DOI: 10.1186/1749-8090-9-101.
8. Lavrenjuk O.V., Volkov A.M., Chernjavskij A.M., Pustovetova M.G. Morphological assessment of venous autograft (large saphenous vein) during coronary artery bypass surgery. *Journal of Siberian Medical Sciences*. 2012;6 (In Russ.).
9. Hashmi S.F., Krishnamoorthy B., Critchley W.R., Walker P., Bishop P.W., Venkateswaran R.V., et al. Histological and immunohistochemical evaluation of human saphenous vein harvested by endoscopic and open conventional methods. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*. 2014;20(2):178–185. DOI: 10.1093/icvts/ivu359.
10. Kopjar T., Dashwood M.R. Endoscopic versus “no-touch” saphenous vein harvesting for coronary artery bypass grafting: a trade-off between wound healing and graft patency. *Angiology*. 2016;67(2):121–132. DOI: 10.1177/0003319715584126.
11. Vestweber D. VE-Cadherin: the major endothelial adhesion molecule controlling cellular junctions and blood vessel formation. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*. 2008;28(2):223–232. DOI: 10.1161/ATVBAHA.107.158014.

Информация о вкладе авторов

Вечерский Ю.Ю. – руководство НИР, разработка оригинального метода эндоскопического выделения большой подкожной вены, разработка и утверждение дизайна исследования, участие в операциях коронарного шунтирования с выделением вены предложенным способом; статистический анализ полученных данных, первичная редакция статьи.

Манвелян Д.В. – отбор пациентов на исследование, участие в операциях коронарного шунтирования с выделением вены предложенным способом, забор и фиксация морфологических субстратов, стати-

стический анализ полученных данных, обзор литературы и написание статьи.

Крахмаль Н.В. – проведение морфологического и иммуногистохимического исследований, первичная редакция статьи.

Затолокин В.В. – разработка оригинального метода эндоскопического выделения большой подкожной вены, участие в операциях коронарного шунтирования с выделением вены предложенным способом, первичная редакция статьи.

Дзюман А.Н. – морфологические заключения по материалу.

Гусакова С.В. – оценка функционального состояния сосуда.

Сведения об авторах

Вечерский Юрий Юрьевич, д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник отделения сердечно-сосудистой хирургии, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0002-7175-4526.

E-mail: vjj@cardio-tomsk.ru.

Манвелян Давид Владимирович*, аспирант отделения сердечно-сосудистой хирургии, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0002-2001-8115.

E-mail: manvello9@yandex.ru.

Крахмаль Надежда Валерьевна, канд. мед. наук, доцент кафедры патологической анатомии, Сибирский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации. ORCID 0000-0002-1909-1681.

E-mail: krakhmal@mail.ru.

Затолокин Василий Викторович, канд. мед. наук, младший научный сотрудник отделения сердечно-сосудистой хирургии, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный иссле-

Information about the authors

Yury Yu. Vechersky, Dr. Sci. (Med.), Leading Research Scientist, Department of Cardiovascular Surgery, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0002-7175-4526.

E-mail: vjj@cardio-tomsk.ru.

David V. Manvelyan*, Graduate Student, Department of Cardiovascular Surgery, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0002-1909-1681.

E-mail: manvello9@yandex.ru.

Nadezhda V. Krakhmal, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Pathological Anatomy, Siberian State Medical University. ORCID 0000-0002-1909-1681.

E-mail: krakhmal@mail.ru.

Vasily V. Zatolokin, Cand. Sci. (Med.), Research Assistant, Department of Cardiovascular Surgery, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0003-3952-9983.

E-mail: zatolokin@cardio-tomsk.ru.

довательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0003-3952-9983.

E-mail: zatolokin@cardio-tomsk.ru.

Гусакова Светлана Валерьевна, д-р мед. наук, декан медико-биологического факультета, заведующая кафедрой биофизики и функциональной диагностики, Сибирский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации. ORCID 0000-0001-5047-8668.

Дзюман Анна Николаевна, канд. мед наук, доцент кафедры морфологии и общей патологии, Сибирский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации. ORCID 0000-0002-0795-0987.

Svetlana V. Gusakova, Dr. Sci. (Med.), Dean of the Faculty of Medicine and Biology, Head of the Department of Biophysics and Functional Diagnostics, Siberian State Medical University. ORCID 0000-0001-5047-8668.

Anna N. Dzyuman, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Morphology and General Pathology, Siberian State Medical University. ORCID 0000-0002-0795-0987.

Поступила 22.03.2019
Received March 22, 2019