

В.В. БОЙКО, В.А. ПРАСОЛ, К.В. МЯСОЕДОВ

ПРИМЕНЕНИЕ СПОСОБА ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ДЕЗОБЛИТЕРАЦИИ В ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С КРИТИЧЕСКОЙ ИШЕМИЕЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Харьковский национальный медицинский университет,
Украина

Цель. Оценить значение гидравлической диссекции артерий в лечении пациентов с хронической критической ишемией нижних конечностей как возможного способа дезоблитерации.

Материал и методы. Исследовано 20 участков артерий, выделенных из ампутированных нижних конечностей пациентов с хронической критической ишемией, на которых применялась гидравлическая диссекция стенки артерии, пораженной атеросклерозом, с целью дезоблитерации ее просвета. Для осуществления данной методики в стенку артерии субадвентициально вводилась изотоническая жидкость, тем самым отделялся обтурирующий субстрат от резидуальной стенки в просвет артерии. После отслоения бляшки ее в виде слепка извлекали из просвета артерии через продольное артериотомное отверстие.

Результаты. Гидравлическую дезоблитерацию удалось выполнить на сегментах бедренной и подколенной артерий на протяжении $5 \pm 2,1$ см, на артериях голени этот показатель составил $3 \pm 1,7$ см. В 17 случаях бляшку удалось полностью отделить от стенки артерии и извлечь ее из просвета через одно артериотомное отверстие единым конгломератом. При этом бляшка удалялась из артериотомного отверстия размером в $1,5 \pm 0,8$ см. Удаленный субстрат представлял собой атеросклеротическую бляшку в комплексе с частью меди, имел гладкую поверхность и истончался в естественном месте уменьшения стенотического поражения. В 3 случаях потребовалось дополнить выполнение предложенной методики механической эндартерэктомией в виду фрагментирования обтурирующего субстрата. При исследовании резидуальной стенки макроскопически обрывков интимы не было выявлено на протяжении всего дезоблитерированного участка.

Заключение. Способ гидравлической эндартерэктомии позволяет произвести диссекцию артериальной стенки, тем самым отделить обтурирующий субстрат от стенки артерии и удалить его из просвета в достаточном объеме как по длине пораженного сегмента, так и по глубине поражения артериальной стенки. При этом способ не требует специального оборудования для введения жидкостного агента в субадвентициальное пространство.

Ключевые слова: эндартерэктомия, артериальная стенка, бляшки, критическая ишемия, гидравлическая диссекция, атеросклероз, дезоблитерация

Objectives. To estimate the significance of hydraulic dissection of arteries in treatment of patients with chronic critical limb ischemia as a potential method of artery disobliteration.

Methods. 20 amputated specimens of the arteries isolated from the lower extremity in patients with critical limb ischemia were studied. Hydraulic dissection of the arterial wall, affected by atherosclerosis was performed to disobliterate its lumen. To perform this technique the isotonic fluid was injected sub-adventitially to separate obstructing substrate from the residual wall in the arterial lumen. After atherosclerotic plaque separation the last one was extracted via the longitudinal arteriotomy.

Results. The hydraulic disobliteration was completed on the segments of femoral and popliteal arteries over $5 \pm 2,1$ cm, this index made up $3 \pm 1,7$ cm on the tibial arteries. In 17 cases the plaque was completely separated from the wall and extracted via a arteriotomy orifice as a single conglomerate. At the same time the plaque was extracted via the arteriotomy orifice sized $1,5 \pm 0,8$ cm. Extracted substrate was an atherosclerotic plaque in conjunction with media portion, had a smooth surface and it became thinner in a site of natural reduction of the stenotic lesion. In 3 cases the mechanical endarterectomy was required to perform caused to the fragmentation of the obturating substrate to add the purposed method. Throughout the whole disobliterated site no intima fragments were not detected in macroscopical study of residual wall.

Conclusion. The technique of hydraulic endarterectomy allows to perform dissection of the arterial wall, thereby to separate obstructive substrate from the arterial wall and to extract it in sufficient volume as along the affected segment, as throughout the depth of the arterial wall lesions from the lumen. This technique involves no special equipment to introduce liquid agent into the subadventitial space.

Keywords: endarterectomy, arterial wall, plaques, critical ischemia, hydraulic dissection, atherosclerosis, disobliteration

Novosti Khirurgii. 2016 Sep-Oct; Vol 24 (5): 451-456

Application of Hydraulic Disobliteration Method in Treatment of Patients with Lower Limbs Critical Ischemia
V.V. Boiko, V.A. Prasol, K.V. Miasoiedov

Введение

Дезоблитерирующие методы в лечении пациентов с критической ишемией нижних конечностей, а именно открытая и полужакрытая эндартерэктомии, по-прежнему занимают значимое место. Множественное поражение сосудистого русла атеросклеротическим процессом у пациентов с критической ишемией нижних конечностей обуславливает разнообразие и объем оперативных вмешательств на артериях различных сегментов. Разные виды эндартерэктомии могут применяться как самостоятельный метод, так и в сочетании с другими видами реваскуляризирующих операций, в том числе и при выполнении гибридных операций [1, 2]. В том или ином объеме данный вид дезоблитерации применяется практически так же часто в сосудистой хирургии, как и сосудистый шов. В основе любого вида эндартерэктомии лежит расслоение стенки артерии и отделение стенозирующего субстрата от ее стенки с последующим извлечением его из просвета. Метод «классической» механической эндартерэктомии позволяет в полной мере при помощи всего арсенала методов и средств сосудистых хирургов удалить обтурирующий субстрат из просвета артерии. При этом открытый способ имеет ряд недостатков [3]. Таковыми являются длительное время пережатия артерии, значительная травматичность операции ввиду выполнения артериотомии на протяжении всей эндартерэктомизируемой области, а также возможная «этажность» при выполнении эндартерэктомии [4]. Стремление к минимизации травмирования артериальной стенки и ликвидации присущих открытому способу недостатков привело к возникновению полужакрытых методов эндартерэктомии, в частности таких как газовая эндартерэктомия.

Обоснованием для применения газовой эндартерэктомии послужили работы, посвященные изучению физико-химической структуры стенки артерии при ее атеросклерозе. Эта стенка представлена несколькими слоями с достаточно свободной матрицей, состоящей на 66% из свободного пространства. Углекислый газ при введении в толщу стенки сосуда легко продвигается по ходу свободного пространства, отслаивая пораженную часть сосуда, и далее прорывается в просвет артерии. Молекулы углекислого газа не вызывают отека тканей, эмболии, так как углекислый газ быстро растворяется в крови. Разработанная техника включает следующие этапы: экспозиция коронарной артерии и введение газа под наружную оболочку сосуда путем нескольких проколов

иглой. Через иглу углекислый газ под давлением 300–400 мм рт. ст. со скоростью 15–20 л/мин, попадая между слоями пораженной артерии, отслаивает наружную оболочку сосуда и проходит в дистальном направлении. Затем рассекают наружный слой сосуда продольным разрезом и в образовавшуюся щель между слоями артерии вводят шпатель для подачи углекислого газа. Шпатель проводят дистально, непосредственно под артериотомическим разрезом. Артерию берут на турникет и пережимают ее вместе со шпателем. Благодаря затянутому турникету газ не уходит наружу, а распространяется дистально и отслаивает внутренние слои до того места, где заканчивается атеросклеротически измененный участок сосуда. Необходимо через шпатель 2–3 раза ввести газ по передней и задней стенкам сосуда, после этого шпатель удаляют. Если извлечь слепок не удается, повторяют введение углекислого газа [5, 6].

Недостатками газовой эндартерэктомии являются необходимость специального оборудования и его дороговизна, сложность контроля процесса диссекции артериальной стенки (нельзя определить сопротивление тканей нагнетанию газа при его введении).

Цель. Оценить значение гидравлической диссекции артерий в лечении пациентов с хронической критической ишемией нижних конечностей как возможного способа дезоблитерации.

Материал и методы

Проведено исследование 20 участков выделенных артерий из ампутированных нижних конечностей пациентов с критической ишемией. Данная нозологическая группа была выбрана в виду выраженности атеросклеротического процесса в стенках артерий у данной категории пациентов. Вмешательство на артериях проводилось как уже после их предварительной обработки 40% раствором формалина, так и на артериях, выделенных в течение 24 часов после ампутации, без предварительной обработки фиксирующим раствором. Данное исследование одобрено местной комиссией по вопросам этики и биоэтики Харьковского национального медицинского университета (Протокол №2 заседания от 04.02.2015 г.).

Техника хирургического вмешательства. Дезоблитерация артерии выполнялась с помощью жидкостного агента, в частности изотонического раствора, путем гидравлической эндартерэктомии. Суть разработанного способа состоит в том, что после экспозиции пораженной артерии (если речь идет о нативных

артериях) нижней конечности в стандартном доступе с помощью обычной инъекционной иглы (0,6×32мм (23G×1 1/4")) или спинальной иглы (25G 0,5×90 мм) и шприца в субадвентициальное/субинтимальное пространство вводится изотонический раствор жидкости, например натрия хлорид 0,86%. При этом игла вводится под максимально тупым углом к стенке артерии до контакта с плотной атеросклеротической бляшкой. Введение раствора выполняется из нескольких точек радиально по окружности артерии, чтобы достичь максимального отслоения атеросклеротической бляшки. При введении жидкости гидравлический клин отслаивает обтурирующий субстрат, в частности атеросклеротическую бляшку, внутрь просвета. Тем самым достигается такой же эффект, как и при газовой эндартерэктомии, т.е., проходя зону окклюдизирующего субстрата, жидкость прорывается в истинный просвет артерии, а слепок остается свободно лежать в просвете. Если продвижение гидравлического клина затруднено или инъекционная игла вышла из плоскости расслоения, то из-за медленной диссоциации жидкостного агента есть возможность переколоть инъекционную иглу, легко попав в ранее расслоенную плоскость. После того, как гидравлическая диссекция выполнена на необходимом сегменте, выполняется продольная артериотомия в области проксимального или дистального конца отделенного субстрата и удаляется слепок в виде атеросклеротической бляшки из просвета артерии. Если слепок артерии не удается отделить, дополнительно вводят изотонический раствор в пространство между стенкой артерии и бляшкой уже из артериотомного разреза под визуальным контролем. Изотонический раствор не вызывает эмболию, продвижение гидравлического клина

Рис. 1. Инъекционными иглами указан участок артерии, в просвете которого находится плотный обтурирующий субстрат. Дистальнее артерия имеет сегментарные участки стенозов.



легче контролировать давлением на поршень шприца. В отличие от газовой эндартерэктомии предложенный метод не требует дополнительно специального оборудования, а также позволяет более достоверно контролировать процесс введения агента и процесс расслоения стенки артерии. При этом жидкостный агент наиболее физиологично соответствует окружающим тканям и в значительной мере медленнее диссоциирует в окружающие ткани, тем самым дольше сохраняя просвет в необходимой плоскости расслоения, что дает ряд преимуществ при выполнении данной методики.

Предложенная методика применялась на измененных поверхностных бедренных, подколенных артериях и артериях голени, в том числе ранее подвергшихся хирургическим вмешательствам.

Все числовые данные в тексте указаны в виде среднего линейного отклонения.

Результаты

Гидравлическое расслоение артериальной стенки проводилось на пораженном участке артерий, ограниченным стенозирующим субстратом, до прорыва гидравлического клина в просвет артерии (рис. 1). Зона расслоения определялась как возвышающийся белесый участок артерии, увеличивающийся по мере накопления в субадвентициальном пространстве жидкостного агента. (рис. 2).

Хотя наличие небольшого количества мелких ветвей значимо не влияло на изменение давления нагнетаемого раствора в субадвентициальное пространство и на продвижение гидравлического клина в дистальном направлении, для более полного герметизма мелкие

Рис. 2. В субадвентициальное пространство вводится физиологический раствор. Зона диссекции определяется как протяженный белесый участок артерии, под которым контурируется инъекционная игла.





Рис. 3. Выделение атеросклеротической бляшки. А – Стенка артерии Т-образно рассечена. В просвете определяется отделенная от стенок артерии циркулярная атеросклеротическая бляшка. Б – Бляшка поперечно пересечена в месте начала гидравлической диссекции и в виде слепка свободно лежит в просвете артерии.

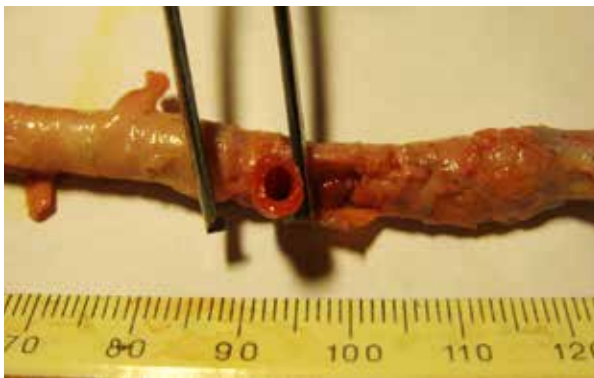


Рис. 4. Атеросклеротическая бляшка циркулярной формы. В просвете циркулярной бляшки определяются тромботические массы.



Рис. 5. Циркулярная бляшка удалена из просвета артерии.

ветви мы перевязывали или пережимали на протяжении участка выполняемой эндартерэктомии. В нескольких случаях для контроля направления движения гидравлического клина в дистальном направлении накладывался на проксимальный конец артерии зажим или турникет. После расслоения стенки пораженного участка артерии выполнялась продольная артериотомия в области проксимального сегмента эндартерэктомии в месте первых инъекций, из артерии уже под визуальным контролем удаляли обтурирующий субстрат. После рассечения стенки артерии в ней определялась атеросклеротическая бляшка, которая зачастую циркулярно выполняла просвет артерии (рис. 3).

Успешную диссекцию удавалось выполнить при наличии плотной, в том числе обызвествленной атеросклеротической бляшки. Под «успешным» подразумевается полное или частичное отделение слепка бляшки от стенки артерии, который удалось полностью удалить из просвета артерии. При такого рода дезоблитерации бляшка имела гладкую поверхность, дистальный ее конец был истончен и представлял

собой окончание стенозирующего субстрата (рис. 3, 4, 5). Немаловажным критерием успеха также считалось состояние резидуальной стенки артерии, которая не содержала обрывков интимы и состояла из наиболее наружного слоя артерии или наружного мышечного слоя меди, представленного на разрезе циркулярными мышечными (рис. 6).

Рис. 6. Резидуальная стенка артерии после гидравлической диссекции. Выполнена продольная артериотомия на всем протяжении удаленной атеросклеротической бляшки.



В случаях, когда обтурирующий субстрат невозможно было удалить из одного проксимального разреза, операция дополнялась артериотомией в области дистального конца бляшки, через которую удавалось удалить отслоенную бляшку, контролируя при этом дистальный конец атеросклеротической бляшки. При наличии атеросклеротического процесса проксимальнее места расслоения бляшку пересекали и удаляли дистально. Из непереязанных притоков бляшку удавалось удалить лишь из их устьев уже при извлечении основного субстрата тракционным способом. При выполнении эндартерэктомии из зон бифуркаций или отхождения крупных гемодинамически значимых ветвей направление диссекции и ее качество контролировать было сложно. В 3 случаях диссекцию стенки артерии выполнить не удалось: после артериотомии атеросклеротическую бляшку невозможно было удалить единым блоком или фрагментами ввиду того, что структура бляшки была неоднородной, рыхлой, а стенка артерии неоднородно изменена на участке эндартерэктомии. На разрезе мягкие атеросклеротические массы были частично припаяны к стенке артерии, инфильтрированы изотоническим раствором. Такого типа бляшки удалось удалить дополнив диссекцию механической эндартерэктомией, в том числе кольцами для эндартерэктомии. Гидравлическую диссекцию можно дополнять механической (с помощью лопатки или колец) и в случае невозможности отделить атеросклеротическую бляшку от одной из стенок артерии. В 17 случаях бляшку удалось полностью отделить от стенки артерии и извлечь ее из просвета через одно артериотомное отверстие единым конгломератом. При этом бляшка удалялась из артериотомного отверстия размером в $1,5 \pm 0,8$ см ($M \pm m$). Эндартерэктомию удалось выполнить на сегментах бедренной и подколенной артерий на протяжении $5 \pm 2,1$ см ($M \pm m$), на артериях голени этот показатель составил $3 \pm 1,7$ см ($M \pm m$). Для этого в каждом случае на упомянутых сегментах потребовалось ≈ 30 мл физиологического раствора.

Обсуждение

Данное исследование показало, что произвести дезоблитерацию стенки артерии, пораженной атеросклеротическим процессом, возможно с помощью нагнетания изотонического раствора в субадвентициальное пространство инъекционным шприцом и иглой. В данном исследовании понятие «субадвентициальное пространство» подразумевается как наиболее наружная плоскость введения изотонической жидкости в артериальную стенку, удерживающую этот жид-

костный агент под давлением и позволяющую тем самым продвигаться гидравлическому клину по ходу стенозирующего субстрата. Исследование показало, что таким образом, с помощью введения жидкости через несколько пункций на ограниченном участке артериальной стенки возможна дезоблитерация стенки артерии на протяжении $5 \pm 2,1$ см ($M \pm m$) (max до 7 см) в бедренно-подколенном сегменте и $3 \pm 1,7$ см ($M \pm m$) на артериях голени. Обтурирующий субстрат удалось извлечь из единого небольшого (до 1 см) артериотомного отверстия единым конгломератом в 19 случаях из 20. При этом фрагментация удаленной атеросклеротической бляшки отмечалась в 3 случаях ввиду плотности самой бляшки, фрагменты удалось полностью удалить из просвета кольцами Вольмара. Исследование резидуальной стенки артерии после выполненной артериотомии показало отсутствие макроскопических обрывков интимы на всем протяжении дезоблитерированного участка.

Преимущества предложенного метода перед стандартными методиками дезоблитерации следующие: 1) ввиду того, что обтурирующий субстрат извлекается из артериотомного отверстия небольшого размера, достигается больший атравматизм стенки артерии, чем, например, при открытой эндартерэктомии при равных длинах стенотического поражения; 2) более короткое время пережатия артерии для выполнения артериотомии и удаления бляшки, в отличие от «классической» механической эндартерэктомии, ввиду возможности начала введения изотонического раствора до пережатия артерии, а также наличия небольшого артериотомного отверстия.

В отличие от ближайшего прототипа – газовой эндартерэктомии, метод гидравлической эндартерэктомии не требует специального оборудования, а именно: углекислого газа, специальных шпателей и расходников для подвода газа к артерии. Принципиальным аспектом данного вида эндартерэктомии является рабочий агент – жидкость, которая в отличие от газа дольше диссоциирует, что сохраняет плоскость расслоения неспавшейся длительное время. Также при введении жидкости инъекционным шприцом проще контролировать процесс инфильтрации/диссекции тканей, регулируя подачу изотонического раствора давлением на поршень. Такой вид расслоения максимально позволяет избежать «этажной» эндартерэктомии, при которой на резидуальной стенке артерии остаются обрывки интимы, что впоследствии может привести к тромбозу оперируемого сегмента. При этом данный метод можно применять в разных артериальных бассейнах в

комбинации (как дополнение или подготовительный этап) или как основной этап операции. Контроль резидуальной стенки артерии можно осуществлять косвенным путем – при осмотре удаленного субстрата или ангиоскопически. Возможно дополнение данного метода или его комбинация с «классическими» методиками дезоблитерации: механической эндартерэктомией лопаткой или кольцами для эндартерэктомии.

Применение данного вида эндартерэктомии/дезоблитерации возможно у пациентов с хронической критической ишемией нижних конечностей ввиду мультифокальности атеросклеротического процесса у данной категории больных, что неминуемо ведет к значительному объему хирургического вмешательства на сосудистом русле.

Заключение

Способ гидравлической эндартерэктомии позволяет произвести диссекцию артериальной стенки, тем самым отделить обтурирующий субстрат от стенки артерии и удалить его из просвета в достаточном объеме как по длине пораженного сегмента, так и по глубине поражения артериальной стенки. При этом способ не требует специального оборудования для введения жидкостного агента в субадвентициальное пространство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Aho PS, Venermo M. Hybrid procedures as a novel technique in the treatment of critical limb ischemia. *Scand J Surg.* 2012;101(2):107-13.
2. Sheng N, Chiriano J, Teruya TH, Abou-Zamzam AM, Bianchi C. Evaluation of superficial femoral artery remote endarterectomy for treatment of critical limb

Адрес для корреспонденции

61022, Украина, г. Харьков,
пр. Науки, д. 4,
Харьковский национальный
медицинский университет,
кафедра хирургии №1,
тел. моб.: +380950111141,
e-mail: vonmiasoiedov@gmail.com,
Мясоедов Кирилл Валерьевич

Сведения об авторах

Бойко В.В., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой хирургии №1 Харьковского национального медицинского университета.
Прасол В.А., д.м.н., профессор кафедры хирургии №1 Харьковского национального медицинского университета.
Мясоедов К.В., аспирант кафедры хирургии №1 Харьковского национального медицинского университета.

Поступила 19.04.2016 г.

ischemia in patients with limited autogenous conduit. *Ann Vasc Surg.* 2014 Jan;28(1):262.e1-7. doi: 10.1016/j.avsg.2013.01.023.

3. Stanley JC, Veith F, Wakefield TW, eds. Current therapy in vascular and endovascular surgery. 5th ed. Saunders; 2014. 1040 p.
4. Antoniou GA, Koutsias S, Antoniou SA, Giannoukas AD. Remote endarterectomy for long segment superficial femoral artery occlusive disease. A systematic review. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2008 Sep;36(3):310-18. doi: 10.1016/j.ejvs.2008.04.005.
5. Taylor RS. Gas endarterectomy. Techniques, applications, and initial results. *Lancet.* 1967 Aug 5;2(7510):281-83.
6. Baron HC, Schwarz AW, Cabaluna W, Rodrigues RJ. Gas endarterectomy in the treatment of the ischemic lower extremity. *Arch Surg.* 1969 Jun;98(6):754-57.

REFERENCES

1. Aho PS, Venermo M. Hybrid procedures as a novel technique in the treatment of critical limb ischemia. *Scand J Surg.* 2012;101(2):107-13.
2. Sheng N, Chiriano J, Teruya TH, Abou-Zamzam AM, Bianchi C. Evaluation of superficial femoral artery remote endarterectomy for treatment of critical limb ischemia in patients with limited autogenous conduit. *Ann Vasc Surg.* 2014 Jan;28(1):262.e1-7. doi: 10.1016/j.avsg.2013.01.023.
3. Stanley JC, Veith F, Wakefield TW, eds. Current therapy in vascular and endovascular surgery. 5th ed. Saunders; 2014. 1040 p.
4. Antoniou GA, Koutsias S, Antoniou SA, Giannoukas AD. Remote endarterectomy for long segment superficial femoral artery occlusive disease. A systematic review. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2008 Sep;36(3):310-18. doi: 10.1016/j.ejvs.2008.04.005.
5. Taylor RS. Gas endarterectomy. Techniques, applications, and initial results. *Lancet.* 1967 Aug 5;2(7510):281-83.
6. Baron HC, Schwarz AW, Cabaluna W, Rodrigues RJ. Gas endarterectomy in the treatment of the ischemic lower extremity. *Arch Surg.* 1969 Jun;98(6):754-57

Address for correspondence

61022, Ukraine, Kharkiv,
pr. Nauka, 4,
Kharkiv National Medical University,
department of Surgery N1
Tel: + 380950111141
E-mail: vonmiasoiedov@gmail.com,
Myasoedov Kirill Valerevich

Information about the authors

Boiko V.V. MD, Professor, Head of department N1 of surgical diseases, Kharkov National Medical University.
Prasol V.A. MD, Professor of department N1 of surgical diseases, Kharkov National Medical University,
Miasoiedov K.V. Post-graduate student of department N1 of surgical diseases, Kharkov National Medical University.

Received 19.04.2016