Хирургические методы коррекции артериогенной эректильной дисфункции

А.В. Быстренков¹, Э.А. Повелица², В.Н. Подгайский³, А.Э. Повелица⁴

¹ГУ «Гомельская областная клиническая больница»; Республика Беларусь, 246029 Гомель, ул. Братьев Лизюковых, 5;

²ГУ «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека»; Республика Беларусь, 246040 Гомель, ул. Ильича, 290;

³ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования»; Республика Беларусь, 220013 Минск, ул. П. Бровки, 3, корп. 3;

⁴ГУ «Гомельский городской лицей № 1»; Республика Беларусь, 246027 Гомель, ул. Богдана Хмельницкого, 71

Контакты: Александр Владимирович Быстренков alsurgi@mail.ru

Цель исследования – определить состояние проблемы хирургических методов лечения артериогенных форм эректильной дисфункции (ЭД) в Республике Беларусь, систематизировать хирургические методики коррекции артериогенной ЭД, а также оценить результаты интервенционных, открытых и комбинированных методов хирургического лечения артериогенных форм ЭД в Республике Беларусь.

Материалы и методы. Проведено комплексное обследование 65 мужчин с артериогенной ЭД (средний возраст $52,2 \pm 2,2$ года, международный индекс эректильной функции – $9,6 \pm 1,3$ балла; твердость эрекции по шкале Юнема – $2,2 \pm 0,3$), включавшее ультразвуковое исследование, мультиспиральную компьютерную ангиографию, по результатам которого были выявлены стенозо-окклюзионные поражения аорто-подвздошных сегментов, внутренней половой артерии (ВПА) и ее дистальных ветвей. В том числе вследствие атеросклеротического поражения артерий – у 59 (91 %) пациентов, гипоплазии ВПА – у 4 (6 %) пациентов и в 2 (3 %) случаях – вследствие посттравматического повреждения правой ВПА в тазовом отделе при переломе костей таза. Про- и ретроспективно проведен анализ результатов эндоваскулярной, открытой и комбинированной коррекции хронической артериальной недостаточности полового члена (ПЧ).

По результатам проведенного исследования выполнено моделирование дефицита кровотока с целью определения возможного уровня и способа его устранения. Впоследствии выполнены 34 реконструктивно-восстановительные операции, включая рентгенэндоваскулярные: суперселективное стентирование ВПА – в 1 случае, ангиопластика ВПА – в 4 случаях, стентирование подвздошных артерий – в 14 случаях, в 4 случаях – аорто-бедренное шунтирование или протезирование. Микрохирургические операции с наложением эпигастрико-пенильного анастомоза были выполнены в 9 случаях (операция Virag II в 8 случаях, Michal II – Scharlip в 1 случае), в том числе в 3 случаях в качестве 2-го этапа с целью усиления артериальной перфузии ПЧ после эндоваскулярных интервенций. В 3 случаях по поводу тяжелой артериогенной ЭД и эндотелиальной недостаточности была выполнена операция эндофаллопротезирования с использованием эндопротеза AMS-Spectra.

Результаты. По результатам тестирования пациентов после эндоваскулярного вмешательства либо микрохирургической реконструкции, а также после проведенной двухэтапной коррекции, включавшей оба метода, у пациентов отмечалось статистически значимое улучшение эректильной функции по шкале международного индекса эректильной функции – с $9-12$ баллов ($10,0 \pm 0,31$ балла) до операции до $16-19$ баллов ($17,5 \pm 0,25$ балла) через 12 мес после операции ($p = 0,0009$).

Выводы. Интервенционные методы коррекции, открытые микрохирургические и комбинированные операции у пациентов с артериогенной ЭД позволяют в течение 1-го года после хирургического вмешательства достичь удовлетворительного результата при условии тщательного отбора пациентов с помощью комплексного обследования, включающего различные методики ультразвукового исследования, мультиспиральной компьютерной ангиографии, а также подбора соответствующего типа реваскуляризации.

Ключевые слова: эректильная дисфункция, реваскуляризация полового члена, эндоваскулярная хирургия, комбинированная и гибридная хирургия

Для цитирования: Быстренков А.В., Повелица Э.А., Подгайский В.Н., Повелица А.Э. Хирургические методы коррекции артериогенной эректильной дисфункции. Андрология и генитальная хирургия 2021;22(3):34–43. DOI: 10.17650/1726-9784-2021-22-3-34-43.

Surgical methods to correct arteriogenic erectile dysfunction

A.V. Bystrenkov¹, E.A. Povelitsa², V.N. Podgaisky³, A.E. Povelitsa⁴

¹Gomel Regional Clinical Hospital; 5 Bratyev Lizukovikh St., Gomel 246029, Republic of Belarus;

²Republican Scientific and Practical Center for Radiation Medicine and Human Ecology; 290 Ilyicha St., Gomel 246040, Republic of Belarus;

³Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education; Bld. 3, 3 P. Brovki St., Minsk 220013, Republic of Belarus;

⁴Gomel City Lyceum No 1; 71 Bogdana Khmel'nitskogo St., Gomel 246027, Republic of Belarus

Contacts: Alexander Vladimirovich Bystrenkov alsurgi@mail.ru

The study objective is to define the state of the problem of surgical methods for the treatment arteriogenic forms of erectile dysfunction (ED) in the Republic of Belarus, to systematize surgical methods for the correction of arteriogenic ED, to evaluate the results of interventional, surgical and combined methods of the treatment of arteriogenic forms of ED in the Republic of Belarus.

Materials and methods. A comprehensive examination was carried out 65 men with arteriogenic ED (average age 52.2 ± 2.2 year, International Index of Erectile Function – 9.6 ± 1.3 points; the hardness of erection – 2.2 ± 0.3 according to the Yunem scale) included ultrasound, multispiral computed angiography, as results of stenosing and occlusive lesions of the aorto-iliac segments, internal pudendal artery (IPA) and distal branches were revealed. Of these, as a result of atherosclerotic damage to arteries – 59 (91 %) patients, hypoplasia of the IPA – 4 (6 %) patients and in 2 (3 %) cases – due to post-traumatic damage to the IPA during fracture of the pelvic bones. Pro- and retrospectively performed analysis of the results of endovascular, surgical and combined correction of chronic arterial insufficiency of penis.

Based on the results of the study, blood flow deficiency was simulated in order to determine the possible level and method of its elimination. Subsequently, 34 reconstructive operations were performed, including endovascular: superselective stenting of IPA – in 1 case, angioplasty of IPA – one-bilateral – in 4 cases, stenting of the iliac arteries – in 14 cases, in 4 cases – aorto-femoral bypass or prosthetics. Microsurgical operations with epigastric-penile anastomosis were performed in 9 cases (Virag II type in 8 cases, Michal II – Scharlip in 1 case), including in 3 cases as a second stage to increase arterial perfusion of penis after endovascular interventions. In 3 cases, for severe arteriogenic ED and endothelial insufficiency, endophalloprosthesis was implanted (AMS-Spectra).

Results. According to the results of testing of patients after endovascular intervention or microsurgical reconstruction, as well as after a two-stage correction that included both methods, patients showed a statistically significant improvement in erectile function on the scale of the International Index of Erectile Function – from 9–12 points (10.0 ± 0.31 points) before surgery to 16–19 points (17.5 ± 0.25 points) 12 months after surgery ($p = 0.0009$).

Conclusions. Interventional methods of correction after micro surgical and combined operations in patients with arteriogenic ED allow achieving a satisfactory result during the first year after surgery, provided that patients are carefully selected using a comprehensive examination, including various ultrasound techniques, multispiral computed angiography, as well as the selection of an appropriate type of revascularization.

Key words: erectile dysfunction, penile revascularization, endovascular surgery, combined and hybrid surgery

For citation: Bystrenkov A.V., Povelitsa E.A., Podgaisky V.N., Povelitsa A.E. Surgical methods to correct arteriogenic erectile dysfunction. *Andrologiya i genital'naya khirurgiya* = *Andrology and Genital Surgery* 2021;22(3):34–43. (In Russ.). DOI: 10.17650/1726-9784-2021-22-3-34-43.

Введение

Эректильная дисфункция (ЭД) не является редкой и малоизученной проблемой современной медицины. По данным Д.Ю. Пушкаря и соавт. (2012), при исследовании в Российской Федерации было установлено, что лишь у 10,1 % мужчин отсутствовали признаки ЭД [1]. В настоящее время в Республике Беларусь отсутствуют статистические данные о распространенности ЭД по шифру 48.4. Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем.

Основными причинами органической ЭД являются васкулогенные нарушения, и в первую очередь хроническая артериальная недостаточность полового члена (ПЧ), на долю которой приходится до 80 % всех причин. До 70 % случаев ЭД обусловлены нарушением артериальной

перфузии в бассейне внутренних половых артерий (ВПА) вследствие их стенозо-окклюзионных поражений или гипоплазии [2–4].

Несмотря на сохраняющееся противоречивое отношение к реконструктивно-восстановительным реваскуляризирующим операциям по поводу хронической артериальной недостаточности ПЧ, продолжается активный поиск методов ее коррекции, в первую очередь эндоваскулярных. В связи с развитием новых лучевых технологий визуализации продолжают разрабатываться показания к хирургическим методам коррекции ЭД и оценка эффективности интервенционных, открытых, комбинированных и гибридных операций на ПЧ [5].

Согласно рекомендациям Европейской ассоциации урологов по лечению ЭД, остается актуальным вопрос

выполнения реконструктивных сосудистых операций при артериогенной дисфункции [6].

Имеется достаточное количество информации о различных методах хирургической коррекции ЭД и их эффективности, накопленной за период становления и развития микрохирургической реваскуляризации ПЧ. Однако с развитием мультиспиральной компьютерной (МСКТ) ангиографии, ультразвукового дуплексного и триплексного сканирования сосудов малого диаметра, а также с развитием интервенционной сосудистой хирургии появилась возможность эндоваскулярной коррекции стенозо-окклюзионных поражений в бассейне ВПА и ее дистальных ветвей. Активно внедряются гибридные и комбинированные методы, предполагающие сочетание эндоваскулярных вмешательств и открытых операций реваскуляризации ПЧ [5, 7–12].

По обобщенным данным W.J. Hellstrom и соавт., эффективность микрохирургических реваскуляризирующих операций, выполненных по показаниям, составляет от 85,9 % на протяжении первых 3 лет наблюдения до 67,5 % при 5-летнем наблюдении, что является важным подтверждением необходимости совершенствования как показаний к операциям подобного рода, так и техники самих операций [13].

Актуальность разработки и внедрения новых технологий реваскуляризации ПЧ обусловлена распространенностью ЭД в мужской популяции и зачастую нежеланием самих пациентов использовать метод эндофаллопротезирования как способ коррекции ЭД.

Цель исследования — определить состояние проблемы хирургических методов лечения артериогенных форм ЭД в Республике Беларусь, систематизировать хирургические методики коррекции артериогенной ЭД, а также оценить результаты интервенционных, открытых и комбинированных методов хирургического лечения артериогенных форм ЭД в Республике Беларусь.

Материалы и методы

В группу исследования были включены 65 мужчин с артериогенной ЭД, обусловленной стенозо-окклюзионными поражениями аорто-подвздошных сегментов, ВПА и ее дистальных ветвей. В том числе в результате атеросклеротического поражения артерий — у 59 (91 %) пациентов, гипоплазии ВПА — у 4 (6 %) пациентов и в 2 (3 %) случаях — вследствие посттравматического повреждения правой ВПА в тазовом отделе при переломе седалищной и лонной костей.

Средний возраст пациентов составил $52,2 \pm 2,2$ года. Медиана общего тестостерона крови составила $11,2 (7,4; 10,6)$ нг/мл. Оценка степени ЭД по шкале международного индекса эректильной функции (МИЭФ-5) до операции в среднем составляла $9,6 \pm 1,3$ балла. По шкале Юнема средняя оценка уровня эрекции после фармакологической стимуляции до операции составляла $2,2 \pm 0,3$ балла.

Критерии включения в исследование: возраст до 60 лет, нарушение артериальной перфузии в бассейне ВПА, подтвержденное данными МСКТ-ангиографии и ультразвукового исследования (УЗИ), отсутствие эффекта от применения ингибиторов фосфодиэстеразы 5-го типа.

Из сопутствующей патологии у пациентов данной группы исследования были отмечены: системный мультифокальный атеросклероз сосудов нижних конечностей с признаками хронической артериальной недостаточности нижних конечностей — 30 (46,2 %) случаев, хроническая ишемическая болезнь сердца — 25 (38,5 %) случаев, артериальная гипертензия — 45 (69,2 %) случаев.

Критерии исключения из исследования: возраст старше 60 лет, веногенная и нейрогенная ЭД, сахарный диабет, суб- и декомпенсированная артериальная гипертензия, наличие признаков выраженной сердечной, почечной или печеночной недостаточности, гормональные нарушения, индекс массы тела более 30, отсутствие сексуальной мотивации.

Показанием к хирургической коррекции ЭД (менее 16 баллов по шкале МИЭФ-5) являлось сочетание таких факторов, как резистентность ЭД к терапии ингибиторами фосфодиэстеразы 5-го типа, или силденафилтолерантность, стенозо-окклюзионное поражение подвздошных артерий, ВПА, отсутствие эндотелиальной недостаточности кавернозной ткани и изменений кавернозных артерий ПЧ.

Проведен ретро- и проспективный анализ результатов лечения пациентов, подвергшихся эндоваскулярной или открытой микрохирургической реваскуляризации ПЧ.

Предварительно всем пациентам этой группы выполнено УЗИ трансабдоминальным, транспенильным и трансперинеальным доступами. Исследования проводили в состоянии покоя и тумесценции с интракавернозным введением простагландина E1 до 10 мкг на аппаратах VOLUSON 730 фирмы General Electric, ACCUVIX-V10 фирмы Samsung Medison, линейным датчиком 8–12 МГц.

Определяли пиковую систолическую скорость кровотока (ПССК) в состоянии детумесценции и тумесценции в подвздошных артериях, ВПА, тип кровотока (магистральный, магистральный измененный, коллатеральный), наличие стенозов и окклюзий в артериях, четкость наружных и внутренних контуров артерий, протяженность ВПА в промежностном отделе, наличие изгибов, ответную реакцию ВПА на интракавернозную стимуляцию вазоактивными лекарственными средствами в виде ее расширения и выпрямления; визуализировали область деления ВПА на артерии ПЧ (бифуркацию или трифуркацию). Определяли ПССК в тыльных и глубоких артериях ПЧ, конечную диастолическую скорость кровотока в глубокой тыльной вене ПЧ. Оценивали прирост показателей ПССК после фармакологической нагрузки.

Всем пациентам с ЭД было выполнено электро-нейромиографическое исследование ПЧ на аппарате Нейро-МВП-8 («Нейрософт», Россия) для исключения нейрогенной формы ЭД.

Мультиспиральную компьютерную ангиографию выполняли на мультиспиральном 32-срезовом компьютерном томографе Light Speed Pro32 (General Electric, Франция) с последующим 3D-моделированием артерий обеих половин малого таза. Учитывали наличие или отсутствие стенозо-окклюзионных поражений подвздошных магистральных артерий и ВПА обеих тазовых половин, наличие коллатеральных артерий. Сопоставляли показатели УЗИ с результатами МСКТ-ангиографии. Был проведен анализ вариантов ветвления и деления ВПА согласно классификациям Adachi и Yamaki.

Рентгенэндоваскулярные исследования и вмешательства выполняли на ангиографической системе Philips Allura Xper FD20 (Нидерланды).

При открытых вмешательствах был использован операционный микроскоп OMS Top con 90 (Япония) и микрохирургический инструментарий.

По результатам УЗИ и МСКТ-ангиографии проводился выбор метода хирургической коррекции артериальной недостаточности ПЧ: эндоваскулярная/открытая реваскуляризация либо комбинированное вмешательство.

Оценка клинического течения после хирургической коррекции ЭД осуществлялась на протяжении 1 года от начала исследования по шкале МИЭФ-5 и инструментальными методами: УЗИ артерий малого таза и сосудистого анастомоза, а также по показаниям МСКТ-ангиографии.

Статистический анализ проведен с помощью пакета статистических программ Statistica 6.0. Использовали непараметрические и параметрические методы статистической обработки полученных результатов. Статистическую значимость различий исследуемых параметров между группами оценивали с применением непараметрического критерия χ^2 Пирсона и точного критерия Фишера. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

По результатам комплексного обследования пациентам данной группы исследования были выполнены 34 реконструктивно-восстановительные операции, включая рентгенэндоваскулярные: суперселективное стентирование ВПА – в 1 случае, ангиопластика ВПА – в 4 случаях, стентирование подвздошных артерий – в 14 случаях, в 4 случаях – аорто-бедренное шунтирование или протезирование; микрохирургические операции с наложением эпигастрико-пенильного анастомоза были выполнены в 9 случаях (операция Virag II в 8 случаях, Michal II – Scharlip в 1 случае), в том числе в 3 случаях с целью усиления артериальной перфузии ПЧ после эндоваскулярных интервенций в виде

двухэтапной реваскуляризации ПЧ. В 3 случаях по поводу тяжелой артериогенной ЭД и эндотелиальной недостаточности была выполнена операция эндофаллопротезирования с использованием эндопротеза AMS-Spectra.

У 20 (31 %) пациентов с облитерирующим атеросклерозом при трансабдоминальном УЗИ подвздошных сосудов были выявлены стенозы в общей подвздошной артерии вследствие атеросклероза. В 17 (26 %) случаях гемодинамически значимые (75 % и более) стенозо-окклюзионные нарушения в общей подвздошной артерии и области ее бифуркации являлись односторонними, в 3 случаях – двусторонними. При трансперинеальном дуплексном сканировании сосудов бассейна ВПА и ПЧ было установлено, что изменения артериальной перфузии в указанных сосудах полностью соответствовали стороне поражения магистрального подвздошного сегмента. Отмечалось снижение кровотока в ВПА на промежности, выявлялся магистральный измененный или коллатеральный тип кровотока, отмечалось значительное снижение ПССК в тыльных и глубоких артериях ПЧ на стороне стенозо-окклюзионного поражения общей подвздошной или ВПА в экстратазовом отделе.

В зависимости от наличия перфузионных нарушений вследствие стенозо-окклюзионных нарушений в подвздошных артериях и ВПА, уровня поражения мы проводили несколько видов операций: баллонная ангиопластика, стентирование, открытая реваскуляризация. Обобщенный опыт выбора вмешательства представлен в таблице.

Неселективные прямые рентгенэндоваскулярные хирургические (РЭВХ) вмешательства осуществляли при поражениях подвздошных артерий в виде окклюзий и критических стенозов. Наряду с ЭД у таких пациентов отмечались признаки критической и субкритической ишемии нижней конечности на стороне поражения. При неэффективности или невозможности интервенционного вмешательства таким пациентам выполнялось аорто-бедренное шунтирование (4 случая), которое приводило к ухудшению артериального кровотока в бассейне ВПА и прогрессированию ЭД. Это было обусловлено выключением из кровотока ранее сформировавшихся коллатеральных артерий с ВПА после проведения шунтирования, что подтверждается и другими исследованиями [14].

В то же время РЭВХ-вмешательства при поражении общей подвздошной артерии в отличие от аорто-бедренного шунтирования позволили улучшить антеградный и коллатеральный кровоток в бассейне ВПА. В ряде случаев были проведены РЭВХ-вмешательства в виде бифуркационных реконструкций при сочетанных поражениях в зоне отхождения внутренних подвздошных артерий, позволившие кроме коррекции хронической артериальной недостаточности нижней конечности улучшить артериальную перфузию в бассейне ВПА (рис. 1).

Виды хирургических вмешательств при артериогенных формах эректильной дисфункции
Types of surgical interventions for arteriogenic forms of erectile dysfunction

Вид вмешательства Type of intervention		Характеристика вмешательства Intervention characteristics	Уровень и характер поражения Level and character of damage
Рентгенэндоваскулярные хирургические вмешательства Endovascular radiological surgical interventions	Прямые неселективные Direct non-selective	Баллонная ангиопластика и/или стентирование магистральных сосудов (общей подвздошной артерии и ствола внутренней подвздошной артерии) Balloon angioplasty and/or stenting of the major vessels (common iliac artery and trunk of the internal iliac artery)	При непосредственном поражении в виде стеноза или локальной окклюзии In case of direct involvement in the form of stenosis or local occlusion
	Прямые селективные Direct selective	Баллонная ангиопластика и/или стентирование внутренней половой артерии Balloon angioplasty and/or stenting of the internal pudendal artery	При непосредственном поражении в виде стеноза или локальной окклюзии In case of direct involvement in the form of stenosis or local occlusion
	Непрямые Indirect	Баллонная ангиопластика и/или стентирование артерий, имеющих естественные анастомозы с внутренней половой артерией: запирающая ветвь наружной подвздошной артерии или наружная половая артерия из системы глубокой бедренной артерии Balloon angioplasty and/or stenting of the arteries with natural anastomoses with the internal pudendal artery: obturator branch of the external iliac artery or external pudendal artery from the deep femoral artery system	В случае сочетанного ипсилатерального поражения с внутренней половой артерией In case of combined ipsilateral involvement with the internal pudendal artery
Открытые реваскуляризации Open revascularizations		Артериовенозный или артериоартериальный анастомоз Arteriovenous or arterio-arterial anastomosis	При тотальной окклюзии внутренней половой артерии при отсутствии значимых коллатеральных ветвей в постокклюзионном сегменте In total occlusion of the internal pudendal artery in the absence of significant collateral branches in the post-occlusion segment
Комбинированные вмешательства: — этапные, — симультанные, — гибридные (при наличии гибридной операционной) Combined interventions: — stepwise, — simultaneous, — hybrid (if hybrid operation room is available)		Сочетание любого рентгенэндоваскулярного хирургического вмешательства с любой открытой реваскуляризацией Combination of any endovascular radiological surgical intervention with any open revascularization	В случае необходимости проведения реваскуляризации в разных сосудистых бассейнах различными способами, а также в случае двустороннего окклюзирующего поражения с наличием значимого коллатерального кровотока In case of the necessity of revascularization in different vascular territories by different methods and in case of bilateral occlusion with significant collateral blood flow

Селективные (непосредственные) РЭВХ-интервенции на ВПА были выполнены у 5 пациентов с артериогенной ЭД, из них в 2 случаях у пациентов после перелома костей таза (рис. 2).

Непрямые РЭВХ-вмешательства в бассейнах артерий, имеющих естественные анастомозы с ВПА (запирающая ветвь наружной подвздошной артерии и наружная половая артерия из системы глубокой бедренной артерии), были выполнены в 6 случаях. Наиболее частыми вмешательствами при этом являлись ангиопластика и стентирование наружной подвздошной артерии

при наличии на стороне поражения выраженной запирающей ветви. Однако значимым коллатеральным источником может стать и бассейн глубокой бедренной артерии. Для проведения такого вида вмешательства необходимым условием является тщательное моделирование дефекта кровоснабжения с учетом оценки нормальной, вариантной и сформировавшейся патологической анатомии сосудистого русла [15–17]. После выявления окклюзионного поражения ВПА проводится анализ возможности усиления коллатерального кровотока. В таком случае даже при билатеральном поражении ВПА возможно

Рис. 1. Интраоперационные ангиограммы. Критический стеноз общей подвздошной артерии справа с окклюзией внутренней подвздошной артерии в устье (а). Последовательно имплантированы стенты в общую, устья внутренней и наружной подвздошных артерий (б–г)

Fig. 1. Intraoperative angiograms. Critical stenosis of the right common iliac artery with occlusion of the internal iliac artery at the ostium (a). Stents were successively implanted in the common iliac, the ostium of the internal and the external iliac arteries (б–г)

Рис. 2. Интраоперационные ангиограммы. Критический стеноз проксимального сегмента правой внутренней половой артерии (указан красной стрелкой) до (а) и после (б) стентирования

Fig. 2. Intraoperative angiograms. Critical stenosis of the proximal segment of the right internal genital artery (indicated by the red arrow) before (a) and after (б) stenting

проведение РЭВХ-процедуры, результатом которой кроме лечения хронической артериальной недостаточности нижней конечности будет являться и усиление кровотока в бассейнах ВПА (рис. 3).

В послеоперационном периоде после эндоваскулярных реваскуляризирующих хирургических вмешательств с целью профилактики тромбоза и спазма в зоне интервенции мы назначали ингибиторы фосфодиэстеразы 3-го типа (цилостазол 100 мг внутрь 2 раза/сут) в течение 3 мес и дезагреганты в течение 6 мес в стандартной лечебной дозе.

По данным УЗИ сосудов ПЧ и ВПА мы отметили, что спустя 3–6 мес после эндоваскулярной интервенции

Рис. 3. Ангиограмма аорто-подвздошного сегмента. В левую общую подвздошную артерию установлен стент. Окклюзия внутренней подвздошной артерии справа. Окклюзия внутренней половой артерии и аплазия запирающей ветви внутренней подвздошной артерии слева. Стрелкой указан коллатеральный тазовый кровоток из запирающей ветви левой общей бедренной артерии, отходящей одним устьем с левой нижней надчревной артерией

Fig. 3. Angiogram of the aortoiliac segment. A stent was placed in the left common iliac artery. Occlusion of the right internal iliac artery. Internal genital artery occlusion and aplasia of the obturatoria branch of the left internal iliac artery. The arrow indicates the collateral pelvic blood flow from the obturatoria branch of the left common femoral artery, leaving one orifice from the left inferior epigastric artery

и консервативной терапии сохранялся измененный кровоток в ВПА на промежности, но наступало статистически значимое улучшение эректильной функции, в первую очередь за счет развития коллатерального кровотока в ВПА из артерий бассейна запирающей и наружной половой артерий (*a. obturatoria et a. pudenda externa*) и увеличения скорости кровотока в кавернозных

артериях — с $29,0 \pm 1,2$ см/с до операции до $38,0 \pm 1,1$ см/с после операции ($p = 0,01$).

У 3 пациентов восстановление адекватного артериального кровотока после эндоваскулярного вмешательства и установки стента в общую подвздошную артерию или наружную подвздошную артерию в случае непрямого вмешательства привело к развитию синдрома артериального «обкрадывания» в сосудах ПЧ через тазовые артериальные анастомозы, снижению скоростных показателей кровообращения в глубоких артериях ПЧ (по данным ультразвуковой доплерографии сосудов ПЧ) и, как следствие, недостаточной эрекции. Данные гемодинамические изменения после односторонней эндоваскулярной коррекции подвздошных сегментов у пациентов с ЭД наблюдались в том случае, когда с противоположной стороны ВПА не обеспечивала полноценный артериальный приток к ПЧ вследствие наличия в ней окклюзионных поражений (см. рис. 3). Указанные изменения в кровообращении в бассейнах внутренних подвздошных артерий были подтверждены трансабдоминальным, трансперинеальным УЗИ и данными, полученными после выполнения МСКТ-ангиографии ВПА. В связи с этим возникала необходимость усиления артериального кровотока с противоположной стентированию стороны. Трем пациентам через 6 мес после эндоваскулярной установки стента в общую либо наружную подвздошную артерию 2-м этапом была дополнительно выполнена открытая реваскуляризация.

Микрохирургические операции с наложением эпигастрико-пенильного анастомоза, в том числе в качестве 2-го этапа комбинированных вмешательств, были выполнены в 9 случаях (операция Virag II в 8 случаях, Michal II — Scharlip в 1 случае), под спинальной анестезией. Удовлетворительный результат был отмечен в 7 (77,8 %) случаях, как значимое улучшение эректильной функции по шкале МИЭФ-5. Неудовлетворительный результат отмечен в 2 наблюдениях: у 1 пациента на 3-и сутки развился тромбоз нижней надчревной артерии в зоне анастомоза, в другом наблюдении микрохирургическая реваскуляризация по методике Virag II была состоятельна, но клинически неэффективна, обоим пациентам спустя 5–6 мес было выполнено эндофаллопротезирование.

Значения ПССК в ВПА у этих пациентов не превышали 20 см/с в покое и 25 см/с после интракавернозной фармакологической пробы, что свидетельствовало о значительных перфузионных гемодинамических нарушениях в ВПА на стороне стенозо-окклюзионных поражений.

Ультразвуковое исследование донорской (нижней надчревной) артерии позволяло на предоперационном этапе оценить ее морфометрические параметры (диаметр, длину, стенозы, окклюзии). Медиана ПССК в нижней надчревной артерии у пациентов с артериогенной ЭД в состоянии детумесценции составляла 24,3 (18,0;

33,0) см/с, медиана диаметра артерии без фармакологической стимуляции составляла 2,6 (2,4; 2,7) мм.

Комбинированные хирургические вмешательства (РЭВХ-операции в сочетании с открытыми микрохирургическими реваскуляризирующими операциями) были выполнены у 3 пациентов. Этапность таких вмешательств изначально предполагала выполнение РЭВХ-коррекции артериальной перфузии в бассейне ВПА и 2-м этапом, в случае неэффективности, — открытой микрохирургической коррекции.

Показанием для 2-го этапа (открытой реваскуляризации ПЧ) являлись недостаточная артериальная перфузия в одной из сторон ПЧ и сохраняющаяся артериогенная ЭД (эрекция не более Er2 по шкале Юнема). Общий стаж ЭД у пациентов, подвергшихся открытой реваскуляризации, составлял не более 2 лет. До операции по показаниям согласно национальным рекомендациям пациенты принимали ингибиторы фосфодиэстеразы 5-го типа (силденафил), эффект от применения которых не наблюдался (силденафилтолерантность).

Ультразвуковое исследование трансабдоминальным доступом позволило нам с высокой информативностью осуществлять визуализацию и оценку скоростных показателей кровотока в общей и наружной подвздошных артериях. Однако визуализация и оценка внутренней подвздошной артерии, и в частности ВПА, в силу их топографо-анатомических особенностей локализации в малом тазу и недоступности их выведения традиционно используемыми способами УЗИ, практически невозможно. В связи с этим мы использовали УЗИ ВПА трансперинеальным доступом [18].

Ранее проведенные нами исследования показали актуальность и практическую значимость получаемой при трансперинеальном УЗИ ВПА информации о состоянии сосудов бассейна ВПА у мужчин с ЭД при решении вопроса о выборе тактики хирургической коррекции. Чувствительность УЗИ ВПА трансперинеальным доступом в диагностике ее стенозо-окклюзионных поражений составила 95 % при специфичности 90 %. Речь идет как об открытых операциях на сосудах бассейна ВПА, так и эндоваскулярных [7, 8, 18, 19].

На этапе планирования операции дуплексное сканирование ПЧ позволяло исключить кавернозный фиброз на фоне длительной ЭД, поскольку фиброзно-склеротические изменения в кавернозной ткани и белочной оболочке с утратой функции к растяжению могли быть одной из причин неэффективности коррекции артериальной перфузии в подвздошных артериях. Не менее важным диагностическим предоперационным этапом являлось исключение у пациентов с артериогенной ЭД эндотелиальной дисфункции кавернозной ткани на фоне хронической артериальной недостаточности ПЧ. Основными диагностическими критериями эндотелиальной дисфункции кавернозной ткани у пациентов с ЭД, которыми мы руководствовались,

являлись удовлетворительная проходимость артерий бассейна ВПА и ПЧ без значимых стенозов по данным МСКТ-ангиографии и отсутствие реакции на фармакологическую интракавернозную стимуляцию эрекции увеличением поперечного сечения кавернозных тел и увеличением ПССК в глубоких артериях ПЧ по данным УЗИ в доплерографическом и В-режимах.

Определение скоростных показателей кровотока в донорской нижней надчревной артерии (не менее 20 см/с без фармакологической нагрузки) являлось залогом правильного выбора артериального сосуда для шунтирующей операции и ее эффективности в раннем и отдаленном периодах.

Ультразвуковое исследование нижней надчревной артерии проводили повторно на операционном столе с предоперационной топометрической маркировкой проекции артерии на переднюю брюшную стенку, что позволяло осуществить максимальную мобилизацию нижней надчревной артерии до уровня мезогастральной области с минимальным рассечением тканей передней брюшной стенки и использованием лапароскопического оборудования. После выполнения эпигастрико-пенильного анастомоза интра- и послеоперационно трансперинеальным доступом при ультразвуковой доплерографии оценивали артериальную перфузию в сосудах ПЧ и в анастомозе, что служило объективным подтверждением технически правильно выполненной микрохирургической реваскуляризации ПЧ.

Учитывая развитие множества естественных коллатеральных анастомозов в бассейне ВПА при стенозо-окклюзионных поражениях в подвздошных артериях, необходимо принимать во внимание тот факт, что даже начальные проявления ЭД могут соответствовать тяжелым и сложным мультифокальным поражениям указанных артерий, когда эндоваскулярные вмешательства технически невыполнимы. В случае выраженного патологического атеросклеротического поражения подвздошных артерий принималось решение о невозможности проведения рентгенэндоваскулярной коррекции. В таких случаях решался вопрос об открытой реваскуляризации дистального сегмента ВПА или же эндофаллопротезировании ПЧ.

В связи с этим необходимо отметить, что МСКТ-ангиография ВПА не всегда позволяла в предоперационном периоде определить хирургическую тактику коррекции артериогенной ЭД. Наибольшие трудности в интерпретации МСКТ-ангиограмм были отмечены именно у пациентов с мультифокальным атеросклерозом аорто-подвздошных сегментов, когда практически невозможно было визуализировать общие и внутренние подвздошные сосуды и, соответственно, определить топографическую анатомию ВПА. Диагностическая ценность МСКТ-ангиографии ВПА у пациентов с атеросклеротическим поражением внутренних подвздошных артерий, по нашим данным, составила: чувствительность — 60,0 %, специфичность — 75,0 %. Таким

образом, только сочетание УЗИ, МСКТ-ангиографии в комбинации с динамической цифровой ангиографией позволяло нам определить возможный способ коррекции артериогенной ЭД [19].

По результатам тестирования пациентов после эндоваскулярного вмешательства либо микрохирургической реконструкции, а также после проведенной двухэтапной коррекции, включавшей оба метода, у пациентов отмечалось статистически значимое улучшение эректильной функции по шкале МИЭФ-5 — с 9–12 баллов ($10,0 \pm 0,31$ балла) до операции до 16–19 баллов ($17,5 \pm 0,25$ балла) через 12 мес после операции ($p = 0,0009$) (рис. 4).

Рис. 4. Сравнение эректильной функции по шкале международного индекса эректильной функции (МИЭФ-5) до и после хирургической коррекции артериогенной эректильной дисфункции ($\chi^2 = 32,0$; $p = 0,00093$)

Fig. 4. Comparison of erectile function according to the International Index of Erectile Function (IIEF-5) scale in points before and after surgical correction of arteriogenic erectile dysfunction ($\chi^2 = 32,0$; $p = 0,00093$)

Заключение

Таким образом, показаниями к эндоваскулярной коррекции артериогенной ЭД являются жалобы пациента на ЭД (сумма баллов по шкале МИЭФ-5 менее 20) и наличие силденафилтолерантности; признаки гемодинамически значимого (более 70 %) нарушения артериальной перфузии в бассейне аорто-подвздошных сегментов, ВПА и артериальных сосудах ПЧ по данным УЗИ; признаки стеноза и/или окклюзии артерий бассейна аорто-подвздошных сегментов, ВПА по данным МСКТ-ангиографии артерий малого таза.

Рентгенэндоваскулярная коррекция стенозо-окклюзионных поражений общих и наружных подвздошных артерий улучшает кровоток как в магистральных артериях, так и в коллатеральных артериальных притоках к ПЧ. Патологические изменения сосудов бассейна внутренних подвздошных артерий должны учитываться для определения тактики реконструктивных вмешательств на магистральных артериях подвздошно-бедренных сегментов.

В ряде случаев возможно выполнение комбинированной реваскуляризации ПЧ — интервенционным методом и путем выполнения эпигастрико-печного анастомоза. В том числе нуждается в дополнительном обсуждении возможность применения одномоментных (симультанных и гибридных) вмешательств.

Предпочтительными для достижения максимального эффекта от интервенционного вмешательства являются локальные монопоражения бассейнов подвздошных артерий, что клинически может соответствовать так называемым ранним силденафилтолерантным формам артериогенной ЭД.

При определении показаний к реваскуляризации ПЧ необходимо комплексное предоперационное обследование, включающее дуплексное сканирование нижней абдоминальной артерии, сосудов ПЧ, ВПА и МСКТ-ангиографическое исследование ВПА с целью выбора способа реваскуляризации.

Оценка эффективности выполненной реваскуляризации ПЧ осуществляется клинически, а также путем дуплексного сканирования и ангиографического исследования сосудов бассейна ВПА, ПЧ и микрохирургического анастомоза.

Операцией выбора при тяжелой форме артериогенной ЭД является эндофаллопротезирование.

Л И Т Е Р А Т У Р А / R E F E R E N C E S

- Пушкар Д.Ю., Камалов А.А., Аль-Шукри С.Х. и др. Эпидемиологическое исследование распространенности эректильной дисфункции в Российской Федерации. Регулярные выпуски «РМЖ» 2012;(3):112. [Pushkar D.U., Kamalov A.A., Al-Shukri S.H. et al. Epidemiological study of the prevalence of erectile dysfunction in the Russian Federation. Regular issues "RMJ" = Regular issues "RMI" 2012;(3):112. (In Russ.)].
- Braun M., Wässmer G., Klotz T. et al. Epidemiology of erectile dysfunction: results of the "Cologne Male Survey". Int J Impot Res 2000;12(6):305–11. DOI: 10.1038/sj.ijir.3900622.
- Benson C.B., Aruny J.E., Vickers M.A. Jr. Correlation of duplex sonography with arteriography in patients with erectile dysfunction. AJR Am J Roentgenol 1993;160(1):71–3. DOI: 10.2214/ajr.160.1.8416651.
- Андрология. Мужское здоровье и дисфункция репродуктивной системы. Под ред. Э. Нишлага, Г.М. Бере. М.: Медицинское информационное агентство, 2005. 554 с. [Andrology. Male health and dysfunction of reproductive system. Ed. by E. Nischlag, G.M. Baire. Moscow: Meditsinskoye informatsionnoye agentstvo, 2005. 554 p. (In Russ.)].
- Rezaee M.E., Johnson H.A., Munarriz R.M., Gross M.S. Bibliometric Analysis of Erectile Dysfunction Publications in Urology and Sexual Medicine Journals. J Sex Med 2018;15(10):1426–33. DOI: 10.1016/j.jsxm.2018.08.004.
- Male Sexual Dysfunction. Available at: <http://uroweb.org/guideline/male-sexual-dysfunction/#3>.
- Повелица Э.А., Быстренков А.В., Подгайский В.Н. и др. Эндоваскулярная и двухэтапная комбинированная реваскуляризация полового члена при артериогенной эректильной дисфункции. Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия медицинских наук 2019;16(1):77–87. [Povelitsa E.A., Bystryenkov A.V., Podgaitski V.N. et al. Endovascular and two-stage combined revascularization of the penis at arteriogenic erectile dysfunction. Izvestiya Natsionalnoy akademii meditsinskih nauk. Seriya meditsinskih nauk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Medical series 2019;16(1):77–87. (In Russ.)]. DOI: 10.29235/1814-6023-2019-16-1-77-87.
- Попов С.В., Орлов И.Н., Гринь Е.А. и др. Новые технологии и подходы в диагностике и лечении эректильной дисфункции. Вестник урологии 2020;8(2):78–92. [Popov S.V., Orlov I.N., Grin' Ye.A. et al. Erectile dysfunction: new technologies and approaches in diagnostics and treatment. Vestnik urologii = Urology Herald 2020;8(2): 78–92. (In Russ.)]. DOI: 10.21886/2308-6424-2020-8-2-78-92.
- Rogers J.H., Goldstein I., Kandzari D.E. et al. Zotarolimus-eluting peripheral stents for the treatment of erectile dysfunction in subjects with suboptimal response to phosphodiesterase-5 inhibitors. J Am Coll Cardiol 2012;60(25):2618–27. DOI: 10.1016/j.jacc.2012.08.1016.
- Кызласов П.С., Абдулхамидов А.Н. Реваскуляризация полового члена — современный подход. Эксперимен- тальная и клиническая урология. 2014;3:66–8. [Kyzlasov P.S., Abdulhamidov A.N. Penis revascularization — modern approach. Experimental'naya i klinicheskaya urologiya = Experimental and clinical urology 2014;3:66–8. (In Russ.)].
- Кызласов П.С., Абдулхамидов А.Н., Сергеев В.П. и др. Реваскуляризация полового члена с использованием лапароскопической методики забора нижней эпигастральной артерии. Урология 2017;3:84–5. [Kyzlasov P.S., Abdulhamidov A.N., Sergeev V.P. et al. Penile revascularization using laparoscopic mobilization of the inferior epigastric artery. Urologiya = Urology 2017;3:84–5. (In Russ.)]. DOI: 10.18565/urol.2017.3.84-85.
- Kim E.D., Owen R.C., White G.S. et al. Endovascular treatment of vasculogenic erectile dysfunction. Asian J Androl 2015;17(1):40–3. DOI: 10.4103/1008-682X.143752.
- Hellstrom W.J., Montague D.K., Moncada I. et al. Implants, Mechanical Devices, and Vascular Surgery for Erectile Dysfunction. J Sex Med 2010;7(1 Pt 2):501–23. DOI: 10.1111/j.1743-6109.2009.01626.x.
- Кидирбаев Н.И. Изменение эректильной функции и ее влияние на качество жизни у пациентов, оперированных открытым и эндоваскулярным методом при синдроме Лериша. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2011. 25 с. [Kidirbayev N.I. Changes in erectile function and its impact on the quality of life in patients operated with open and endovascular methods for Lerish syndrome. Abstract of dis. ... of cand.

- of med. sciences. Moscow, 2011. 25 p. (In Russ.).
15. Околокулак Е.С. Эректильная дисфункция сосудистого генеза. Гродно: Изд-во Гродненского гос. ун-та, 2004. 96 с. [Okolokulak E.S. Vasculogenic Erectile Dysfunction. Grodno: Grodno University Publishing, 2004. 96 p. (In Russ.).]
 16. Гайворонский И.В., Мазуренко Р.Г. Вариантная анатомия артериального русла полового члена. Вестник Российской Военно-Медицинской Академии. 2011;36(4):117–21. [Gayvoronsky I.V., Mazyrenko R.G. Variant anatomy of arterial stream of penis. Vestnik Rossiyskoy Voenno-Meditsinskoy Akademii = Bulletin of the Russian Military Medical Academy 2011;36(4):117–21. (In Russ.).]
 17. Быстренков А.В., Повелица А.Э., Сердюченко Н.С. и др. Клиническая оценка вариантов ветвления внутренней подвздошной артерии при проведении рентгенологических методов исследования у пациентов с мультифокальным атеросклерозом. Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия медицинских наук 2017;(2):41–9. [Bystrenkov A.V., Povelitsa E.A., Serdjuchenko N.S. et al. Clinical Assessment of the Internal Iliac Artery Branching Variants at X-Ray Examination in Patients with Multifocal Atherosclerosis. Izvestiya Natsionalnoy akademii nauk Belarusy. Seriya meditsinskih nauk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Medical series 2017;(2):41–9. (In Russ.).]
 18. Повелица Э.А., Доста Н.И., Ниткин Д.М. и др. Ультразвуковое исследование внутренней половой артерии трансперинеальным доступом при артериогенной эректильной дисфункции. Урология 2017;4:55–61. [Povelitsa E.A., Dosta N.I., Nitkin D.M. et al. Transperineal ultrasound examination of the internal genital artery for arteriogenic erectile dysfunction. Urologiya = Urology 2017;4:55–61. (In Russ.).] DOI: 10.18565/urol.2017.4.55-61.
 19. Повелица Э.А., Доста Н.И., Быстренков А.В. и др. Динамическая мульти-спиральная компьютерная контрастная ангиография внутренней половой артерии – инновационный метод диагностики артериогенной эректильной дисфункции. Инновационные технологии в медицине 2017;3:155–66. [Povelitsa E.A., Dosta N.I., Bystrenkov A.V. et al. Dynamic multispiral computer contrast angiography of internal pudendal artery – an innovative diagnostic method of arteriogenic erectile dysfunction. Innovatsionnye tekhnologii v meditsine = Innovative technologies in medicine 2017;3:155–66. (In Russ.).]

Вклад авторов

А.В. Быстренков: непосредственное и практическое выполнение методик исследования и реконструктивных операций, сбор материала, обработка данных, анализ полученных данных, подготовка и согласование текста с соавторами, редактирование текста согласно требованиям редакции, оформление сопроводительных документов;

Э.А. Повелица: непосредственное и практическое выполнение методик исследования и реконструктивных операций, сбор материала, обработка данных, анализ полученных данных, подготовка и согласование текста с соавторами, редактирование текста согласно требованиям редакции;

В.Н. Подгайский: дизайн исследования, формулирование цели исследования, анализ полученных данных;

А.Э. Повелица: графический дизайн статьи, перевод на английский язык, редактирование текста.

Authors contribution

A.V. Bystrenkov: direct and practical performance of research methods and of reconstructive surgery, data collection and processing, analysis of the obtained data, preparation and approval of the text with the coauthors, editing the text according to the requirements of the publisher, completion of supporting documents;

E.A. Povelitsa: direct and practical performance of research methods and of reconstructive surgery, data collection and processing, analysis of the obtained data, preparation and approval of the text with the coauthors, editing the text according to the requirements of the publisher;

V.N. Podgaitsky: developing of the research design, setting the research goal, analysis of obtained data;

A.E. Povelitsa: graphic design of the article, English translation, editing the article.

ORCID авторов / ORCID of authors

А.В. Быстренков / A.V. Bystrenkov: <https://orcid.org/0000-0002-5326-6270>

Э.А. Повелица / E.A. Povelitsa: <https://orcid.org/0000-0003-4390-5590>

В.Н. Подгайский / V.N. Podgaitsky: <https://orcid.org/0000-0002-5112-6506>

А.Э. Повелица / A.E. Povelitsa: <https://orcid.org/0000-0002-1032-5242>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Финансирование. Исследование выполнено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Compliance with patient rights. All patients gave written informed consent to participate in the study.

Статья поступила: 14.01.2021. **Принята к публикации:** 06.06.2021.

Article submitter: 14.01.2021. **Accepted for publication:** 06.06.2021.