

DOI: <https://doi.org/10.17650/2070-9781-2023-24-4-119-127>

Метод регистрации ночной пенильной тумесценции для оценки эффективности рентгенэндovasкулярного лечения васкулогенной эректильной дисфункции

О.Б. Жуков^{1,2}, А.Э. Васильев^{2,3}

¹Российский университет дружбы народов; Россия, 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6;

²Ассоциация сосудистых урологов и репродуктологов; Россия, 105187 Москва, ул. Мироновская, 18;

³ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр гематологии» Минздрава России; Россия, 125167 Москва, Новый Зыковский проезд, 4

Контакты: Олег Борисович Жуков ob.zhukov@yandex.ru

Введение. Среди всех форм эректильной дисфункции (ЭД) наиболее распространена васкулогенная. Молодые мужчины с начальными стадиями данного заболевания, как правило, не готовы к фаллопротезированию, что делает актуальным поиск альтернативных способов их сексуальной реабилитации, в том числе среди методов рентгенэндovasкулярной хирургии. Не менее актуальным является совершенствование методов оценки качества эректильной функции как в диагностических целях, так и для определения эффективности проведенного лечения.

Цель исследования – оценка качества эректильной функции путем мониторинга ночных пенильных тумесценций (НПТ) у пациентов после рентгенэндovasкулярного лечения васкулогенной ЭД.

Материалы и методы. С 2012 г. обследовано более 560 пациентов с подозрением на нарушение эрекции васкулогенного характера, рентгенэндovasкулярное лечение проведено 121 пациенту с подтвержденной веноокклюзивной ЭД. Для оценки у пациентов качества эректильной функции с января 2022 г. по сентябрь 2023 г. нами выполнялся мониторинг НПТ с использованием аппаратного комплекса «Андроскан МИТ» – до и через 1 мес после хирургического лечения васкулогенной ЭД. В исследование включены 40 прооперированных нами пациентов в возрасте 25–48 лет (в среднем $34,3 \pm 7,4$ года) с васкулогенной ЭД, в том числе с веноокклюзивными нарушениями эрекции ($n = 33$), артериальной недостаточностью кавернозных тел ($n = 5$), гемодинамическими и клиническими признаками артериовенозной ЭД в стадии субкомпенсации ($n = 2$). Проведено сравнение данных об изменении диаметра полового члена и продолжительности ригидности при НПТ, что отражает основные гемодинамические показатели кровотока в половом члене.

Результаты. При компенсированной стадии ЭД увеличение диаметра полового члена при НПТ составляло 20–30 %, продолжительность тумесценции – $43,2 \pm 20$ мин, при субкомпенсированной стадии – 10–30 % и 23 ± 21 мин соответственно. Через 1 мес после лечения данные показатели составили 45 ± 15 % и $76,3 \pm 21$ мин соответственно. После операции у всех больных наблюдалось восстановление эректильной функции, линейные и углонезависимые показатели кровотока имели тенденцию к нормализации.

Полученные при мониторинге НПТ данные позволили выявить корреляцию между линейными показателями кровотока, их производными, а также временем и характером ригидности полового члена при НПТ, что дает возможность дифференцировать виды васкулогенной ЭД и критерии ее клинической компенсации.

Заключение. В настоящее время возможности инструментальной диагностики ЭД ограничены применением ультразвуковой доплерографии сосудов полового члена, что не позволяет учитывать многофакторность причин нарушения эрекции у мужчин различного возраста. Регистрация НПТ с помощью автономного устройства с возможностью повторения исследования и графической фиксации результатов в виде эректограмм может использоваться для минимально инвазивной объективизации и подтверждения восстановления эректильной функции в случае компенсированной и субкомпенсированной стадий васкулогенной ЭД. Однако требуется продолжение исследований васкулогенных нарушений эрекции и возможностей их оценки с помощью мониторинга НПТ.

Ключевые слова: васкулогенная эректильная дисфункция, патологический венозный дренаж кавернозных тел полового члена, рентгенэндovasкулярное лечение, Андроскан, ночные пенильные тумесценции

Для цитирования: Жуков О.Б., Васильев А.Э. Метод регистрации ночной пенильной тумесценции для оценки эффективности рентгенэндovasкулярного лечения васкулогенной эректильной дисфункции. Андрология и генитальная хирургия 2023;24(4):119–27. <https://doi.org/10.17650/2070-9781-2023-24-4-119-127>

Recording method of nocturnal penile tumescence to evaluate the efficacy of X-ray endovascular treatment of vasculogenic erectile dysfunction

O.B. Zhukov^{1, 2}, A.E. Vasiliev^{2, 3}

¹RUDN University; 6 Miklukho-Maklaya St., Moscow, 117198, Russian Federation;

²Association of Vascular Urologists and Reproductologists; 18 Mironovskaya St., Moscow 105187, Russia;

³National Medical Research Center for Hematology, Ministry of Health of Russia; 4, Novy Zykovsky proezd, Moscow 125167, Russia

Контакты: Oleg Borisovich Zhukov ob.zhukov@yandex.ru

Background. The vasculogenic form of erectile dysfunction (ED) is the most widespread of all forms of ED. As a rule, young men in the initial stages of the disorder are not ready to accept phalloprosthesis, making it a relevant concern to search for alternative ways of their sexual rehabilitation, including X-ray endovascular surgery. No less relevant is further improvement of the quality assessment methods for erectile dysfunction both for diagnostic purposes and for determining of efficacy of the treatment provided.

Aim. To assess the quality of erectile function by monitoring nocturnal penile tumescence (NPT) in patients after X-ray endovascular treatment of vasculogenic ED.

Materials and methods. Over 560 patients with suspected vasculogenic erectile disorder have been examined since 2012, with X-ray endovascular treatment provided to 121 patients with confirmed veno-occlusive ED. To assess the quality of erectile function in patients, we monitored NPT using an Androscan MIT registrar from January 2022 to September 2023, in each case one month before and after the surgical treatment of vasculogenic ED. Included in the study were 40 patients who underwent surgery with us, aged 25 to 48 years old (34.3 ± 7.4 years on average) and having vasculogenic ED, including those with veno-occlusive erectile disorders ($n = 33$), arterial insufficiency of the cavernous bodies ($n = 5$), hemodynamic and clinical signs of arteriovenous ED in the subcompensation stage ($n = 2$). Data were compared on changes in the penile diameter and duration of rigidity during NPT, reflecting the main hemodynamic indicators of the penile blood flow.

Results. In the compensated stage of ED, the increase in the penile diameter during NPT was 20–30 %, with duration of tumescence being 43.2 ± 20 min; in the subcompensated stage, 10–30 % and 23 ± 21 min respectively. One month after treatment, these indicators were 45 ± 15 % and 76.3 ± 21 min respectively. After surgery, all patients demonstrated a recovery of the erectile function, and the linear and angle-independent blood flow indicators tended to normalize. The data obtained from the monitoring of NPT helped identify a correlation between the linear blood flow indicators, their derivatives, as well as the time and character of penile rigidity during NPT, making it possible to differentiate the types of vasculogenic ED and the criteria for its clinical compensation.

Conclusion. At present, the instrumental diagnostics of ED is limited to the Doppler sonography of the penile vessels, which does not consider the multifactorial nature of the causes of erectile disorders in men of various ages. Registration of NPT using a standalone device allowing to reconduct the examination and to record the results graphically as erectograms can be used for minimally invasive objectification to confirm the recovery of the erectile function in the event of compensated and subcompensated stages of vasculogenic ED. However, further research is required into vasculogenic erectile disorders and the capacities for their assessment using NPT monitoring.

Keywords: vasculogenic erectile dysfunction, pathological venous drainage of the penile cavernous bodies, X-ray endovascular treatment, Androscan, nocturnal penile tumescences

For citation: Zhukov O.B., Vasiliev A.E. Recording method of nocturnal penile tumescence to evaluate the efficacy of X-ray endovascular treatment of vasculogenic erectile dysfunction. *Andrologiya i genital'naya khirurgiya = Andrology and Genital Surgery* 2023;24(4):119–27. (In Russ.). <https://doi.org/10.17650/2070-9781-2023-24-4-119-127>

Введение

Для диагностики эректильной дисфункции (ЭД) за рубежом используют метод определения ночной пенильной тумесценции (НПТ) и ригидности полового члена с помощью устройства RigiScan (GOTOP Medical, США), измеряющего количество и качество ночных пенильных эрекций. Исследование выполняется в специализированной лаборатории с достаточно громоздкими приспособлениями, множеством датчиков и соединений в течение 2 ночей. Согласно

Европейским клиническим рекомендациям в норме окружность у основания полового члена в момент эрекции должна увеличиваться более чем на 3 см, у верхушки – более чем на 2 см, при этом увеличение диаметра должно превысить 70 % от исходного, появляться 4–6 раз за ночь эпизодами по 15 мин – минимально 60 мин [1].

Согласно Российским клиническим рекомендациям по ЭД 2021 г. единственный инструментальный метод оценки качества эрекции – ультразвуковая

доплерография, которая, на наш взгляд, не позволяет достоверно определять виды и степень клинической компенсации нарушения эректильной функции у мужчин и является оператор-зависимым методом [2].

Одно из высокотехнологичных и минимально инвазивных направлений отечественной и зарубежной медицины – рентгенэндоваскулярная хирургия. В рамках данного направления ведется постоянный поиск новых методов лечения. В настоящее время в каждой крупной урологической клинике разрабатываются инновационные и малоинвазивные методы, которые отличаются балансом высокой эффективности и низкого риска осложнений. К данной категории методов лечения проявляют наибольшую комплаентность пациенты с ЭД.

Среди всех форм ЭД наиболее распространена васкулогенная. Методом выбора при оперативном лечении васкулогенной ЭД артериовенозного генеза считается фаллопротезирование. Однако молодые мужчины с начальными стадиями данного заболевания, не удовлетворенные результатами терапии с использованием ингибиторов фосфодиэстеразы 5-го типа и/или интракавернозных инъекций, обычно не соглашаются на фаллопротезирование, что делает особенно актуальным поиск альтернативных способов их сексуальной реабилитации, в том числе среди методов рентгенэндоваскулярной хирургии [3–4].

Контроль качества восстановления эрекции после операции осуществляется с помощью опросника Международного индекса эректильной функции (МИЭФ-15) и ультразвуковой доплерографии сосудов полового члена.

Полного единства в понимании нормативных параметров тумесценции в настоящее время не достигнуто. По данным S. Elhanbly и соавт. (2012), устройство RegiScan способно четко дифференцировать органическую васкулогенную ЭД от психогенной и других видов нарушения эрекции. Оценивая длительность наиболее интенсивного эпизода тумесценции полового члена ночью и диаметр кавернозных тел, можно с высокой степенью достоверности (до 88,4 %) предполагать наличие веноокклюзивной дисфункции [5].

Цель исследования – оценка качества эректильной функции путем мониторинга НПТ у пациентов после рентгенэндоваскулярного лечения васкулогенной ЭД.

Материалы и методы

С 2012 г. обследовано более 560 пациентов с подозрением на нарушение эрекции васкулогенного характера. Решение о рентгенэндоваскулярном лечении принималось при выявлении сосудистого генеза ЭД и отсутствии эффекта от консервативного лечения в течение 6 мес и более. Операцию не проводили при наличии таких критериев, как эндокринные причины нарушения эрекции, курение, структурно-органические изменения кавернозных тел и белочной оболочки, лабораторно-клинические

признаки декомпенсации сахарного диабета, острые воспалительные заболевания мочевых путей, полового члена, мошонки и предстательной железы.

Алгоритм обследования включал сбор анамнеза и физикальный осмотр. При первичном собеседовании учитывали сексуальный анамнез больного, давность заболевания, степень адаптации к нарушению эрекции, наличие сексуального партнера и мотивации к улучшению качества сексуальной жизни. Клинические проявления в виде неустойчивой эрекции, ослабления или исчезновения ее в клиностазе и усиления в ортостазе, а также детумесценцию без эякуляции с анамнестическими указаниями на интенсивную половую жизнь, с частыми эксцессами и искусственной пролонгацией полового акта считали характерными симптомами веноокклюзивной ЭД либо признаками риска ее развития. Трудности в достижении эрекции и медленное увеличение напряжения (тумесценции) полового члена в процессе коитуса могут свидетельствовать об артериальной недостаточности полового члена.

У большинства пациентов причиной обращения к врачу стала одна или более неудачная попытка половой жизни.

Качество эрекции оценивали по опроснику МИЭФ-15, проводили общеклиническую и лучевую диагностику согласно протоколу ведения таких больных, включая ультразвуковое триплексное исследование сосудов полового члена. Фармакокавернозографию выполняли пациентам, у которых планировалось оперативное лечение.

За 10 лет был прооперирован 121 больной с подтвержденной веноокклюзивной ЭД.

Для оценки качества эректильной функции пациентов с января 2022 г. нами выполнялся мониторинг НПТ с использованием аппаратного комплекса «Андроскан МИТ» (ООО «МИТ», Россия) – до и через 1 месяц после хирургического лечения васкулогенной ЭД. «Андроскан® МИТ», внесенный в государственный реестр медицинских изделий в ноябре 2018 г., представляет собой автономное, беспроводное регистрирующее устройство для фиксации спонтанной ночной эрекции, позволяющее определять изменения диаметра полового члена от 18 до 50 мм каждые 10 с в течение 12 ч – с 22 ч до 10 ч следующих суток, с процессором, памятью, автономным питанием, подключаемое для считывания накопленных данных к устройству-датчику, и считыватель, подключаемый к персональному компьютеру (ПК) с помощью кабеля для копирования и обработки информации с регистратора для осуществления мониторинга эректильной функции (рис. 1).

С помощью аппарата «Андроскан МИТ» оцениваются только изменение диаметра полового члена у основания, длительность НПТ, а также их количество. Незначительные набухания продолжительностью менее 3 мин мы не оценивали. Пример эректограммы одного из пациентов представлен на рис. 2.



Рис. 1. Аппаратный комплекс «Андроскан® МИТ»

Fig. 1. The Androscan® MIT registrar

В предшествующих исследованиях установлены нормативные показатели НПТ, которые были приняты как референсные значения (рис. 3) [6, 7].

По данным работ российских авторов, хороший относительный прирост диаметра полового члена ($\geq 30\%$) и длительность НПТ с таким приростом < 60 мин говорят о легкой степени ЭД. Относительный прирост диаметра на 20% и длительность тумесценции $10\text{--}30$ мин и более свидетельствуют о средней тяжести клинической компенсации нарушения эрекции. ЭД тяжелой степени на эректограмме характеризуется относительно малым приростом диаметра полового члена ($< 20\%$) или длительностью НПТ < 10 мин [7].

В исследование были включены 40 прооперированных нами пациентов в возрасте $25\text{--}48$ лет (в среднем $34,3 \pm 7,4$ года) с васкулогенной ЭД: 33 пациента – с веноокклюзивными нарушениями эрекции, 5 – с артериальной недостаточностью кавернозных тел, у 2 пациентов присутствовали гемодинамические и клинические признаки артериовенозной ЭД в стадии субкомпенсации (рис. 4).

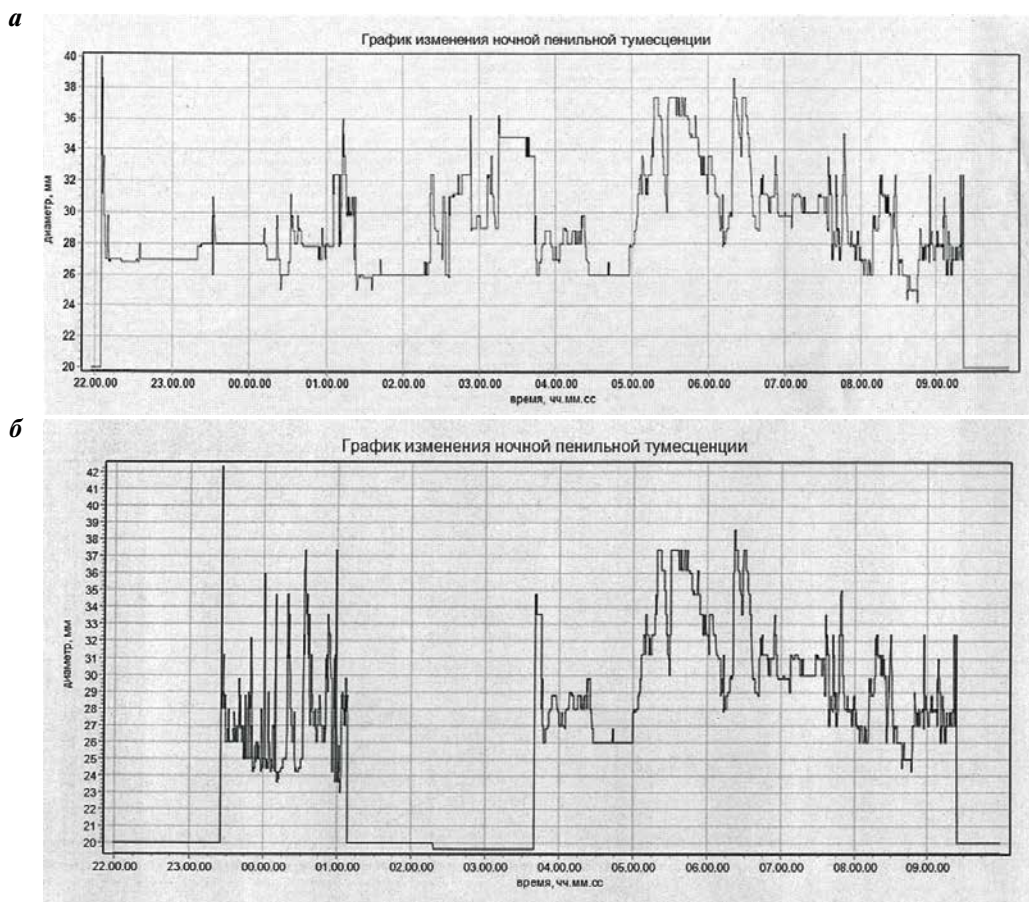


Рис. 2. Эректограмма пациента О., 38 лет: а – до лечения: продолжительность ночных пенильных тумесценций около 86 мин суммарно при увеличении диаметра кавернозных тел более чем на 30% (норма: увеличение диаметра у основания полового члена более чем на 30% длительностью 90 мин и более); б – через 1 мес после операции (эмболизации патологического венозного дренажа и склеротерапии тестикулярных вен): продолжительность ночных пенильных тумесценций 150 мин суммарно при увеличении диаметра кавернозных тел более чем на 30%

Fig. 2. Erectogram of the patient O., 38 years old: а – before treatment: total duration of nocturnal penile tumescences about 86 minutes, with cavernous body diameter increasing by over 30% (normal range: increase in penile base diameter by over 30% for at least 90 minutes); б – one month after surgery (embolization of pathological venous drainage and sclerotherapy of testicular veins): total duration of nocturnal penile tumescences 150 minutes, with cavernous body diameter increasing by over 30%

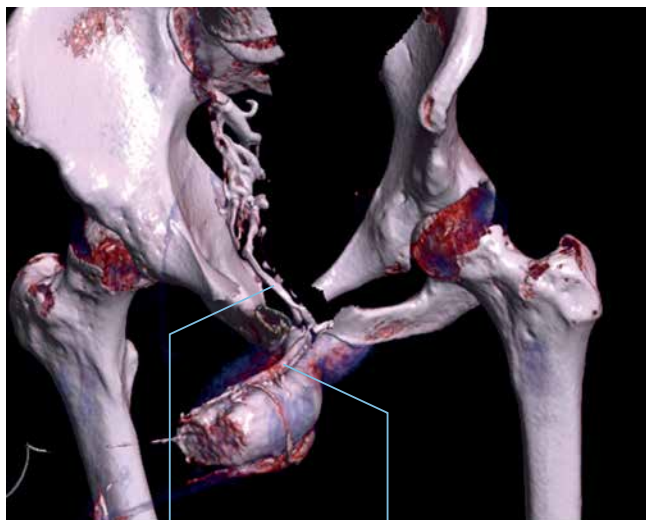
ОЦЕНИВАЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ: / PARAMETERS ASSESSED:

- Относительный прирост (ОП) диаметра основания полового члена в эрегированном состоянии / Relative gain (RG) of erect penile base diameter
- Длительность ночных пенильных тумесценций (дНПТ) с заданным ОП / Duration of nocturnal penile tumescences (dNPT) with a given RG

ЭД отсутствует / No ED	ОП ≥ 30 % и дНПТ ≥ 60 мин с ОП ≥ 30 % / RG ≥ 30 % and dNPT ≥ 60 min with RG ≥ 30 %
ЭД I степени / Grade I ED	ОП ≥ 30 % и 10 мин ≤ дНПТ < 60 мин с ОП ≥ 30 % / RG ≥ 30 % and 10 min ≤ dNPT < 60 min with RG ≥ 30 % ОП ≥ 30 % и дНПТ ≥ 10 мин с ОП ≥ 20 % / RG ≥ 30 % and dNPT ≥ 10 min with RG ≥ 20 % 20 % ≤ ОП < 30 % и дНПТ ≥ 60 мин с ОП ≥ 20 % / 20 % ≤ RG < 30 % and dNPT ≥ 60 min with RG ≥ 20 %
ЭД II степени / Grade II ED	20 % ≤ ОП < 30 % и 10 мин ≤ дНПТ < 60 мин с ОП ≥ 20 % / 20 % ≤ RG < 30 % and 10 min ≤ dNPT < 60 min with RG ≥ 20 %
ЭД III степени / Grade III ED	ОП < 20 % или дНПТ < 10 мин (при любом ОП) / RG < 20 % or dNPT < 10 min (at any RG)

Рис. 3. Нормативные показатели ночных пенильных тумесценций (НПТ) в зависимости от степени тяжести эректильной дисфункции (ЭД) [7]

Fig. 3. Normal indicators of nocturnal penile tumescence (NPT) depending on severity of erectile dysfunction (ED) [7]



Глубокие пенильные вены / Deep dorsal vein
Глубокая дорсальная вена / Deep penile veins

Рис. 4. Мультиспиральная компьютерная фармакокавернозография пациента Л., 39 лет (международный индекс эректильной функции – 11 баллов, ER5). Смешанный тип патологического венозного дренажа кавернозных тел полового члена в области глубокой дорсальной и глубоких пенильных вен

Fig. 4. Multispiral computed pharmacocavernography of the patient L., 39 years old (International Index of Erectile Function score 11, ER5). Mixed type of pathological venous drainage of the penile cavernous bodies in the area of the deep dorsal vein and deep penile veins

Мультиспиральную компьютерную томографию сосудов таза выполняли по протоколу Pelvis HCT Native (120 KV; 60 mA; Rot. Time 0,5). Обработка полученных данных включала MPR- и 3D-реконструкцию, после нее данные переносили на CD/DVD. В «костном» режиме оценивали состояние костно-суставной системы на исследуемых уровнях с наложением сосудистой фазы. Операции проводили в рентгеноперационной с использованием ангиографов Phillips и Toshiba (256 спиралей).

При компенсированной и субкомпенсированной стадиях артериальной недостаточности кавернозных тел полового члена выполняли операции 2 типов в зависимости от уровня, протяженности поражения и характера строения сосудистой стенки. При изолированном атеросклеротическом проксимальном уровне поражения проводили стентирование внутренних подвздошных и/или пудендалных артерий мышечно-эластического типа периферическими стентами с системой доставки (Boston Scientific, США). Для установки использовали пункционный трансфеморальный доступ. Проведены 5 подобных операций, из них 2 – с баллонной дилатацией. При протяженном поражении половых артерий на среднем уровне применяли баллонный катетер диаметром 4–5 мм под давлением 8–10 атм с экспозицией до 1 мин с последующим ангиографическим контролем.

В 35 случаях при веноокклюзивных нарушениях эрекции в виде патологического венозного дренажа кавернозных тел полового члена дистального, проксимального или смешанного направлений [8] одновременно билатерально устанавливали внутрисосудистые спирали через кубитальный доступ. В 8 из 35 случаев через трансфеморальный доступ провели склеротерапию лауромакроголом 400 в объеме 4–6 мл с предварительной obturацией баллоном-катетером при рассыпном типе веноокклюзивной ЭД. Затем осуществляли флебологический контроль и определяли стаз контрастного вещества в выключенных венозных сосудах. Такая методика является наиболее приемлемой при выраженной извитости и варикозном расширении вен данной области, что затрудняет доставку проводника, венозного катетера и внутрисосудистой спирали. Склерозант вводили при рецидиве венозного заболевания. Объем склерозанта рассчитывали интраоперационно: он был равен объему контрастного вещества. Через 1 мес у этих пациентов проводили рентгенологический контроль для исключения дислокации спиралей.

Результаты и обсуждение

Общая клиническая компенсация и последующая сексуальная реабилитация у пациентов оценивались нами как удовлетворительные: показатель МИЭФ-15 увеличился с $11,5 \pm 3,6$ (10–14) балла до операции до $21,3 \pm 4,2$ (14–25) балла после нее ($p = 0,001$).



Рис. 5. Этап внутрисосудистой эмболизации патологического венозного дренажа смешанного направления магистрального типа у пациента Л., 39 лет (международный индекс эректильной функции – 11 баллов)

Fig. 5. The stage of intravascular embolization of mixed-direction pathological venous drainage of the magistral type in the patient L., 39 years old (International Index of Erectile Function score 11)



Рис. 6. Контрольная флебограмма пациента Л., 39 лет, после внутрисосудистой окклюзии всех патологических венозных коллекторов: глубокие пенильные и глубокая дорсальная вены

Fig. 6. Control phlebogram of the patient L., 39 years old, after intravascular occlusion of all pathological venous collectors: deep penile veins and deep dorsal vein

В послеоперационном периоде больные с патологическим проксимальным венозным дренажем воздерживались от сексуальной жизни в течение 4 нед в связи с длительностью процесса тромбообразования в выключенных венозных коллекторах (рис. 5).

Следует отметить, что внутрисосудистые спирали в венозные коллекторы перипростатического сплетения были имплантированы чаще всего через односторонний кубитальный доступ. Для пациентов это было более комфортно по сравнению с ранее применяемым трансфеморальным пункционным доступом, требующим послеоперационной иммобилизации конечности и строгого постельного режима с компрессионной повязкой на бедре. Имплантацию окклюдеров проводили с одной стороны таза через внутреннюю подвздошную вену, переходя к зоне интереса по нижней части венозной сети (рис. 6). Использовали отделяемые спирали (4–14/6–20) (Boston Scientific, США) и периферический микрокатетер Direxion 155 см того же производителя.

За время наблюдения выявлено 2 клинических рецидива через 1 и 4 мес после операции. Проведено дополнительное обследование и повторная мультиспиральная компьютерная фармакокавернозография, по данным которой в 1 случае обнаружена незначительная дислокация спирали, во 2-м случае – ложный местный локальный рецидив во вновь открывшихся венозных сосудах проксимального направления магистрального типа. Во всех случаях выполнена повторная

рентгенэндоваскулярная операция в объеме склеротерапии и эмболизации рецидивных дренирующих вен полового члена. Эти пациенты были сексуально реабилитированы, фаллопротезирование им не проводилось.

С учетом того что при НПТ увеличение диаметра полового члена и продолжительность ригидности являются гемодинамическим феноменом и отражают основные линейные и уголнезависимые показатели кровотока в нем, мы провели сравнение этих значений у больных до и через 1 мес после операции.

Основные гемодинамические критерии и характеристика НПТ при компенсированной и субкомпенсированной веноокклюзивной ЭД, а также данные обследования через месяц после операции представлены в табл. 1.

Распределение больных в зависимости от направления венозного шунтирования патологического венозного дренажа было следующим (табл. 2).

Стадия компенсации наиболее распространена при дистальном типе патологического венозного дренажа. Количество больных в стадии субкомпенсации, как правило, составляет около 1/5 (43 %). Стадия субкомпенсации в основном присутствовала у больных с проксимальным и смешанным типами венозного дренажа (см. табл. 2).

После операции у всех больных восстановилась клиническая составляющая эректильной функции, линейные и уголнезависимые показатели пришли в норму (см. табл. 1).

Таблица 1. Критерии компенсированной и субкомпенсированной стадий веноокклюзивной эректильной дисфункции и данные обследования через 1 мес после операции

Table 1. Criteria for the compensated and subcompensated stages of veno-occlusive erectile dysfunction and examination data from one month after surgery

Вид васкулогенной ЭД Type of vasculogenic ED	Клинические критерии Clinical criteria	Данные интракавернозного теста Intracavernous test data	Ультразвуковые признаки Ultrasound signs	Характеристика НПТ Characteristics of NPT
До лечения Before treatment				
Компенсированная стадия веноокклюзивной эректильной дисфункции Compensated stage of veno-occlusive erectile dysfunction	11–15 баллов по шкале эрекции составляющей МИЭФ-15 Score of 11 to 15 on the erection component scale of the IIEF-15	Фаза эрекции: ER4 Erection phase: ER4 Латентное время: 12–15 мин Latency time: 12–15 min Продолжительность максимальной эрекции (от ER4 до ER5): 7–10 мин Duration of maximum erection (from ER4 to ER5): 7–10 min	КА: V_{end} 5–7 см/с CA: V_{end} 5–7 cm/sec КА: $0,58 < RI < 0,69$ CA: $0,58 < RI < 0,69$ МВ: V_{maxv} 2–8 см/с MV: V_{maxv} 2–8 cm/sec Кавернозный рефлюкс дистального характера легкой степени* Mild distal cavernous reflux*	Увеличение диаметра полового члена на 20–30 % Increase in penile diameter by 20–30 % Продолжительность тумесценции $43,2 \pm 20$ мин Duration of tumescence 43.2 ± 20 min
Субкомпенсированная стадия венокорпоральной эректильной дисфункции Subcompensated stage of venocorporal erectile dysfunction	8–11 баллов по шкале эрекции составляющей МИЭФ-15 Score of 8 to 11 on the erection component scale of the IIEF-15	Фаза эрекции: ER4 Erection phase: ER4 Латентное время: 15–18 мин Latency time: 15–18 min Продолжительность максимальной эрекции (от ER4 до ER5): 3–7 мин Duration of maximum erection (from ER4 to ER5): 3–7 min	КА: V_{end} 7–9 см/с CA: V_{end} 7–9 cm/sec КА: $0,69 < RI < 0,75$ CA: $0,69 < RI < 0,75$ МВ: V_{maxv} 8–16 см/с MV: V_{maxv} 8–16 cm/sec Кавернозный рефлюкс дистального характера средней степени** Moderate distal cavernous reflux**	Увеличение диаметра полового члена на 10–30 % Increase in penile diameter by 10–30 % Продолжительность тумесценции 23 ± 21 мин Duration of tumescence 23 ± 21 min
Через 1 мес после лечения One month after treatment				
Характеристика эректильной функции Characteristics of erectile function	$21,4 \pm 4,8$ балла по шкале эрекции составляющей МИЭФ-15 $21,4 \pm 4,8$ score on the erection component scale of the IIEF-15	Фаза эрекции: ER5 Erection phase: ER5 Латентное время: 10–12 мин Latency time: 10–12 min Продолжительность максимальной эрекции (от ER4 до ER5): 30–45 мин Duration of maximum erection (from ER4 to ER5): 30–45 min	КА: V_{end} 2–3 см/с CA: V_{end} 2–3 cm/sec КА: $0,67 < RI < 0,72$ CA: $0,67 < RI < 0,72$ МВ: V_{maxv} 2–3 см/с MV: V_{maxv} 2–3 cm/sec Кавернозный рефлюкс не определяется Cavernous reflux not detected	Прирост диаметра полового члена 45 ± 15 % Increase in penile diameter by 45 ± 15 % Продолжительность тумесценции $76,3 \pm 21$ мин Duration of tumescence 76.3 ± 21 min

*Кавернозный рефлюкс до дистальной 1/3 кавернозных тел; **изменение направления кровотока при пробе Вальсальвы или без нее до головки полового члена.

*Cavernous reflux up to distal third of cavernous bodies; **change in blood flow direction with or without Valsalva maneuver up to glans.

Примечание. НПТ – ночные пенильные тумесценции; ЭД – эректильная дисфункция; МИЭФ-15 – международный индекс эректильной функции; КА – кавернозная артерия; МВ – магистральные вены; V_{end} – диастолическая составляющая кровотока кавернозной артерии; RI – индекс периферического сопротивления; V_{maxv} – скорость кровотока в магистральных венах при ER5 или максимальном фармакологическом ответе.

Note. NPT – nocturnal penile tumescences; ED – erectile dysfunction; IIEF-15 – International Index of Erectile Function; CA – cavernous artery; MV – magistral veins; V_{end} – diastolic component of blood flow in cavernous artery; RI – peripheral resistance index; V_{maxv} – blood flow velocity in magistral veins at ER5 or at maximum pharmacological response.

Больные с декомпенсацией, выраженным нарушением эректильной функции (МИЭФ-15 < 8 баллов) в исследование не включались.

Следует отметить скудность инструментальных, а следовательно, объективных критериев оценки васкулогенной ЭД, определенных в клинических рекомендациях Российского общества урологов 2021 г, где

указана только ультразвуковая доплерография сосудов полового члена. Такие единичные инструментальные критерии не могут полностью удовлетворять современным требованиям к диагностике и не позволяют учитывать многофакторность причин нарушения эрекции у мужчин. Полученные нами данные о корреляции между линейными показателями, их производными

Таблица 2. Распределение пациентов в зависимости от направления венозного шунтирования в стадии компенсации и субкомпенсации, %
Table 2. Distribution of patients according to the direction of venous shunting in the compensation and subcompensation stage, %

Стадия эректильной дисфункции Stage of erectile dysfunction	Направление венозного шунтирования Direction of venous shunting			
	Дистальное Distal	Проксимальное Proximal	Смешанное Mixed	Диффузное Diffuse
Стадия компенсации Compensation stage	43	34	23	—
Стадия субкомпенсации Subcompensation stage	15	30,6	46,4	8

и данными о времени и характере ригидности полового члена, зафиксированными с помощью отечественного прибора «Андроскан МИТ», регистрирующего НПТ, позволяют дифференцировать различные виды васкулогенной ЭД и критерии ее клинической компенсации. Нормативные параметры НПТ в виде увеличения диаметра полового члена >30 % и продолжительности тумесценции >60 мин за 12 ч ночного сна являются основополагающими критериями нормы, что подтверждается анализом результатов отечественных исследований [6–7]. Неповрежденная вегетативная нервная система за счет подкорковых центров и нейротрансмиттеров поддерживает необходимую оксигенацию кавернозных тел, что обеспечивает тумесценцию от 4 до 6 эпизодов за ночь. Снижение длительности НПТ может отражать субклиническую гипоксию с развитием ишемии кавернозных тел, что приводит к каскаду приспособительных реакций, определяющих доклинические изменения эректильной функции полового члена. Такие изменения возможно исследовать только посредством мониторинга НПТ. Автономность исследования, возможность его повторения, а также графической фиксации в виде эректограмм могут использоваться для минимально инвазивной объективизации и подтверждения восстановления эректильной функции в случае компенсированной и субкомпенсированной стадий васкулогенной ЭД.

При этом характер ригидности полового члена может быть косвенным маркером степени поражения сосудов, и в последующем возможно использование его при интеграции факторов риска и предикторов фатальных сердечно-сосудистых заболеваний мужчины.

Развитие отечественных технологий регистрации НПТ завтра позволит использовать их результаты, отражая эректограммы на экране мобильного телефона, что будет достойным вкладом в развитие персональной медицины в весьма уязвимой области – мужского здоровья. Выполняемые нами операции по устранению веноокклюзивной ЭД являются технологичными и формируют вектор нового персонализированного

направления в области, где анатомия «венозной утечки» всегда уникальна и нет ни одного случая ее повторения. И каждый раз мы добиваемся успеха не только за счет совершенствования мануальных навыков, высоких технологий и современного рентгенэндоваскулярного оборудования, но и благодаря знанию многоуровневой регуляции эректильной функции. Также свежим веянием прогресса в этом направлении медицины будет развитие гибридных лучевых технологий визуализации в генитальной хирургии васкулогенной ЭД [9].

Не вызывает сомнений необходимость продолжения научных исследований причин васкулогенных нарушений эрекции и возможностей их оценки с помощью мониторинга НПТ. Эти научные направления позволят разработать профилактические меры для предотвращения развития патологического венозного дренажа кавернозных тел полового члена и других сосудистых причин васкулогенной ЭД до их клинического манифестирования.

Описанные нами методы оперативного лечения позволяют обеспечить достаточно эффективную сексуальную реабилитацию больных с ЭД, что значительно снижает у таких больных необходимость в фаллоэндопротезировании.

Заключение

В настоящее время возможности инструментальной диагностики ЭД ограничены применением ультразвуковой доплерографии сосудов полового члена, которая не позволяет учитывать многофакторность причин нарушения эрекции. Регистрация НПТ с помощью автономного устройства с возможностью повторения исследования и графической фиксации результатов в виде эректограмм может использоваться для минимально инвазивной объективизации и подтверждения восстановления эректильной функции в случае компенсированной и субкомпенсированной стадий васкулогенной ЭД. Однако необходимо продолжение исследований диагностики васкулогенных нарушений эрекции и возможностей их оценки, в частности с помощью мониторинга НПТ.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Basar M.M., Atan A., Tekdogan U.Y. New concept parameters of RigiScan in differentiation of vascular erectile dysfunction: is it a useful test? *Int J Urol* 2001;8(12):686–91. DOI: 10.1046/j.1442-2042.2001.00398.x
2. Эректильная дисфункция. Клинические рекомендации. Российское общество урологов. Доступно по: https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/15_2
Erectile dysfunction. Clinical recommendations. Russian Society of Urologists. Available at: https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/15_2 (In Russ.).
3. Kawanishi Y., Izumi K., Muguruma H. et al. Three-dimensional CT cavernosography: reconsidering venous ligation surgery on the basis of the modern technology. *BJU Int* 2011;107(9):1442–6. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2010.09644.x
4. Ghafoori M., Varedi P., Alavi M. et al. CT cavernosography: a new method for evaluating venous incompetence in impotent patients. *Iran J Radiol* 2010;7(3):171–7.
5. Elhanbly S., Elkholy A. Nocturnal penile erections: the role of RigiScan in the diagnosis of vascular erectile dysfunction. *J Sex Med* 2012;9(12):3219–26. DOI: 10.1111/j.1743-6109.2012.02954.x
6. Чалый М.Е., Охоботов Д.А., Сорокин Н.И. и др. Нормативные показатели мониторинга ночных пенильных тумесценций: систематический обзор и разработка алгоритма. *Урология* 2021;6:110–7. DOI: 10.18565/urology.2021.6.110-117
7. Chaly M.E., Okhobotov D.A., Sorokin N.I. et al. Normative indicators for monitoring nocturnal penile tumescences: a systematic review and algorithm development. *Urologiya = Urology* 2021;6:110–7. (In Russ.). DOI: 10.18565/urology.2021.6.110-117
8. Кротовский Г.С., Учкин И.Г., Забельская Т.Ф. и др. Выбор метода лечения васкулогенной эректильной дисфункции. *Андрология и генитальная хирургия* 2000;(1):57–8. Krotovskiy G.S., Uchkin I.G., Zabel'skaya T.F. et al. The choice of treatment of vasculogenic erectile dysfunction. *Andrologiya i genital'naya khirurgiya = Andrology and Genital Surgery* 2000;(1):57–8. (In Russ.).
9. Жуков О.Б., Васильев А.Э., Жуматаев М.Б. Новые методы лечения васкулогенной эректильной дисфункции. *Андрология и генитальная хирургия* 2018;19(2):58–68. DOI: 10.17650/2070-9781-2018-19-2-58-68
Zhukov O.B., Vasilyev A.E., Zhumataev M.B. New treatments for vasculogenic erectile dysfunction. *Andrologiya i genital'naya khirurgiya = Andrology and Genital Surgery* 2018;19(2):58–68. (In Russ.). DOI: 10.17650/2070-9781-2018-19-2-58-68

Вклад авторов

О.Б. Жуков: разработка дизайна исследования, обследование и отбор пациентов, выполнение операций, наблюдение пациентов в раннем и отдаленном послеоперационных периодах, оценка результатов проведенного оперативного лечения, получение данных для анализа, анализ полученных данных, написание текста статьи;

А.Э. Васильев: ассистирование на рентгенэндоваскулярных операциях, выполнение контрольных рентгенэндоваскулярных исследований.

Authors contribution

O.B. Zhukov: research design development, examination and selection of patients, performing surgical operations, monitoring of patients in the early and long-term postoperative periods, evaluation of the results of surgical treatment, obtaining data for analysis, analyzing the data obtained, article writing;

A.E. Vasilyev: assisting in X-ray endovascular operations, performing control X-ray endovascular studies.

ORCID авторов / ORCID of authors

О.Б. Жуков / O.B. Zhukov: <https://orcid.org/0000-0003-3872-5392>

А.Э. Васильев / A.E. Vasilyev: <https://orcid.org/0000-0001-6550-1939>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов. Исследование одобрено Междисциплинарным этическим комитетом Ассоциации сосудистых урологов и репродуктологов (протокол №3 от 14.01.2022). Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Compliance with patient rights. The study was approved by the Interdisciplinary Ethical Committee of the Association of Vascular Urologists and Reproductologists (Protocol No. 3 dated 14.01.2022). All patients signed an informed consent to participate in the study.