

DOI: <https://doi.org/10.51922/2074-5044.2025.2.29>

*Р. Н. Курленко, Д. В. Забелин, А. А. Литвишко,  
А. С. Поликашкин, М. О. Сафронов*

## СОБСТВЕННЫЙ ОПЫТ ВЫПОЛНЕНИЯ ФАРМАКОДОППЛЕРОГРАФИИ СОСУДОВ ПОЛОВОГО ЧЛЕНА В ДИАГНОСТИКЕ ВАСКУЛОГЕННОЙ ЭРЕКТИЛЬНОЙ ДИСФУНКЦИИ

*Хирургический отдел войсковой части 01017*

*Данная статья посвящена фармакодопплерографии в диагностике васкулогенной эректильной дисфункции. В работе проанализированы спектральные характеристики кровотока кавернозных артерий в покое и после введения вазоактивного вещества (алпростадил). Представлены данные обследования 17 мужчин молодого и среднего возраста с жалобами на неадекватную эрекцию. У 5 (29,4 %) пациентов результат пробы оказался отрицательным, эрекция ограничивалась различной степенью набухания кавернозных тел в отсутствие ригидности.*

**Ключевые слова:** васкулогенная эректильная дисфункция, фармакодопплерография, сосуды полового члена, алпростадил.

*R. N. Kurlenko, D. V. Zabelin, A. A. Litvishko,  
A. S. Polikashkin, M. O. Safronov*

## OWN EXPERIENCE OF PERFORMING PHARMACODOPPLEROGRAPHY OF PENILE VESSELS IN THE DIAGNOSIS OF VASCULOGENIC ERECTILE DYSFUNCTION

*This article is devoted to pharmacodopplerography in the diagnosis of vasculogenic erectile dysfunction. The work analyzes the spectral characteristics of the blood flow of the cavernous arteries at rest and after administration of a vasoactive substance (alprostadil). The data of a survey of 17 young and middle-aged men with complaints of inadequate erection are presented. In 5 (29.4 %) patients, the test result was negative, the erection was limited to varying degrees of swelling of the cavernous bodies in the absence of rigidity.*

**Key words:** erectile dysfunction, pharmacodopplerography, penile vessels, alprostadil.

Специфические неблагоприятные факторы военной службы способствуют развитию чрезмерного психоэмоционального напряжения и утомления, возникновению функциональных сдвигов, преморбидных состояний и соматических заболеваний, проявляющихся в том числе и в нарушении эректильной функции [1].

Эректильная дисфункция (ЭД) – стойкая (не менее трех месяцев) неспособность

достигать и поддерживать эрекцию полового члена, достаточную для проведения удовлетворительного полового акта [2].

ЭД у мужчин молодого и среднего возраста наблюдается в 2,5–9 % случаев. Частота ее органической формы составляет 50–80 % наблюдений, психогенной – 20–50 %. При изучении ЭД у военнослужащих того же возраста установлено, что, несмотря на высокие требования к состоянию их

здоровья, ЭД у них определяется значительно чаще, составляет в различных профессиональных группах от 8,2 до 20,1 % случаев и зависит от характера и продолжительности воздействия неблагоприятных факторов военного труда. При этом доля психогенной ЭД (57,8 %) оказалась несколько больше ее органической доли (42,2 %), что, вероятно, было обусловлено преимущественно функциональным характером сдвигов в организме военнослужащих [3].

В этиологии ЭД особая роль отводится сосудистой патологии: недостаточности артериального кровоснабжения в артериях полового члена и малого таза, нарушению венооокклюзионных механизмов поддержания физиологической эрекции. Ультразвуковое исследование полового члена и его сосудов позволяет получить важную информацию об артериальном и венозном кровотоках, если оно выполняется в состоянии покоя и при фармакологически индуцированной эрекции. Фармакодуплерография (ФДГ) визуализирует артериальную ЭД в 51 % случаев, венооокклюдивную – в 32 % случаев [4].

Инъекция сосудорасширяющего препарата в кавернозное тело является недорогим и минимально инвазивным диагностическим методом у пациентов с подозрением на васкулогенную эректильную дисфункцию. Однако отсутствие единого официально утвержденного протокола проведения ФДГ сосудов полового члена, методологические особенности, специфические морально-этические требования при проведении исследования, возможные осложнения (приапизм, фиброз кавернозных тел), ограниченный выбор на фармакологическом рынке алпростадил для интракавернозного введения создают трудности стандартизации при интерпретации доплерографического спектра и делают данный метод диагностики редким и непопулярным. Кроме того, для правильного проведения исследования и интерпретации

его данных крайне необходим опыт врача, детальное понимание анатомии полового члена и физиологии эрекции.

### Цель работы

Определить основные объективные доплерографические параметры пенильного кровотока в покое и после введения вазоактивного вещества в диагностике ЭД, представить собственные результаты диагностики васкулогенной ЭД у мужчин молодого и среднего возраста для определения тактики коррекции заболевания.

### Материалы и методы

Произведен анализ медицинской литературы в поисковых системах «PubMed», «MEDLINE», «Google Storage», посвященных ФДГ сосудов полового члена.

Программа обследования пациентов перед проведением исследования включала сбор жалоб, анамнеза изменений сексуальной функции, проведение анкетирования (анкета МИЭФ-5), физикальное обследование, лабораторные исследования (общий анализ крови и мочи, глюкоза крови, липидный спектр, коагулограмма, тестостерон, пролактин, лютеинизирующий, тиреотропный гормон).

В обязательном порядке пациенты были проинформированы о целях и задачах исследования, возможных осложнениях, давали информированное согласие на проведение ФДГ сосудов полового члена.

Исследование выполнялось на ультразвуковом аппарате «SONOACE R7» («Samsung Medison») линейным датчиком с частотой 7 МГц в В-режиме, режиме цветового доплеровского картирования. Допплеровские волны получали от обеих кавернозных артерий при продольном сканировании по вентральной поверхности полового члена на пеноскротальном уровне, где кавернозные артерии наклонены кзади по направлению к ножкам кавернозных тел и выводится благоприятный доплеровский угол

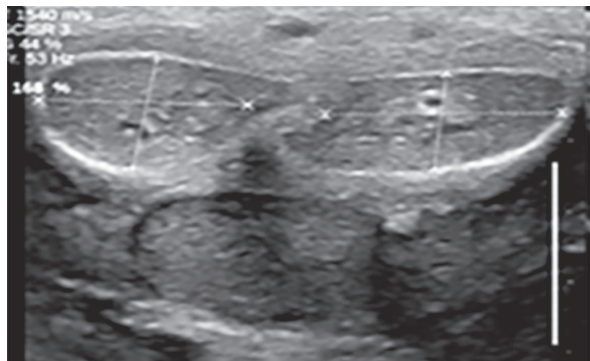


Рис. 1. Эхограмма полового члена: нормальная ультразвуковая анатомия кавернозных тел

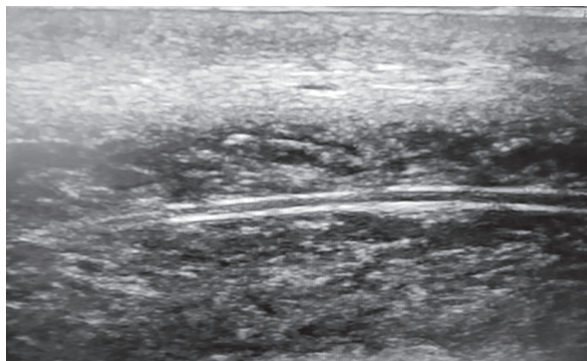


Рис. 2. Эхограмма полового члена: кавернозная артерия

60° и менее. На данном уровне скорости имеют наибольшее значение. Если измерение скорости кровотока проводится в дистальном отделе, то результаты оказываются заниженными.

На первом этапе было проведено сканирование полового члена в серой шкале (В-режим) для выявления возможных структурных изменений (кавернозный фиброз, болезнь Пейрони), оценка толщины белочной оболочки (в норме не должна превышать двух мм), площади поперечного сечения кавернозных тел, диаметра кавернозных артерий, скорости кровотока в покое (рис. 1 и 2).

На втором этапе исследования интракавернозно вводился вазоактивный препарат в область основания полового члена, избегая любых видимых поверхностных вен, от 2 до 10 часов под углом 90° к плоскости ствола пениса. Головка обязательно оголяется от крайней плоти в целях идентификации наружного отверстия уретры и предотвращения случайного перекрута полового члена с потерей безопасной зоны инъекции. В качестве вещества для фармакоиндукции эрекции использовалось вазоактивное лекарственное средство – простагландин E1 (алпростадил) при помощи иглы 27G (инсулиновый шприц). Доза препарата составляла 10 мкг.

Через 3–10 мин. после интракавернозной инъекции препарата проводилось изучение эхоструктуры полового члена и его гемодинамики в различные фазы эрекции.

Спектральная доплерография кавернозных артерий повторялась каждые пять минут. Длительность исследования – один час. Во время проведения ФДГ сосудов полового члена определялись три основных параметра кровотока: максимальная пиковая систолическая скорость (PSV), конечная диастолическая скорость (EDV), индекс сопротивления (RI).

С учетом проведенного анализа медицинской литературы за норму были приняты основные показатели фармакоиндуцированного кровотока в кавернозной артерии: PSV  $\geq 30$  см/с; EDV  $< 10$  см/с; RI  $\geq 0,8$ . Диаметр нормальных кавернозных артерий максимально увеличивается на 75–125 % от исходного значения.

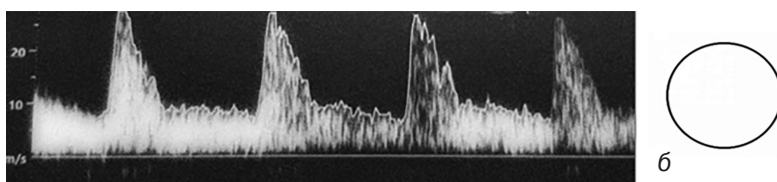
Критерии диагностики артериальной ЭД: PSV  $\leq 25$  см/с (основной признак); расширение кавернозной артерии менее чем на 75 %. Данные показатели наиболее информативны в фазе полной тумесценции.

Критерии диагностики веноокклюзионной ЭД: EDV  $\geq 10$  см/с при адекватном (!) артериальном притоке на протяжении всего исследования, особенно в фазе полной ригидности; RI  $\leq 0,75$  через 20 мин. после максимальной фармакологической стимуляции.

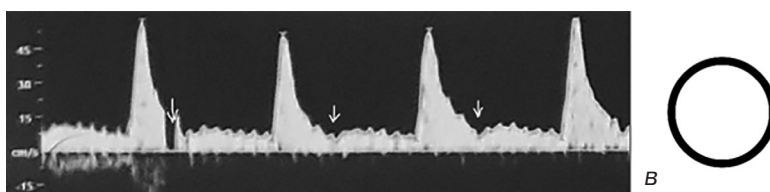
Спектральный график кавернозной артерии, ее диаметр претерпевают ряд последовательных фазовых изменений в процессе развития фармакологической эрекции (Е) по шкале Юнема (рис. 3):



Е0 – в покое: монофазные волны с низкой скоростью потока ( $PSV = 5-0$  см/с), венозный компонент отсутствует,  $RI = 1,0$ . Диаметр кавернозных артерий колеблется от 0,2 до 1,0 мм (среднее значение – 0,4–0,6 мм).



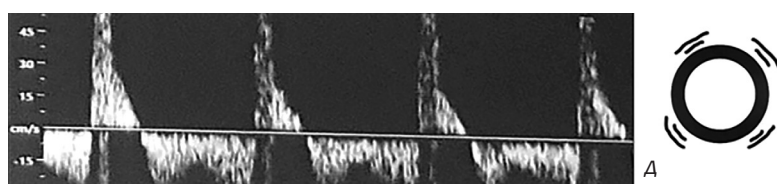
Е1 – латентная (наполнения, незначительная тумесценция): увеличение систолического и диастолического потоков ( $PSV \geq 30$ , достигая 80–100 см/с;  $EDV > 8$  см/с, достигая 20 см/с и более). Диаметр кавернозных артерий увеличивается на 75 % и более.



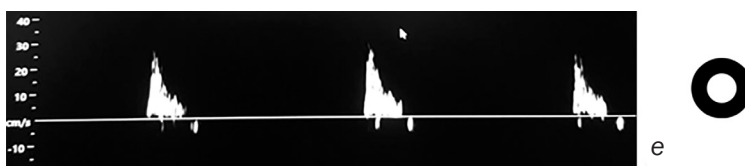
Е2 – набухания (средняя тумесценция): в конце систолы появляется дикротическая вырезка.



Е3 – полная тумесценция:  $PSV = 76 \pm 25$  см/с;  $EDV < 10$  см/с; без признаков инверсии направления кровотока при проведении пробы Вальсальвы; диаметр кавернозных артерий –  $1,2 \pm 0,04$  мм. Фаза Е3 – артериальный компонент эрекции: позволяет полноценно изучить артериальный кровоток.



Е4 – полная эрекция: обратный диастолический ток (инверсия) свидетельствует о правильно функционирующем веноокклюзионном механизме.



Е5 – ригидная (жесткая) эрекция: систолический кровоток стремится к нулю, диастолический – исчезает. Е5 – венозный компонент эрекции: позволяет идеально исследовать венозный кровоток.

Рис. 3. Физиологические изменения кавернозных артерий при доплерографическом исследовании:

Е0 – Е5 – спектральный график кавернозной артерии в зависимости от фазы эрекции;

а – е – изменения диаметра кавернозной артерии в зависимости от фазы эрекции



Рис. 4. Шкала твердости эрекции (EHS)

Одновременно с анализом спектральных характеристик кровотока по кавернозным артериям оценивалась эффективность введения алпростадилла по степени наполнения и ригидности полового члена. В целях объективизации проводимого исследования была использована шкала твердости эрекции, имеющая полусферы, степень эластичности которых соответствовал фазам развития эрекции полового члена, дополненная текстовым описанием. Шкала позволяет провести сравнительную градацию тактильных ощущений ригидности пениса со стандартными макетами в зависимости от фазы эрекции (рис. 4).

Степень тяжести ЭД определялась в соответствии с выраженностью эрекции после фармакологической пробы с интракавернозным введением вазоактивного лекарственного средства. Выраженность эрекции E0–E2 соответствует тяжелой, E3 – умеренной, E4 – легкой степени ЭД.

Если пациент имеет полную эрекцию в течение 10 мин. после введения препарата, васкулогенная ЭД исключается и дальнейшие васкулярные тесты не имеют смысла. В глубокой дорзальной вене кровоток может быть высоким во все фазы эрекции из-за наличия дорзального артериального кровотока. Измерение в ней скорости кровотока не имеет клинической ценности даже у пациентов с венозной утечкой.

Все пациенты перенесли исследование удовлетворительно, осложнения отсутствовали.

### Результаты и обсуждения

Исследование проводилось в период с июля 2023 г. по июнь 2024 г. на базе хирургического отдела войсковой части 01017. ФДГ сосудов полового члена выполнена 17 пациентам, страдающим ЭД различной степени тяжести более трех месяцев. Средний возраст мужчин составил  $41,8 \pm 5,3$  года.

После интракавернозного введения вазоактивного препарата стойкая ригидная эрекция (E5) развилась у 12 (70,6 %) пациентов, при этом пиковая систолическая скорость кровотока по кавернозным артериям в среднем составила 53,9 см/с (медиана – 47,8), RI – 0,95 (медиана – 0,99). Кавернозные сосуды сохраняли способность к активной дилатации, среднее увеличение их диаметра после инъекции составляло 82 %. Полученные результаты ФДГ позволили исключить наличие у данной категории мужчин органической васкулогенной ЭД.

У 5 (29,4 %) пациентов результат пробы оказался отрицательным, эрекция ограничивалась различной степенью тумесценции кавернозных тел в отсутствие ригидности (E1 – E3). Пиковая систолическая

скорость кровотока по кавернозным артериям в среднем составила 46,2 см/с (медиана – 33,5), конечная диастолическая – 12,2 см/с (медиана – 10,9), RI – 0,76 (медиана – 0,77). Нарушение нормальной эрекции вызвано поражением артериального русла на фоне сахарного диабета у 1 (5,9 %) пациента, у 4 (23,5 %) пациентов обусловлено нарушением веноокклюзивного механизма.

Используя полученные результаты, пациентам были определены патогенетически обоснованные методы консервативного или оперативного лечения эректильной дисфункции.

### Заключение

1. Фармакодуплерография сосудов полового члена является высокоинформативным методом начального этапа диагностики эректильной дисфункции, который позволяет найти характерные признаки нарушения артериального и (или) венозного кровотока.

2. Описанные методологические особенности проведения ФДГ сосудов полового члена, оценка полученных параметров кровотока с учетом установленных критериев диагностики васкулогенной недостаточности позволяют стандартизировать проведение данного исследования и правильно интерпретировать полученные результаты.

3. Результаты ФДГ сосудов полового члена дают возможность применить принцип

индивидуального подхода к проведению лечебных мероприятий в коррекции ЭД.

### Литература

1. Кушниренко Н. П., Петров С. Б., Шпиленя Е. С. Патогенетические особенности органической эректильной дисфункции и сравнительная оценка результатов ее консервативного и хирургического лечения // Вестник Рос. Воен.-мед. акад. – 2003. – № 2. – С. 109–112.
2. Лоран О. Б., Щеплёв П. А., Нестеров С. Н. Современные методы диагностики и лечения эректильной дисфункции // Рос. мед. журн. – 2000. – Т. 8. – № 3. – С. 130–133.
3. Петров С. Б., Лоран О. Б., Велиев Е. И. Современные аспекты лечения эректильной дисфункции // Consilium medicum. – 2003. – Т. 5. – № 7. – С. 419–421.
4. EAU Guidelines on Sexual and Reproductive Health // European Association of Urology 2023. – 213 с.

### References

1. Kushnirenko N. P., Petrov S. B., Shpilanya E. S. Patogeneticheskie osobennosti organicheskoy erektil'noj disfunkcii i sravnitel'naya ocenka rezul'tatov ee konservativnogo i hirurgicheskogo lecheniya // Vestnik Ros. Voen.-med. akad. – 2003. – № 2. – С. 109–112.
2. Loran O. B., SHCheplyov P. A., Nesterov S. N. Sovremennyye metody diagnostiki i lecheniya erektil'noj disfunkcii // Ros. med. zhurn. – 2000. – Т. 8. – № 3. – С. 130–133.
3. Petrov S. B., Loran O. B., Veliev E. I. Sovremennyye aspekty lecheniya erektil'noj disfunkcii // Consilium medicum. – 2003. – Т. 5. – № 7. – С. 419–421.
4. EAU Guidelines on Sexual and Reproductive Health // European Association of Urology 2023. – 213 s.

Поступила 23.12.2024 г.