

## ОРИГІНАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Р.Я. Абдуллаєв,  
В.В. Гапченко,  
Ю.В. Мацак

Харківська медична академія  
післядипломної освіти

# Комплексна ультрасонографія статевого члена: медичні аспекти

## Complex penis ultrasonography: medical aspects

**Цель работы:** Систематизировать ультразвуковое исследование полового члена, изучить его нормальную эхографическую анатомию, доплерометрические параметры эректильной функции.

**Материалы и методы:** Для анализа отобраны показатели двумерной эхографии и доплерографии 14 практически здоровых мужчин в возрасте 21–46 лет без признаков эректильной дисфункции.

**Результаты:** На двумерной эхограмме эхоструктура кавернозных и губчатого тел однородная, гипоехогенная, мелкозернистая. Белочная оболочка визуализируется по периферии кавернозных тел в виде тонколинейной гиперэхогенной структуры. Кавернозные артерии в продольном сечении визуализируются как симметричные анехогенные трубчатые структуры. При доплеровском исследовании выявлены характерные изменения спектра для разных фаз эрекции. В фазе покоя кавернозные артерии при цветном доплеровском исследовании визуализировались не всегда. При импульсной доплерографии кровотока в кавернозных артериях характеризовался невысокой систолической скоростью, сглаженным антеградным, незначительным ретроградным компонентом и высоким индексом периферического сопротивления. При латентной фазе приток крови в кавернозные тела значительно превышал отток. Фаза набухания отличалась повышением пиковой систолической скорости, появлением трехфазного кровотока, повышением индекса периферического сопротивления. При полной эрекции хорошая визуализация кавернозных артерий сохранялась. Кровоток в дорсальной вене не определялся. На ригидной фазе упругость и объем полового члена сохранялись стабильно, временно прекращался артериальный приток. Визуализация и регистрация кровотока в кавернозных артериях затруднялась, иногда даже отсутствовала. В дорсальной вене изредка регистрировался небольшой ретроградный приток. Фаза детумесценции характеризовалась уменьшением объема полового члена, усилением кровотока в дорсальной вене, снижением пиковой систолической скорости и периферического сосудистого сопротивления на доплеровском спектре.

**Выводы:** Ультрасонография успешно может применяться для изучения анатомо-функциональных особенностей полового члена и его эрекции как объективный и достоверный метод диагностики.

**Ключевые слова:** ультрасонография, половой член, доплерометрия эректильной функции, методология.

**Objective:** To systematize ultrasound investigation of the penis, to study its normal echographic anatomy as well as Doppler parameters of erectile function.

**Material and Methods:** The parameters of two-dimensional echosonography and Doppler ultrasound study of 14 healthy men (without the signs of erectile dysfunction) aged 21–46 were selected for the analysis.

**Results:** On two-dimensional echogram, the structure of cavernous and spongy body was homogeneous, hypoechoic, small-grain. The membrane was seen on the periphery of the cavernous bodies as a thin hyperechoic structure. Cavernous arteries were seen as symmetrical anechoic tubular structures. Doppler ultrasound study revealed characteristic changes in the spectrum of different erection phases. In resting phase the cavernous arteries were not always demonstrated by color Doppler ultrasound. On pulsed Doppler ultrasound the blood flow in the cavernous arteries was characterized by low systolic rate, smoothed antegrade and inconsiderable retrograde component and high index of peripheral resistance. In latent phase blood inflow to the cavernous bodies was considerably higher than outflow. Swelling phase was characterized by increased peak systolic rate, three-phase blood flow, increased index of peripheral resistance. The cavernous arteries were well seen at complete erection. The blood flow in the dorsal vein was not determined. In rigid phase elasticity and volume of the penis were stable, arterial inflow stopped temporary. Visualization and registration of the blood flow in the cavernous arteries was difficult, sometimes was absent. Slight retrograde blood flow was sometimes seen in the dorsal vein. Detumescence phase was characterized by decreased volume of the penis, increased blood flow in the dorsal vein, decreased peak systolic rate and peripheral vascular resistance on Doppler spectrum.

**Conclusion:** Being an objective diagnostic technique ultrasonography can be successfully used to study anatomical functional characteristics of the penis and its erection.

**Key words:** ultrasonography, penis, erectile function Dopplerometry, methodology.

В останні роки помітно зростає кількість випадків еректильної дисфункції у молодих чоловіків. Серед її основних причин значне місце належить порушенням кровотоку в судинах статевого члена, зумовленим як органічними, так і функціональними чинниками. Завдяки появі нових поколінь ультразвукових приладів, датчиків, що працюють у широкому частотному діапазоні, із застосуванням різних видів доплерівських методик стало можливим дослідження статевого члена та його судин. Визуалізація найдрібніших структур і судин статевого члена за допомогою високочастотних лінійних датчиків не становить проблеми.

Статевий член складається з кореня, тіла й голівки. В ньому вирізняють парні печеристі (кавернозні) тіла і розташоване між ними непарне губчасте тіло. В проксимальному відділі воно розширене й утворює цибулину статевого члена, а його дистальний стовщений відділ формує голівку органа. Крізь губчасте тіло на всьому протязі проходить передня частина сечовипускного каналу. Кавернозні і губчасте тіла оточені глибокою (фасція Бука) і поверхневою (фасція Колеса) фасціями. Кавернозні тіла зрощуються медіальними поверхнями і вкриті щільною фіброзною капсулою — спільною білочною оболонкою печеристих тіл, що утво-

рює між ними перегородку статевого члена з численними просвітами. Губчасте тіло вкрите білою оболонкою з великою кількістю еластичних волокон. У процесі ерекції беруть участь усі три тіла статевого члена, при цьому каверни заповнюються кров'ю, тіла статевого члена набухають, стають тужавими. Велика кількість еластичних волокон, що містяться в тканині губчастого тіла, забезпечує розтягнення й скорочення сечовипускного каналу при здійсненні функції сечовипускання та сім'явиверження [1, 2].

У кровопостачанні статевого члена беруть участь: парна внутрішня статеві артерія (басейн внутрішньої клубової артерії), парна зовнішня статеві артерія (гілка стегнової артерії, басейн зовнішньої клубової артерії). Віддавши гілки до прямої кишки, сечового міхура та промежини, внутрішня статеві артерія стає артерією статевого члена, яка, в свою чергу, розгалужується на уретральну, глибоку і тильну артерії, а також на артерію цибулини статевого члена. Його кавернозні тіла забезпечуються кров'ю одноіменних артерій. У центральних відділах кавернозних тіл вони віддають множинні спіралеподібні гілки, що забезпечують приплив крові до синусів. Просвіт спіралеподібних артерій вузький, поза ерекцією вони перебувають у скрученому стані, при ерекції стають прямими й широкими. Зв'язок між кавернозними артеріями здійснюється через серединну перегородку статевого члена. Під його глибокою фасцією на дорсальній поверхні кавернозних тіл розташовані одноіменні артерії, що анастомозують із кавернозними й уретральними артеріями статевого члена, які починаються у венулах, що відходять від периферичних синусів, котрі утворюють, у свою чергу, підоболонкове венозне сплетення, яке дренують емісарні вени [3].

Венозні басейни статевого члена поділяються на три колектори, з яких перший дренує голівку, губчасте тіло і дистальні  $2/3$  кавернозних тіл. Емісарні вени кавернозних і губчастого тіл впадають у глибоку дорсальну вену, яка є головним венозним колектором статевого члена і розташована на лінії з'єднання кавернозних тіл на дорсальній поверхні органа під його глибокою фасцією між двома дорсальними артеріями та впадає в перипростатичне венозне сплетення [4].

Другий венозний колектор дренує проксимальну третину кавернозних тіл і цибулинний відділ губчастого тіла. Третій венозний колектор забезпечує венозний відтік від шкіри й фасцій статевого члена. Численні поверхневі вени, розташовані під шкірою статевого члена між його фасціями, об'єднуються й утворюють поверхневу дорсальну вену, що, розділяючись біля кореня цього органа, крізь зовнішню статеву вену впадає у велику підшкірну вену стегна чи безпосередньо у стегнову.

Метою нашого дослідження було систематизувати можливості ультразвукового дослідження статевого члена і його судин, вивчити нормальну ехографічну анатомію і доплерівський спектр, показати візуалізаційну можливість та широко впровадити метод у клінічну практику.

## Методика дослідження

Для подальшого аналізу відібрано показники двовимірної ехографії й доплерографії 14 практично здорових чоловіків віком 21–46 років без ознак еректильної дисфункції.

Ультрасонографію проводили на апаратах Aplio фірми «Тошиба», Voluson-730, «Радмир-R20» лінійними датчиками, що працюють у частотному діапазоні 7,5–12,0 МГц. Пацієнтів досліджували в положенні лежачи на спині, без спеціальної підготовки, у спокійній психологічній атмосфері з мінімізацією кількості учасників процедури. Ультрасонографію здійснювали в поздовжній і поперечній площині на рівні проксимальної, середньої та дистальної третини статевого члена. Комплексна ультрасонографія статевого члена дала можливість:

- а) у поздовжньому перетині візуалізувати корінь і глибоку статеву артерію статевого члена;
- б) у поперечному перетині одномоментно візуалізувати кавернозні й губчасте тіла у вигляді кулясто-овальної форми гіпоехогенних утворів, а також кавернозні артерії (як 1–2-міліметрові кільцеподібні структури з анехогенним центром);
- в) візуалізувати поверхневу і глибоку дорсальну вени на поверхні статевого члена у вигляді трубчастої структури, що легко змінюється в діаметрі при компресії датчиком;
- г) отримати доплерівський спектр кровотоку з кавернозних артерій у спокої і при нейрофізіологічній стимуляції ерекції.

## Результати та їх обговорення

Успішність ультрасонографії визначається насамперед дотриманням деяких методичних прийомів [3]. На сірошкальній двовимірній ехограмі у стані спокою ехоструктура кавернозних і губчастого тіл однорідна, гіпоехогенна, дрібнозерниста [5]. При ерекції ехогенність синусів кавернозних тіл різко знижувалася. На периферії цих тіл візуалізувалася тонколінійна гіпер-

ехогенна структура білочної оболонки завтовшки 1–2 мм у спокої й 0,5–1,0 мм при ерекції. У центрі статевого члена між кавернозними тілами визначалася серединна перегородка (рис. 1–4). У поздовжньому перетині в структурі кавернозних тіл з обох боків візуалізувалися кавернозні артерії у вигляді анехогенних трубчастих структур діаметром 0,4–0,9 мм, а при ерекції — 0,8–1,7 мм. У спокої при енергетичному доплері кровотік у кавернозних артеріях визначався краще, ніж при кольоровому. В одному випадку визначено однобічну аплазію кавернозної артерії, але з адекватним анастомозом.

За даними літератури, відсутність такого анастомозу призводить до артеріогенної еректиль-

ної дисфункції статевого члена [6]. Допплерівські дослідження проводили при нейрофізіологічній стимуляції ерекції. Остання є однією з фаз статевого циклу чоловіка, зумовленою розширенням артерій і синусів кавернозних і губчастого тіл. Для ерекції характерні циклічні зміни артеріального припливу й венозного відпливу, пов'язані насамперед із динамікою внутрікавернозного тиску. Ці циклічні зміни дозволили виділити кілька фаз ерекції, що відрізнялися характерним доплерівським спектром [7].

**Фаза спокою** — відрізнялася постійним об'ємом крові у статевому члені, високим судинним опором. Кавернозні артерії при кольоровому доплерівському дослідженні візуалізува-

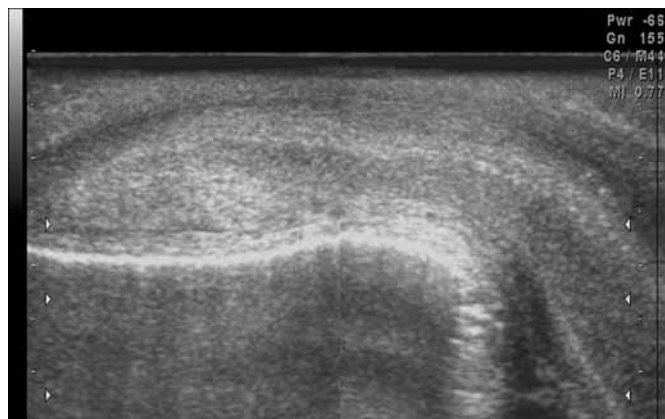


Рис. 1. Поздовжня ехограма статевого члена, вид спереду. Гіперехогенна лінійна зона між гіпоехогенними кавернозними тілами посередині статевого члена

Fig. 1. Longitudinal echogram of the penis, anterior view. Hyperechoic linear zone between hypoechoic cavernous bodies in the middle of the penis

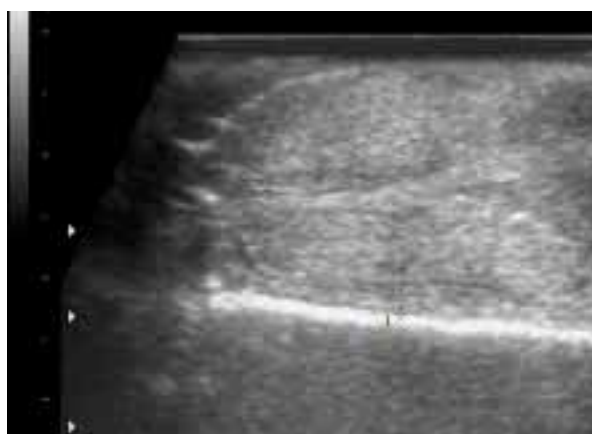


Рис. 3. Поздовжня ехограма статевого члена, вид спереду. В лівій частині визначається губчасте тіло у вигляді ніжної дрібнозернистої ехоструктури овальної форми — утвір, поділений гіперехогенною перегородкою. Там же видно сечовипускний канал у вигляді тонкої анехогенної трубчастої структури

Fig. 3. Longitudinal echogram of the penis, anterior view. In the center on the left of the echogram there is a cavernous body looking like a fine-grain oval structure divided with a hyperechoic partition. The urethra is seen like a thin anechoic tubular structure

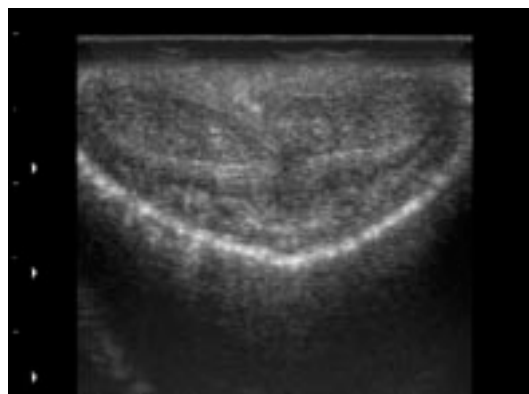


Рис. 2. Поперечна ехограма статевого члена, вид ззаду. Гіперехогенна точка між гіпоехогенними кавернозними тілами посередині статевого члена

Fig. 2. Transverse echogram of the penis. Posterior view. A hyperechoic point between hypoechoic cavernous bodies in the middle of the penis

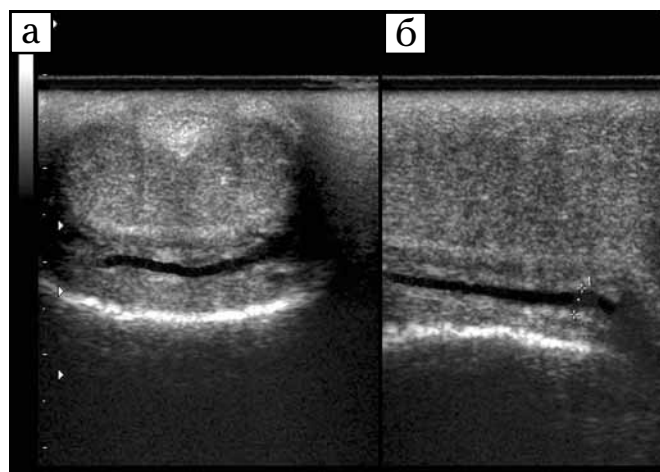


Рис. 4. Вигляд статевого члена: а — поперечний; б — поздовжній. Вид спереду. У нижній частині ехограми візуалізується глибока дорсальна вена у вигляді анехогенної трубчастої структури. На нижньому зовнішньому контурі статевого члена візуалізується білочна оболонка як гіперехогенна лінійна структура

Fig. 4. Transverse (a) and longitudinal (b) echogram of the penis, anterior view. In the lower portion of the echogram there is a deep dorsal vein looking like an anechoic tubular structure. On the lower outline there is a membrane looking like a linear structure

лися не завжди, але краще визначалися великі звиті артерії. При імпульсній доплерографії кровотік у кавернозних артеріях характеризувався невисокою систолічною швидкістю (13–25 см/с), згладженим антеградним, незначним ретроградним компонентом і високим індексом периферичного опору (рис. 5).

**Латентна фаза** — збільшувався артеріальний приплив на фоні розслаблення гладкої мускулатури артеріол і синусів, знижувався судинний опір. Приплив крові в кавернозні тіла значно перевищував відплив, статевий член залишався м'яким, при кольоровому доплері добре видно кавернозні й спіральні артерії. На доплерівському спектрі пікова систолічна швидкість перевищувала 30 см/с, дещо знижувався периферичний судинний опір за рахунок максимального збільшення діастолічної швидкості (рис. 6).

Кровотік посилювався також у глибокій дорсальній вені.

**Фаза набухання** (тумесценція) — внутрікавернозний тиск підвищувався, збільшуючи об'єм статевого члена; через стиснення емісарних вен розширеними кавернами починав зменшуватися венозний відплив. На імпульсній доплерограмі пікова систолічна швидкість зростала і досягала 35–46 см/с, з'являвся трифазний кровотік, підвищувався індекс периферичного опору (рис. 7).

**Повна ерекція** характеризувалася продовженням артеріального припливу, відсутністю венозного відпливу емісарними венами. При кольоровому доплерівському картуванні добра візуалізація кавернозних артерій зберігалася, гірше було видно спіралеподібні артерії. Мав місце вузький доплерівський спектр, максимальна пікова швидкість і високий індекс судинного опору (рис. 8). Кровотік у дорсальній вені припинився.

**Ригідна фаза** — тужавість і об'єм статевого члена зберігалися стабільно, тимчасово припинявся артеріальний приплив (можливо, за рахунок скорочення сіднично-печеристих м'язів), значно підвищувався внутрікавернозний тиск. При доплерівському дослідженні візуалізація і реєстрація кровотоку в кавернозних артеріях ускладнювалися, а інколи навіть були відсутніми. У дорсальній вені зрідка реєстрували невеликий ретроградний кровотік (рис. 9).

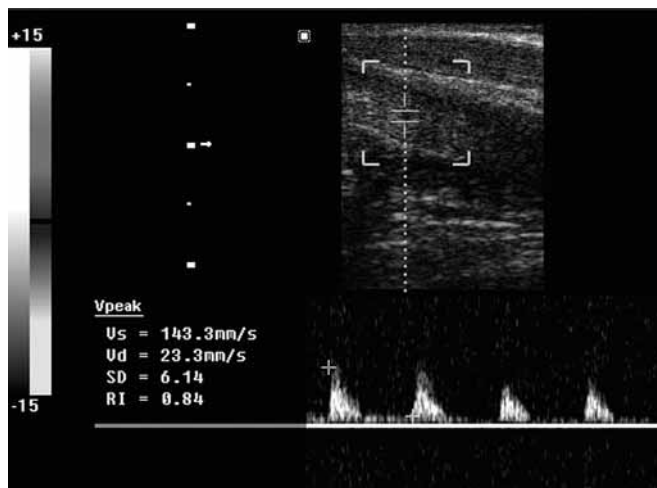


Рис. 5. Фаза спокою. Індекс резистентності кровотоку у кавернозній артерії 0,84

Fig. 5. Resting phase. Index of the blood flow resistance in the cavernous artery is 0.84

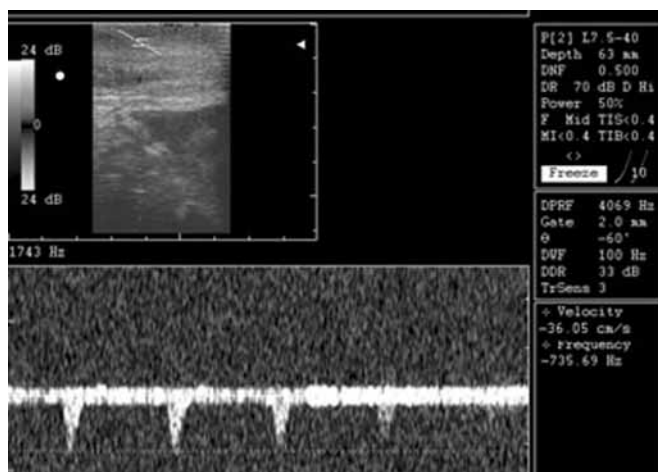


Рис. 6. Латентна фаза. Зросли пікова і діастолічна швидкості, знижений периферичний опір

Fig. 6. Latent phase. Peak and diastolic rates have increased, the peripheral resistance is decreased

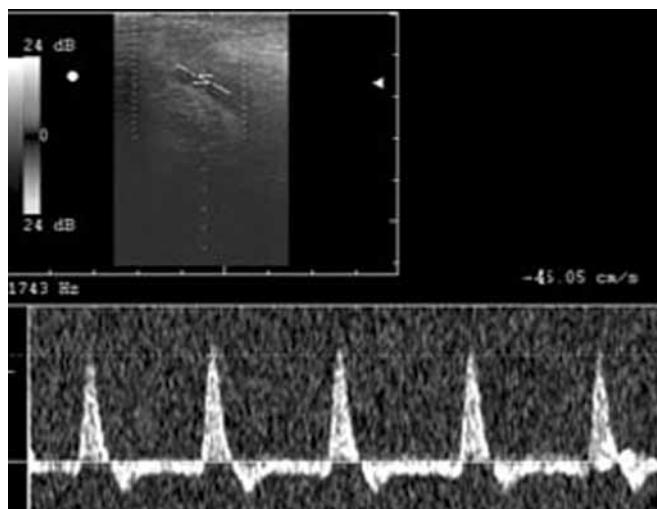


Рис. 7. Фаза тумесценції. Пікова систолічна швидкість підвищена до 45 см/с. Кровотік трифазний

Fig. 7. Tumescence phase. Peak systolic rate has increased up to 45 cm/s. Three-phase blood flow



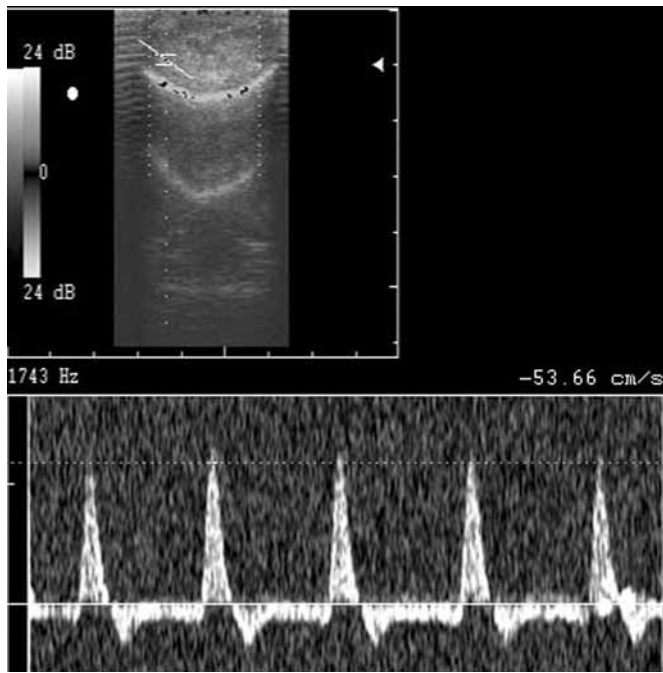


Рис. 8. Фаза повної ерекції. Пікова систолічна швидкість підвищена до 53,6 см/с. Кровотік трифазний

Fig. 8. Phase of complete erection. Peak systolic rate has increased up to 53.6 cm/s. Three-phase blood flow

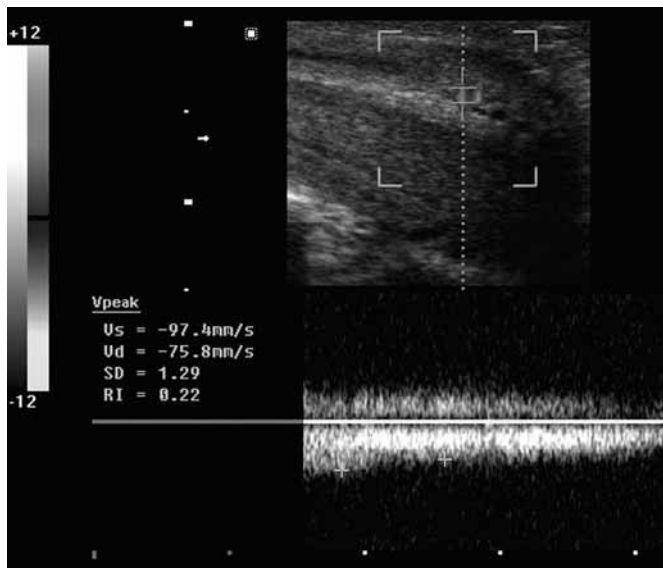


Рис. 10. Фаза детумесценції. Посилений кровотік дорсальною глибокою веною

Fig. 10. Detumescence phase. Increased blood flow through the dorsal deep vein

**Фаза детумесценції** характеризувалася зменшенням об'єму статевого члена, збільшенням кровотоку в дорсальній вені, зниженням пікової систолічної швидкості і периферичного судинного опору на доплерівському спектрі (рис. 10).

## ВИСНОВКИ

Таким чином, за допомогою ультразвукової графії можна якісно візуалізувати структуру

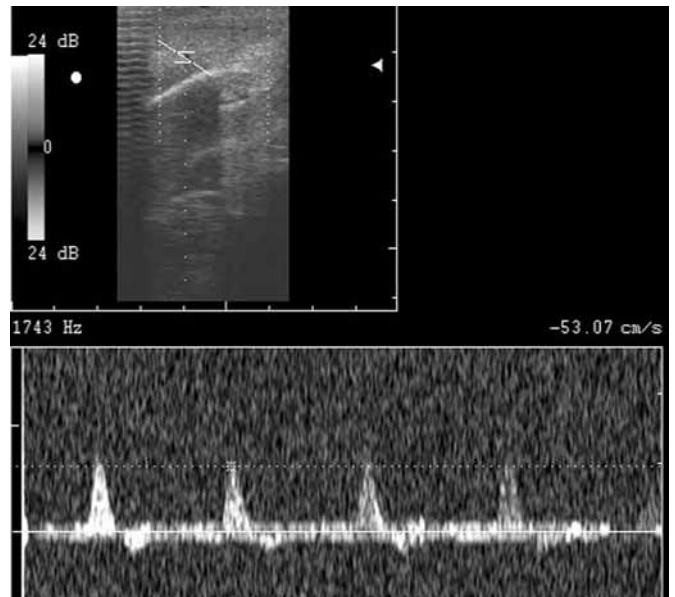


Рис. 9. Ригідна фаза. Кровотік трифазний. Пікова систолічна швидкість залишається високою (53 см/с), дещо зросла швидкість діастолі і знизився індекс периферичного опору

Fig. 9. Rigid phase. Three-phase blood flow. Peak systolic rate is high (53 cm/s), diastolic rate has increased, index of peripheral resistance has decreased

статевого члена та вивчати кровотік у його артеріальному й венозному басейні, виявляти в них патологічні зміни.

## Література

1. Привес М.Г., Лысенков Н.К., Бушкович В.И. *Анатомия человека*. — Изд. 11-е, перераб. и доп. — СПб: Гиппократ, 1998. — С. 335–337.
2. *Руководство по андрологии* / Под ред. О.Л. Тиктинского — Л.: Медицина, 1990. — С. 185–205.
3. Martinez-Pineiro L., Julve E., Martinez-Pineiro J.A. // *Br. J. Urol.* — 1997. — Vol. 80. — P. 463–467.
4. Roberts K.P., Pruor G.L. *Anatomy and physiology of the male reproductive system* // *The mail infertility and sexual dysfunction* / Ed. By Hellstrom W.S.G. — N.Y.: Springer, 1997.
5. Patel U., Lees W.R. *Penile sonography* // *Ultrasound of Superficial Structures* / Ed. by Solbiati L., Rizzatto G., Edinburgh; Hong Kong; L: Churchill Livingstone, 1995. — P. 201–228.
6. Middleton W.D., Fitzgerald S.W. *Color Doppler imaging of the scrotum and penis* // *Clinical Application of Doppler Ultrasound* / Ed. By Taylor K.J.W., Burns P.N., Wells R.N.T.Y.: Raven Press, 1995. — P. 179–203.
7. Lue T.F. *Physiology of penile erection and pathology of erectile dysfunction and priapism* // *Urology* / Ed. By Campbell L.L. Philadelphia: W.B. Saunders Co., 1998.
8. Gall H., Sparwasser C.H., Stief C.G. et al. // *Urol.* — 1990. — Vol. 35. — P. 235–238.
9. Furst G., Muller-Mattheis V., Cohnen M. et al. // *Eur: Radiol.* — 1999. — Vol.9. — P. 35–41.

Надходження до редакції 10.11.2006.

Прийнято 14.11.2006.

Адреса для листування:  
Абдуллаєв Ризван Ягубович,  
ХМАПО, вул. Корчагінців, 58, Харків, 61176, Україна