

DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.110839>

Макромикроскопическое исследование клапанов глубокой дорсальной вены полового члена человека

А.Н. Стрелков¹, А.Ф. Астраханцев², С.В. Снегур¹¹ Областная клиническая больница, Рязань, Российская Федерация² Центральная клиническая больница № 2 имени Н.А. Семашко, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Изучение строения глубокой дорсальной вены полового члена человека имеет давнюю историю, однако до настоящего времени данные о наличии клапанов в ней противоречивы. Неясности и противоречия в функционировании клапанного аппарата глубокой дорсальной вены, отсутствие информации по строению её клапанов при важной роли вен в физиологии эрекции определили необходимость данного исследования.

Цель — изучить строение клапанов глубокой дорсальной вены полового члена человека.

Материалы и методы. С использованием макроскопического и микроскопического методов проведено исследование клапанов глубокой дорсальной вены у 150 мужчин. Работа выполнена на аутопсийном материале. Исследовано 47 стволов глубокой дорсальной вены, выделенной с применением увеличительной оптики $\times 3,5$ от шейки головки полового члена до простатического венозного сплетения и 103 фрагмента вены в поперечном сечении непосредственно дистальнее подвешивающей связки полового члена. Использовали окраску гематоксилин-эозином, фуксиллин-пикрофуксином, а также по Маллори. Полученные изображения клапанов в продольном и поперечном сечениях подвергали фоторегистрации и архивированию для последующего детального изучения и анализа.

Результаты. Как правило, исследуемая вена имеет один ствол, но в 7,3% наблюдений она представлена двумя стволами. Чаще всего имеет место деление основного ствола вены. Клапаны глубокой дорсальной вены в продольном сечении выявляются в 89% наблюдений. На поперечном срезе в 36% случаев клапан выявляется вблизи подвешивающей связки полового члена. Чаще всего клапаны представлены двумя створками, в основании которых находится валик, связанный со средней оболочкой стенки вены. Клапаны глубокой дорсальной вены полового члена имеют типичный вид клапанов карманного типа и не препятствуют оттоку венозной крови из пещеристых тел, блокируя ретроградный кровоток.

Выводы. Клапаны регулярно обнаруживаются в глубокой дорсальной вене полового члена человека. Их строение свидетельствует о том, что они препятствуют ретроградному кровотоку к пещеристым телам как в покое, так и при эрекции.

Ключевые слова: глубокая дорсальная вена полового члена; половой член; мужчины; клапаны; морфологическое исследование.

Как цитировать:

Стрелков А.Н., Астраханцев А.Ф., Снегур С.В. Макромикроскопическое исследование клапанов глубокой дорсальной вены полового члена человека // Морфология. 2021. Т. 159, № 3. С. 117–124. DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.110839>

DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.110839>

Macro-microscopic examination of the valves of the deep dorsal vein of the human penis

Aleksey N. Strelkov¹, Aleksander F. Astrakhantsev², Svetlana V. Snegur¹

¹ Regional Clinical Hospital, Ryazan, Russian Federation;

² Semashko Central Clinical Hospital No. 2, Russian Federation

Abstract

BACKGROUND: The study of the structure of the deep dorsal vein of the human penis has a long history but, so far, data on the presence of valves in it are contradictory. Contradictions and ambiguities in the functioning of the valvular apparatus of the deep dorsal vein, lack of information on the morphological structure of its valves, and the importance of the venous system in the physiology of erection motivated this study.

AIM: To study the valves of the deep dorsal vein of the human penis.

MATERIALS AND METHODS: The study of deep dorsal vein valves in 150 men was carried out, using macroscopic and microscopic methods, on autopsy material. Forty-seven trunks of the deep dorsal vein isolated using magnifying optics $\times 3.5$ from the coronal sulcus to the prostatic venous plexus and 103 fragments of the vein in cross section directly distal to the supporting ligament were studied. We used histological painting coloring with hematoxylin-eosin, functionam with fuchsin, and Mallory. The obtained images of valves in longitudinal and cross sections were subjected to photo-registration and archiving for further study and analysis.

RESULTS: Generally, the studied vein had one trunk, but in 7.3% of cases it had two trunks. Most often there was a division of the main trunk of the vein. Valves of the deep dorsal vein in the longitudinal section were detected in 89% of observations. On the cross section, the valve in 36% of cases was detected near the supporting ligament. Valves are represented most often by two flaps, at the base of which was a roller associated with the middle shell of the vein wall. The valves of the deep dorsal vein of the penis had the typical appearance of pocket type valves and did not prevent the outflow of venous blood from the cavernous bodies, blocking retrograde blood flow.

CONCLUSIONS: Valves are an integral component of the deep dorsal vein of the human penis. The structure of the valves indicates that they prevent retrograde blood flow to the cavernous bodies, both at rest and during erection.

Keywords: deep dorsal vein; penis; men; valves; morphological study.

To cite this article:

Strelkov AN, Astrakhantsev AF, Snegur SV. Macro-microscopic examination of the valves of the deep dorsal vein of the human penis. *Morphology*. 2021;159(3):117–124. DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.110839>

ВВЕДЕНИЕ

В эректильной функции кавернозных тел полового члена сосудистый компонент играет ключевую роль. Для развития и поддержания достаточной по силе и продолжительности эрекции необходим адекватный артериальный приток, интактная, способная к релаксации пещеристая ткань и эффективный веноокклюзивный механизм. На важность последнего указывают многие исследователи [1, 2]. Блокирование венозного оттока приводит к созданию максимального внутripещеристого давления, достаточного для интродукции. Редукция венозного оттока из пещеристых тел происходит вследствие сдавливания подболобочечного венозного сплетения пещеристой тканью по мере нарастания тумесценции и повышения давления в пещеристых телах. При увеличении полового члена в размерах в начале развития эрекции происходит смещение внутреннего циркулярного слоя относительно наружного продольного слоя белочной оболочки, что приводит к дополнительной компрессии вен-перфорантов полового члена [3]. Основными венозными коллекторами являются глубокие вены полового члена и глубокая дорсальная вена полового члена (ГДВ), по ним кровь оттекает от пещеристых тел и губчатого тела полового члена соответственно в систему подвздошных вен и простатического венозного сплетения. Более 60% венозной крови от пещеристых тел оттекает по ГДВ [2].

История изучения венозных клапанов совпадает с историей изучения вен вообще (начало XVII в.) и связана с именами И. Фабриция (1603) и У. Гарвея (1628). Несмотря на большое число проведённых исследований, в оценке физиологических механизмов деятельности клапанов остаётся немало сложностей. Хотя изучение строения ГДВ также имеет давнюю историю, до настоящего времени данные о наличии клапанов в ней противоречивы: наряду с исследованиями, подтверждающими их наличие [4], имеются данные об их отсутствии или как о редко встречаемом компоненте венозной стенки [5]. В доступной литературе нами не найдено работ, посвящённых строению клапанов ГДВ. В то же время неоднозначные результаты различных видов веноредуцирующих операций привели к уменьшению интереса к ним [6–8]. Противоречия и неясности в функционировании клапанного аппарата ГДВ, отсутствие информации по строению её клапанов при несомненном значении вен в физиологии эрекции определили необходимость данного исследования.

Целью настоящей работы является макро- и микроскопическое исследование клапанов ГДВ полового члена человека.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа выполнена на аутопсийном материале ГДВ 150 мужчин, погибших вследствие острых, не связанных с патологией органов малого таза заболеваний.

Материал получен в патологоанатомическом отделении Областной клинической больницы (г. Рязань). На проведение исследования получено разрешение локального этического комитета Областной клинической больницы (№ 2 от 04.03.2013 г.).

Фрагменты ГДВ получали двумя способами. Первая часть получена путём отделения ГДВ от места деления основного ствола у шейки головки полового члена до уровня подвешивающей связки полового члена включительно. Длину вены измеряли линейкой с ценой деления 1 мм и рассекали в продольном направлении. Производили визуальный осмотр слизистой вены на всём протяжении, затем рассекали её на равновеликие фрагменты длиной около 2 см. Выделение вены и осмотр её интимы осуществлялись с применением очков-луп Surgitel (США) с увеличением $\times 3,5$. Макроскопически оценивали наличие клапаноподобных структур интимы, фотографировали вены со стороны интимы. Фрагменты вен фиксировали в 10% растворе нейтрального формалина, обезвоживали в спиртах восходящей крепости, заливали в парафин. Гистологические срезы толщиной 5 мкм окрашивали гематоксилин-эозином, фуксиллин-пикрофуксином, а также по Маллори.

Вторую часть материала составили поперечные фрагменты пещеристых тел, полученные при аутопсии 103 лиц мужского пола. Для гистологического исследования иссекали поперечный фрагмент пещеристого тела длиной около 0,5 см. При этом получали фрагменты, включавшие пещеристые тела, губчатое тело уретры в поперечном сечении на расстоянии 0,5–2 см дистальнее подвешивающей связки полового члена. Гистологические препараты ГДВ в продольном направлении и поперечном срезе пещеристых тел исследовали с различным увеличением на микроскопе Zeiss Axio Imager A1 (Германия), подвергали фоторегистрации с последующим архивированием цифровых изображений для дальнейшего анализа. Статистическая обработка проводилась с использованием программы Microsoft Excel 2010 и включала вычисление среднего значения количественного параметра (μ) и стандартного отклонения (σ).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В первой группе из 47 наблюдений два ствола ГДВ выявлены в 3 случаях — 6,5% (таблица). Длина венозного ствола при выделении вен в продольном направлении колебалась от 9 до 18 см, в среднем составив 14 см. Получали венозный ствол, разделённый на 5–8 фрагментов. Выявляли от 1 до 5 клапанов в каждом венозном стволе, всего выявили клапаны в 42 наблюдениях из 47 (89%). При этом получили фотографии 65 клапанов. Таким образом, проанализировано около 611 см ГДВ, т.е. 1 клапан приходится на 9,4 см ГДВ. Лишь в 5 (11%) случаях нами не выявлены какие-либо клапанные структуры при макромикроскопическом исследовании ГДВ.

Таблица. Характеристика выявленных стволов глубокой дорсальной вены полового члена и её клапанов в продольном и поперечном сечении

Table. Characteristics of the identified stems of the deep dorsal vein and its valves in longitudinal and transverse sections

Направление сечения	Количество стволов, <i>n</i> (%)		Длина, см ($\mu\pm\sigma$)	Встречаемость клапана: наблюдения / частота, % / всего	Количество клапанов в 1 наблюдении ($\mu\pm\sigma$)	Длина вены на 1 клапан, см
	1	2				
Продольное (<i>n</i> =47)	44 (93,5)	3 (6,5)	9–18 (13 \pm 1,8)	42/89/65	1–5 (1,7 \pm 0,9)	9,3
Поперечное (<i>n</i> =103)	95 (92,2)	8 (7,8)	–	37/36/45	–	–
Всего (<i>n</i> =150)	139 (92,7)	11 (7,3)	–	110*	–	–

Примечание. * Общее число выявленных клапанов во всех наблюдениях.

Во второй группе из 103 проанализированных случаев поперечных срезов кавернозных тел в 8 наблюдениях выявлены два ствола ГДВ на расстоянии 2 см от подвешивающей связки — около 7,8%. ГДВ находится под фасцией Бака непосредственно на белочной оболочке пещеристых тел, в отличие от поверхностной дорсальной вены полового члена, расположенной над упомянутой фасцией. Следует отметить, что при этом во всех случаях выявлены клапаны в обоих венозных стволах. Клапаны в ГДВ при этом выявлены в 37 (около 36%) случаях, т.е. довольно постоянные структуры в данной локализации. Возможно, они играют роль остиальных клапанов. Таким образом, на продольном и поперечном срезе изучены микрофотографии 110 клапанов ГДВ (см. таблицу).

Чаще всего клапаны ГДВ представлены двумя створками, обеспечивающими полное перекрытие ретроградного кровотока (рис. 1).

При этом клапаны имели типичное строение. В них чётко определялись клапанный валик и клапанные паруса. Клапанный валик — место крепления клапана к стенке вены, выступающее в её просвете в виде полукольца. В его основе — мощные пучки коллагеновых и мышечных волокон, переходящие и как бы вплетающиеся в коллагеновый каркас средней оболочки (рис. 2).

Клапанные паруса или створки представлены двумя подвижными частями, которые и обеспечивают закрытие просвета вены при ретроградном кровотоке. Створки клапана состоят преимущественно из коллагеновых волокон и являются очень тонкими (рис. 3). Это позволяет клапанам, будучи негромоздкими структурами, обеспечивать отток крови в одном направлении. Сторона клапана, обращённая к току крови, покрыта эндотелием, имеющим уплощённую форму. На поверхности, обращённой к синусу, эндотелий более высокий, полигональной формы.

Расположенные зеркально на противоположных стенках вены две створки при функционирующем клапане формируют собственно два купола венозного клапана. Просвет венозного сосуда, находящийся между стенкой вены и клапанным парусом, формирует синус (или пазуху) венозного клапана. Именно там задерживается кровь при закрытом венозном клапане (рис. 4). Стенки синуса, таким образом, играют роль буфера, принимающего

на себя вместе с самим клапаном энергию движущейся крови. При изменении гемодинамических условий и открытии венозного клапана кровь из синусов продолжает движение к сердцу.

Морфологическое исследование венозных клапанов ГДВ и получение изображений клапанов в двух плоскостях позволяют констатировать, что венозный клапан представлен двумя створками, имеющими точки фиксации к стенке вены на разном уровне. При этом имеются

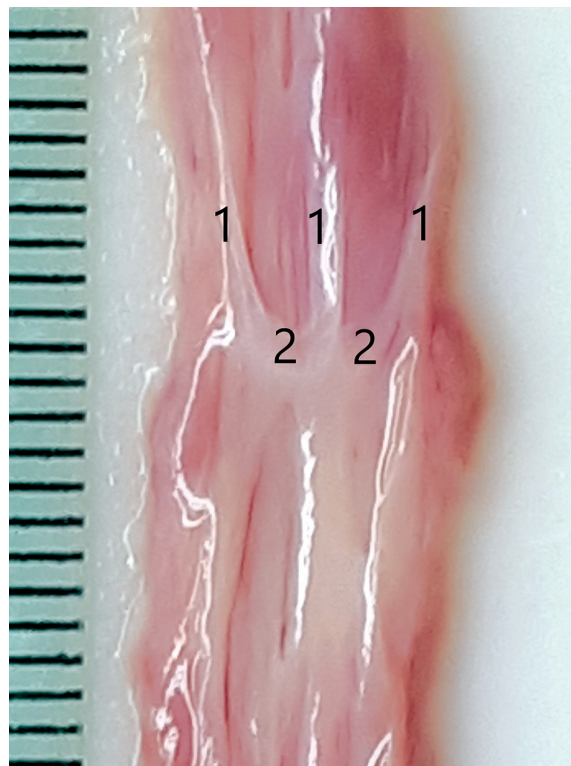


Рис. 1. Макрофотография фрагмента глубокой дорсальной вены. Отчётливо виден клапан, представленный двумя полулунными створками (2). Места фиксации клапана — клапанные валики (1). Рядом — линейка с ценой деления 1 мм.

Fig. 1. Macrophotography of a deep dorsal vein fragment. The valve is visible, consisting of two semilunar cusps (2). Valve fixation points are valve cushions (1). Beside the dorsal vein is a ruler with a graduation of 1 mm.

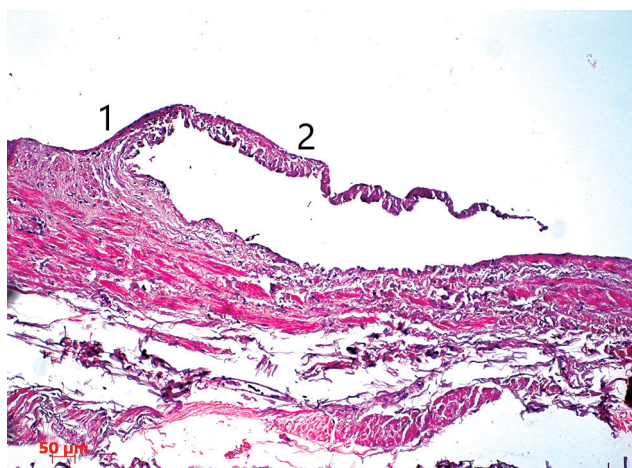


Рис. 2. Клапан глубокой дорсальной вены в продольном сечении представлен мощным клапанным валиком (1) и фрагментом створки (2). Окраска гематоксилин-эозином. Ув. $\times 200$.

Fig. 2. The valve of the deep dorsal vein in longitudinal section consists of a potent valve cushion (1) and a cusp fragment (2). Hematoxylin-eosin staining. Magnification $\times 200$.



Рис. 3. Клапан глубокой дорсальной вены на поперечном срезе. Определяются клапанные валики (1) и створки (2). Окраска гематоксилин-эозином. Ув. $\times 100$.

Fig. 3. Valve of the deep dorsal vein in cross section. The valve cushions (1) and cusps (2) are shown. Hematoxylin-eosin staining. Magnification $\times 100$.

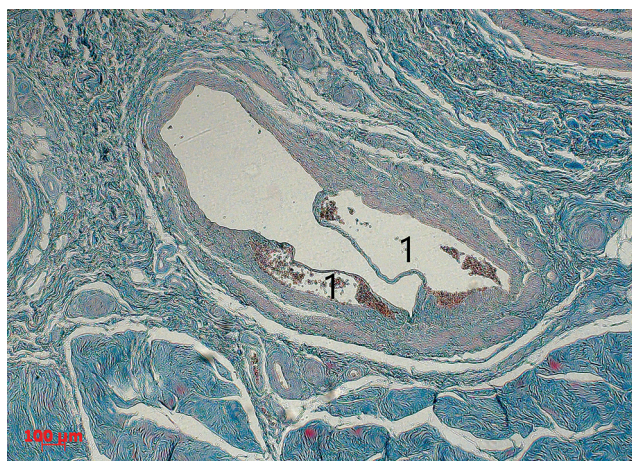


Рис. 4. Клапан глубокой дорсальной вены с частичным перекрытием просвета. В синусе клапана (1) скопления эритроцитов. Окраска по Маллори. Ув. $\times 50$.

Fig. 4. Valve of the deep dorsal vein with partial occlusion of the lumen, showing accumulations of erythrocytes in the valve sinus (1). Mallory staining. Magnification $\times 50$.

две зоны, где наиболее проксимальные места клапанных валиков соединяются. Таким образом, формируется участок клапанного валика, в котором фиксируются паруса обеих створок. Эти точки расположены дистально относительно тока крови и имеют хорошо выраженный гладкомышечный компонент.

Данная зона представляет интерес по двум причинам. Во-первых, эти участки валиков, вероятно, выступают своеобразными волнорезами на пути ретроградного тока крови, направляя туда поток ретроградного кровотока, способствуют повышению давления в синусе,

что способствует смыканию створок клапана. Во-вторых, наличие выраженного мышечного компонента в стенке вены может свидетельствовать о регулирующей роли данного образования в равномерном натяжении створок клапана и предотвращении его повреждения. Фактически они представляют собой сближающиеся латеральные части паруса, служащие также для усиления клапана, т.е. клапаны имеют типичный вид клапанов карманного типа.

В адвентиции, представленной соединительной тканью, определяются крупные артериальные сосуды с утолщёнными стенками, а также многочисленные нервные стволы.

ОБСУЖДЕНИЕ

ГДВ является основным коллектором венозной крови, оттекающей из пещеристых тел, а также от губчатого тела полового члена, включая головку полового члена. Выявленное нами неполное удвоение ГДВ в 7,3% наблюдений обнаруживалось и ранее [4]. Индивидуальные особенности строения путей венозного оттока, отличающиеся от классического описания, могут быть одной из причин невысокой эффективности веноредуцирующей хирургии при веногенной эректильной дисфункции [7]. По полученным нами данным, как указывалось и ранее некоторыми авторами [4], клапаны являются постоянным компонентом ГДВ полового члена. Имеются указания на наличие единственного клапана в ГДВ, причем всегда на уровне основания полового члена [9]. Полученные в работе данные о наличии до 5 клапанов в изучаемой вене свидетельствуют о сформированном клапанном аппарате ГДВ. Проведённое макромикроскопическое исследование позволило изучить строение клапанов ГДВ, имеющих типичный вид

клапанов карманного типа. Считается, что клапаны регулярно расположены вблизи мест впадения в вену другого венозного ствола [10]. Высокая частота встречаемости клапана (36%) вблизи подвешивающей связки полового члена — свидетельство возможной роли клапана данной локализации в качестве остиального. С этих позиций представляет практический интерес не только строение, но и функционирование венозного клапана.

В целом трёхслойное строение стенки вены отражает принципиально различную роль оболочек вены в функции кровеносного сосуда. Внутренняя оболочка (*tunica intima*) обеспечивает контакт с протекающей кровью, обмен веществ, сохранение реологических свойств потока крови с минимальным трением. Венозные клапаны считаются производными интимы. Они представлены во всех венозных сосудах и обеспечивают венозный возврат крови к сердцу. Следует уточнить, что к производным интимы в прямом понимании можно отнести лишь створки клапана ГДВ, формирующие клапанный парус.

Средняя оболочка (*tunica media*) выполняет опорно-механическую функцию, противодействуя внутреннему давлению. Наличие развитой гладкой мускулатуры в средней оболочке предполагает её основную роль в изменении объёма сосуда, определяемого тонусом гладких миоцитов. Нами отмечено, что валик венозного клапана имеет выраженный гладкомышечный компонент. Его довольно мощные мышечные и коллагеновые волокна связаны с аналогичными структурами средней оболочки стенки вены. Они создают каркас и служат опорой створкам клапана, которые являются важнейшим функциональным элементом всего комплекса. Так, закрытый клапан вен нижних конечностей способен выдерживать большое давление — до 3 атм без разрыва [10]. При этом основу створки образуют пластины из коллагеновых волокон, которые армируют перекрещивающуюся решетку, а по краям створки сливающиеся пучки формируют мощный фиброзный тяж. При этом сама створка способна занимать положение, не мешающее оттоку крови в физиологических условиях и препятствующее ретроградному кровотоку при повышении давления в проксимальных отделах венозного ствола. Клапаны закрываются только тогда, когда возникает тенденция к ретроградному кровотоку (давление над клапаном превышает давление под ним). Створки клапана размыкаются сразу же, как только давление вновь поступающей крови от периферии к сердцу превысит давление над клапаном.

Наружная оболочка (*tunica adventitia*) выполняет защитно-трофическую функцию и сочетает в себе наличие механической защитной коллагеновой сети с проходящими через неё основными трофическими образованиями (*v. vasorum*, *n. vasorum*), которые достигают структур средней оболочки. При этом наружное окружение ГДВ неодинаково на всём протяжении: если от венечной борозды до подвешивающей связки полового члена вена окружена нежной соединительной тканью и подвижна,

то на уровне поддерживающей связки она находится в её плотном соединительнотканном футляре, и мобильность вены снижена. В ранних работах указывалось на наличие сфинктера ГДВ в данной локализации [11]. Возможно, регулярно обнаруживаемый клапан ГДВ играет роль регулирующего сфинктера.

Все выявленные нами клапаны ГДВ имеют направленное, согласующееся с принципами гемодинамики: обеспечивают однонаправленность венозного кровотока от снабжаемой пещеристой ткани к сердцу. Функциональное предназначение пещеристой ткани заключается в создании высокого давления в пещеристых телах и, соответственно, выполняют эректильную функцию. С точки зрения функционирования пещеристой ткани роль клапанов ГДВ, скорее, создаёт предпосылки к беспрепятственному венозному оттоку, чем способствует поддержанию эрекции. Хорошо известно, что с возрастом увеличивается и частота нарушений эрекции, имеющих ряд изученных этиологических факторов. Выявляемое снижение упругих свойств ГДВ с увеличением возраста может играть роль в венозном кровотоке [12]. Сдавливание вен подболовочного венозного сплетения, вен-перфорантов на фоне повышения давления во время эрекции, сокращение седалищно-пещеристых мышц позволяют достигать и поддерживать достаточную по силе и продолжительности эрекцию. При этом функционирование клапанов ГДВ не имеет решающего значения в эректильной функции. В то же время однонаправленность венозного кровотока от пещеристых тел в состоянии физиологического покоя обеспечивает стабильные гемодинамические условия для пещеристой ткани.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Клапаны глубокой дорсальной вены полового члена являются постоянной структурой венозного ствола и обнаруживаются более чем в 89% исследованных секционных наблюдений. При этом регулярно обнаруживаются клапаны в её проксимальных отделах.

2. По своему строению клапаны глубокой дорсальной вены полового члена чаще всего представлены двумя легкими парусами (створками), опорой которым создают мощные клапанные валики, т.е. имеют строение, характерное для клапанов вен нижней половины туловища.

3. Направление створок клапанов согласуется с общим принципом строения венозных коллекторов системы нижней полой вены и препятствует ретроградному кровотоку к пещеристым телам как в покое, так и при эрекции.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: концепция и дизайн исследования — А.Н. Стрелков; сбор и обработка материала — А.Н. Стрелков, С.В. Снегур; статистическая обработка данных — А.Н. Стрелков; анализ и интерпретация данных — А.Н. Стрелков, А.Ф. Астраханцев, С.В. Снегур; написание и редактирование текста — А.Н. Стрелков, А.Ф. Астраханцев.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Author contribution. All authors confirm the compliance of their authorship, according to international ICMJE criteria (all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published). The concept and design of the study — A.N. Strelkov; collection and processing of material — A.N. Strelkov, S.V. Snegur; statistical data processing — A.N. Strelkov; data analysis and interpretation — A.N. Strelkov, A.F. Astrakhansev, S.V. Snegur; writing and editing the text — A.N. Strelkov, A.F. Astrakhansev.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Herwig R., Kamel A., Shabsigh R. Erectile dysfunction and cavernous veno-occlusive disease // *J Mens Health*. 2019. Vol. 15, N 2. P. 12–19. doi: 10.22374/jomh.v15i2.67
2. Hsu G.L., Hung Y.P., Tsai M.H., et al. The venous drainage of the corpora cavernosa in the human penis // *Arab J Urol*. 2013. Vol. 11, N 4. P. 384–391. doi: 10.1016/j.aju.2013.04.002
3. Hsieh C.H., Liu S.P., Hsu G.L., et al. Advances in understanding of mammalian penile evolution, human penile anatomy and human erection physiology: clinical implications for physicians and surgeons // *Med Sci Monit*. 2012. Vol. 18, N 7. P. RA118–125. doi: 10.12659/msm.883201
4. Гайворонский И.В., Горячева И.А., Матвиенко Ю.А., и др. Половой член. Анатомия эректильной дисфункции. Санкт-Петербург: СпецЛит, 2018. 191 с.
5. Садовников В.И., Филиппов В.В., Сандриков В.А., и др. Венозная система полового члена // *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2005. № 9. С. 63–68.
6. Диагностика и лечение веногенной эректильной дисфункции: клиническое руководство / под ред. Д.Г. Курбатова. Москва: Медпрактика-М, 2017. 256 с.
7. Hallerstrom M., von Stempel C.B., Raheem A., Walkden M. Abnormal deep dorsal vein resulting in veno-occlusive erec-

tile dysfunction // *BMJ Case Rep*. 2018. P. bcr2017223496. doi: 10.1136/bcr-2017-223496

8. Lee D., Rotem E., Lewis R., et al. Bilateral external and internal pudendal veins embolization treatment for venogenic erectile dysfunction // *Radiol Case Rep*. 2016. Vol. 12, N 1. P. 92–96. doi: 10.1016/j.radcr.2016.11.002

9. Околокулак Е.С., Волчкевич Д.А. Конституциональная изменчивость сосудов полового члена человека // *Журнал Гродненского государственного медицинского университета*. 2003. № 2. С. 38–41.

10. Трушков П.В. Трактат о венозном клапане человека. Киров: Кировская областная типография, 2006. 120 с.

11. Casey W.C., Woods R.W. Anatomy and histology of penile deep dorsal vein: venous cushions and proximal "sphincter" // *Urology*. 1982. Vol. 19, N 3. P. 284–286. doi: 10.1016/0090-4295(82)90500-3

12. Стрелков А.Н., Улитенко А.И. Возрастная динамика упругости глубокой дорсальной вены полового члена человека по данным прямых измерений // *Российский медико-биологический вестник им. академика И.П. Павлова*. 2018. Т. 26, № 2. С. 238–244. doi: 10.23888/PAVLOVJ2018262238-244

REFERENCES

1. Herwig R, Kamel A, Shabsigh R. Erectile dysfunction and cavernous veno-occlusive disease. *J Mens Health*. 2019;15(2):12–19. doi: 10.22374/jomh.v15i2.67
2. Hsu GL, Hung YP, Tsai MH, et al. The venous drainage of the corpora cavernosa in the human penis. *Arab J Urol*. 2013;11(4):384–391. doi: 10.1016/j.aju.2013.04.002
3. Hsieh CH, Liu SP, Hsu GL, et al. Advances in understanding of mammalian penile evolution, human penile anatomy and human erection physiology: clinical implications for physicians and surgeons. *Med Sci Monit*. 2012;18(7):RA118–125. doi: 10.12659/msm.883201
4. Gaivoronskiy IV, Goryacheva IA, Matvienko YuA, et al. *Penis. Anatomy of erectile dysfunction* Saint Petersburg: SpetsLit; 2018. 191p. (In Russ).
5. Sadovnikov VI, Filippov VV, Sandrikov VA, et al. Venous system of penis. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2005;(9):63–68. (In Russ).
6. Kurbatov DG (editor). *Diagnostic and treatment venogenic erectile dysfunction: clinical handbook*. Moscow: Medpraktika-M; 2017. 256 p. (In Russ).

7. Hallerstrom M, von Stempel CB, Raheem A, Walkden M. Abnormal deep dorsal vein resulting in veno-occlusive erectile dysfunction. *BMJ Case Rep*. 2018;bcr2017223496. doi: 10.1136/bcr-2017-223496

8. Lee D, Rotem E, Lewis R, et al. Bilateral external and internal pudendal veins embolization treatment for venogenic erectile dysfunction. *Radiol Case Rep*. 2016;12(1):92–96. doi: 10.1016/j.radcr.2016.11.002

9. Okolokulak ES, Volchkevich DA. Constitutional variability of blood vessels of the penis of man. *Journal of Grodno State Medical University*. 2013;(2):38–41. (In Russ).

10. Trushkov PV. *Treatise on the human venous valve*. Kirov: Kirov Regional Printing House; 2006. 120 p. (In Russ).

11. Casey WC, Woods RW. Anatomy and histology of penile deep dorsal vein: venous cushions and proximal "sphincter". *Urology*. 1982;19(3):284–286. doi: 10.1016/0090-4295(82)90500-3

12. Strelkov AN, Ulitenko AI. Age-related dynamics of elasticity of deep dorsal vein of human penis according to results of direct measurements. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2018;26(2):238–244. doi: 10.23888/PAVLOVJ2018262238-244

ОБ АВТОРАХ

*** Стрелков Алексей Николаевич;**

адрес: 390039, Россия, Рязань, ул. Интернациональная, д. 3А;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1761-0529>;

e-mail: anstrel11@yandex.ru;

eLibrary SPIN: 3944-3061

Астраханцев Александр Федорович;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6385-0745>;

eLibrary SPIN: 4032-4686;

e-mail: afastra@mail.ru

Снегур Светлана Владимировна;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0038-0109>;

eLibrary SPIN: 8341-8588;

e-mail: svsnegur@yandex.ru

AUTHOR INFO

*** Aleksey N. Strelkov;**

address: 3A, Internationalnaya St., Ryazan, 390039, Russia;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1761-0529>;

e-mail: anstrel11@yandex.ru;

eLibrary SPIN: 3944-3061

Aleksandr F. Astrakhantsev;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6385-0745>;

eLibrary SPIN: 4032-4686;

e-mail: afastra@mail.ru

Svetlana V. Snegur;

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0038-0109>;

eLibrary SPIN: 8341-8588;

e-mail: svsnegur@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author