

DOI: 10.34921/amj.2023.1.018

F.F.Sərdarlı

**SAĞLAM İNSANLARDA SİDİK AXARLARINDAN KEÇƏN SİDİK AXINININ
ULTRASƏS XARAKTERİSTİKASI**

*Ə.Əliyev adına Azərbaycan Dövlət Həkimləri Təkmilləşdirmə İnstitutunun
Şüa terapiyası kursu ilə şüa diaqnostikası kafedrası, Bakı, Azərbaycan*

Xülasə. *Məqalədə sidik axarlarından keçən sidik axınının ultrasəs müayinəsinin nəticələri təqdim olunur. Hər iki sidik axarından 10 dəqiqə ərzində keçən sidik atımlarının sayı, 1 dəqiqə ərzində axınların orta tezliyi, sistolik sürəti və axınların müddəti müəyyən edilmişdir. Tədqiqatın nəticələri cinsiyyətdən və sidik kisəsinin 150-250 ml və 250-350 ml arasında doldurulma dərəcəindən asılı olaraq gənc və orta yaşlı insanlarda müqayisə edilmişdir.*

Araşdırma nəticəsində məlum olub ki, orta yaşlı kişilərdə gənc və orta yaşlı qadınlarla müqayisədə sidik kisəsində mayenin həcmi artdıqca (250 ml-dən çox) sidik axınının sürəti azalır.

Açar sözlər: *sidik axarından sidik axını, ultrasəs diaqnostikası, doplerografiya*

Ключевые слова: *потоки мочи из мочеточников, ультразвуковая диагностика, доплерография*

Key words: *ureteral jet, ultrasound diagnostics, dopplerography*

Ф.Ф.Сардарлы

**УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОТОКА МОЧИ
ИЗ МОЧЕТОЧНИКОВ У ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ**

*Кафедра лучевой диагностики, с курсом лучевой терапии Азербайджанского Государственного
Института Усовершенствования Врачей им. А.Алиева, Баку, Азербайджан*

В статье представлены результаты ультразвукового исследования потоков мочи из мочеточников. Исследование проводилось в комнатной температуре через 30 мин после приема 500-750 мл жидкости при достижении объема мочевого пузыря более 150 мл. Регистрация количественных параметров потока мочи проводилась только при четкой визуализации ее в цветном доплеровском режиме. Определялось количество потоков мочи из мочеточников в течение 10 мин с каждой стороны, средняя частота потоков за 1 минуту. На доплеровском спектре определялась максимальная потока мочи, его продолжительность, соотношение значений, полученных слева и справа. УСГ выполняли конвексным датчиком в диапазоне частот 2-5 МГц на сканере Philips HD-7. Сравнивались результаты исследования у лиц молодого и среднего возраста в зависимости от пола и степени наполнения мочевого пузыря в пределах 150-250 мл и 250-350 мл.

В результате исследования выявлено, что у мужчин среднего возраста скорость потока мочи снижается по мере увеличения объема мочевого пузыря (более 250 мл) по сравнению с лицами молодого возраста и женщинами среднего возраста.

Как известно, по мочеточникам моча поступает в мочевой пузырь под углом 40-60 градусов с различной скоростью в зависимости от объема принятой жидкости и функции почек. У здоровых лиц при достижении объема мочевого пузыря 150-250 мл появляется позыв к мочеиспусканию.

Поступление мочи в пузырь обеспечивается сокращением мускулатуры мочеточников и градиентом давлений между просветом мочеточника и мочевым пузырем. В момент мочеиспускания, давление внутри мочевого пузыря повышается настолько, что происходит сдавление интрамурального отдела

мочеточника и моча не попадает обратно в мочеточник [1]. Обструкция мочеточников могут привести к тяжелым осложнениям и существенно влиять на качество жизни пациентов. Патофизиология обструкции мочеточников носит многофакторный характер и пока изучена недостаточно, что снижает эффективность ее лечения [2]. Определение количественных и качественных параметров потоков мочи из мочеточниковых устьев помогает улучшить диагностику многих аномалий развития мочевыводящих путей [3].

Когда порция мочи достигает устья мочеточника, она с определенной скоростью выбрасывается в мочевой пузырь через пузырно-мочеточниковое соединение. Это создает струю мочи, которую можно увидеть в мочевом пузыре во время цистоскопии и ультрасонографии. В двухмерном режиме струя мочи может быть визуализирована как поток низкоинтенсивных эхосигналов, выходящих из устья мочеточника. Каждый поток мочи из мочеточника обычно длится несколько секунд, что является достаточной для создания сдвига частот на доплеровском спектре [4]. А это позволяет в режиме цветного Доплера увидеть поток мочи в различной конфигурации в зависимости от ее скорости и продолжительности. Ряд исследователей с помощью доплерографии изучали количественные параметры струи мочи у здоровых собак [5, 6]. У людей оценка потока мочи изучена в основном при мочекаменной болезни осложненной уретеролитиазом [7].

Представляет интерес изучение характера потоков мочи из мочеточников с помощью ультразвукового исследования в режимах цветного и спектрального Доплера у здоровых.

Цель данного исследования – изучить особенности потоков мочи из мочеточников с использованием триплексного режима ультразвукового исследования у здоровых лиц молодого и среднего возраста.

Материал и методы исследования. Было обследовано 67 здоровых лиц в возрасте 18-59 лет – I группа, включающая 35 человек молодого (18-44 года – в среднем 29±5 лет), – II группа, включающая 32 человек среднего возраста (45-59 лет – в среднем 51±3 года).

Условия включения участников в исследование:

1. Отсутствие патологий сердца и мочевыделительной системы;
2. Отсутствие факторов ускоряющих диурез;

3. Отсутствие артериальной гипертензии.

Исследование проводилось в комнатной температуре через 30 мин после приема 500-750 мл жидкости при достижении объема мочевого пузыря более 150 мл. Анализ результатов исследования лиц молодого и среднего возраста проводился как отдельно, так и сравнительно. Регистрация количественных параметров потока мочи проводилась только при четкой визуализации ее в цветном доплеровском режиме. Был проведен подсчет количества потоков (выбросов) из каждого мочеточника в течение 10 мин, затем высчитывалась их средняя частота за 1 мин. На доплеровском спектре определялась максимальная скорость потока мочи, его продолжительность, соотношение значений, полученных слева и справа. УСГ выполняли конвексным датчиком в диапазоне частот 2-5 МГц на сканере Philips HD-7.

Результаты исследований были проанализированы методом статистической обработки количественных факторов. Для оценки различий количественных показателей между группами использовался t критерий Стьюдента. Достоверными считались различия при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Учитывая, что темп наполнения у участников исследования был разным, параметры потока мочи регистрировались при объеме мочевого пузыря в пределах 150-250 мл. Струи мочи регистрировались с обоих мочеточников в течение 10 мин, подсчитывалось их количество с каждой стороны, умножалось на количество участников исследования. Ультразвуковое измерение объема жидкости мочевого пузыря осуществлялось путем умножения трех размеров на поперечной и продольной эхограммах, индексированной на 0,5 (рис. 1). В цветном доплеровском режиме поток мочи визуализировался в виде пламя, направленной от устья мочеточника в полость мочевого пузыря под углом (рис. 2).

В таблице 1 представлены количественные параметры струи мочи с обоих мочеточников у здоровых лиц в возрасте 18-44 года при объеме жидкости мочевого пузыря в пределах 150-250 мл. Для всей группы мужчин (19 человек) общее количество струи мочи за 10 мин из правого мочеточника составило 371, частота струи – $1,95 \pm 0,36$ /мин, максимальная систолическая скорость (V_{max}) – $43,5 \pm 2,4$ см/с, продолжительность струи ($T_{сек}$) – $3,62 \pm 0,39$ сек. Для левого мочеточника группы мужчин эти показатели составили 385, $2,03 \pm 0,41$ /мин, $51,2 \pm 2,7$ см/с и $3,37 \pm 0,32$ сек. Для правого мочеточника

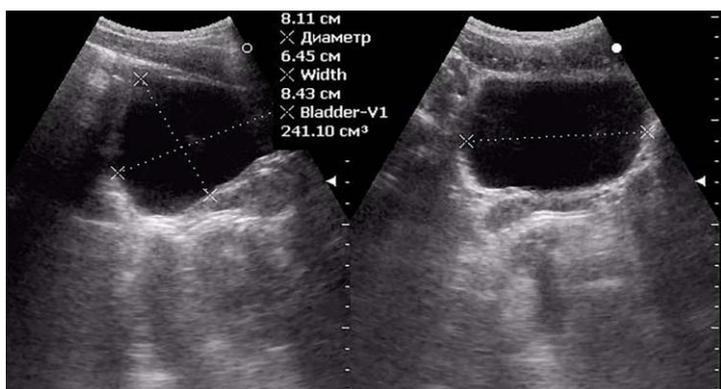


Рис. 1. Ультразвуковое измерение объема мочевого пузыря проводилось на основании умножения трех размеров на поперечной и продольной эхограммах, индексированной на 0,5. V- 241 мл (см. 3)

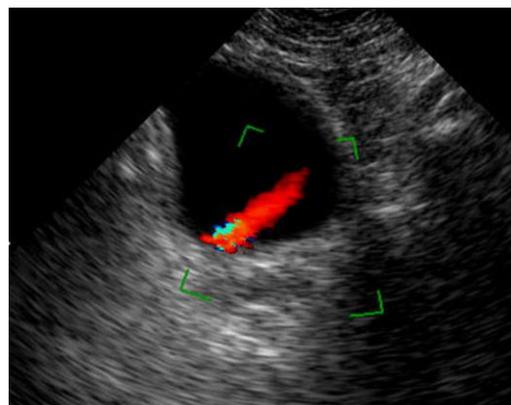


Рис. 2. Регистрация потока мочи из правого мочеточника в режиме цветного Допплера

Таблица 1. Параметры струи мочи каждого мочеточника при объеме мочевого пузыря в пределах 150-250 мл у здоровых лиц молодого возраста (18-44 года) по результатам доплерометрии

Характеристика струи мочи из мочеточника	Мужчины (n=19)		Женщины (n=16)	
	Правая почка	Левая почка	Правая почка	Левая почка
Количество струи за 10 мин	371	385	307	325
Частота струи (среднее количество струи за минуты)	1,95±0,36	2,03±0,41	1,92±0,37	2,16±0,41
Vmax, см/сек	43,5±2,4	51,2±2,7	39,3±2,1	45,7±2,4
Vлевая/Vправая	1,18±0,06		1,16±0,07	
Продолжительность, T, сек	3,62±0,39	3,37±0,32	3,31±0,37	3,56±0,41

группы женщин (16 человек) эти показатели составили 307, 1,92±0,37/мин, 39,3±2,1 см/с и 3,31±0,37 сек; для левого мочеточника – 325, 2,16±0,41/мин, 45,7±2,4 см/с и 3,56±0,41 сек, соответственно. Соотношение систолической скорости струи мочи из левого и правого мочеточников (Vлев/Vправ) для мужчин составило 1,18±0,06, а для женщин – 1,16±0,07. Как видно из таблицы 1, статистически достоверной разницы между соответствующими показателями правой и левой стороны как внутри каждой группы, так и по полу не было выявлено (рис. 3).

Поскольку достоверных различий между доплеровскими показателями потока мочи из левого и правого мочеточников внутри исследуемых групп, мы решили сравнить их суммарные результаты с учетом пола участников исследования. Для всей группы мужчин (19 человек) суммарное количество струи мочи за 10 мин из двух мочеточников составило 756, средняя частота струи - 3,98±0,38/мин, средняя величина систолической скорости – 47,3±2,6 см/с, средняя продолжительность струи – 3,49±0,36 сек.

Среди группы женщин (16 человек) эти показатели составили - 632, 4,08±0,39/мин, 42,5±2,3 см/с и 3,43±0,39 сек. Таким образом, между показателями мужчин и женщин одинакового возрастного периода статистически достоверных различий также не было выявлено.

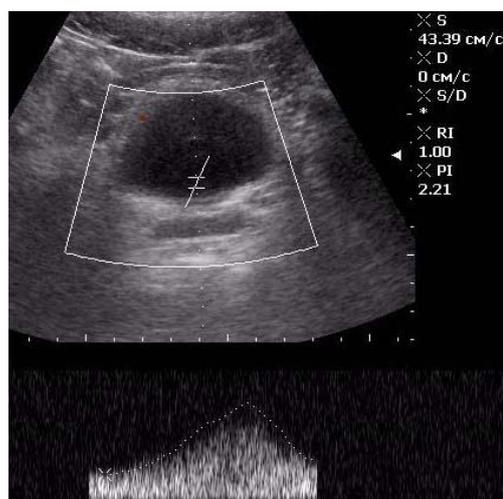


Рис. 3. Регистрация потока мочи при наполнении мочевого пузыря в пределах 150-250 мл у здорового человека молодого возраста в дуплексном режиме. Vmax – 43,39 см/с.

Анализ результатов исследования здоровых лиц в возрасте 45-59 лет при объеме мочевого пузыря 150-250 мл показал, что, в группе мужчин (15 человек) суммарное количество струи мочи за 10 мин из двух мочеточников составило 656, средняя частота струи – $4,38 \pm 0,43$ /мин, средняя величина систолической скорости – $47,3 \pm 2,6$ см/с, средняя продолжительность струи – $5,74 \pm 0,49$ сек. Среди группы женщин (17 человек) эти показатели составили – 754; $4,43 \pm 0,37$ /мин; $51,5 \pm 2,9$ см/с и $4,41 \pm 0,46$ сек. соответственно. Средняя величина систолической скорости струи мочи для обоих мочеточников среди женщин оказалась достоверно ($p < 0,05$) выше, чем у мужчин. Средняя величина продолжительности струи мочи у мужчин была достоверно ($p < 0,05$) выше, чем у женщин. Увеличение продолжительности и снижение систолической скорости струи мочи у мужчин по сравнению с женщинами можно объяснить с тем, что в возрасте 45-59 лет у большинства мужчин уже имело место доброкачественной гиперплазии предстательной железы.

При рассмотрении суммарных результатов доплерометрии потока мочи для двух мочеточников при объеме мочевого пузыря в пределах 250-350 мл среди лиц молодого возраста в группе мужчин суммарное количество струи мочи за 10 мин из двух мочеточников составило 784, средняя частота струи – $4,13 \pm 0,46$ /мин, средняя величина систолической скорости – $58,9 \pm 2,7$ см/с, средняя продолжительность струи – $4,03 \pm 0,42$ сек. Для группы женщин эти показатели составили – 751; $4,69 \pm 0,51$ /мин; $51,3 \pm 2,6$ см/с и $4,18 \pm 0,43$ сек. Таким образом, средняя величина систолической скорости струи мочи для обоих мочеточников среди мужчин была достоверно ($P < 0,05$) выше, чем у женщин.

Суммарные показатели струи мочи по обоим мочеточникам при объеме мочевого пузыря в пределах 250-350 мл среди лиц среднего возраста в группе мужчин суммарное количество струи мочи за 10 мин из двух мочеточников составило 641, средняя частота струи – $4,27 \pm 0,56$ /мин, средняя величина систолической скорости – $48,6 \pm 2,6$ см/с, средняя продолжительность струи – $6,09 \pm 0,51$ сек. Для группы женщин

эти показатели составили – 916; $5,39 \pm 0,61$ /мин; $57,4 \pm 2,9$ см/с и $4,61 \pm 0,42$ сек. Средняя величина систолической скорости струи мочи для обоих мочеточников среди женщин была достоверно ($P < 0,05$) выше, чем у мужчин (рис. 4), а продолжительность струи, наоборот – у мужчин достоверно ($P < 0,05$) больше, чем у женщин.

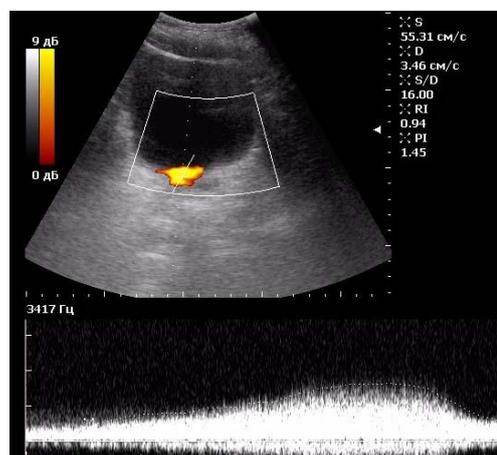


Рис. 4. Регистрация струи мочи из левого мочеточника женщины при объеме мочевого пузыря 337 мл. V max – 55,3 см/с.

В таблице 2 показано сравнение суммарных показателей струи мочи по обоим мочеточникам при объеме мочевого пузыря в пределах 250-350 мл между лицами молодого и среднего возраста.

В группе лиц молодого возраста суммарное количество струи мочи за 10 мин из двух мочеточников составило 1535, средняя частота струи – $8,82 \pm 0,97$ /мин, средняя величина систолической скорости – $55,1 \pm 2,7$ см/с, средняя продолжительность струи – $8,21 \pm 0,85$ сек. Для группы лиц среднего возраста эти показатели составили – 1557; $9,66 \pm 1,18$ /мин; $53,0 \pm 2,8$ см/с и $10,7 \pm 0,94$ сек. Как видно из таблицы 2, продолжительность струи среди лиц среднего возраста была достоверно ($p < 0,05$) выше, чем среди лиц молодого возраста.

Диуретическая ренография используется для диагностики функции почек и обструкции мочевыводящих путей, но интерпретация ее результатов и определение обструкции противоречивы по данным разных исследователей. Кроме того, показания к диуретической ренографии при последующем наблюдении за гидронеф-

Таблица 2. Сравнение показателей потока мочи по обоим мочеточникам при объеме мочевого пузыря в пределах 250-350 мл между лицами молодого и среднего возраста по результатам доплерометрии

Характеристика струи мочи из мочеточников	18-44 года (n=35)	45-59 лет (n=32)
Суммарное количество струи с обоих мочеточников за 10 мин	1535	1557
Суммарная средняя частота струи с обоих мочеточников	8,82±0,97	9,66±1,18
V _{max} , см/сек	55,1±2,7	53,0±2,8
Продолжительность, T, сек	8,21±0,85	10,7±0,94 P<0,05

розом являются еще одним дополнительным предметом дискуссий. Ультразвуковая доплерография является практичным и безопасным методом, который можно использовать для дифференциации необструктивного гидронефроза [8, 9].

Большинство исследователи для изучения характера потоков мочи ультразвуковую доплерографию использовали или у здоровых собак или же у лиц с наличием частичной или полной обструкции одного из мочеточников при мочекаменной болезни [10-12].

Jandaghi АВ. и соавт. (2013) проводили исследования 46 пациентов с диагнозом МКБ через 15-30 минут после приема 750-1000 мл воды. По сравнению с контралатеральной нормальной стороной уретеро-везикальная струя при обструкции мочеточника показала меньшую частоту (0,59 против 3,04 струй/мин; $p<0,05$), меньшую продолжительность (1,24 против 5,26 с; $p<0,05$) и более низкую пиковую скорость (5,41 против 32,09 см/с; $p<0,05$). Точки отсечки 1,5 струй/мин; 2,5 с и 19,5 см/с для разницы частоты струй мочеточника, продолжительности и пиковой скорости между обструктивными и контралатеральными нормальными мочеточниками дали чувствительность 97,8; 95,6 и 100 % и специфичность 87; 87,9 и 97,8 % соответственно для диагностики обструкции мочеточников [13].

УЗИ является не только начальным методом исследования заболеваний органов мочеполовой системы, но и может оказаться инструментом решения проблем при многих сложных патологиях. Оценка характера струи мочи из мочеточников с помощью

УЗИ в реальном времени имеет преимущество перед другими исследованиями [3]. Hassan W. и соавт. (2021) исследовали 97 пациентов с МКБ в возрасте 37-56 лет (средний возраст пациентов составил $46,66 \pm 3,21$ года). Из них 58 (59,8%) было мужчин и 39 (40,2%) женщин. Средний кумулятивный размер камня составил $9,77 \pm 2,65$ мм. В зависимости от локализации камня в 44 (45,4%) случаях был камень верхнего отдела мочеточника, в 24 (24,7%) — среднего мочеточника и в 29 (29,9%) — нижнего отдела мочеточника. По данным авторов средняя частота обструктивной боковой струи составила $0,70/\text{мин} \pm 0,49$, а частота необструктивной боковой струи составила $2,89/\text{мин} \pm 1,29$ ($p<0,05$). Авторы пришли к выводу о том, что с помощью оценки характера струи мочи можно определить наличие обструкции у больных с МКБ, в тех случаях, когда камни не визуализируются [7].

Нами установлено влияние состояния наполнения мочевого пузыря на показатели потоков мочи из мочеточников. При наполнении мочевого пузыря в пределах 250-350 мл продолжительность струи по нашим данным оказалась достоверно больше, чем при наполнении в пределах 150-250 мл.

Таким образом, исследования показали, что возраст, пол и степень наполнения мочевого пузыря оказывают влияние на характеристику потока мочи из мочеточников у здоровых лиц. У мужчин среднего возраста скорость потока мочи снижается по мере увеличения объема мочевого пузыря (более 250 мл) по сравнению с лицами молодого возраста и женщинами среднего возраста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sadananda P., Vahabi B., Drake M.J. Bladder outlet physiology in the context of lower urinary tract dysfunction// *Neurourol Urodyl.* 2011 Jun; 30(5):708-13.
2. Niemczyk G., Czarzasta K., Radziszewski P., Wlodarski P., Cudnoch-Jedrzejewska A. Pathophysiological effect of bladder outlet obstruction on the urothelium// *Ultrastruct Pathol* 2018 May-Jun;42(3):317-322. doi: 10.1080/01913123.2018.1462874.
3. Santhalia P.K., Mittal D., Gupta A.K., Jana M. Utility of ureteric jet: A simple yet useful tool for the evaluation of complex urogenital anomaly// *Indian J Radiol Imaging*, 2018 Jan-Mar; 28(1): 45–48. doi: 10.4103/ijri. IJRI 208 17.
4. Abdullaev R.Ja., Lesovoj V.M., Lesovaja A.V. Jehografija pochek, mochevogo puzyrja i predstatel'noj zhelezy. Harkiv, PPV "Planeta-Print", 2014, 148 s.
5. Oh H., Kim S., Kim S., Lee J., Yun S., Yoon J., Jung J., Choi M. Evaluation of the ureteral jet in dogs by using color Doppler ultrasonography// *J Vet. Sci.* 2017, 18(3), 399-406. <https://doi.org/10.4142/jvs.2017.18.3.399>.
6. Hsieh E. S., Palm C., Segev G., Johnson E. G., Leung K., Westropp J.L. Diagnostic yield of ureteroscopy compared to ultrasonography for evaluating lower urinary tract disorders in dogs, *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 10.1111/jvim.16501, 36, 5, (1700-1707), (2022).
7. Hassan W., Sharif I., ElKhalid S., Ellahibux K., Sultan S., Wagar A., Zohaib A., Yousuf F. (September 26, 2021) Doppler-Assessed Ureteric Jet Frequency: A Valuable Predictor of Ureteric Obstruction // *Cureus* 13(9): e18290. DOI 10.7759/cureus.18290.
8. Aziz Mir Rizwan, Kumar Dhiraj, Dhaka Ritu, Benda Vinod, Sahani Santosh Kumar, Virmani Nitish, Kapur Neeru, Sharma BB. Evaluation of bilateral urinary jet flows for patency of uretero-vesical junction by color flow imaging// *Annals of international medical and dental research*, 2019, Vol. 5, Issue 6, P. 1-8.
9. Riahinezhad M., Sarrami A.H., Gheisari A., Shafaat O., Merikhi A., Karami M., Farghadani M, Moslehi M. How may Doppler indices help in the differentiation of obstructive from nonobstructive hydronephrosis?// *J Res Med Sci.* 2018 Aug 23; 23:76. doi: 10.4103/jrms.JRMS_627_17. E Collection 2018.
10. Gremillion C., Cohen E.B., Vaden S., Seiler G. Optimization of ultrasonographic ureteral jet detection and normal ureteral jet morphology in dogs // *Veterinary Radiology & Ultrasound*. 2021. Vol. 62. Issue 5. P. 583-590.
11. Fields J.M., Fischer J.I., Anderson K.L., Mangili A., Panebianco N., Dean A.J. The ability of renal ultrasound and ureteral jet evaluation to predict 30-day outcomes in patients with suspected nephrolithiasis// *Am J Emerg Med.* 2015; 33(10):1402-6. doi: 10.1016/j.ajem.2015.07.014.
12. Kazlauskas V., Cekuolis A., Bilius V., Anglickis M., Verkauskas G. Diuretic Enhanced Ultrasonography in the Diagnosis of Pyeloureteral Obstruction// *Medicina (Kaunas)*, 2019 Oct; 55(10): 670.
13. Jandaghi A.B., Falahatkar S., Alizadeh A. Assessment of ureterovesical jet dynamics in obstructed ureter by urinary stone with color Doppler and duplex Doppler examinations// *Urolithiasis*. 2013; 41:159–163.

F.F.Sardarli

ULTRASONIC CHARACTERIZATION OF URETERAL JETS IN HEALTHY PEOPLE

*Department of Radiological Diagnostics, Azerbaijan State Advanced Training Institute
for Doctors named after A.Aliyev, Baku, Azerbaijan*

The article presents the results of ultrasound examination of ureteral jets. The number of ureteral jets for 10 minutes on each side, the average frequency of jets per 1 minute, systolic velocity and the duration of the ureteral jets were determined. The results of the study were compared between young and middle-aged individuals, depending on gender and the degree of filling of the bladder within 150-250 ml and 250-350 ml.

As a result of the study, it was found that in middle-aged men, the ureter jets velocity decreases as the volume of the bladder increases (more than 250 ml) compared with young people and middle-aged women.

Автор, ответственный за корреспонденции:

Сардарлы Фидан Фуад кызы, Кафедра лучевой диагностики с курсом лучевой терапии
Азербайджанского государственного института усовершенствования врачей им.А.Алиева

E-mail:sardarlif@gmail.com