

В.Н. ДИОМИДОВА, Е.Н. ПАВЛОВ, Д.А. ВОЙТКО, Н.В. ЖУРАВЛЕВА

**ИНФОРМАТИВНОСТЬ И ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ
УЛЬТРАЗВУКОВОГО АРТЕФАКТА МЕРЦАНИЯ
В ВЕРИФИКАЦИИ МОЧЕВЫХ КАМНЕЙ**

Ключевые слова: ультразвуковое исследование, артефакт мерцания, мочекаменная болезнь, почки, мочевые пути.

В случаях небольших мочевых конкрементов (менее 5 мм) в серошкальном ультразвуковом режиме исследование затруднена дифференциальная диагностика между предполагаемым почечным конкрементом и гиперэхогенными очагами, вызванными другими факторами (сосудистыми или паренхиматозными). В связи с этим важно найти дополнительный диагностический ультразвуковой критерий для достоверной визуализации камней в мочевых путях.

Цель исследования – оценка информативности и диагностической значимости ультразвукового артефакта мерцания в верификации мелких мочевых камней.

Материал и методы. В исследование включены 100 пациентов с мочекаменной болезнью и 25 здоровых взрослых лиц. Пациенты с мочекаменной болезнью были разделены на две группы (N₁ и N₂ с равным количеством пациентов в них), здоровые лица составили группу N₃. Всем лицам, включенным в исследование, выполнено ультразвуковое исследование в В-режиме и режиме цветового доплеровского картирования органов мочевыделительной системы, мультиспиральная компьютерная томография без контрастного усиления органов брюшной полости и забрюшинного пространства. Использованное оборудование: ультразвуковые сканеры с конвексным датчиком (2,5–5,0 МГц, Mindray MX7, Китай; Philips, Голландия; Toshiba, Япония) и компьютерный томограф Siemens SOMATOM Drive 2×128 (Siemens Healthineers, Германия). Проведен анализ ультразвукового артефакта мерцания в качестве диагностического критерия в верификации конкрементов мочевых путей размерами менее 5 мм.

Результаты. Пациентам группы N₁ сначала выполнялась нативная мультиспиральная компьютерная томография, затем тем из них, у которых были выявлены камни в мочевых путях, для выявления артефакта мерцания производилось ультразвуковое исследование почек. Мультиспиральная компьютерная томография позволила определить 108 мочевых камней у пациентов этой группы. С помощью ультразвукового исследования в В-режиме, проведенного отобранным по результатам мультиспиральной компьютерной томографии пациентам, зафиксирован 71 конкремент, в режиме цветового доплеровского картирования – наличие артефакта мерцания в 142 случаях. Пациентам группы N₂ сначала было произведено ультразвуковое исследование почек и мочевых путей со специальными настройками для выявления артефакта мерцания, затем мультиспиральная компьютерная томография брюшной полости и забрюшинного пространства без контрастного усиления. С помощью ультразвукового исследования, проведенного в В-режиме, у пациентов этой группы было обнаружено 35 мочевых камней. При использовании режима цветового доплеровского картирования с применением дополнительных настроек и регистрации артефакта мерцания было обнаружено еще 68 конкрементов в мочевых путях. Целенаправленно проведенная мультиспиральная компьютерная томография почек подтвердила конкременты во всех 68 случаях в разных отделах мочевых путей, зафиксированных при ультразвуковом исследовании. При этом у 4 пациентов были установлены множественные (до 7) мочевые конкременты. Анализ применения артефакта мерцания в качестве ультразвукового критерия при выявлении мочевых конкрементов показал высокую информативность ультразвукового исследования с дополнительными настройками (чувствительность и специфичность – 94,4% и 100% соответственно). По результатам исследования можно предположить, что артефакт мерцания при ультразвуковом исследовании в режиме цветового доплеровского картирования является диагностическим признаком (критерием), а не «артефактом».

Вывод. Использование артефакта мерцания как дополнительного критерия к стандартному ультразвуковому исследованию почек и мочевых путей позволило улучшить диагностику мелких мочевых камней. При этом информативность ультразвукового исследования с дополнительными настройками при артефакте мерцания по чувствительности достигла 94,4%, а специфичность – 100%.

Введение. Визуализация камней в почках является важным диагностическим инструментом и первым шагом в принятии решения о выборе методов лечения у пациентов с подозрением на наличие камней в почках и мочеточниках.

Мочекаменная болезнь – распространённое и часто рецидивирующее заболевание мочевыделительной системы, частота которого составляет 10–15% и продолжает расти с каждым годом [7, 15]. Болезнь чаще всего протекает бессимптомно, но в 10–25% случаев возникает необходимость в оперативном лечении [4].

Компьютерная томография (КТ) брюшной полости считается наиболее точным методом подтверждения и мониторинга предполагаемых камней в почках. Чувствительность и специфичность КТ при выявлении камней в почках составляют соответственно 95% и 98%. Однако потенциальный риск воздействия ионизирующего излучения, возникающий при многократном проведении КТ-сканирования, в некоторой степени ограничивает его использование [5, 10, 17].

Ультразвуковое исследование (УЗИ), как неионизирующая процедура визуализации, является одним из важнейших диагностических методов в повседневной урологической клинической практике. Благодаря постоянным техническим инновациям УЗИ становится всё более значимым в диагностической визуализации и интервенционной медицине наряду с КТ и магнитно-резонансной томографией (МРТ). Однако при наличии мелких камней в мочевых путях УЗИ считается менее информативным, чем КТ [5, 14].

В случае небольших почечных конкрементов (менее 5 мм) в серошкальном режиме УЗИ затруднена дифференциальная диагностика между предполагаемым почечным конкрементом и гиперэхогенными очагами, вызванными другими факторами (например, сосудистыми или паренхиматозными кальцинатами). В связи с этим важно найти дополнительный диагностический ультразвуковой критерий для точной визуализации камней в почках и мочеточнике, чтобы снизить количество ложноотрицательных и ложноположительных результатов [13].

В исследованиях разных авторов изучена ультразвуковая диагностика небольших мочевых камней и обоснованность использования артефакта мерцания (АМ) в качестве диагностического инструмента для верификации диагноза мочекаменной болезни [2, 9, 12, 13, 16].

АМ – это артефакт цветового доплеровского ультразвукового исследования (ЦДУЗИ), представляющий собой колеблющуюся цветовую смесь быстро меняющихся красных и синих вертикальных полос за высокоотражающей зернистой структурой, состоящей из нескольких отражающих элементов, таких как камни в мочевыводящих путях [1].

Особое значение АМ приобретает при необходимости верифицировать небольшие отражающие поверхности размером около 2–5 мм без задних теневых конусов, из-за которых конкременты трудно обнаружить при УЗИ в серошкальном В-режиме. В публикациях отмечается, что после обнаружения феномена АМ при цветном доплеровском ультразвуковом исследовании улучшилась диагностика камней в почках, размеры которых составляют даже 1 мм, чем при УЗИ мочевыделительной системы только в серошкальном В-режиме [3, 6, 8].

Цель исследования – оценка информативности и диагностической ценности ультразвукового признака АМ в верификации мелких мочевых камней.

Материал и методы. Исследование проведено у 100 пациентов с мочекаменной болезнью и 25 здоровых взрослых лиц с применением ультразвукового признака АМ в качестве диагностического критерия в верификации конкрементов мочевых путей размерами менее 5 мм. Всем пациентам выполнили следующий диагностический алгоритм лучевых исследований: УЗИ мочевого выделительной системы в В-режиме и режиме цветового доплеровского картирования (ЦДК) с обнаружением АМ, а также мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) органов брюшной полости и забрюшинного пространства без контрастного усиления.

Для репрезентативности результатов пациенты с мочекаменной болезнью были разделены на две группы (N_1 и N_2 с равным количеством пациентов в них). В группе N_3 были взрослые лица без мочевых камней и без патологии органов мочевого выделительной системы.

Группа N_1 ($n = 50$) – пациенты, которым первым этапом выполнялась нативная МСКТ и лишь при выявлении камней в мочевых путях вторым этапом выполнялось УЗИ почек (в В-режиме и режиме ЦДК), направленное на выявление АМ.

Группа N_2 ($n = 50$) – на первом этапе пациентам проводилось УЗИ почек и мочевых путей (в В-режиме и режиме ЦДК) со специальными настройками для выявления АМ, фиксация количества, локализации и размеров конкрементов, выявленных как в В-режиме, так и режиме ЦДК с определением АМ. На втором этапе исследования далее проводилась МСКТ брюшной полости и забрюшинного пространства без контрастного усиления.

Использованное оборудование: ультразвуковые сканеры с конвексным датчиком (2,5–5,0 мГц) разных производителей (Mindray MX7, Китай; Philips, Голландия; Toshiba, Япония) и компьютерный томограф Siemens SOMATOM Drive 2×128 (Siemens Healthineers, Германия).

Первичным диагностическим критерием мочевого камня малого размера в почках и мочевых путях по данным УЗИ служило наличие дополнительной гиперэхогенной структуры высокой акустической плотности размером до 5 мм и с визуализацией четкой акустической дорзальной тени от нее.

Для лучшей визуализации АМ использовали следующие дополнительные настройки ультразвукового сканера:

- увеличение мощности передатчика (Power) до 100%;
- увеличение частоты повторения импульсов (PRF) до 70 см/с;
- уменьшение размера цветового окна (Color box) до 5 см (ширина) и 2 см (высота);
- установление цветового окна в зону локализации мочевого конкремента;
- установление фокусного расстояния (Focus) в область локализации конкремента.

Также были применены дополнительные настройки просмотра КТ-изображений: изменение окна просмотра, толщины срезов.

Результаты исследования и обсуждение. Проведен сравнительный анализ выявленных мочевых конкрементов по результатам МСКТ и в ходе УЗИ в группах исследования.

Анализ протоколов МСКТ у пациентов из группы N_1 позволил определить 108 мочевых камней ($2,16 \pm 0,11$ на пациента) размером $3,2 \pm 1,2$ мм. Диапазон рентгеновской плотности конкрементов составил от 60 до 150 единиц Хаунсфилда.

По данным УЗИ в В-режиме в почках был зафиксирован 71 конкремент, использование же режима ЦДК позволило зарегистрировать ультразвуковой признак АМ (рисунок) в 142 случаях (при наличии подозрительных на мочевые камни структуры, что превышало результаты МСКТ на 23,9%) из общего количества 144 конкрементов почек и мочевых путей.



Эхограммы левой почки в В-режиме и режиме ЦДК. Ультразвуковой доплеровский АМ – изображение цветных вертикальных полос в красной и синей цветовых гаммах, возникающих за эхогенной структурой высокой акустической плотности – конкрементом

У пациентов из группы N_2 с помощью УЗИ в В-режиме первоначально было обнаружено только 35 мочевых камней. При использовании режима ЦДК с применением дополнительных настроек и регистрации АМ было обнаружено дополнительно еще 68 конкрементов в мочевых путях. Целенаправленно проведенная МСКТ почек подтвердила конкременты во всех 68 случаях в разных отделах мочевых путей, зафиксированных при УЗИ. При этом у 4 пациентов были установлены множественные (до 7) мочевые конкременты.

Анализ информативности применения АМ в выявлении мочевых конкрементов показал высокую информативность УЗИ с дополнительными настройками (чувствительность и специфичность – 94,4% и 100% соответственно).

По результатам исследования можно предположить, что АМ при УЗИ в режиме ЦДК является диагностическим признаком (критерием), а не «артефактом». Представленный критерий АМ может применяться для повышения информативности УЗИ, способствуя выявлению и дифференциации мелких камней в почках и мочевых путях.

Установленная нами высокая информативность УЗИ с дополнительными настройками при АМ (чувствительность и специфичность – 94,4% и 100% соответственно) подтверждается данными исследования P. Nabheerong et al. (2023) [11], согласно которым диагностическая точность этого ультразвукового критерия в обнаружении камней мочевыделительной системы высокая (чувствительность

86,2% (95% ДИ 72,4–93,7), специфичность 92,3% (95% ДИ 75,2–97,9), отношение шансов диагноза «уролитиаз» – 75,5% (95% ДИ 11,6–492,7) и имеет хорошую прогностическую ценность. Данные исследователи рекомендуют использовать в качестве дополнительного инструмента симптом АМ в диагностике уrolитиаза [11].

Несмотря на высокую значимость АМ в выявлении мелких камней в почках, имеются некоторые ограничения при доплеровском УЗИ, в частности – при УЗИ пациентов с избыточным весом и ожирением (с индексом массы тела выше 35,0 кг/м²) и в случаях с гладкой поверхностью мочевых камней [8]. В то же время доказано, что в ряде случаев мелкие конкременты отчетливо выявляются при выполнении УЗИ на основании АМ и упускаются при КТ-исследовании [5]. Однако преимуществом УЗИ перед КТ является экономичность, безопасность для пациента (нет радиационного риска) и возможность получать изображения в реальном времени при наличии мелких конкрементов для быстрого установления диагноза [16].

Выводы. Ультразвуковой признак АМ является дополнительным критерием к стандартному УЗИ в улучшении диагностики мелких мочевых камней. Установленная высокая диагностическая информативность ультразвукового метода исследования при обнаружении АМ при мочевых камнях позволяет рекомендовать проведение УЗИ на первом этапе исследования пациентов при подозрении на мочекаменную болезнь.

Литература

1. Громов А.И., Сапожников О.А., Каприн А.Д. Доплеровский артефакт мерцания: физические механизмы и место в диагностической практике. Современное состояние вопроса // Медицинская визуализация. 2023. Т. 27(1). С. 120–134. DOI: 10.24835/1607-0763-1206.
2. Исследование причин возникновения мерцающего артефакта в доплеровских режимах ультразвукового медицинского диагностического устройства / Д.В. Леонов, Н.С. Кульберг, А.И. Громов и др. // Акустический журнал. 2018. Т. 64, № 1. С. 100–111.
3. Adel H., Sattar A., Rahim A. et al. Diagnostic Accuracy of Doppler Twinkling Artifact for Identifying Urinary Tract Calculi. *Cureus.*, 2019, vol. 11(9), e5647. DOI: 10.7759/cureus.5647.
4. Brisbane W., Bailey M.R., Sorensen M.D. An overview of kidney stone imaging techniques. *Nat Rev Urol.*, 2016, vol. 13(11), pp. 654–662. DOI: 10.1038/nrurol.2016.154.
5. Brisbane W., Bailey M.R., Sorensen M.D. An overview of kidney stone imaging techniques. *Nat Rev Urol.*, 2016, vol. 13(11), pp. 654–662. DOI: 10.1038/nrurol.2016.154.
6. Drudi F.M., Maroncelli R., Angelini F. et al. Unusual application of twinkling artifact. *J Ultrasound.*, 2024, vol. 27(4), pp. 1003–1007. DOI: 10.1007/s40477-023-00861-w.
7. Fontenelle L.F., Sarti T.D. Kidney Stones: Treatment and Prevention. *Am Fam Physician*, 2019, vol. 99(8), pp. 490–496.
8. Gliga M.L., Chirila C.N., Podeanu D.M. et al. Twinkle, twinkle little stone: an artifact improves the ultrasound performance! *Med Ultrason.*, 2017, vol. 19(3), pp. 272–275. DOI: 10.11152/mu-984.
9. Letafati M., Kazem M., Parisa T. et al. Diagnostic Accuracy of Twinkling Artifact Sign Seen in Color Doppler Ultrasonography in Detecting Microlithiasis of Kidney. *Nephro-Urology Monthly*, 2020, vol. 12(2), e102860. DOI: 10.5812/numonthly.102860.
10. Mathews J.D., Forsythe A.V., Brady Z. et al. Cancer risk in 680 000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million. *Australians BMJ*, 2013, vol. 346, f2360. DOI: 10.1136/bmj.f2360.
11. Nabheerong P., Kengkla K., Saokaew S., Naravejsakul K. Diagnostic accuracy of Doppler twinkling artifact for identifying urolithiasis: a systematic review and meta-analysis. *J Ultrasound.*, 2023, vol. 26(2), pp. 321–331. DOI: 10.1007/s40477-022-00759-z.
12. Sharma G., Sharma A. Clinical implications and applications of the twinkling sign in ureteral calculus: a preliminary study. *J Urol.*, 2013, vol. 189(6), pp. 2132–2135. DOI: 10.1016/j.juro.2012.11.176.
13. Turrin A., Minola P., Costa F. et al. Diagnostic value of colour Doppler twinkling artefact in sites negative for stones on B mode renal sonography. *Urol Res.*, 2007, vol. 35(6), pp. 313–317. DOI: 10.1007/s00240-007-0110-8.

14. Vallone G., Napolitano G., Fonio P. et al. US detection of renal and ureteral calculi in patients with suspected renal colic. *Crit Ultrasound J.*, 2013, vol. 5(1), S3. DOI: 10.1186/2036-7902-5-S1-S3.

15. Van Kolfschoten T., Parfitt S.A., Serangeli J., Bello S.M. Lower Paleolithic bone tools from the "Spear Horizon" at Schöningen (Germany). *Journal of Human Evolution*, 2015, vol. 89, pp. 226–263. DOI: 10.1016/j.jhevol.2015.09.012.

16. Yavuz A., Ceken K., Alimoglu E., Kabaalioglu A. The reliability of color Doppler "twinkling" artifact for diagnosing millimetric nephrolithiasis: comparison with B-Mode US and CT scanning results. *J Med Ultrason (2001)*, 2015, vol. 42(2), pp. 215–222. DOI: 10.1007/s10396-014-0599-8.

17. Zhang X., Zhang G., Xu L. et al. Application of deep learning reconstruction of ultra-low-dose abdominal CT in the diagnosis of renal calculi. *Insights Imaging*, 2022, vol. 13, Article 163. DOI: 10.1186/s13244-022-01300-w.

ДИОМИДОВА ВАЛЕНТИНА НИКОЛАЕВНА – доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой пропедевтики внутренних болезней с курсом лучевой диагностики, Чувашский государственный университет; заведующая отделением ультразвуковой диагностики, Городская клиническая больница № 1, Россия, Чебоксары (diomidovavn@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3627-7971>).

ПАВЛОВ ЕВГЕНИЙ НИКОЛАЕВИЧ – главный уролог, Министерство здравоохранения Чувашской Республики; врач-уролог отделения урологии, Республиканская клиническая больница, Россия, Чебоксары (Pavloven1978@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9347-4105>).

ВОЙТКО ДМИТРИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела мочекаменной болезни, Научно-исследовательский институт урологии и интервенционной радиологии имени Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, Россия, Москва (1987vda@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1292-1651>).

ЖУРАВЛЕВА НАДЕЖДА ВЛАДИМИРОВНА – кандидат медицинских наук, доцент кафедры внутренних болезней, Чувашский государственный университет; ведущий эксперт, АО «Страховая компания "Чувашия Мед"», Россия, Чебоксары (zhuravlevanv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6470-7724>).

Valentina N. DIOMIDOVA, Evgeny N. PAVLOV, Dmitry A. VOITKO, Nadezhda V. ZHURAVLEVA

INFORMATIVE AND DIAGNOSTIC VALUE OF ULTRASOUND TWINKLE ARTIFACT IN VERIFICATION OF URINARY STONES

Key words: ultrasound examination, twinkle artifact, urolithiasis, kidneys, urinary tract.

In cases of small urinary calculi (less than 5 mm) in the seroscale ultrasound examination mode, differential diagnosis between the suspected renal calculus and hyperechoic foci caused by other factors (vascular or parenchymal) is difficult. On the back of this, it is important to find an additional diagnostic ultrasound criterion for reliable visualization of calculi in the urinary tract.

The purpose of the study was to evaluate the informative value and diagnostic significance of the ultrasound twinkle artifact in verifying small urinary calculi.

Material and methods. The study included 100 patients with urolithiasis and 25 healthy adults. Patients with urolithiasis were divided into two groups (N_1 and N_2 with an equal number of patients in them), healthy individuals made up group N_3 . All persons included in the study underwent ultrasound examination in B-mode and color Doppler mapping of the urinary system organs, multispiral computed tomography without contrast enhancement of the abdominal cavity and the retroperitoneal space. Equipment used: ultrasonic scanners with a convex sensor (2.5–5.0 MHz, Mindray MX7, China; Philips, Holland; Toshiba, Japan) and a Siemens SOMATOM Drive 2×128 computed tomograph (Siemens Healthineers, Germany). The ultrasound twinkle artifact was analyzed as a diagnostic criterion in verifying urinary tract calculi with a size of less than 5 mm.

Results. Patients in group N_1 first underwent native multispiral computed tomography, then ultrasound kidneys examination was performed for those of them who had stones in the urinary tract to identify the twinkle artifact. Multispiral computed tomography made it possible to identify 108 urinary stones in patients of this group. With the help of ultrasound examination in B-mode, conducted in patients selected according to the results of multispiral

computed tomography, 71 concretions were recorded, in color Doppler mapping mode – the flicker artifact was present in 142 cases. Patients in group 2 first underwent ultrasound examination of the kidneys and the urinary tract with special settings to detect the flicker artifact, followed by multispiral computed tomography of the abdominal cavity and the retroperitoneal space without contrast enhancement. With the help of ultrasound examination conducted in B-mode, 35 urinary stones were found in patients of this group. When using the color Doppler mapping mode with additional settings and registration of the flicker artifact, 68 more calculi were found in the urinary tract. Purposefully performed multispiral computed tomography of the kidneys confirmed calculi in all 68 cases in different parts of the urinary tract recorded during ultrasound examination. At this, 4 patients were diagnosed to have multiple (up to 7) urinary calculi. The analysis of using the flicker artifact as an ultrasound criterion in detecting urinary calculi showed a high informative value of ultrasound examination with additional settings (sensitivity and specificity – 94.4% and 100%, respectively). According to the results of the study, it can be assumed that the flicker artifact during ultrasound examination in the color Doppler mapping mode is a diagnostic feature (criterion), and not an "artifact".

Conclusion. The use of the flicker artifact as an additional criterion to the standard ultrasound examination of the kidneys and the urinary tract gave the opportunity to improve the diagnosis of small urinary stones. At this, the informative value of ultrasound examination with additional settings for the flicker artifact reached 94.4% in sensitivity, and the specificity reached 100%.

References

1. Gromov A.I., Sapozhnikov O.A., Kaprin A.D. *Doplerovskii artefakt mertsaniya: fizicheskie mekhanizmy i mesto v diagnosticheskoi praktike. Sovremennoe sostoyanie voprosa [Doppler twinkling artifact: physical mechanisms and place in diagnostic practice. State of the art]. Medical Visualization*, 2023, vol. 27(1), pp. 120-134. DOI: 10.24835/1607-0763-1206.
2. Leonov D.V., Kulberg N.S., Gromov A.I. et al. Causes of Ultrasound Doppler Twinkling Artifact. *Acoustical Physics*, 2018, vol. 64, no. 1, pp. 105–114. DOI: 10.1134/S1063771018010128.
3. Adel H., Sattar A., Rahim A. et al. Diagnostic Accuracy of Doppler Twinkling Artifact for Identifying Urinary Tract Calculi. *Cureus.*, 2019, vol. 11(9), e5647. DOI: 10.7759/cureus.5647.
4. Brisbane W., Bailey M.R., Sorensen M.D. An overview of kidney stone imaging techniques. *Nat Rev Urol.*, 2016, vol. 13(11), pp. 654–662. DOI: 10.1038/nrurol.2016.154.
5. Brisbane W., Bailey M.R., Sorensen M.D. An overview of kidney stone imaging techniques. *Nat Rev Urol.*, 2016, vol. 13(11), pp. 654–662. DOI: 10.1038/nrurol.2016.154.
6. Drudi F.M., Maroncelli R., Angelini F. et al. Unusual application of twinkling artifact. *J Ultrasound.*, 2024, vol. 27(4), pp. 1003–1007. DOI: 10.1007/s40477-023-00861-w.
7. Fontenelle L.F., Sarti T.D. Kidney Stones: Treatment and Prevention. *Am Fam Physician*, 2019, vol. 99(8), pp. 490–496.
8. Gliga M.L., Chirila C.N., Podeanu D.M. et al. Twinkle, twinkle little stone: an artifact improves the ultrasound performance! *Med Ultrason.*, 2017, vol. 19(3), pp. 272–275. DOI: 10.11152/mu-984.
9. Letafati M., Kazem M., Parisa T. et al. Diagnostic Accuracy of Twinkling Artifact Sign Seen in Color Doppler Ultrasonography in Detecting Microlithiasis of Kidney. *Nephro-Urology Monthly*, 2020, vol. 12(2), e102860. DOI: 10.5812/numonthly.102860.
10. Mathews J.D., Forsythe A.V., Brady Z. et al. Cancer risk in 680 000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million. *Australians BMJ*, 2013, vol. 346, f2360. DOI: 10.1136/bmj.f2360.
11. Nabheerong P., Kengkla K., Saokaew S., Naravejsakul K. Diagnostic accuracy of Doppler twinkling artifact for identifying urolithiasis: a systematic review and meta-analysis. *J Ultrasound.*, 2023, vol. 26(2), pp. 321–331. DOI: 10.1007/s40477-022-00759-z.
12. Sharma G., Sharma A. Clinical implications and applications of the twinkling sign in ureteral calculus: a preliminary study. *J Urol.*, 2013, vol. 189(6), pp. 2132–2135. DOI: 10.1016/j.juro.2012.11.176.
13. Turrin A., Minola P., Costa F. et al. Diagnostic value of colour Doppler twinkling artefact in sites negative for stones on B mode renal sonography. *Urol Res.*, 2007, vol. 35(6), pp. 313–317. DOI: 10.1007/s00240-007-0110-8.
14. Vallone G., Napolitano G., Fonio P. et al. US detection of renal and ureteral calculi in patients with suspected renal colic. *Crit Ultrasound J.*, 2013, vol. 5(1), S3. DOI: 10.1186/2036-7902-5-S1-S3.
15. Van Kolfschoten T., Parfitt S.A., Serangeli J., Bello S.M. Lower Paleolithic bone tools from the "Spear Horizon" at Schöningen (Germany). *Journal of Human Evolution*, 2015, vol. 89, pp. 226–263. DOI: 10.1016/j.euro.2015.09.012.

16. Yavuz A., Ceken K., Alimoglu E., Kabaalioglu A. The reliability of color Doppler "twinkling" artifact for diagnosing millimetrical nephrolithiasis: comparison with B-Mode US and CT scanning results. *J Med Ultrason* (2001), 2015, vol. 42(2), pp. 215–222. DOI: 10.1007/s10396-014-0599-8.

17. Zhang X., Zhang G., Xu L. et al. Application of deep learning reconstruction of ultra-low-dose abdominal CT in the diagnosis of renal calculi. *Insights Imaging*, 2022, vol. 13, Article 163. DOI: 10.1186/s13244-022-01300-w.

VALENTINA N. DIOMIDOVA – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Propaedeutics of Internal Diseases with a Course of Radiation Diagnostics, Chuvash State University; Head of the Department of Ultrasound Diagnostics, City Clinical Hospital No 1, Russia, Cheboksary (diomidovavn@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3627-7971>).

EVGENY N. PAVLOV – Chief Urologist, Ministry of Health of the Chuvash Republic; Urologist, Department of Urology, Republican Clinical Hospital, Russia, Cheboksary (Pav-loven1978@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9347-4105>).

DMITRY A. VOITKO – Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher, Department of Urolithiasis, N.A. Lopatkin Research Institute of Urology and Interventional Radiology – Branch of the National Medical Research Center of Radiology of the Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia (1987vda@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1292-1651>).

NADEZHDA V. ZHURAVLEVA – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Internal Diseases, Chuvash State University; Leading Expert, Chuvashia Med Insurance Company JSC, Russia, Cheboksary (Zhuravlevanv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6470-7724>).

Формат цитирования: Информативность и диагностическая ценность ультразвукового артефакта мерцания в верификации мочевых камней / В.Н. Диомидова, Е.Н. Павлов, Д.А. Войтко, Н.В. Журавлева // *Acta medica Eurasica*. 2025. № 1. С. 13–20. URL: <http://acta-medica-eurasica.ru/single/2025/1/2>. DOI: 10.47026/2413-4864-2025-1-13-20.