ID: 2017-02-1276-R-13097 Обзор

Чехонацкая М.Л., Россоловский А.Н., Бобылев Д.А., Крючков И.А.

# Мультиспиральная компьютерная томография для прогнозирования результатов дистанционной ударно-волновой литотрипсии (обзор литературы)

*ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России*

**Ключевые слова:** мультиспиральная компьютерная томография

Вопросы диагностики, лечения и профилактики мочекаменной болезни (МКБ) продолжают оставаться актуальными во всем мире. По данным исследования P. Geavlete, проведенного в 2007 году, 8,9% мужчин и 3,2% женщин во всем мире переносят это заболевание в течение своей жизни [1]. Прирост абсолютного числа пациентов, страдающих МКБ в России в последние годы составил 25,1%, чаще заболевание встречается у лиц мужского пола, преимущественно в возрасте 30-60 лет [2].

Несмотря на успехи, достигнутые в последнее время, из-за отсутствия эффективных патогенетических методов лечения и профилактики уролитиаза в 35-75% заболевание рецидивирует, а так же снижает продолжительность жизни у 5-20% пациентов [3]. По мнению П.В. Глыбочко и соавт., 2011, за последние 20 лет можно констатировать значительные перемены в тактике ведения пациентов с конкрементами мочевой системы, в частности, широкое внедрение в клиническую практику дистанционной ударно-волновой литотрипсии [4]. Дистанционная ударно-волновая литотрипсия (ДЛТ) прекрасно себя зарекомендовала и в настоящий момент является методом выбора неинвазивного хирургического лечения мочекаменной болезни [5]. Эффективность метода M. Grasso в 2008 году оценил в 80-90% [6].

Вместе с тем, считается доказанным, что несмотря на все преимущества ДЛТ, при ударно-волновом воздействии происходит травматизация почек [*7*]. Ударная волна, возникающая в результате активности генератора, оказывает значительное число побочных эффектов: отек почечной паренхимы, разрывы сосудов, кровоизлияние в паренхиму, повреждение клеточных мембран. Зачастую, недостаток информации о расположении, структуре, составе и плотности конкремента перед проведением ДЛТ ведет к неоправданному повреждению паренхимы почки, повышению частоты обструкции мочевыводящих путей и послеоперационных воспалительных осложнений. Современным и эффективным методом, способным решить задачу получения этой информации является компьютерная томография (КТ).

Компьютерная томография (КТ) — метод послойного исследования внутренней структуры объекта, основанный на измерении и компьютерной обработке разности ослабления рентгеновского излучения различными по плотности тканями. Он был предложен в 1972 году Годфри Хаунсфилдом и Алланом Кормаком, удостоенными за эту разработку Нобелевской премии.

Разумеется, такой метод быстро нашел свое применение в урологии. Уже в 1977 году S. Sagel и соавторы писали что новый метод компьютерной томографии эффективен в диагностике мочекаменной болезни [8]. J. Wickham и соавторы в 1980 году в своей публикации обратили внимание на то, что КТ в значительной степени помогает с локализацией конкремента в мочевыделительной системе перед проведением хирургического вмешательства. [9]. M. Resnick и соавторы в 1984 году писали что КТ может использоваться для диагностики рентгенонегативных конкрементов [10].

В 1988 году был представлен первый спиральный компьютерный томограф, а в 1992 — мультиспиральный компютерный томограф (МСКТ). Технология спирального сканирования позволила значительно сократить время, затрачиваемое на КТ-исследование и существенно уменьшить лучевую нагрузку на пациента. Благодаря спиральной компьютерной томографии и МСКТ стало возможно визуализировать любые конкременты мочеполовой системы, а так же оценить состояние мочевых путей выше и ниже обструкциии без применения искусственного контрастирования и инвазивных вмешательств. [11,12]

Совершенствование аппаратной части и методик исследования позволило многим исследователям задумать о сопоставлении данных по плотности конкрементов в единицах Хаунсфилда (HU), полученных при мультиспиральной компьютерной томографии, с результатами дистанционной ударно-волновой литотрипсии. Так, исследования, проведенные N.P. Gupta и соавт. в 2005 году показали, что энергия ударной волны, необходимая для фрагментации, связана с плотностью камней, и что чем выше плотность камня, тем сильнее энергия ударной волны, необходимая для достижения фрагментации [13]. A. el-Assmy и соавт. в 2011 году в своем исследовании получили пороговую величину успешности дистанционной литотрипсии в HU=1000 [14]. В 2012 I. Ouzaid и др. провели проспективное исследование 50 пациентов, и сообщили, что порог успешности ДЛТ по их данным составляет 970 HU [*15*]. D.A.Hameed и др. в 2013 выяснили, что успешность ДЛТ снижается в случае плотности конкрементов больше 1350 HU, которая требует применения более мощных ударных волн [16]. В этом же году, по данным исследований K. Foda и соавторов, фрагментация камня оказывается безуспешной если плотность камня > 934 HU [17].

Важно отметить, что в последние годы многие исследователи отмечают недостаточность данных только о средней плотности камней для прогнозирования результатов ДЛТ. Так, в 2001 году G. Motley была предпринята попытка изучить структуру конкрементапутем определения плотности в области наибольшего поперечного диаметра камня. Автор предположил, что определение структуры камня было бы быть более эффективным, чем определение средней плотности в HU [18]. В свою очередь, исследования, проведенные N.P. Gupta и соавторами в 2005 году показали, что энергия ударной волны, необходимая для фрагментации, связана с плотностью камней, и что чем она выше, тем сильнее энергия ударной волны, необходимая для достижения фрагментации [19]. П.Г. Коротких в 2009 году были проведено исследование структуры конкрементов 112 пациентов при помощи мультиспиральной компьютерной томографии invitro. По внутренней структуре полученные камни были распределены П.Г. Коротких на 3 типа: «монолитный», «смешанный» и «анизотропный», результаты ДЛТ при этом различались. Лучше всего литотрипсии поддавались камни «анизатропной» конфигурации среднего и мелкого размера, «смешанные» камни требовали увеличения продолжительности и количества сеансов ДЛТ, камни «монолитной» структуры, особенно большого размера ДЛТ лечить было нецелесообразно [20]. По данным В.И. Руденко и соавт., 2015 год, эффективность ДЛТ наряду со средним значением плотности определяется однородностью структуры конкремента, камни с однородной структурой хуже поддаются ДЛТ [21].

КТ может предоставить и данные о составе конкремента, которые также могли бы помочь в прогнозировании результатов ДЛТ. Так, D. Herremans и его коллеги в 1993 году разделили исследуемые in vitro конкременты на 3 группы по химическому составу: состоящие из моногидрата оксалата кальция, цистиновые и кальциевые конкременты [22]. В свою очередь, M.R. Mostafavi в 1998 году и S. Ramakumar в 1999 году, проведя ряд исследований in vivo и in vitro, предположили, что плотность камня в HU может с высокой точностью помочь в определении состава камней мочевой кислоты, струвитов и конкрементов оксалата кальция [23].

В 2004 году Кузьмичевой Г.М. и соавторами был разработан способ определения состава мочевых камней in vivo при помощи спиральной КТ, рентгеноскопии и данных лабораторных исследований мочи. Авторы сделали вывод, что знание состава мочевого камня позволяет назначить конкретные лекарственные препараты, целью которых является уменьшения объема и структурной плотности камня, что помогает оптимизировать режимы литотрипсии и уменьшить опасность травмирования почки [24]. В свою очередь, поданным экспериментально-клинического исследования 147 мочевых конкрементов и лечения 270 больных мочекаменной болезнью методом дистанционной ударно-волновой литотрипсии, проведенного А.А. Губарем в 2009 году, плотность камней зависит от их минерального состава. Согласно полученным данным, плотность камней оксалатов достигает 1114,24 ± 109,46 HU, уратов – 264,65 ± 55,47 HU, фосфатов – 625,41 ± 74,59 HU, плотность камней смешанного состава достигает 839,31 ± 61,42 HU [25]. S. R. Patel и его коллеги в 2009 предположили, что плотность камней в HU может быть использована для дифференцирования подтипов кальциевых конкрементов, и сообщили, что она особенно полезна при диагностике камней, состоящих из моногидрата и дигидрата оксалата кальция. В аналогичном исследовании в 2014 году F.C. Torricelli и соавторы опубликовали данные о том, что кальциевые конкременты могут быть идентифицированы с высокой точностью, при использовании значения плотности в HU, но при этом имеется совпадение значений плотностей уратных и мочекислых камней, что затрудняет их диагностику [26,27]. S. Spettel и соавт., 2013, разработали методику исследования invivo мочекислых камней с использованием pH мочи и плотности в HU. Изучение сразу двух этих показателей значительно повысило точность диагностики. В частности, камни > 4 мм, HU ≤ 500 и pH ≤ 5,5 в 90% случаев были определены как мочекислые [28].

В последние годы появляются и новые методики, такие как двухэнергетическая компьютерная томография. Сканирование с двумя энергетическими уровнями может увеличить объем информации, которую можно получить при КТ-исследовании. Так, по данным A. Primak, полученным в 2007 году, при помощи двухэнергетической КТ ураты можно отличить от конкрементов другого состава in vivo с вероятностью не менее 93% [29]. Эту вероятность можно увеличить до 100% при помощи использования специальных фильтров и использования напряжений при 135 и 80 кВ [30]. В свою очередь, A. Graaser в 2008 году сообщил, что при помощи двухэнергетической КТ можно дифференцировать in vivo камни мочевой кислоты, цистиновые, струвитные и смешанные конкременты, что имеет важное значение для выбора метода лечения [31]. Недавние исследования S. Acharya так же показали, что двухэнергетическая КТ повзоляет эффективно дифференцировать in vivo различные типы кальциевых камней, в том числе устойчивые к литотрипсии конкременты моногидрата оксалата кальция [32].

Компьютерная томография претерпела значительное развитие за 40 лет своего существования. Благодаря своим преимуществам, КТ стала основным методом диагностики при многих урологических заболеваниях [33]. Этот высокоэффективный метод лучевой диагностики в значительной степени расширил возможности современной урологии. Постоянное совершенствование аппаратуры и диагностических алгоритмов, появление новых методик, таких как двухэнергетическая компьютерная томография, может позволить создать эффективные схемы лечения мочекаменной болезни и, в конечном итоге, уменьшить количество рецидивов, сократить время пребывания пациентов в стационаре и улучшить их качество жизни.

**Литература**

1. Geavlete P. Optimizing shock wave lithotripsy in the 21st century: Editorial Comment. // Eur. Urol. -2007. - 52(2). P. 352–353.
2. Анализ уронефрологической заболеваемости и смертности в Российской Федерации за десятилетний период (2002-2012) по данным официальной статистики / О.И. Аполихин [и др.] // Урология. - 2014. - № 2.
3. Preminger, G.M. Shock wave lithotripsy versus percutaneous nephrolithotomy versus flexible ureteroscopy / G.M. Preminger // Urol Res. - 2006. - Vol. 34, № 2. - P. 108–111.
4. Диагностика и лечение мочекаменной болезни. Что изменилось за последние 20 лет? / Глыбочко П.В. [и др.] // Материалы российской научной конференции с международным участием «Мочекаменная болезнь: фундаментальные исследования, инновации в диагностике и лечении». Саратовский научно-медицинский журнал, прил. - 2011. - Т. 7, № 2. - С. 9-12.
5. Мочекаменная болезнь: современные методы диагностики и лечения: руководство / Ю.Г. Аляев [и др.]. - М.: «ГЭОТАР-Медиа», 2010. - 216 с, Дзеранов, Н.К. Мочекаменная болезнь: клинические рекомендации / Н.К.Дзеранов, Н.А. Лопаткин. - М.: «Оверлей», 2007. - 296 с.
6. Grasso, M. Extracorporeal Shockwave Lithotripsy / M. Grasso, J. Hsu, M. Spaliviero // emedicine by WebMD. – 2008.
7. Гулямов, С.М. Диагностика, профилактика и лечение повреждения почки при дистанционной ударно-волновой литотрипсии: автореф. дис. … канд. мед. наук. – Санкт-Петербург, 2004. – 21 с.
8. Sagel SS [et al]. Computed tomography of the kidney. Radiology. 1977 Aug;124(2):359-70.
9. Wickham JE et al. Computerised tomography localisation of intrarenal calculi prior to nephrolithotomy. Br J Urol. 1980 Dec;52(6):422-5.
10. Resnick MI et al. Use of computerized tomography in the delineation of uric acid calculi. J Urol. 1984 Jan;131(1):9-10.
11. Роль мультиспиральной компьютерной томографии в урологии / Ю.Г. Аляев [и др.] // Материалы 2-го российского конгресса по эндоурологии и новым технологиям 12-14 мая 2010 года. - 2010. - С. 22-24.
12. Gucuk, A. Usefulness of hounsfield unit and density in the assessment and treatment of urinary stones / A. Gucuk, U. Uyeturk // World J Nephrol. - 2014. - Vol. 3, № 4. - P. 282–286.
13. Role of computed tomography with no contrast medium enhancement in predicting the outcome of extracorporeal shock wave lithotripsy for urinary calculi / Gupta N.P. [et al] // BJU Int. - 2005. - Vol. 95, № 9. - P. 1285–1288.
14. Multidetector computed tomography: role in determination of urinary stones composition and disintegration with extracorporeal shock wave lithotripsy-an in vitro study / A. el-Assmy [et al] // Urology. - 2011. - Vol. 77, №2. - P. 286–290.
15. A 970 Hounsfield units (HU) threshold of kidney stone density on non-contrast computed tomography (NCCT) improves patients' selection for extracorporeal shockwave lithotripsy (ESWL): evidence from a prospective study / I. Ouzaid [et al] // BJU Int. - 2012. - Vol. 110, №11 Pt B. - P. 438–442.
16. Comparing non contrast computerized tomography criteria versus dual X-ray absorptiometry as predictors of radio-opaque upper urinary tract stone fragmentation after electromagnetic shockwave lithotripsy / D.A. Hameed [et al] // Urolithiasis. - 2013. - Vol. 41, № 6. - P. 511–515.
17. Calculating the number of shock waves, expulsion time, and optimum stone parameters based on noncontrast computerized tomography characteristics / K. Foda [et al] // Urology.- 2013. - Vol. 82, № 5. - P. 1026–1031.
18. Hounsfield unit density in the determination of urinary stone composition / G. Motley [et al] // Urology. - 2001. - Vol. 58, № 2. - P. 170–173.


© Bulletin of Medical Internet Conferences, 2017

19. Role of computed tomography with no contrast medium enhancement in predicting the outcome of extracorporeal shock wave lithotripsy for urinary calculi / Gupta N.P. [et al] // BJU Int. - 2005. - Vol. 95, № 9. - P. 1285–1288.
20. Коротких, П.Г. Прогнозирование результатов дистанционной ударно-волновой литотрипсии в комплексном лечении мочекаменной болезни: автореф. …. дис. канд. мед. Наук. - Саратов, 2009. - 22 с.
21. Компьютерная томография с денситометрией в прогнозировании клинической эффективности ДЛТ /Руденко В.И. [и др/] // Материалы XV Конгресса Российского Общества Урологов «Урология в XXI веке» 18-20 сентября 2015 года. – 2015. – С. 179-180.
22. Br J Urol. 1993 Nov;72(5 Pt 1):544-8. In vitro analysis of urinary calculi: type differentiation using computed tomography and bone densitometry. Herremans D et al.
23. Mostafavi MR, Ernst RD, Saltzman B. Accurate determination of chemical composition of urinary calculi by spiral computerized tomography. J Urol. 1998;159:673–675., Ramakumar S, Patterson DE, LeRoy AJ et al. Prediction of stone composition from plain radiographs: a prospective study. J Endourol. 1999;13:397–401.
24. Кузьмичев Г. М. и соавт., патент №2304425 от 1 июля 2004г.
25. Губарь, А.А. Экспериментально — клиническое исследование мочевых камней методом рентгенкомпьютерной денситометрии для выбора тактики лечения мочекаменной болезни: автореф. дис. … канд. мед. Наук. - Киев, 2009. - 21 с.
26. Hounsfield units on computed tomography predict calcium stone subtype composition / S. R. Patel [et al] // Urol Int. - 2009. - Vol. 83, № 2. - P. 175–180.
27. Predicting urinary stone composition based on single-energy noncontrast computed tomography: the challenge of cystine / F.C. Torricelli [et al] // Urology. - 2014. - Vol. 83, №6. — P. 1258–1263.
28. Using Hounsfield unit measurement and urine parameters to predict uric acid stones / S. Spettel [et al] // Urology. - 2013. - Vol. 82, № 1. - P. 22–26.
29. Primak AN et al. Noninvasive differentiation of uric acid versus non-uric acid kidney stones using dual-energy CT. Acad Radiol. 2007 Dec;14(12):1441-7.
30. Stolzmann P et al. Characterization of urinary stones with dual-energy CT: improved differentiation using a tin filter.Invest Radiol. 2010 Jan;45(1):1-6. doi: 10.1097/RLI.0b013e3181b9dbed.
31. Graser A. Dual energy CT characterization of urinary calculi: initial in vitro and clinical experience. Invest Radiol. 2008 Feb;43(2):112-9. doi: 10.1097/RLI.0b013e318157a144.
32. Acharya S et al. In vivo characterization of urinary calculi on dual-energy CT: going a step ahead with sub-differentiation of calcium stones. Acta Radiol. 2015 Jul;56(7):881-9. doi: 10.1177/0284185114538251. Epub 2014 Jun 17.
33. Аляев Ю.Г., Ахвледиани Н.Д. Современное применение компьютерной томографии в урологии. Медицинский вестник Башкортостана 2011; 2 (6): 208-211.