

УДК 616.6-073

© Ю.Г. Аляев, Н.Д. Ахвледиани, А.А. Левко, 2008

Ю.Г. Аляев, Н.Д. Ахвледиани, А.А. Левко
ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ В УРОЛОГИИ
Урологическая клиника ГОУ ВПО ММА имени И.М. Сеченова

В статье приведен обзор современных визуализирующих методов диагностики, применяемых в урологии. Показано, что указанные способы позволяют осуществить высокоточную и раннюю диагностику ряда урологических заболеваний.

Ключевые слова: визуализация, урология, ультразвуковое исследование, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, оптическая диагностика.

Ju.G. Aljaev, N.D. Akhvlediani, A.A. Levko
INNOVATIVE TECHNIQUES OF VISUAL DIAGNOSTICS IN UROLOGY

Only innovative techniques of visual diagnostics in urology are presented in review. Assuming that these innovative approaches lead to more accurate diagnosis and staging of various pathologic conditions, treatment can be performed in earlier stages of diseases and better stage-adapted treatment can be offered to the patients.

Key words: visualization, urology, ultrasonography, computed tomography, magnetic resonance imaging, optical diagnostics.

Современная диагностика в урологии базируется на высокоточных визуализирующих методах, которые позволяют наглядно увидеть патологический процесс без существенного вреда для пациента. Благодаря новым технологиям визуализации эффективность распознавания урологических заболеваний достигла небывалых высот, которым мы решили посвятить отдельную статью. Ниже будут последовательно рассмотрены самые инновационные способы диагностики в современной урологии.

Начать данный обзор логично с ультразвукографии, которая претерпела весьма существенные изменения за последние годы. Одной из новых ее разновидностей является ультразвуковая томография (именуемая соно-КТ). Данный режим основан на суммации эхосигналов основной плоскости сканирования с дополнительными изображениями, получаемыми с помощью небольшого углового отклонения исследующего луча в реальном масштабе времени. Ультразвуковая томография позволяет добиться эффекта пространственного наложения, в два раза повышающего точность и контрастность визуализации [18]. Сегодня эта методика наиболее применима для диагностики конкрементов мочевых путей, включая ранее невидимые при стандартной ультразвукографии камни мочеточника.

Кроме того, соно-КТ позволяет лучше дифференцировать жидкостные образования почек, за счет хорошей визуализации их капсулы и улучшенной выявляемости внутренних структур [24].

Разработка эхографии с регистрацией тканевой гармоникой значительно расширила возможности ультразвукового исследования. В основе гармонической эхографии лежит эффект нелинейного взаимодействия ультразвуковой волны с биологической тканью. Метод позволяет не только повысить почти в три раза четкость и контрастность визуализации, но и избавиться от ненужных артефактов [25].

Ультрасонография с применением второй тканевой гармоникой находит широкое использование в диагностике новообразований почек. С помощью данного метода удается четко визуализировать не только саму паренхиматозную опухоль, но и псевдокапсулу последней. Информация об ее распространенности имеет исключительную значимость в случае определения целесообразности органосохраняющего пособия при почечно-клеточном раке [10]. Папиллярные опухоли лоханки, считающиеся трудно диагностируемыми при обычной ультразвукографии, также хорошо визуализируются с применением гармонического ультразвукового исследования [27].

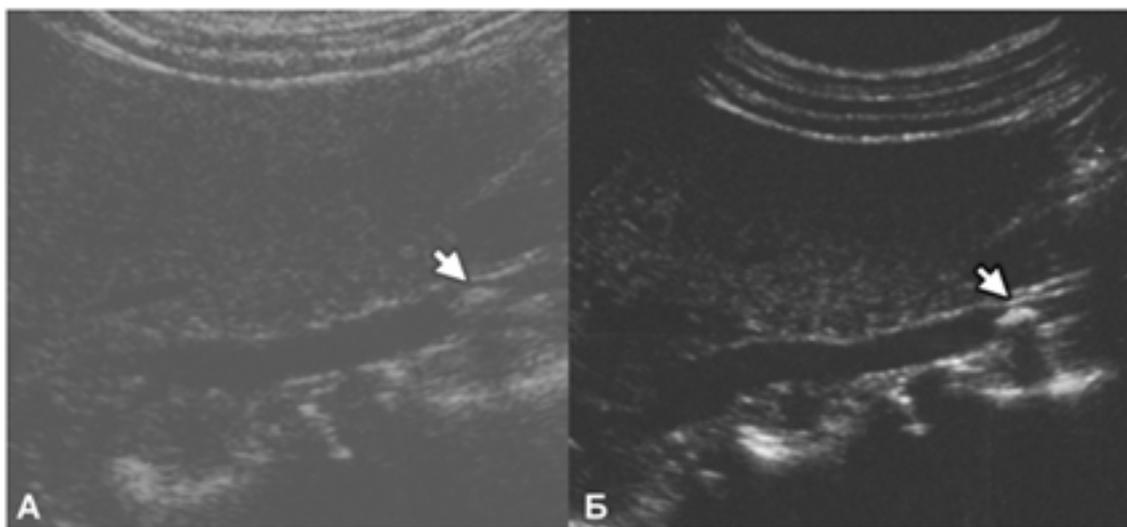


Рис. 1. Визуализация камня мочеточника при обычной ультразвукографии (А) и при Соно-КТ (Б).

Следует отметить, что возможности эхографии, основанной на регистрации второй тканевой гармоники, существенно расширяются при применении ультразвуковых контрастных веществ. Это положение в большей степени касается диагностики опухолевых поражений почек и предстательной железы. Очаг почечно-клеточного рака при внутривенном введении микропузырьковой контрастирующей субстанции становится более темным с венчиком светлой псевдокапсулы, а карцинома простаты визуализируется в виде более эхогенного участка паренхимы [10, 15]. Высокая контрастность ракового очага в предстательной железе при применении гармонической эхографии с контрастным усилением помогает более точно выполнить его биопсию [16].

Еще одной новейшей разновидностью ультразвукового исследования является эластография, позволяющая картировать минимальные различия в плотности ткани исследуемого органа. В урологии данная высокоточная методика нашла применение в диагностике рака простаты. В ряде зарубежных медицинских учреждений биопсию предстательной железы выполняют под контролем трансректальной эластографии, что резко повысило верификацию заболевания [21].

Трехмерное ультразвуковое исследование в урологии наиболее часто применяют для диагностики заболеваний простаты. Большой динамический диапазон и высокое пространственное разрешение получаемых 3D изображений позволяют более четко дифференцировать распространенность рака предстательной железы и инвазию его в капсулу органа и прилежащие ткани [26]. Не секрет, что обычное ультразвуковое измерение объема простаты, необходимое в частности для

расчета плотности простатоспецифического антигена, может иметь ошибку, достигающую 35% от истинного значения данного показателя. Эталонным методом определения массы предстательной железы в настоящее время признана трехмерная трансректальная ультразвукография [14].

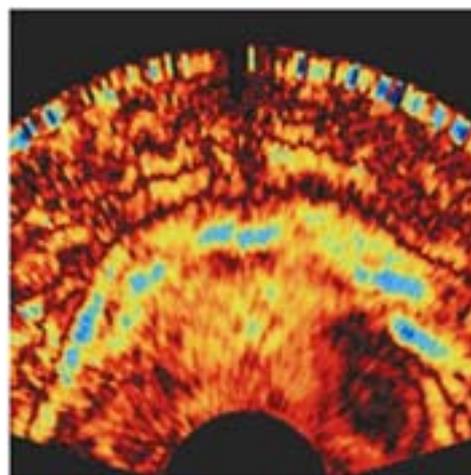


Рис. 2. Ультразвуковая эластограмма при раке простаты (нарушена целостность капсулы органа).

Отдельного упоминания требует виртуальная ультразвуковая цистоскопия. На ряде аппаратов экспертного класса ее доступно выполнить с высоким разрешением, позволяющим неинвазивно и подробно рассмотреть орган изнутри. Понятная взгляду любого уролога виртуальная картина позволяет распознать не только новообразования, но и дивертикулы, уретероцеле, конкременты и другие патологические изменения мочевого пузыря [12].

Эндолюминальная ультразвукография является современным методом, основанным на введении специальных ультразвуковых зондов в полые органы. В урологии она чаще применяется для высокоточного стадирования

папиллярных новообразований мочевых путей, обнаружения прилежащих к лоханочно-мочеточниковому сегменту дополнительных сосудов перед осуществлением эндопиелотомии, оценки выраженности и протяженности стриктур уретры и мочеточника, а также в целях выявления дивертикулов уретры [8].

Новые функциональные методы эхографии в урологии заслуживают отдельного упоминания. Большую значимость в определении причин инфравезикальной обструкции имеет микционная ультразвуковая цистоуретроскопия. Она позволяет в реальном масштабе времени визуализировать шейку мочевого пузыря и простатическую уретру во время мочеиспускания при одновременном определении уродинамических параметров [4].

Компьютерная томография, так же как и ультразвуковая диагностика претерпела значительные изменения за последние годы. Появление новых мультиспиральных томографов кардинально изменило возможности визуализации органов мочевой системы. Высококачественные аксиальные изображения тела, получаемые с шагом от 0,5 мм при первичном сканировании, с помощью мощных графических станций могут быть быстро трансформированы в высококачественные мультипланарные построения, которые позволяют двумерно и без искажений визуализировать интересующую зону в произвольной плоскости. При применении внутривенного контрастирования становятся доступны трехмерные построения и виртуальная эндоскопия. 3D - моделирование можно выполнить в отношении сосудов и мочевых путей. Виртуальная эндоскопия чашечно-лоханочной системы, мочеточника, мочевого пузыря и уретры позволяет неинвазивно «заглянуть» в просвет этих органов, качественно имитируя оптическое исследование [5].

Мультипланарные построения крайне ценны в диагностике мочекаменной болезни, так как обеспечивают в нативном режиме выявление конкрементов любых локализаций, размеров и состава (включая рентгеногетивные). При этом возможно оценить плотность камня и состояние мочевых путей в зоне его стояния. Это особенно важно при локализации конкремента в мочеточнике. Означенные сведения позволяют сделать правильный выбор между дистанционной, контактной и чрескожной литотрипсией в каждом конкретном наблюдении. Свое применение при обследовании больных мочекаменной болезнью находит также трехмерная ангиография и урография, которые позволяют определить

наиболее рациональный доступ к почечным конкрементам при планировании перкутанной хирургии [9].

При остром пиелонефрите мультипланарные реформации и стандартные аксиальные сканы мультиспиральных компьютерных томограмм с контрастированием помогают дифференцировать серозную и деструктивные формы, а также обструктивный и необструктивный характер заболевания. Ценность описанных сведений чрезвычайно велика в приложении к определению тактики лечения [1].

Мультипланарные построения оказывают неоценимую помощь и в диагностике новообразований почки. С контрастным усилением удается определить принадлежность опухоли к паренхиме или чашечно-лоханочной системе, измерить ее точные размеры и изучить топографическое отношение к почечным сосудам, синусу, а также к околопочечным тканям и прилежащим органам. Отдельно оценивают состояние регионарных лимфоузлов. Описанная информация имеет ключевое значение для определения показаний к органосохраняющей или органонуносящей операциям [2].

Виртуальная эндоскопия высокочувствительна в отношении визуализации папиллярных новообразований верхних мочевых путей. Основным преимуществом установления данного диагноза с помощью мультиспиральной томографии является малоинвазивность метода [5].



Рис. 3. Трехмерное построение мультиспиральной компьютерной томограммы при подковообразной почке.

Применение всего арсенала возможностей мультипланарных и трехмерных по-

строений позволяет наглядно визуализировать большинство аномалий органов мочевой системы. Неожиданно высокая их распространенность в человеческой популяции была доказана нами в более чем 4000 мультиспиральных исследований. Информация о наличии аномального строения почек и мочевых путей является наиболее значимой при планировании операции, так как позволяет учитывать индивидуальные особенности их анатомии и топографических характеристик [3].

Высокоинформативным методом диагностики причин инфравезикальной обструкции, основанным на многодетекторной компьютерной томографии, является мультиспиральная микционная цистоуретрография. Она позволяет получить изображение всего мочеиспускательного канала в разрезе, представить его в 3-хмерном виде и при необходимости выполнить виртуальную уретроскопию. Метод показан пациентам с комбинированными причинами инфравезикальной обструкции. Столь большие возможности неинвазивной визуализации уретры обеспечивают не только точную постановку диагноза, но и выбор оптимальной лечебной тактики в подавляющем большинстве наблюдений [5].

Магнитно-резонансная томография (МРТ) является одним из мощнейших инструментов диагностики ряда урологических заболеваний. Современные методики и программные алгоритмы, применяемые при обработке изображений, а также новые виды контрастных веществ и магнитных катушек позволяют увидеть то, что было ранее затруднено при нативном магнитно-резонансном исследовании.

Динамическая МРТ в урологии наиболее часто применяется в диагностике новообразований почки, мочевого пузыря и предстательной железы. Метод подразумевает проведение серии исследований в разные сроки после внутривенного введения гадолиниевого контрастного препарата с изучением особенностей его накопления здоровой и опухолевой тканями. Преимуществом динамической МРТ является высокая точность диагностики локализации и размеров злокачественных новообразований, а также стадии онкологического процесса. Более тонкая оценка инвазии рака почки за пределы капсулы почки достигается при дополнительном применении режима подавления сигнала от жировой ткани. Наилучшая визуализация в отношении мочевого пузыря и предстательной железы при динамическом МР-исследовании достигается в случае применения эндоректальной магнитной ка-

тушки. В настоящее время разработаны инструментарий и методика биопсии супсептиозных очагов простаты под контролем данного метода на томографах с закрытым контуром.

Магнитно-резонансная урография является качественным методом визуализации верхних мочевых путей. Она базируется на регистрации сигнала от статической жидкости без применения дорогостоящего парамагнитного контрастного вещества. МР-урография применима у лиц с тяжелой хронической почечной недостаточностью, непереносимостью рентгеноконтрастных препаратов и у беременных женщин. Ее используют для диагностики наличия и уровня обструкции мочеточника, а также выяснения степени ретенционных изменений в почке [6].

МР-виртуальная эндоскопия является еще одним высокоразрешающим и неинвазивным методом осмотра мочевых путей, который чаще всего не требует применения дорогостоящих контрастных парамагнетиков. Для снижения вероятности артефактов целесообразно внутривенное введение М-холиноблокатора скополамина. МР-виртуальная эндоскопия выполняется менее чем за 20 минут и наиболее применима в диагностике папиллярных новообразований [23].

МРТ может быть применена и для качественной визуализации сосудистых структур. МР-венокаваграфия позволяет осуществить оценку состояния нижней полой и почечных вен без применения контрастного препарата. Данный метод показан в случае подозрения на опухолевый тромбоз при раке почки [11].

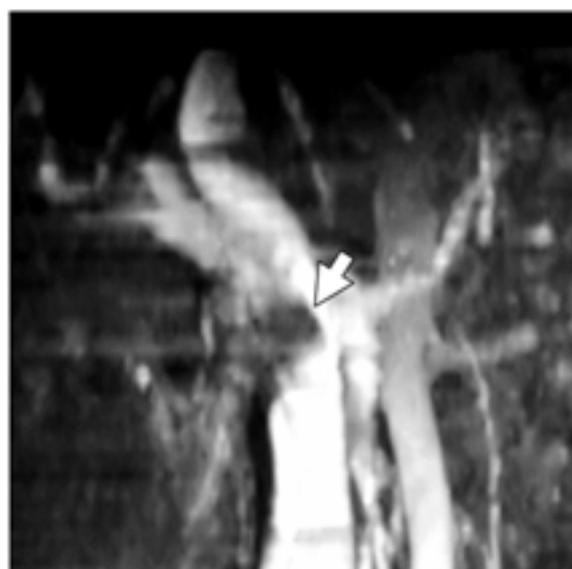


Рис. 4. Магнитно-резонансная каваграмма при опухолевом тромбозе левой почечной вены.

Магнитно-резонансная спектрография является высокочувствительным бесконтрастным методом диагностики рака простаты. Она основана на регистрации тканевых концентраций холина, креатина и цитрата в предстательной железе. Для точной локализации очагов ракового метаболизма применяют разделение простаты на отдельные квадранты путем ее покрытия виртуальной координатной сеткой. Данная методика осуществима при наличии эндоректальной магнитной катушки или с помощью 3-Т высокопольных томографов последнего поколения [28].

С появлением принципиально нового контрастного препарата для МРТ, содержащего ферумокстран-10, стало возможным сегодня почти со 100% эффективностью выявлять метастазы онкологических поражений мочеполовой системы в лимфоузлы размерами более 3 мм. Данное вещество состоит из микрочастиц оксида железа, который не накапливается пораженной опухолью лимфоидной тканью [17].

Оптическая диагностика является одним из главных направлений современной урологии. Следует констатировать драматическое изменение возможностей визуальной оценки состояния мочевых путей за последние годы. Прежде всего надо отметить значительное улучшение качества визуализации с помощью гибких эндоскопов нового поколения, позволяющих обследовать даже труднодоступную чашечно-лоханочную систему через малоинвазивный трансуретральный доступ. В большинстве своем эндоскопия является методом выявления опухолей мочевых путей, позволяющим также выполнить биопсию новообразования для обоснованной формулировки лечебной тактики. Но оптическая диагностика в урологии не ограничивается визуализацией в так называемом белом свете [11].

ЛИТЕРАТУРА

1. Аляев Ю.Г., Григорьев Н.А. Малоинвазивная чрескожная хирургия почек и верхних мочевых путей // *Врачебное Сословие* -2006.-№5-6. –С. 8-14.
2. Аляев Ю.Г., Крапивин А.А. Выбор диагностической и лечебной тактики при опухоли почки. - М.: Триада, 2005. - 224 с.
3. Аляев Ю.Г., Сеницын В.Е., Рапопорт Л.М., Фоминых Е.В., Цариченко Д.Г. Мультиспиральная компьютерная томография при аномалиях почек и верхних мочевых путей // *Врач.* -2006. - №6. -С. 67-70.
4. Газимиев М.А. Эхо-уродинамическая диагностика расстройств мочеиспускания. Дисс. ... канд. мед. наук. – М. 1999.
5. Газимиев М.А. Неинвазивная диагностика обструктивных заболеваний мочевых путей: Дисс. ... д-ра. мед. наук. – М. 2004.
6. Григорьев Н.А. Диагностика урологических заболеваний с использованием магнитно-резонансной томографии: Дисс. ... д-ра мед. наук. – М. 2004.

Перспективным направлением стала разработка методов подтверждения злокачественного поражения уротелия на основе эффекта флюоресценции ткани. Фотодинамическая диагностика основана на регистрации экзогенного свечения тканей под воздействием искусственного фотосенсибилизатора порфиринового ряда. В качестве последнего наиболее активно применяют 5-аминолевулиновую кислоту, которую вводят внутрь мочевых путей за 3 часа до эндоскопии в фиолетовом свете. Сегодня разработаны разнообразные оптические инструменты, позволяющие диагностировать рак мочевого пузыря, мочеточника и чашечно-лоханочной системы. Чувствительность и специфичность метода составляют 90 и 60% соответственно. Новые фотосенсибилизаторы, в частности гексиламинолевулиновая кислота, требуют меньшего времени экспозиции, не превышающего 1 час, и обладают большими диагностическими возможностями. Данный метод имеет 95%-ную чувствительность и специфичность [13].

Российскими учеными разработан и внедрен принципиально новый метод оптической когерентной томографии, позволяющий получать изображение поверхностных слоев мочевого пузыря. Он обеспечивает высокоточную дифференциальную диагностику инвазивного и неинвазивного рака [7].

Из приведенных сведений мы видим, что новые возможности визуализации в современной урологии весьма значительны. Опираясь на них, сегодня мы можем точно и своевременно распознать патологический процесс, что способствует разработке оптимальной тактики лечения. Несомненно, что в обозримой перспективе визуализирующие методы останутся доминирующими в диагностике урологических заболеваний.

7. Крупин В.Н., Стрельцова О.С., Загайнова Е.В. Клиническая значимость оптической когерентной томографии при трансуретральных резекциях мочевого пузыря // *Здравоохранение Башкортостана*. -2005. - №3. - С. 250-251.
8. Крупинов Г.Е. Эндолюминальная эхография верхних мочевых путей и уретры. Дисс. ... канд. мед. наук. - М. 2002.
9. Руденко В.И. Мочекаменная болезнь. Актуальные вопросы диагностики и выбора метода лечения. Дисс. ... д-ра мед. наук. – М. 2004.
10. Ascenti G., Gaeta M., Magno C., Mazziotti S., Blandino A., Melloni D., Zimbaro G. Contrast-enhanced second-harmonic sonography in the detection of pseudocapsule in renal cell carcinoma. *AJR*, 2004;182(6):1525-30.
11. Crow P., Stone N., Kendall C.A., Persad R.A., Wright M.P. Optical diagnostics in urology: current applications and future prospects. *BJU Int*. 2003 Sep;92(4):400-7.
12. Dahiya N. The Kidneys, Ureters and Bladder. In: Khurana A, Dahiya N, 3D&4D Ultrasound: A Text and Atlas. Anshan,U.K. 2004,pp 63-92.
13. D'Hallewin M., Kamuhabwa A., Roskams T., DeWitte P., Baert L. Hypericin-based fluorescence diagnosis of bladder carcinoma. *BJU Int* 2002; 89: 760–3.
14. Giubilei G., Ponchietti R., Biscioni S., Fanfani A., Ciatto S., DI Loro F., Gavazzi A., Mondaini N. Accuracy of prostate volume measurements using transrectal multiplanar three-dimensional sonography. *Int J Urol*. 2005 Oct;12(10):936-8.
15. Halpern E.J. Contrast-enhanced ultrasound imaging of prostate cancer. *Rev Urol*. 2006;8 Suppl 1:S29-37.
16. Halpern E.J., Frauscher F., Rosenberg M., Gomella L.G. Directed biopsy during contrast-enhanced sonography of the prostate. *AJR*, 2002 Apr;178(4):915-9.
17. Harisinghani M.G., Saksena MA, Hahn PF, King B, Kim J, Torabi MT, Weissleder R. Ferumoxtran-10-enhanced MR lymphangiography: does contrast-enhanced imaging alone suffice for accurate lymph node characterization? *AJR Am J Roentgenol*. 2006 Jan;186(1):144-8.
18. Jespersen S.K., Wilhjelm J.E., Sillesen H. Multiangle compound imaging. *Ultrason Imaging* 1998;20 : 81–102.
19. Kemper J., Sinkus R., Lorenzen J., Nolte-Ernsting C., Stork A., Adam G. MR elastography of the prostate: initial in-vivo application. *Rofo*. 2004 Aug;176(8):1094-9.
20. Koenig F., McGovern F.J., Enquist H., Larne R., Deutsch T.F., Schomacker K.T. Autofluorescence guided biopsy for the early diagnosis of bladder carcinoma. *J Urol* 1998; 159:1871–5.
21. Konig K., Scheipers U., Pesavento A., Lorenz A., Ermert H., Senge T. Initial experiences with real-time elastography guided biopsies of the prostate. *J Urol*. 2005 Jul;174(1):115-7.
22. Morakkabati-Spitz N., Bastian P.J., Meissner A., Traber F., Gieseke J., Schild H.H., Muller S.C. MR techniques for noninvasive diagnosis of prostate cancer. *Urologe A*. 2006 Jun;45(6):702-5.
23. Neri E., Boraschi P., Caramella D., Battolla L., Gigoni R., Armillotta N., Braccini G., Bartolozzi C. MR virtual endoscopy of the upper urinary tract. *AJR Am J Roentgenol*. 2000 Dec;175(6):1697-702.
24. Oktar S.O., Yucel C., Ozdemir H., Uluturk A., Isik S. Comparison of conventional sonography, real-time compound sonography, tissue harmonic sonography, and tissue harmonic compound sonography of abdominal and pelvic lesions. *AJR*, Nov 2003; 181: 1341 - 1347.
25. Ortega D., Burns P.N., Hope Simpson D., Wilson S.R. Tissue harmonic imaging: is it a benefit for bile duct sonography? *AJR*, 2001;176:653 –659.
26. Purohit R.S., Shinohara K., Meng M.V., Carroll P.R. Imaging clinically localized prostate cancer. *Urol Clin North Am*. 2003 May;30(2):279-93.
27. Schmidt T., Hohl C., Haage P., Blaum M., Honnef D., Weibeta C., Staatz G., Gunther R.W. Diagnostic accuracy of phase-inversion tissue harmonic imaging versus fundamental B-mode sonography in the evaluation of focal lesions of the kidney. *AJR*, 2003 Jun;180(6):1639-47.
28. Zakian K.L., Sircar K., Hricak H., Chen H., Shukla-Dave A., Eberhardt S., Muruganandham M., Ehora L., Kattan M.W., Reuter V.E., Scardino P.T., Koutcher J.A. Correlation of Proton MR Spectroscopic Imaging with Gleason Score Based on Step-Section Pathologic Analysis after Radical Prostatectomy. *Radiology* 2005; 234:804–814.