

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ В УРОЛОГИИ

Громов А.И.

В последние годы произошло значительное развитие всех методов лучевой диагностики урологических заболеваний. Изменения в классической рентгенологии связаны с переходом на цифровые методы получения изображения. Развитие ультразвуковой диагностики обусловлено, прежде всего, программными решениями на фоне повышения производительности компьютерной техники. Компьютерная томография развивается по пути повышения скорости сканирования, уменьшению лучевой нагрузки за счет увеличения числа срезов, применения двухэнергетического исследования. В магнитно-резонансной томографии новые перспективы открывает применение диффузионно-взвешенных изображений. В статье дана оценка клинической эффективности новых методов лучевой диагностики, перспективы их применения для диагностики урологических заболеваний.

Московская городская онкологическая больница № 62
г. Москва, Россия

Ключевые слова: Лучевая диагностика, рентгенология, ультразвуковая диагностика, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, новые методы.

SCIENTIFIC AND TECHNICAL PROGRESS OF RADIOLOGY: USE FOR UROLOGY

Gromov A.I

Recent years were characterized by a considerable development of radiologic methods used in diagnosis of urological diseases. Changes in the classical radiology were related primarily to the transition into a digital imaging. The development of ultrasound was connected first of all to the software solutions on the background of increasing computer performance. Computed tomography was developed in a ways of increasing scanning speed, reducing radiation exposure by increasing the number of slices per minute and application of dual-energy technique. The use of diffusion-weighted images opened new perspectives of magnetic resonance tomography. This article assesses the clinical effectiveness of new imaging methods, the prospects of their diagnostic application for urological diseases.

Moscow Municipal Oncological Hospital № 62
Moscow, Russia

Keywords: radiology, ultrasound, computed tomography, magnetic resonance imaging, novel technologies.

Бум новых технических решений, который наблюдается в последние годы, меняет представление о диагностических возможностях всех методов лучевой диагностики, в том числе и в урологической практике. Однако не все из этих технологий имеют достаточную клиническую эффективность и могут быть реально применены в практической работе, и врачам различных направлений лучевой диагностики, а также клиницистам, нелегко осознать их перспективы.

Несмотря на предрекаемый отказ от рентгенологических исследований в диагностике урологических заболеваний, число таких процедур остается значительным и уступает лишь числу ультразвуковых исследований (УЗИ).

Прогресс в традиционной рентгенологии связан с заменой аналоговых принципов получения изображения на цифровые. Исторически данная задача решалась посредством аппаратов с электронно-оптическими преобразователями и ПЗС-матрицами, затем применением дигитайзеров (CR-систем), а в последние годы аппаратами с плоскими детекторами (DR-системами). В настоящее время каждое из этих решений может применяться в практике, исходя из конкретных условий: существующей организацией рентгенологического процесса; возможностей размещения техники, и, естественно, финансовых возможностей. Цифровая рентгенография привела к улучшению качества изображения, значительному уменьшению брака в работе,

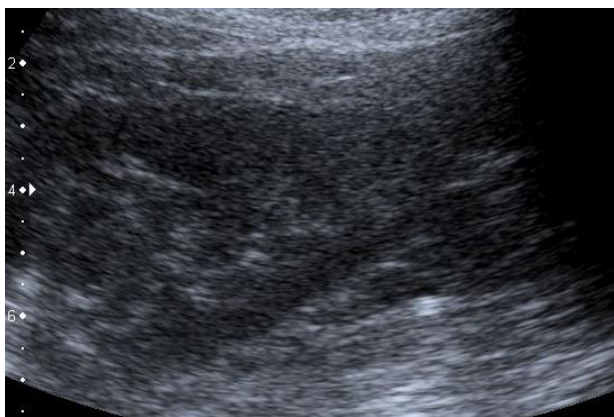


Рис. 1,а



Рис. 1,б

Рис. 1. Опухоль нижнего полюса почки.

А – УЗИ в обычном режиме. Образование практически не дифференцируется на фоне паренхимы почки. Б – УЗИ с использованием программ борьбы с шумами и спекл-артефактом. Визуализируется круглое образование повышенной эхогенности (стрелка).



Рис. 2,а

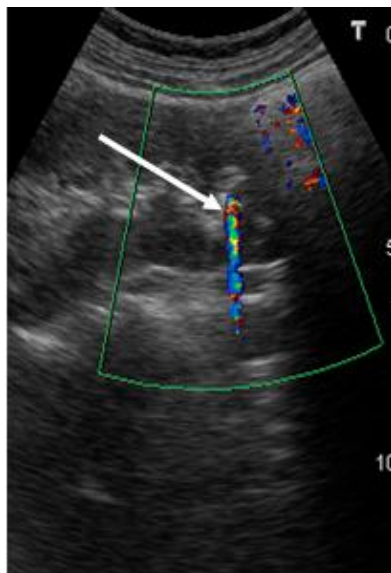


Рис. 2,б



Рис. 2,в

Рис. 2. Использование «мерцающего» артефакта для диагностики мелких камней почек.

А – УЗИ в В-режиме. Конкременты не визуализируются на фоне множества нормальных мелких гиперэхогенных структур синуса почки. Б – УЗИ в режиме цветового доплеровского картирования. Выраженный «мерцающий» артефакт (стрелка) указывает на наличие мелкого конкремента в почке. В – КТ. В нижней чашечке левой почки визуализируется мелкий конкремент (стрелка).

снижению лучевой нагрузки. Последнее позволило шире применять рентгеноскопические методы исследования, в частности видеоурографию, которая является практически единственным лучевым методом исследования уродинамики мочевых путей. Из других тенденций развития рентгенологии следует отметить отказ от традиционной линейной томографии и, наоборот, появление томосинтеза – метода получения множественных томографических сре-

зов при выполнении одного снимка за счет сложного устройства плоского цифрового детектора. Реальные практические перспективы данного метода в урологии пока не ясны, особенно в условиях увеличения доступности КТ и снижения лучевой нагрузки при ней. Вероятно, необходимо накопление практического опыта и проведение специальных научных исследований, которые позволят определить клиническую эффективность томосинтеза.

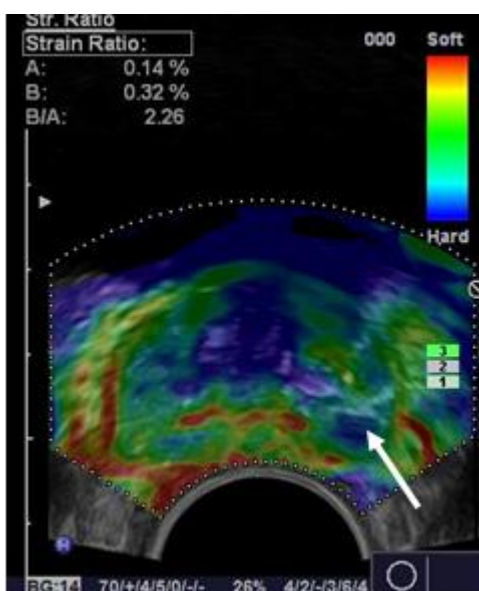


Рис. 3,а

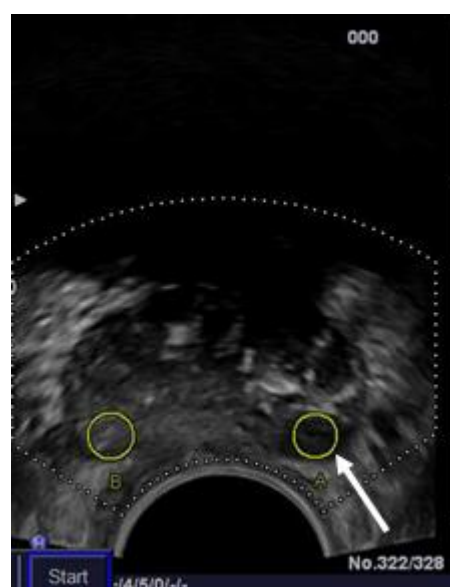


Рис. 3,б

Рис. 3. Соноэластография предстательной железы.

А – эластографическое изображение. Очаг в наружном отделе слева (стрелка) имеет синее окрашивание, что соответствует участку уплотнения. Б – ультразвуковое изображение в В-режиме. Тот же участок имеет сниженную эхогенность.

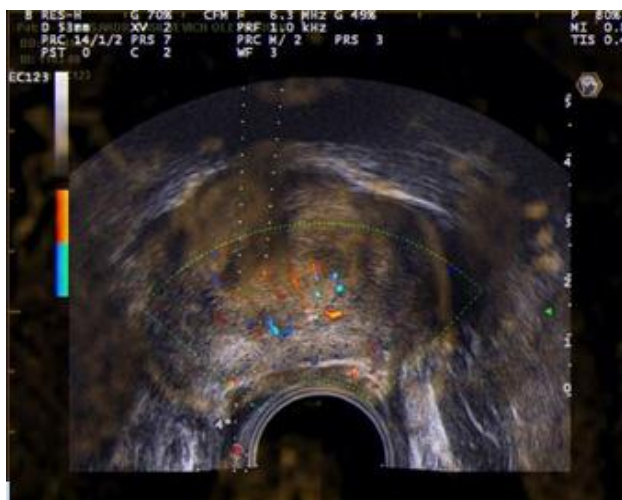


Рис. 4,а



Рис. 4,б

Рис. 4. Проведение совмещения ультразвукового и магнитно-резонансного изображения предстательной железы для последующей пункции участка повышенного накопления контрастного препарата.

А – ультразвуковое изображение с наложенным на него МР-изображением. Б – МР-изображение предстательной железы в условиях контрастирования.

Значительно изменилась в последние годы ультразвуковая диагностика. Это связано, прежде всего, с использованием быстро развивающейся компьютерной техники, которая в свою очередь позволила разработать и применить специальные программные средства. Современные цифровые технологические реше-

ния, реализованные в ультразвуковых аппаратах: матричные датчики, дифференцированная гармоника, кодированные сигналы, многолучевое сканирование, программы борьбы с шумами и спекл-артефактом, позволили не просто сделать ультразвуковое изображение более «красивым», но повысить диагностическую эф-

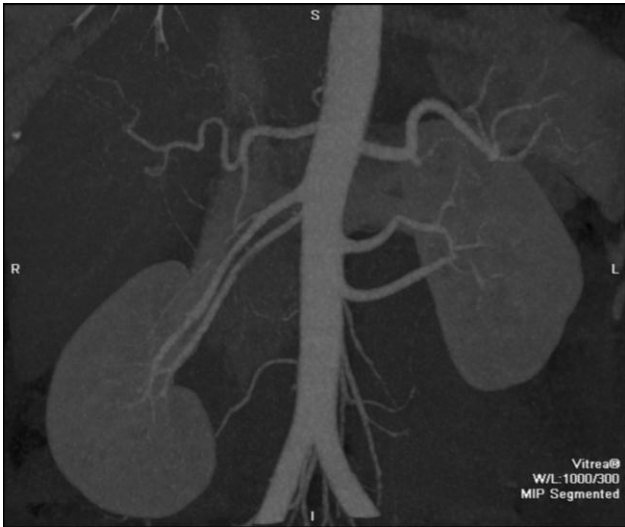


Рис. 5,а

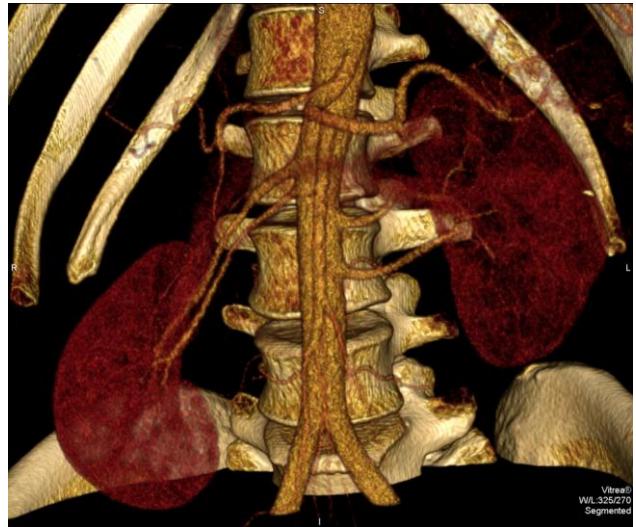


Рис. 5,б



Рис. 5,в



Рис. 5,г

Рис. 5. А – реконструкция КТ-изображений в режиме максимальной интенсивности (MIP). Отчетливо визуализируется двойные почечные артерии с обеих сторон. Б – тот же пациент. Реконструкции изображений с объемным представлением (VTR). Кодирование цветом позволяет выделить костные структуры, контрастированные сосуды, почки, имеющие высокую плотность в артериальную фазу контрастирования. В – построенная на MIP КТ-урография. Позволяет увидеть расширенные верхние мочевые пути слева и конкремент в дистальном отделе мочеточника (стрелка), являющийся причиной обструкции. Г – то же в режиме цветового кодирования.

фективность метода. В конечном итоге применяемые технологии позволили не только лучше визуализировать анатомические элементы и патологические структуры, но и в ряде случаев увидеть те изменения, которые невозможно было распознать, используя старые аппараты (рис. 1). Заметное улучшение качества изображения почечной паренхимы, отчетливая кортико-

медуллярная дифференцировка паренхимы, более четкое отображение ангиоархитектоники позволяют выявлять опухоли почек меньших размеров, более уверенно дифференцировать опухоли и варианты строения почек.

Улучшение качества доплерографических изображений сделало правомочным термин «ультразвуковая ангиография», которая



Рис. 6,а



Рис. 6,б

Рис. 6. МРТ.

А - Исследование в режиме T-slip позволяет оценить ангиоархитектонику почек. Б – исследование в режиме МР-урографии. Отчетливо визуализируется расширенный правый мочеточник.

позволяет выявлять особенности артериальных и венозных сосудов почек, наличие добавочных почечных артерий, их аневризмы, артериовенозные мальформации, получить данные при нарушении внутрипочечной гемодинамики. Изучение доплерографического изображения мочеточниковых выбросов является в настоящее время наиболее доступным методом диагностики и определения степени обструкции верхних мочевых путей. Другим направлением применения доплеровского метода является использование «мерцающего» артефакта, специфического доплерографического эффекта, для повышения эффективности диагностики камней почек, мочеточников и мочевого пузыря (рис. 2).

Для диагностики рака предстательной железы широкое распространение получили методики оценки упругих свойств тканей – соноэластографии. В настоящее время различные производители ультразвуковой аппаратуры реализовали эту возможность на различных физических принципах: Strain-методе и тканевом доплере, требующих выполнения нескольких циклов сжатия и расслабления и на отображении сдвиговой волны, когда не требуется сдавление тканей (рис. 3). Кроме того, появилась возможность количественной эластографии – вычислить соотношение показателей эластичности неизмененных тканей и изучаемого обра-

зования и на этом основании высказаться об упругости объекта, что, в свою очередь, может говорить о злокачественном или доброкачественном его характере. Однако нужно отметить, что все методики эластографии технически сложны в исполнении и требуют большого опыта исследователя. Кроме того, повторяемость результатов исследования очень низкая, что снижает диагностическую ценность методик в реальных клинических условиях. Очень трудно сопоставлять данные эластографии, получаемые на различных аппаратах. Нужно надеяться, что дальнейшее совершенствование технических средств повысит эффективность практического использования соноэластографии в онкоурологии.

Появившаяся технология совмещения изображений УЗИ с компьютерной томографией (КТ) или магнитно-резонансной томографией (МРТ) в режиме реального времени (Fusion) имеет небольшую и конкретную область применения в урологии – позволяет повысить точность наведения при пункции предстательной железы. Участки железы, имеющие измененный сигнал или специфическое накопление контрастного препарата при МРТ, не визуализируемые при УЗИ, могут быть пунктированы под контролем ультразвукового сканирования. Перспективно использование метода для наведения пункций цистоуретроанастомоза после простат-



Рис. 7.

Рис. 7. МРТ. T2-ВИ в сагиттальной плоскости.
Опухоль мочевого пузыря. Отмечается внутрипросветный рост опухоли без распространения на мышечный слой стенки пузыря.

эктомии при подозрении на рецидив рака (рис. 4).

Наиболее эффективным методом диагностики урологических заболеваний в настоящее время следует признать компьютерную томографию. Замена обычных компьютерных томографов на мультиспиральные, имеющие улучшенное временное и пространственное (по оси Z) разрешение, большую скорость сканирования, меньшую лучевую нагрузку и другие преимущества, изменило подход к анализу КТ-изображений. Во многих случаях мультипланарные реконструкции и корональные изображения стали основными для изучения. Широко применяются, прежде всего, для демонстрации урологам перед операцией реконструкции максимальной интенсивности, основанные на них методики КТ-урографии и различные трехмерные построения (рис. 5). В силу физических основ получения изображения КТ стала основным, а во многих случаях и единственным, методом диагностики мочекаменной болезни и ее осложнений, в том числе и при почечной колике. В то же время нужно сознаться, что возможности КТ в диагностике многих заболеваний органов малого таза, в том числе мочевого пузыря и предстательной железы, невелики и уступают возможностям МРТ и УЗИ.

Дальнейшее развитие КТ-техники связа-

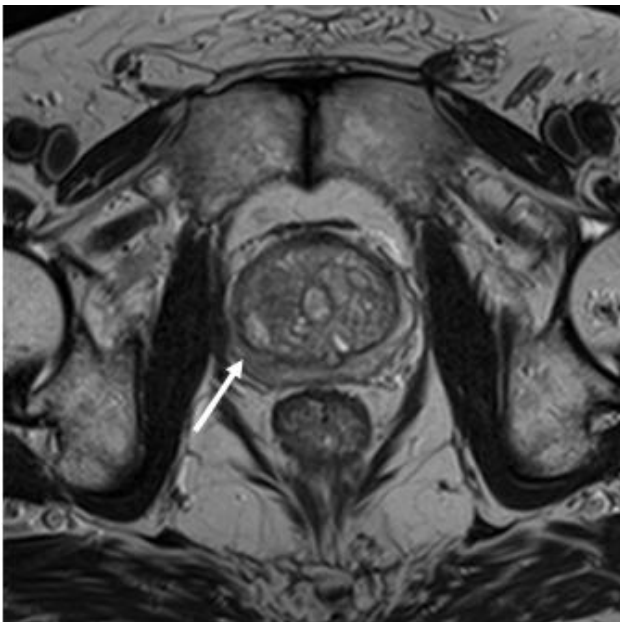


Рис. 8,а

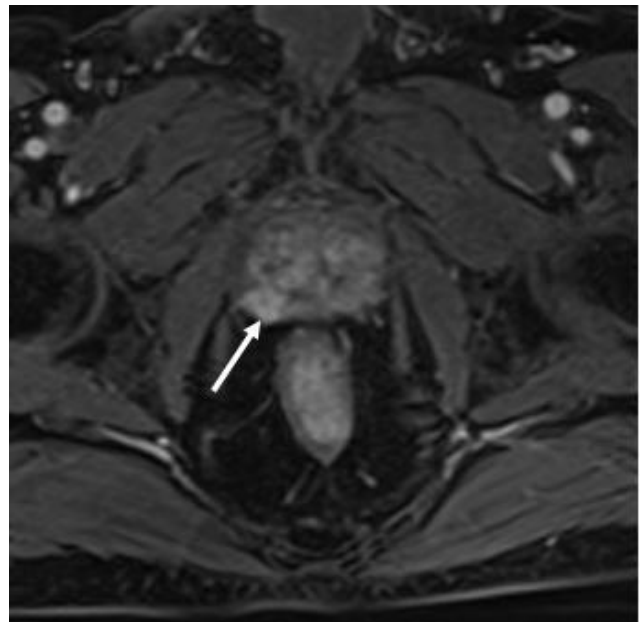


Рис. 8,б

Рис. 8. МРТ. Рак предстательной железы.
А – T2-ВИ. Гипоинтенсивный участок в наружном отделе железы справа (стрелка). Б – Динамическое контрастное усиление. Интенсивное накопление препарата в подозрительном участке (стрелка).

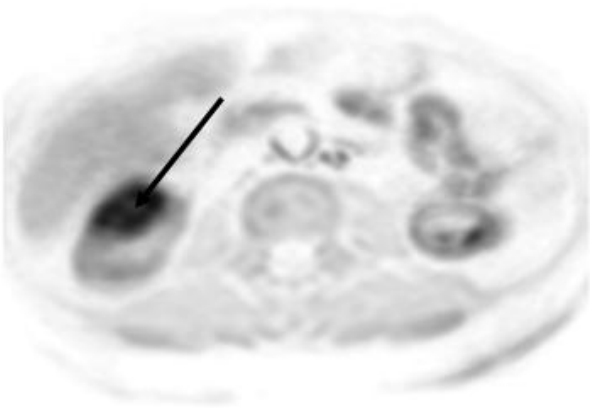


Рис. 9,а

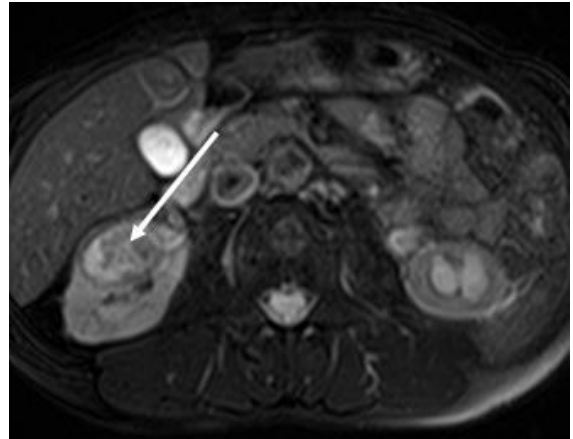


Рис. 9,б

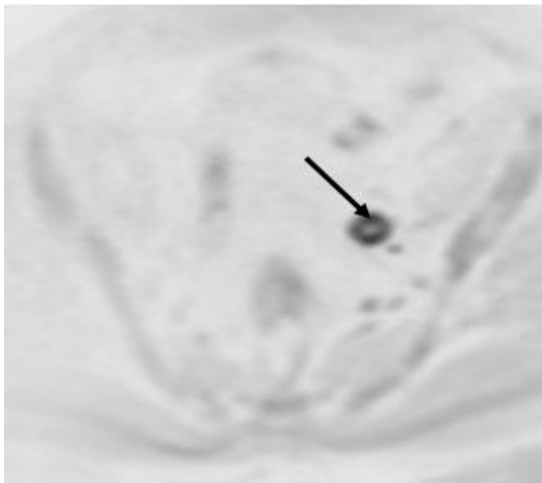


Рис. 9,в

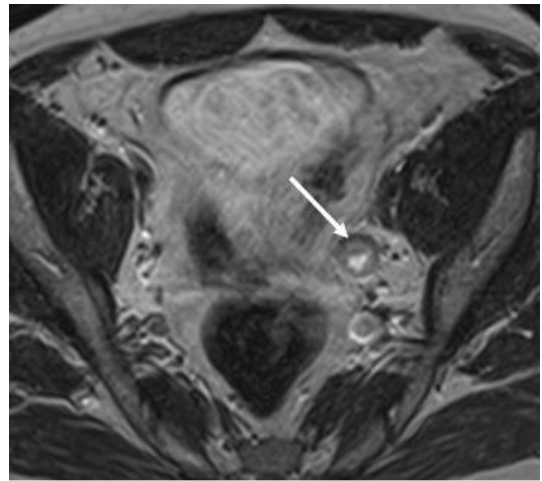


Рис. 9,г

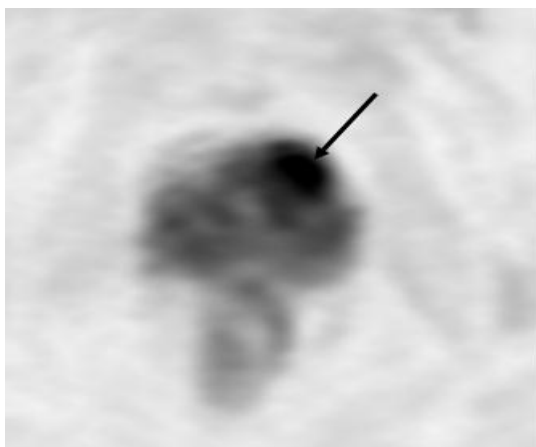


Рис. 9,д

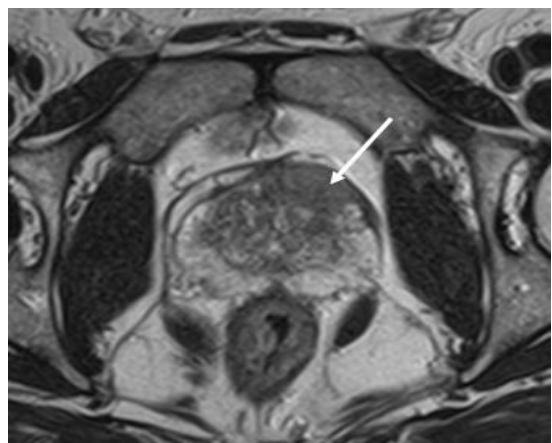


Рис. 9,е

Рис. 9. МРТ. Использование ДВИ.

А – высокая интенсивность сигнала на ДВИ в опухоли правой почки (стрелка). Б – то же T2 FS ВИ. В – высокая интенсивность сигнала на ДВИ в опухоли левого мочеточника (стрелка). Г – то же, T2-ВИ. Д – высокая интенсивность сигнала на ДВИ в участке опухоли предстательной железы (стрелка). Е – то же T2-ВИ.

но с увеличением числа срезов томографов, увеличение скорости сканирования, что обеспечивает повышение временного разрешения, заметное снижение лучевой нагрузки. Новым направлением развития КТ-техники явилась двухэнергетическая КТ. Она объединяет в каждом изображении достоинства высокого и низкого напряжений, дает возможность говорить о реальной физической плотности объекта и на этом основании, в том числе, судить о химическом составе конкрементов. В то же время до конца клиническое значение двухэнергетической КТ не определено.

МРТ в диагностике заболеваний почек в настоящее время позиционируется как метод уточнения. Он эффективен для стадирования опухолей, может быть использован для уточнения ангиоархитектоники перед операцией (рис. 6 А). Возможность получения изображений мочевых путей без применения контрастных препаратов, используя тяжеловзвешенные Т2 изображения с большими временами TR и TE, так

называемая МР-урография, делает МРТ методом выбора в случаях, когда контрастные рентгенологические и КТ исследования неэффективны. Таким образом, появился метод во многих случаях заменяющий далеко не безвредную традиционную ретроградную уретеропиелографию (рис. 6 Б).

МРТ в настоящее время следует рассматривать как наиболее эффективный метод определения стадии рака мочевого пузыря (рис. 7). Возможность дифференциации слоев стенки пузыря позволяет выявить или отвергнуть поражение мышечного слоя с точностью до 85%.

В настоящее время можно считать усовершенствованную методику МРТ применяемую для диагностики опухолей предстательной железы. Гипоинтенсивность на Т2-взвешенных изображениях (Т2-ВИ) участков опухолевого поражения, специфический характер накопления контрастного препарата при динамическом контрастировании позволяют эффективно устанавливать факт наличия опухоли и определять



Рис. 10,а



Рис. 10,б

Рис. 10. МРТ. Исследование всего тела.

А – ДВИ. МIP в корональной плоскости. Б – Т2-ВИ.

ее местную распространенность (рис. 8). МР-спектроскопия, которая позволяет определить концентрацию продуктов обмена в заданном объеме железы, не нашла широкого распространения в клинической практике в силу малой доступности и очень узкими показаниями к применению.

Большой интерес в настоящее время вызывают диффузионно-взвешенные изображения (ДВИ), позволяющие получить представление о скорости движения молекул воды в тканях, которая обычно снижена в опухоли. Данная методика успешно применяется для первичного выявления изменений подозрительных на опухоль, что, однако, потребует дальнейшего уточнения другими известными последовательностями (рис. 9). Кроме того, данные ДВИ являются дополнительными критериями для дифференциальной диагностики. Определенную помощь оказывают ДВИ в стадировании опухолей и оценке результатов их лечения.

Также интерес представляет предлагаемая МРТ всего тела в режиме ДВИ для поиска опухолей и, прежде всего, метастатических (рис. 10). Однако данная методика не получает широкого применения из-за большого времени, требуемого для ее выполнения и необходимости

уточнять природу всех подозрительных образований с помощью обычных программ.

Таким образом, технический прогресс привел к значительному повышению возможностей всех визуализирующих методов исследования в диагностике большинства урологических заболеваний. Во многих случаях комплексное применение лучевых методов переводит нас на новый уровень диагностики, который не удастся достичь использованием каждого отдельного из них. Но существует опасность, что это может приводить к необоснованному дублированию различных видов исследования и соответственно к значительному увеличению стоимости диагностики. В этих условиях созрела настоятельная необходимость разработки диагностических правил и алгоритмов применения лучевых исследований в решении конкретных диагностических задач в урологии и утверждения их в качестве рекомендаций, которые использовали бы лечащие врачи. Вероятно, это будет задачей специалистов и научных коллективов в ближайшие годы.

Список литературы:

1. Аляев Ю.Г., Амосов А.В., Газимиев М.А. Ультразвуковые методы функциональной диагностики в урологической практике. Пособие. М.: Р. Валент, 2001. 191 с.
2. Громов А.И., Кубова С.Ю. Ультразвуковые артефакты. М.: Видар-М. 2007. 64 с.
3. Лучевая диагностика и терапия в урологии/ Национальное руководство по лучевой диагностике и терапии / Под ред. С.К. Тернового. Редакторы тома А.И.Громов, В.М.Буйлов. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. 542 с.
4. Терновой С.К., Власова И.С., Кондрашин С.А. Методы лучевой диагностики. М.: Медицина, 2007. 144 с.
5. Насникова И.Ю., Маркина Н.Ю., Кислякова М.В. Современные ультразвуковые технологии в урологической практике. Научно-практическое пособие для врачей. Под ред. проф. Насниковой И.Ю. М.: Реал Тайм, 2008: с. 89-146.
6. Труфанов Г.Е., Петров С.Б., Миценко А.В. и соавт. Лучевая диагностика опухолей почек, мочеточников и мочевого пузыря «ЭЛБИ-СПб» Санкт-Петербург. 2006. С. 197
7. Урология по Дональду Смитту / Под ред. Э. Танаго и Дж. Маканинча. Пер. с англ. М.: Практика. 2005. С. 563-568.
8. Урология. Национальное руководство. / Под ред. Н.А. Лопаткина. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. С. 380-390.
9. Baum S. Abrams' Angiography. Interventional Radiology / Lippincott Williams & Wilkins, 2005. 2-d rev.ed. 1344 p.
10. Halpern E.J., Cochlin D.L.I., Goldberg B.B. Imaging of the prostate // Martin Dunitz. 2002. P. 20-50, 77-99.
11. Ophir J., Cespedes I., Ponnekanti H., Yazdi Y., Li X. Elastography: quantitative method for imaging the elasticity of biological tissues // Ultrason Imaging. 1991. Vol. 13. № 2. P. 111-134.
12. Radiology Illustrated: Uroradiology (Edited by Seung Hyup KIM). Sanders. The Curtis Center, Philadelphia. PA. 2003. p. 402.
13. Wasserman N.F. Benign prostatic hyperplasia: a review and ultrasound classification // Radiol. Clin. N. Am. Vol. 44. № 4. 2006. P. 689-710.