
ВИРТУАЛЬНАЯ ЦИСТОСКОПИЯ: ВОЗМОЖНОСТИ, ОГРАНИЧЕНИЯ, ПЕРСПЕКТИВЫ

А. А. ТКАЧЕВ

VIRTUAL CYSTOSCOPY: CAPABILITIES, LIMITATIONS, PROSPECTS

A.A. TKACHEV

Алчевская городская больница, Украина

Показаны возможности метода виртуальной цистоскопии в диагностике опухолей мочевого пузыря и его достоинства по сравнению с оптической цистоскопией, а также перспективы расширения показаний к применению данного метода лучевой диагностики.

Ключевые слова: виртуальная цистоскопия, опухоли мочевого пузыря.

The capabilities of virtual cystoscopy in diagnosis of the bladder tumors, its advantages vs optic cystoscopy as well as the prospects of this method of radiation diagnosis are shown.

Key words: virtual cystoscopy, bladder tumors.

Виртуальная эндоскопия (ВЭ) — один из новых методов лучевой диагностики, позволяющий проводить трехмерную реконструкцию внутренней поверхности полого органа и осуществлять ее осмотр без участия пациента. Для получения ее осмолт без участия пациента. Для получения базы «сырых» данных используют ультрасонографию, магниторезонансную или спиральную компьютерную томографии. Наиболее широкое распространение получила КТ-эндоскопия. Термин «виртуальная» был предложен D. Vining et al. [1] из Bowman Gray School of Medicine. Им же принадлежит приоритет в популяризации данной методики. Первые сообщения были опубликованы в 1994 г. и посвящены исследованию толстого кишечника. Результаты выявления полипов и колоректального рака оказались обнадеживающими. Это дало толчок к использованию метода в исследовании других органов. В 1996 г. были опубликованы первые работы по клиническому применению виртуальной КТ-цистоскопии (ВЦ)

в диагностике рака мочевого пузыря [1, 2]. Для получения качественных КТ-виртуальных изображений необходимо соблюдение следующих условий.

Наличие специального программного обеспечения, созданного на базе одного из алгоритмов трехмерного построения (поверхностного воспроизведения (surface rendering) или объемного воспроизведения (volum rendering) и позволяющего проводить интерактивную интралюминальную навигацию.

Создание между внутренней средой и стенкой органа контрастного градиента более 500 НУ. При исследовании воздухоносных пазух и бронхиального дерева искусственного заполнения не требуется. Спадающиеся полые органы (ЖКТ, мочевыводящие пути) требуют введения контрастных веществ (газообразных, йодсодержащих).

Использование методики тонких срезов: толщина скана менее 5 мм, питч 1–2, инкримент 1,5–2.

Цель настоящей работы — оценить возможности виртуальной КТ-цистоскопии в выявлении опухолей мочевого пузыря.

Нами были обследованы 90 пациентов (64 мужчины, 26 женщин), которым наряду со стандартными исследованиями (трансабдоминальная ультрасонография, оптическая цистоскопия, соответствующие цитологические и гистологические исследования) была проведена спиральная КТ с последующей реконструкцией полученных изображений в режиме ВЦ.

В процессе обследования у 52 (58%) пациентов (39 мужчин, 13 женщин) была выявлена опухоль мочевого пузыря. У 2 (4%) человек имела место переходноклеточная папиллома, у 49 (94%) — переходноклеточный рак, и у одного (2%) — полиморфноклеточный низкодифференцированный рак. Мультифокальный процесс обнаружен у 13 (25%) пациентов. Всего было выявлено 88 опухолей размерами от 3 до 100 мм. Локализовались новообразования преимущественно в области шейки мочевого пузыря — 27 (30,2%), на боковой стенке — 23 (26,1%) и в паратригональной зоне, в которую включали область, располагающуюся менее чем в 10 мм от сторон треугольника Лъето — 21 (23,9%). Переднюю стенку поражали 5 (5,7%) опухолей, заднюю 6 (6,8%), на верхушке располагались 4 (4,5%). В двух (2,8%) наблюдениях онкологический процесс поражал более 2/3 органа и считался тотальным.

В группу сравнения вошли 38 пациентов со следующей патологией: доброкачественная гиперплазия (аденома) простаты (ДППЖ) — 14 (21,5%), рак предстательной железы (РПЖ) — 5 (5,5%), хронический цистит — 9 (10%), рак шейки матки — 2 (2,2%), нормальный мочевой пузырь — 3 (3,3%), по одному случаю (1,1%) рака прямой кишки, нейрогенного мочевого пузыря, уретероцеле, инфицированной кисты урахуса, фибромиомы тела матки.

Все исследования были проведены с помощью спирального компьютерного томографа SeleСТ SP Marconi с использованием следующих технических параметров: толщина среза 3,3 мм, инкремент — 1,5, питч — 1,5; 120 kV, 84 mAs. Методика заключалась в заполнении мочевого пузыря через уретральный катетер воздухом в объеме, зависящем от физиологической емкости органа (в среднем 250 мл). Сканирование проводили в двух позициях — на спине и на животе, что позволяло решить проблему остаточной мочи. При наличии тяжелой сопутствующей патологии, когда изменение положения тела пациента было проблематично, мочевой пузырь заполняли через уретральный катетер 10%-ным раствором йодсодержащего контрастного вещества. Интерактивную интралюминальную навигацию осуществляли при программном обеспечении Voyager. Полученные результаты сопоставляли с данными оптической цистоскопии (ОЦ).

ВЦ позволила выявить 108 (93,1%) из 116 образований, вдающихся в полость мочевого пузыря, из которых опухолей было 80 (70%), внутрипузырных компонентов простаты — 19 (16,6%), сгустков крови — 3 (2,6%), камней мочевого пузыря — 2 (1,7%), по одному случаю (0,8%) уретероцеле, кисты урахуса, инвазии рака шейки матки и прямой кишки. Показатели информативности метода в диагностике опухолей мочевого пузыря были следующими: чувствительность — 90,9%, точность — 81,9%, специфичность — 70,4%, уровень позитивной оценки — 83,3%, уровень негативной оценки — 82,6%. Ложнонегативные результаты были получены в 8 (9,1%) из 88 случаев опухолей. Все они были отнесены к Та — Т1 стадии и располагались в проекции шейки мочевого пузыря и треугольника Лъето или в паратригональной зоне. Шесть (75%) из них были менее 5 мм в максимальном размере, а две (25%) имели высоту до 3 мм при достаточно широком основании, более 20 мм. В то же время расположение двух аналогичных опухолей в других отделах органа делало доступной их визуализацию на виртуальных изображениях. Большое количество ложнопозитивных результатов — 15, обусловило низкую специфичность метода. Они относились к внутрипузырному компоненту ДППЖ без сопутствующей трабекулярности — 1 (6,6%), внутрипузырному компоненту РПЖ — 5 (33,5%), уретероцеле — 1 (6,6%), инвазии рака шейки матки — 1 (6,6%) и прямой кишки — 1 (6,6%), камням мочевого пузыря — 2 (13,5%), сгусткам крови — 3 (20%), инфицированной кисте урахуса — 1 (6,6%).

Сравнительная оценка оптической и виртуальной семиотики показала, что мелкие структурные изменения поверхности, доступные описанию при ОЦ, не нашли отображения при ВЦ ни в одном случае. Все ворсинчатые опухоли размером до 10 мм описывались как гладкие, а более 10 мм — как бугристые. Определенную роль в этом играли размеры ворсинок: чем меньше они отличались друг от друга по длине, тем больше поверхность соответствовала характеристике «гладкая». Когда образования имели бугристый вид или были гладкими, их изображения были идентичными в реальном и виртуальном режиме. Тонкая ножка опухоли была выявлена даже в тех случаях, когда не определялась при ОЦ. То, насколько четкими были контуры широкого основания, зависело от соотношения высоты к ширине и характера роста опухоли.

Оценку локализации новообразований проводили по отношению к внутреннему отверстию уретры, которое хорошо визуализировалось во всех случаях при использовании ПХВ катетера. При отсутствии последнего данный ориентир четко не определялся. Неизмененные устья мочеточников визуализировались при ВЦ лишь в двух (2,2%) наблюдениях. Не многим лучше было определение межмочеточниковой складки — 21 (23,3%). Тра-

бекулярные изменения стенки мочевого пузыря дифференцировались в 16 (76%) из 21 случая. При исследовании дивертикула мочевого пузыря хорошо визуализировались его ворота, точно определялись их линейные размеры, и имелась возможность осмотра полости дивертикула изнутри.

ВЦ — метод, который активно развивается и вызывает оживленный интерес. На сегодняшний день нет единого мнения об её месте в диагностическом алгоритме опухолей мочевого пузыря ни среди урологов, ни среди специалистов лучевой диагностики. Нет также четких критериев, позволяющих выбрать оптимальный способ контрастирования мочевого пузыря. Наиболее распространены два способа: внутривенное болюсное введение неионных йодсодержащих контрастов с проведением сканирования после возникновения позыва к мочеиспусканию (в среднем через 30–60 мин); заполнение мочевого пузыря газом (СО₂, воздух) через уретральный катетер. Сторонники первого способа [3–5] видят преимущество в его неинвазивности. Ряд авторов [4, 5] высказывают мнение о возможности одновременной оценки состояния и верхних мочевыводящих путей, хотя это требует значительного увеличения времени сканирования. При этом весь период от введения контрастного вещества до начала сканирования пациент должен менять положение тела, чтобы контрастное вещество равномерно смешалось с мочой. В противном случае качество виртуальных изображений резко снижается [4].

Мы в основном заполняли полость органа воздухом. Данный способ позволяет получить высокий контрастный градиент (около 1000 HU), может быть использован у лиц с непереносимостью препаратов йода и с хронической почечной недостаточностью. Основным недостатком такого метода контрастирования считают необходимость катетеризации мочевого пузыря. Однако использование катетеров малого диаметра и соблюдение правил катетеризации помогает избежать серьезных осложнений. Среди наших пациентов у двух имела место уретроррагия, купировавшаяся самостоятельно. Применение газообразных контрастов создает проблему остаточной мочи, которая делает невозможным осмотр подлежащей слизистой. Это требует проведения сканирования в двух положениях (на спине и на животе) [6], что увеличивает лучевую нагрузку, но в то же время позволяет получить более подробную информацию об основании и поверхности опухоли, провести дифференциальный диагноз с подвижными сгустками крови в полости мочевого пузыря. Проведенный сравнительный анализ двух способов показал отсутствие существенной разницы в качестве изображения и возможности визуализации опухолей. В тех случаях, когда пациенту было обременительно изменять положение тела, мы, как указывалось выше, заполняли мочевой пузырь 10%-ным раствором йодсодержащего контрастного веще-

ства. Этот прием позволил создать необходимый контрастный градиент (более 500 HU) на время сканирования во всех точках полости органа. Качество виртуальных изображений при этом не отличалось от тех случаев, когда использовали воздух. Основной проблемой является пузырек газа на верхушке, попадающий в мочевой пузырь вследствие катетеризации.

Показатели информативности ВЦ в выявлении опухолей мочевого пузыря зависят, прежде всего, от размеров новообразований, способа получения базы «сырых данных», программного обеспечения. В своей работе мы выявили все опухоли высотой более 5 мм. Из 10 новообразований, вдающихся в полость мочевого пузыря менее чем на 5 мм и не прорастающих в глубокие слои детрузора, было визуализировано лишь 2, все они располагались на боковых стенках. Полученные результаты совпадают с данными авторов, использующих монодетекторный томограф и алгоритм поверхностного воспроизведения [6, 7]. В то время, когда применяли мультidetекторные аппараты, а для проведения трехмерного построения — алгоритм объемного воспроизведения, процент выявления мелких опухолей был значительно выше. Это достигалось благодаря применению сканов толщиной 1,75–1,25 мм [4]. В свою очередь *volum rendering* позволяет более точно отобразить рельеф слизистой и поверхность новообразования [8], тем самым повышая как чувствительность, так и специфичность ВЦ.

В настоящее время разработан и применяется метод цветного картирования, который задает цветовую гамму от синего до красного цвета в зависимости от толщины стенки органа [9, 10]. Это позволяет не только повысить информативность, но и идентифицировать в 100% такие важные анатомические ориентиры, как устья мочеточников и межмочеточниковая складка. S. Juam et al. [11] в 2003 г. с целью усовершенствования метода разработали так называемый атлас мочевого пузыря в норме. Сравнение с ним исследуемого органа дает возможность более точно выявлять минимально выступающие в полость мочевого пузыря образования. В литературе мы не нашли указаний на зависимость детекции опухолей от их локализации. В наших наблюдениях все недиагностированные новообразования располагались в шейке мочевого пузыря или в проекции треугольника Лъето, там, где растяжимость стенки минимальна, а рельеф внутренней поверхности не имеет характерных отличительных особенностей. Используемый алгоритм поверхностного воспроизведения не позволяет дифференцировать естественные изменения слизистой в данной области и поверхностные опухоли, вдающиеся в полость мочевого пузыря менее чем на 5 мм. Большое количество ложнопозитивных результатов обусловлено тем, что программное обеспечение не дает возможности отобразить мелкие структурные изменения и цветовые характеристики поверхности объем-

ного образования и прилежащей слизистой. Однако ВЦ не является методом монодиагностики. Совместная оценка получаемых данных с использованием аксиальных сканов и мультипланарной реконструкции значительно повышала показатели специфичности — с 70,4 до 90,5%.

Достоинства ВЦ очевидны и признаются всеми авторами. Это возможность оценки внутренней поверхности мочевого пузыря без инвазивного внедрения в организм, высокие показатели информативности в обнаружении опухолей мочевого пузыря размерами более 5 мм, адекватная оценка локализации и линейных размеров опухоли, возможность ее визуализации в зонах, труднодоступных для ОЦ (дивертикулы мочевого пузыря, передняя стенка, шейка мочевого пузыря), возможность осмотра полости пузыря у лиц со стриктурой уретры, патологией простаты, профузной гематурией, уменьшением емко-

сти мочевого пузыря и анкилозом тазобедренного сустава.

Среди недостатков исследования следует отметить низкий уровень обнаружения опухолей менее 5 мм, невозможность идентификации рака *in situ* и проведения биопсии, сложность визуализации устьев мочеточников.

Тем не менее информация, полученная при ВЦ, весьма полезна для планирования вида и объема хирургического лечения. Несомненно, что в дальнейшем этот метод явится основой тренинговых программ для специалистов эндоскопической хирургии. Возможно, что с прогрессом в программном обеспечении и совершенствованием компьютерных томографов ВЦ станет скрининговым методом обследования больных с онкологической патологией мочевого пузыря и позволит значительно уменьшить количество пациентов, подвергающихся оптической цистоскопии.

Литература

1. CT cystoscopy: an innovation in bladder imaging / D. J. Vining, R. Zagoria, K. Liu, D. Stelts. // *AJR.*— 1996; 166: 409–410.
2. The bladder and bladder tumor: imaging with three-dimensional display of the heliacal data / Y. Narumi, T. Kumatani, Y. Sawai et al. // *Ibid.*— 1996; 167: 1134–1135.
3. Virtual cystoscopy based on helical CT scan datasets: perspectives and limitations / E. H. Mekrle, A. Wunderlich, A. S. Aschoff et al. // *BJR.*— 1998; 71: 262–267.
4. Virtual Cystoscopy of the Contrast Material-Filled Bladder in Patients with Gross Hematuria / J. K. Kim, J. H. Ann, T. Park, et al. // *AJR.*— 2002; 179: 763–768.
5. Intravenous urography-virtual cystoscopy is a better preliminary examination than air virtual cystoscopy / Noriyasu Kawai, Takeo Mimura, Daisuke Nagata et al. // *BJU International.*— 2004; 94: 832–836.
6. Bladder tumor detection at virtual cystoscopy / S. H. Song, I. R. Francis, J. F. Platt et al. // *Radiology.*— 2001; 218: 95–100.
7. Prando A. CT-virtual endoscopy of the urinary tract // 2002; 28 (4): 317–322.
8. Mucosal Detail at CT Virtual Reality: Surface versus Volume Rendering / K. D. Hopper, A. Tunc Iyriboz, S. W. Wise et al. // *Radiology.*— 2002; 214: 517–522.
9. Virtual cystoscopy: color mapping of bladder wall thickness. Investigat / A. G. Schreyer, J. R. Fielding, S. K. Warfield et al. // *Radiol.*— 2000; 35, № 5: 331–334.
10. Tumor detection by virtual cystoscopy with color mapping of bladder wall thickness / J. R. Fielding, L. Hoyte, S. Okonet al. // *J. Urol.*— 2002; 167: 559–562.
11. Tumor Detection in the Bladder Wall with a Measurement of Abnormal Thickness in CT Scans / S. Jaume, M. Ferrant, B. Macq et al. // *IEEE Transact. on biomed. Engineer.*— 2003; 50 (3): 383–390.

Поступила 08.02.2006