

# Трехмерная виртуальная эхоцистоскопия в диагностике опухолей мочевого пузыря с патоморфологической корреляцией результатов

А.В. Зубарев, В.Е. Гаждонова, С.М. Алферов, О.В. Талызина  
ФГУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» Уд Президента РФ,  
ФГУ «Учебно-научный медицинский центр» Уд Президента РФ

Рак мочевого пузыря составляет до 2% от всех злокачественных новообразований и до 70% от всех опухолей мочевых путей [12]. Совершенствование хирургической техники, реконструктивных операций на мочевыводящих путях и дифференцированный подход к лечению обуславливают высокую точность диагностики опухолей мочевого пузыря [1, 10].

Для диагностики опухолей мочевого пузыря применяют различные методы. Стандартная уретроцистоскопия остается золотым стандартом диагностики и мониторинга послеоперационного лечения рака мочевого пузыря. С внедрением трехмерных технологий в КТ, МРТ и УЗИ появилась возможность неинвазивно получать изображение рельефа полости мочевого пузыря, подобное при цистоскопии.

Однако ни КТ, ни МРТ не используют на этапе первичного скринингового исследования пациентов с подозрением на опухоль мочевого пузыря. Для этих целей применяют ультразвуковое исследование, неоспоримым преимуществом которого является то, что оно дает возможность получения волюметрической информации только за счет физиологического наполнения пузыря, не прибегая к дополнительному контрастированию, как при МРТ, или заполнению пузыря газом, как при КТ. Развитие новых компьютерных технологий и совершенствование ультразвуковых высокочастотных датчиков открыли новый этап развития ультразвукового метода — появление объемного сканирования в режиме реального времени, так называемой виртуальной эхоцистоскопии, названной по аналогии с обычной цистоскопией. Возможности нового метода сейчас активно изучаются, о результатах уже упоминалось в наших предыдущих публикациях [9]. В ряде работ упоминается о возможностях нового метода, но данные о клиническом применении этой методики приводятся только в отдельных публикациях [11].

Целью данной работы было изучение возможностей трехмерной виртуальной эхоцистоскопии в выявлении опухолей мочевого пузыря, определение диагностической информативности методики в сопоставлении с обычным двухмерным УЗИ и цистоскопией.

Были также изучены преимущества и недостатки данного метода в сопоставлении с результатами МРТ, КТ и цистоскопией.

В задачи исследования также входили разработка методики виртуальной реконструкции, определение технических параметров сканирования и оптимизации изображения для усовершенствования алгоритма поиска опухолей мочевого пузыря при ультразвуковом исследовании.

## Материал и методы исследования

56 пациентов с подозрением на объемное образование мочевого пузыря, по данным первичного урологического обследования, были направлены на ультразвуковое исследование с помощью новой методики. Из них 10 (18%) жен-

щин, 46 (82%) мужчин (возраст 45–76 лет, средний возраст —  $73 \pm 7$  лет). Также с помощью новой методики были исследованы 11 пациентов, у которых после цистоскопии не было выявлено образований мочевого пузыря. Эти пациенты составили контрольную группу. Они были сопоставимы по возрасту и полу с основной группой больных. В этой группе ультразвуковое исследование было выполнено в промежутки времени менее 10 дней после цистоскопии.

Всем пациентам проводилась трехмерная виртуальная эхоцистоскопия с последующей обычной цистоскопией, которая выполнялась не позднее чем через 14 дней после ультразвукового исследования. Цистоскопия проводилась в отделении урологии Центральной клинической больницы. Все исследования выполнялись с помощью ригидного цистоскопа (22F; field of view, 30°–70°; Karl Storz, Germany). Уролог, проводивший цистоскопию, был ознакомлен с результатами предварительного ультразвукового исследования. При цистоскопии прицельно исследовались уретра, область шейки мочевого пузыря, треугольника с устьями мочеточников, боковые стенки и дно мочевого пузыря. Зоны инфильтрации, гиперемии, объемные образования регистрировались на видеомониторе и документировались. Все выявленные образования были впоследствии удалены при ТУР.

Ультразвуковые исследования проводились всем 67 пациентам основной и контрольной группы на аппарате AccuVix XQ (Medison) с применением абдоминальных трехмерных датчиков 4–7 МГц и полостных трехмерных датчиков 5–8 МГц.

Приблизительно за 1 час до УЗ-исследования всем пациентам предлагалось выпить около 500 мл жидкости. Исследования проводились при адекватном и толерантном для пациентов наполнении пузыря до 350 мл. При невозможности наполнения пузыря до 350 мл у 6 больных (гипертрофический постлучевой цистит, папиллярный цистит, микотический цистит) исследования проводились при максимальном толерантном для пациента наполнении (в среднем 150 мл). Первоначально всем больным проводили стандартное двумерное УЗИ с регистрацией продольных и поперечных срезов мочевого пузыря.

Стандартный протокол трехмерного УЗИ включал в себя 3 этапа:

- сбор объемной информации;
- постобработка;
- запись и изучение сохраненных данных.

Изображение мочевого пузыря получали с помощью автоматических трехмерных трансдьюсеров. Для сбора трехмерной информации оптимизировали стандартное двумерное УЗ-изображение с выбором окна опроса и захватом в него зоны предстательной железы у мужчин и шейки матки у женщин. Угол ротации составлял 45–90°, поле ротации — 5–10 см. Качество собираемого объема для лучшей детализации опухоли и внутреннего контура мочевого пузыря

выставлялось как высокое или экстремально высокое (High или Extreme). Мелкие возникающие артефакты исключали с помощью регулировки шкалы шумов (threshold). Также для лучшей детализации основания опухоли и для поиска мелких и множественных опухолей применялась специальная программа аппарата Accuvix@ — так называемая МР УЗИ (MR US) — программа, позволяющая автоматически изучать послойные срезы с определенным заданным шагом, как при КТ или МРТ. Для каждого из пациентов длительность трехмерной процедуры не превышала 10-15 минут.

Протокол 3D — эхографии включал в себя:

1. Проведение трехмерного трансабдоминального сканирования полости мочевого пузыря с целью определения наличия опухолей и их количества, а также локализации и взаиморасположения относительно мочеточников, шейки мочевого пузыря и треугольника Льега.

2. Проведение микционной цистоуретрографии с использованием трехмерной виртуальной реконструкции у пациентов с наличием множественных опухолей мочевого пузыря (более 1), а также опухолей, локализованных в области треугольника Льега. Трехмерная виртуальная реконструкция уретры проводилась во время мочеиспускания для исключения наличия дополнительных опухолевых образований.

3. Проведение трехмерной виртуальной внутривлагалищной эхографии на фоне слабого наполнения мочевого пузыря с целью определения минимальных повреждений. Для планирования хирургического вмешательства определялись размеры опухоли, ее объем и прорастание в подлежащие ткани. Для оценки степени васкуляризации все опухоли были изучены с применением ЭК.

Проводилась компьютерная обработка полученных 3D-данных. Режим поверхностной реконструкции использовался для виртуальной эхоцистоскопии — получения объемных эхографических изображений мочевого пузыря. Данные всех используемых методик: 2D эхографии, статической объемной 3D эхографии и 3D эхографии в режиме реального времени (4D) записывались на жесткий диск для дальнейшей оценки.

После исследования изучались различные эхографические срезы, полученные с помощью режима многоплановой реконструкции (MPR). Переформатированные трехмерные данные КТ изображений и МР УЗИ также были сохранены для дальнейшей оценки.

Оценка и интерпретация полученных эхографических данных проводилась независимо тремя врачами ультразвуковой диагностики. Несоответствия были согласованы. Документировались следующие параметры: локализация, количество, размеры и объем, область основания и диаметр опухоли. По размерам опухоли были оценены по 4-балльной шкале:

- 1 балл — опухоль размером менее 0,5 см;
- 2 балла — опухоль размером  $>0,5$  см  $< 1$  см;
- 3 балла — опухоль размером  $>1$  см  $< 3$  см;
- 4 балла — опухоль размером  $>3$  см.

Локализация опухоли оценивалась по сегментарному принципу: правая и левая боковая стенки, дно мочевого пузыря, передняя и задняя стенки, шейка мочевого пузыря и уретра.

Морфологически опухоли характеризовались как полиповидные или стелющиеся. Полиповидные разрастания были описаны при выявлении пристеночного образования выступающего в просвет пузыря на тонком основании, тогда

как стелющаяся опухоль описывалась при выявлении пристеночного немного приподнятого образования с неровной поверхностью на широком основании.

Клиническое значение и ценность трехмерных виртуальных изображений были также оценены субъективно каждым наблюдателем по трем пунктам:

— 1 балл — трехмерные виртуальные изображения не несут пользы для постановки правильного диагноза;

— 2 балла — трехмерные виртуальные изображения обеспечивают некоторую дополнительную информацию или позволяют более просто оценить локализацию образования, но не позволяют изменить диагноз;

— 3 балла — трехмерные виртуальные изображения необходимы для определения правильного диагноза.

У каждого пациента при виртуальной эхоцистоскопии и обычной цистоскопии оценивали: локализацию опухоли, количество образований, размер основания опухоли, структуру для планирования дальнейшей тактики лечения: ТУР, резекция, цистэктомия. Тест McNemar применялся для статистической обработки данных. Для согласования статистических результатов УЗИ и цистоскопии применялся критерий карра: значения карра менее 0,20 считались недостаточными, 0,21—0,40 — слабыми, 0,41—0,60 — умеренными, 0,61—0,80 — хорошими, а 0,81 — 1,00 — отличными.

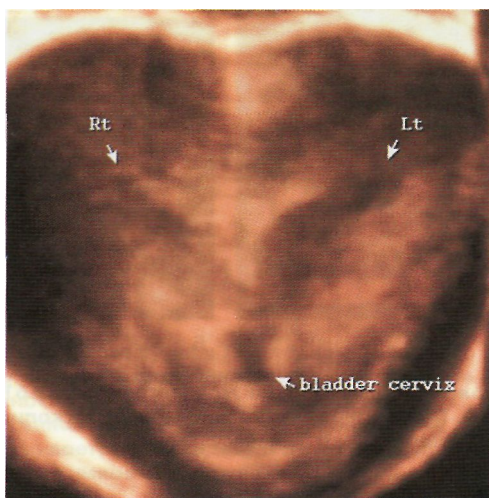
Применяя цистоскопию в качестве золотого стандарта рассчитывались показатели чувствительности, специфичности трехмерной виртуальной эхоцистоскопии в выявлении опухолей мочевого пузыря.

### Результаты исследования и их обсуждение

При цистоскопии опухоли выявлены у 33 (59%) пациентов из 56 с урологическими жалобами. Общее количество выявленных образований составило при цистоскопии 49, при УЗИ 33. В 24 (69%) случаях образования были солитарными и в 9 (31%) — множественными. По локализации 49 опухолей располагались: по правой боковой стенке (n=8) и левой боковой стенке (n=7), в дне (n=3), на передней стенке (n=3) и на задней (n=16), в шейке или треугольнике Льега (n=11), уретре (n=1). По данным морфологического исследования, наиболее частый тип опухоли — папиллярный 42 (85% образований), стелющиеся 7 (15%). Злокачественный характер был установлен у 20 (61%) из 33 больных. Размеры папиллярных образований варьировали от 0,1 до 3,0 см (средние значения  $\pm$  SD, 1,1+0,6 см). 8 выявленных образований имели размеры менее 0,5 см, 23 образования были менее 1 см в диаметре; 11 опухолей — от 1 до 2 см и 3 образования были более 2 см. Размеры 7 стелющихся образований по их наибольшей протяженности варьировали от 1,7 до 7 см (в среднем  $\pm$  SD, 3,4+1,9 см).

При гистоморфологическом исследовании наиболее частым типом встречающейся опухоли был переходно-клеточный рак — ультразвуковой 14 больных, переходно-клеточная папиллома — ультразвуковой 12 больных, в 1 случае — ороговевающий плоскоклеточный рак, в 1 — метастатический рак, в 1 — аденокарцинома, у 13 был выявлен пролиферативный цистит, у 10 — доброкачественная гиперплазия с явлениями цистита, другие 4 пациента не имели изменений стенки мочевого пузыря или были выявлены камни.

При виртуальной эхоцистоскопии полученные изображения стенки мочевого пузыря были признаны хорошими и достаточными для анализа у 61 (91%) из 67 пациентов. В 6 случаях изображения были отнесены к субоптимальным

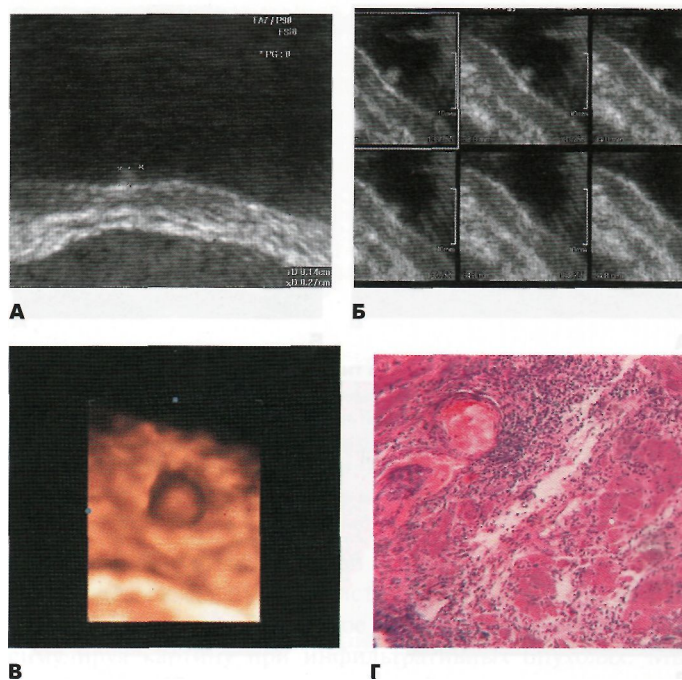


**Рис. 1. Трехмерная виртуальная эхоцистоскопия. Зона треугольника Льео.**

для интерпретации в связи с наличием множественных артефактов от экзогенной взвеси в пузыре при гематурии. Трехмерная виртуальная эхоцистоскопия у этих пациентов была проведена через 2 дня. В связи с тем, что результаты повторного исследования оказались у этих больных удачными они не были исключены из исследования. Опухоли с помощью виртуальной эхоцистоскопии были выявлены в 31 (94%) случае. Стандартное ультразвуковое исследование и виртуальная эхоцистоскопия выявили 47 (96%) из 49 опухолей. Результаты совпадений ультразвуковых заключений между 3 врачами-исследователями были отличными:  $\kappa=0,90$ ;  $p=0,00$ ; совпадение 96%.

При эхоцистоскопии с использованием полостных датчиков область треугольника Льео и устьев мочеточников четко отображались и были сопоставимы с таковыми при обычной цистоскопии (рис. 1). Результаты УЗИ совпадали с результатами цистоскопии в отношении множественных опухолей во всех 9 (31%) случаях. По локализации 47 опухолей располагались по правой боковой стенке ( $n=8$ ) и левой боковой стенке ( $n=7$ ), в дне ( $n=3$ ), передней ( $n=3+1$ ) и задней ( $n=12$ ) стенке, шейке и треугольнике Льео ( $n=11$ ), уретре ( $n=1$ ). 4 опухоли, располагавшиеся на задней стенке мочевого пузыря, были пропущены при ультразвуковом исследовании. Также было 4 ложноотрицательных случая как при обычном, так и при трехмерном виртуальном исследовании: 2 случая стелющихся опухолей, с отсутствием полиповидного образования, возвышающегося над поверхностью мочевого пузыря. Размер опухоли в одном случае не превышал 1,5 см, во втором случае крупный узел доброкачественной гиперплазии и кальцинаты в структуре железы не позволяли четко визуализировать область шейки мочевого пузыря, и опухоль задней стенки в зоне переходной складки была пропущена при УЗИ. При ретроспективном просмотре трехмерных данных 3 из 4 пропущенных опухолей были найдены. Все 3 образования имели размеры менее 0,4 см.

Наименьший размер опухоли, выявленный при виртуальной эхоцистоскопии, составлял 0,2 см, что в 2 раза меньше минимальных размеров выявленных образований при виртуальных КТ- или МР-цистоскопии, по данным Bernhardt и соавт. [5]. По данным Косакос и соавт., при эхоцистоскопии была обнаружена полиповидная опухоль 4 мм, которая не визуализировалась при обычном двухмерном исследовании [11]. Аналогичные результаты приводят Tsili и

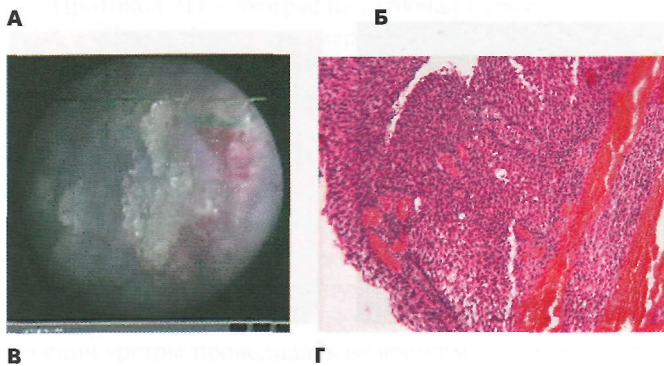
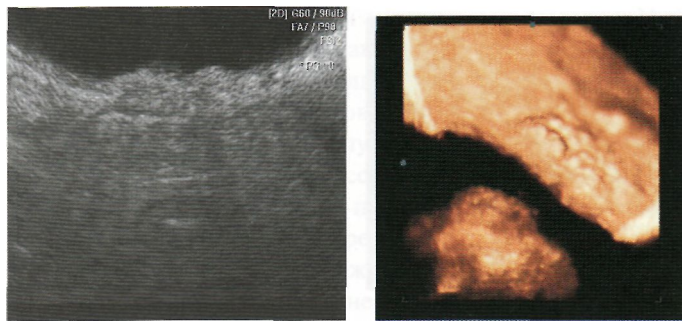


**Рис. 2. Небольшая опухоль стадия Ta у 70-летнего пациента: А. При обычном УЗИ видна опухоль 1-2 мм, выступающая над слизистой мочевого пузыря; Б. Многосрезовой режим при «МР УЗИ» позволяет анализировать основание опухоли и интактную гиперэхогенную слизистую; В. Режим трехмерной виртуальной эхоцистоскопии улучшение отображения опухоли; Г. Гистоморфологический срез опухоли.**

соавт. У 3 пациентов образования выявлялись только при трехмерной реконструкции, все образования были менее 5 мм [15]. Наши данные также подтверждают эти результаты, и опухоли размером 2 мм отображались при трехмерной эхоцистоскопии более четко, чем при обычном двухмерном ультразвуковом исследовании. Многоплановая реконструкция и программа многосрезового пошагового анализа «МР УЗИ» аппарата позволяла более точно оценить основание опухоли. С помощью данной технологии проводилась дифференцировка поверхностных и мышечно-инвазивных форм рака мочевого пузыря (рис. 2).

Размер выявленного образования, площадь основания опухоли наряду с его локализацией в значительной мере влияют на выбор операции. Открытая операция предпочтительней, чем ТУР, при образованиях с широким основанием. Размер образования и его стадия влияют на площадь и глубину зоны резекции при ТУР, частота осложнений и перфорации мочевого пузыря возрастают при ТУР опухолей свободных стенок и образованиях с инвазией в мышечный слой. Наиболее частым осложнением после ТУР является кровотечение, и частота повторных операций достигает 2% [9]. В нашей работе 8 образований были менее 0,5 см, размеры 23 образований не превышали 1 см, 11 образований — от 1 см до 2 см и 3 опухоли более 2 см. Средний диаметр опухоли по короткой оси составил  $1,1 \pm 0,6$  см (с разбросом от 0,1—2,8 см). Инфильтративные опухоли выявлены в 7 случаях. 5 из них были выявлены при трехмерной виртуальной эхоцистоскопии (рис. 3).

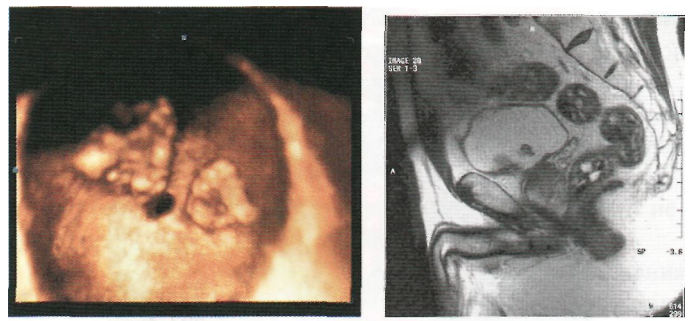
Наибольший интерес представлял тот факт, что УЗИ было наиболее значимо при выявлении опухолей, локализующихся на передней стенке мочевого пузыря, особенно опухолей небольших размеров. При цистоскопии диагностика



**Рис. 3. Инфильтративная опухоль небольших размеров у 56-летней пациентки: А. Стандартное УЗИ пропустило опухоль, показав только неровность контуров стенки; Б, Трехмерная виртуальная эхоцистоскопия отчетливо демонстрирует стелющееся образование; Г. Цистоскопическое отображение опухоли.**

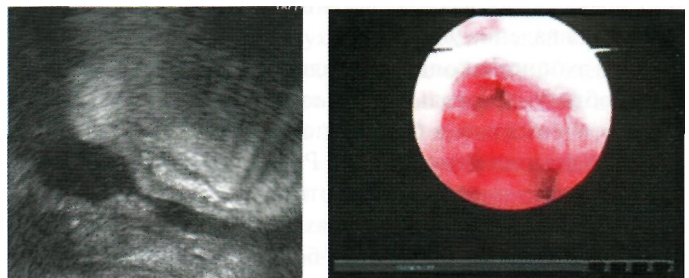
образований такой локализации является крайне затруднительной. В нашем исследовании у пациента, оперированного по поводу солитарной опухоли мочевого пузыря 3 года назад, при трехмерной виртуальной эхоцистоскопии были выявлены 2 образования менее 1 см: одно из них располагалось на передней стенке рядом с шейкой мочевого пузыря, а второе по задней стенке также рядом с шейкой. В связи с наличием обильной сосудистой сети в основании новообразований было высказано предположение в пользу злокачественного характера новообразований. С данными ультразвукового исследования пациент был направлен на цистоскопию, но при цистоскопии только 1 опухоль была резецирована. При цистоскопии опухоль на передней стенке не была выявлена и только после повторного ультразвукового исследования и повторной цистоскопии с использованием гибкого цистоскопа и методики надавливания на переднюю брюшную стенку во время цистоскопии вторая опухоль была резецирована.

Так как рак мочевого пузыря — это болезнь всего уротелия, то закономерно выявление более 1 опухоли в мочевом пузыре. Не только размер, но и количество опухолей влияет на стадию и прогноз рецидивирования опухоли. При локализации опухоли близко к устьям мочеточников необходимо тщательное исследование мочеточниковых выбросов, чашечно-лоханочной системы и проведение соноуретрографии [14]. Применяя данные методы нам удалось выявить множественные мелкие полиповидные образования в уретре в 5 случаях у пациентов с множественными опухолями мочевого пузыря (рис. 4). У всех пациентов с множественными опухолями и у пациентов после ТУР мочевого пузыря мы применяли методику соноуретрографии. Рак мочевого пузыря с локализацией в области треугольника Льео имеет высокую потенцию к прогрессированию, в связи с активным кровоснабжением данной зоны и имплантацией опу-



**Рис. 4. Множественные опухоли мочевого пузыря у 61-летнего больного: А. Трехмерная виртуальная эхоцистоскопия; Б. МРТ T2 ВИ, продольные срезы.**

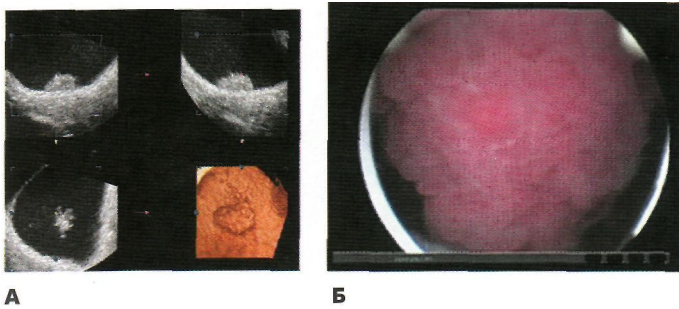
холевых клеток во время трансуретральной резекции опухоли. Огромное количество инвазивных и малоинвазивных процедур дообследования у пациентов с опухолями мочевого пузыря может также повысить риск имплантационных метастазов по ходу уретры. В ряде работ упоминалось о наличии рецидива рака мочевого пузыря передней и задней уретры у пациентов с поверхностным раком и даже у больных, перенесших цистэктомию в связи с мышечно-инвазивным раком. Соноуретрография в нашей работе была высокоинформативна в выявлении опухолей задней уретры у пациентов с наличием ТУР опухоли мочевого пузыря в анамнезе (рис. 5).



**Рис. 5. Больной с ТУР опухоли мочевого пузыря Т1 стадии 2 года назад: А. Соноуретрография выявляет неровность контуров уретры в зоне семенного бугорка; Б. Уретроскопия подтверждает УЗ-данные.**

Кроме важной диагностической информации о наличии объемных образований, соноуретрография обеспечивала данными о состоянии и проходимости уретры, наличии стриктур, что, безусловно, влияло на ход и тактику операции у пациентов перед планируемой ТУР. В ряде случаев проведение цистоскопии было невозможно, например при выраженных и протяженных стриктурах уретры, у 2 больных. В таких случаях трехмерная виртуальная эхоцистоскопия являлась основным диагностическим методом, данные которой подтверждались с помощью КТ и МРТ. В этих случаях удаление опухоли проводилось при резекции мочевого пузыря.

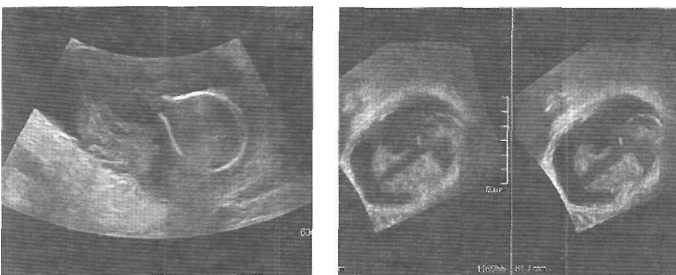
Перфорация мочевого пузыря с последующей срочной лапаротомией во время ТУР опухолей свободных стенок с инвазией в мышечный слой возникает достаточно редко, менее чем в 1 % случаев [7]. В нашей работе у 5 больных были выявлены опухоли такой локализации и стадии. Методика мультипланарной реконструкции с последующим



**Рис. 6. Рак мочевого пузыря T2a стадии у 56-летнего пациента: А. Режим многоплановой реконструкции с возможностью виртуальной эхоцистоскопии. Гиперэхогенная линия в основании опухоли не прослеживается, что свидетельствует о мышечной инвазии; Б. Цистоскопическое отображение опухоли.**

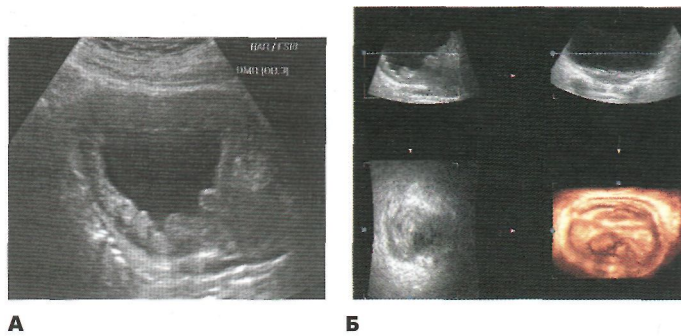
прицельным анализом срезов в 3 ортогональных проекциях помогала выявлять инвазию в мышечный слой стенки при опухолях стадии T2a. Основным прогностическим признаком инвазии в мышечный слой являлось отсутствие визуализации гиперэхогенной линии, отделяющей подслизистый слой от мышечного (рис. 6).

Первичными клиническими симптомами при раке мочевого пузыря являются гематурия и дизурия. В связи с обильной васкуляризацией опухолей мочевого пузыря они часто кровоточат и сгустки мочевого пузыря, имитирующие опухоль, — довольно частая находка при ультразвуковом исследовании. В нашей работе они встречались у 2 больных. У одного больного сгусток имел довольно внушительные размеры около 5 см в диаметре. И при скрининговом УЗИ он был ошибочно принят за истинную опухоль мочевого пузыря. Но с помощью многосрезового анализа при МР УЗИ тонкое основание прикрепления сгустка было найдено (рис. 7).



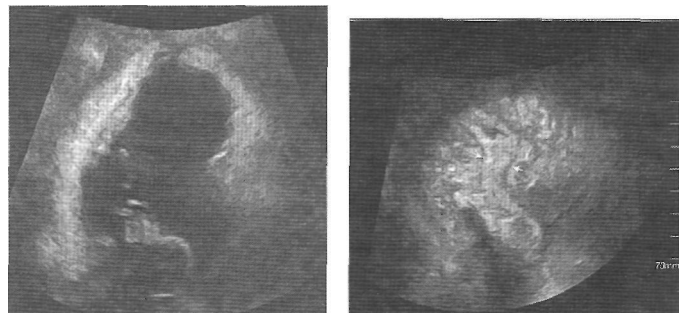
**Рис. 7. Крупный сгусток: А. Режим серой шкалы при обычном УЗИ; Б. Режим многоплановой реконструкции обеспечивает анализ основания образования и исключает опухоль.**

Лучевая реакция, фиброз и внутрипузырная БЦЖ-терапия могут вызвать утолщение стенки мочевого пузыря, которое будет трудно отличимо от инфильтративной опухоли мочевого пузыря. Лучевые методы визуализации играют ограниченную роль при длительном мониторинге лечения. Цистоскопия с биопсией остаются в таких случаях золотым стандартом в выявлении рецидива или прогрессирования, несмотря на инвазивность и высокую стоимость, особенно если мониторинг ведется пожизненно. Альтернативой обычной цистоскопии в таких случаях может служить трехмерная виртуальная эхоцистоскопия, как неинвазивный метод, с возможностью многократного повторения без риска для жизни пациента (рис. 8).



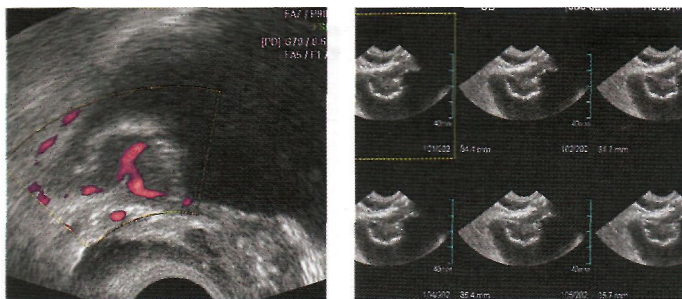
**Рис. 8. Пропролиферативный цистит с гематурией: А. Режим серой шкалы при обычном УЗИ. Утолщение стенки мочевого пузыря не позволяет исключить инфильтративную опухоль; Б. Режим многоплановой реконструкции с возможностью виртуальной эхоцистоскопии симулирует изображение опухоли мочевого пузыря.**

Инфекции мочевых путей — одна из частых причин, приводящих к гематурии. Цистит может манифестировать как диффузное или локальное утолщение стенки пузыря, имитируя картину при инфильтративных опухолях. Мы исследовали 13 пациентов с пролиферативным циститом. Эхо-картина при трехмерной виртуальной эхоцистоскопии поверхности мочевого пузыря напоминала таковую при опухолях (рис. 9). Для дифференциальной диагностики мы применяли режим энергетического картирования и оценивали васкуляризацию стенки мочевого пузыря в основании опухоли. Усиление васкуляризации без наличия деформации циркулярного хода сосудов было характерно для пациентов с циститом.



**Рис. 9. Фокальный пролиферативный цистит у пациента с гематурией: А. Режим серой шкалы при обычном УЗИ выявляет утолщение стенки мочевого пузыря. Б. Трехмерная виртуальная эхоцистоскопия отображает складчатость, симулирующую картину опухоли.**

Массивные гиперэхогенные наложения на опухоли, происходящие в результате импрегнации опухоли солями кальция, затрудняли визуализацию как самой опухоли, так и усложняли стадирование опухоли. «Теневые» опухоли с массивным кальцинозом поверхности выглядели как яркие гиперэхогенные структуры с дефектом стенки позади них при трехмерной виртуальной эхоцистоскопии. Эти опухоли ошибочно могут быть приняты за камень мочевого пузыря. Основным преимуществом комплексного подхода при эхоцистоскопии является многоплановая реконструкция, позволяющая визуализировать в таких случаях основание опухоли и оценить васкуляризацию (рис. 10). В случаях более выраженных гиперэхогенных наложений оценка доплеровского сигнала бывает невозможной, что, безусловно, снижает чувствительность и специфичность УЗ-метода.

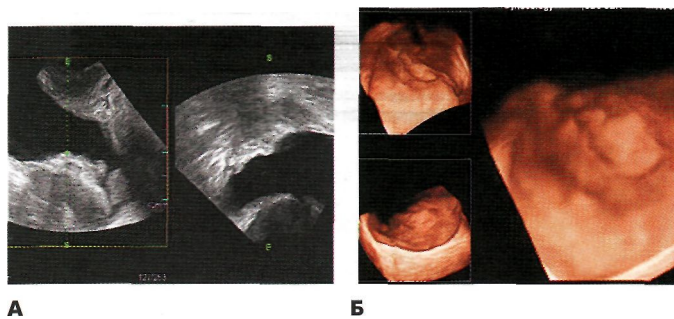


**Рис. 10. Рак мочевого пузыря T2a стадии с кальцинозом:**  
**А. Режим энергетического картирования выявляет сосуды в основании опухоли;**  
**Б. Режим многосрезовой пошаговой реконструкции позволяет оценить основание опухоли;**  
**В. Трехмерная виртуальная эхоцистоскопия. Гиперэхогенная структура, похожая на конкремент.**

В нашей работе был выявлен 1 случай плоскоклеточного рака с ороговением. Данный гистологический тип опухоли описывается как крайне агрессивный с мышечной инвазией в 80% случаев, распространением на соседние органы и переднюю брюшную стенку с излюбленной локализацией в области треугольника и на боковых стенках [13]. Эхографические характеристики опухоли не специфичны. Опухоль выглядела в виде полиповидного образования с кальцинозом на поверхности, вследствие хронического воспаления. На цистоскопии данная опухоль представляла собой изъязвленное большое образование с кальцинозом на поверхности (рис. 11).

Результаты трехмерной виртуальной эхоцистоскопии совпали с данными цистоскопии в значительном проценте случаев в отношении выявленных опухолей ( $\kappa=0,82$ ,  $p=0,00$ ; совпадение 90%). По результатам нашего исследования стандартное серошкальное ультразвуковое исследование обладает чувствительностью 92%, специфичностью 86% в выявлении опухолей мочевого пузыря. Трехмерная виртуальная эхоцистоскопия повышает чувствительность УЗИ до 94%, несколько теряя в специфичности — 84%. Комплексный подход, сочетающий результаты обычного двухмерного УЗИ, многоплановой реконструкции и виртуальной эхоцистоскопии, повышает диагностические возможности метода: чувствительность 94%, специфичность до 89%. Клинический вклад новой ультразвуковой методики в окончательный диагноз был оценен в 2 балла в 96% случаев, т.е. трехмерные виртуальные изображения обеспечивают некоторую дополнительную информацию или позволяют более просто оценить локализацию образования, но не позволяют изменить диагноз.

Для выявления и оценки опухолей мочевого пузыря применяют различные лучевые методики, но ни одна из них не нашла широкого применения для диагностики рака моче-



**Рис. 11. Плоско-клеточный рак с ороговением: А. Технология посрезового анализа при виртуальной эхоцистоскопии; Б. Трехмерная виртуальная эхоцистоскопия.**

вого пузыря. Цистоскопия имеет определенные ограничения: данная дорогостоящая методика характеризуется инвазивностью, трудоемкостью, необходимостью проведения анестезии и иногда приводит к ятрогенным осложнениям. В дополнение к умеренно выраженному дискомфорту во время проведения данной процедуры, она может вызывать инфицирование мочевыводящих путей в 15%, дизурию в 59%, учащение мочеиспускания в 41% и гематурию в 30% случаев. Кроме того, при проведении цистоскопии существуют технические ограничения визуализации повреждений в области шейки мочевого пузыря, передней стенке пузыря и в полости дивертикула [6]. Однако цистоскопия остается необходимой методикой для проведения биопсии патологических участков и поэтому необходима в диагностическом плане.

Поскольку опухоли мочевого пузыря имеют тенденцию к мультифокальному росту и рецидивированию, важно использовать высокочувствительные диагностические методики, позволяющие визуализировать весь орган. Внедрение виртуальной эндоскопии позволяет оценить опухоли мочевого пузыря. Трехмерные изображения из объемных данных, полученных при КТ и МРТ, до сих пор не используются при первичной оценке пациентов с подозрением на опухоль мочевого пузыря и играют роль в стадировании и идентификации локального и отдаленного распространения процесса [2, 11].

Методика трехмерной сонографии использует различные алгоритмы визуализации, и трехмерные данные могут быть представлены при помощи различных техник, таких, как поверхностная реконструкция, объемная реконструкция и многоплановая реконструкция, предоставляющие информацию о васкуляризации опухоли без введения контраста. В таких разделах, как акушерство и гинекология, уже было показано, что трехмерная эхография является более информативной и надежной методикой, чем традиционное исследование в серой шкале [3, 4, 8]. Возможность применения виртуальной цистоскопии для диагностики опухолей мочевого пузыря пока находится еще в стадии изучения и апробации, но в ряде научных публикаций была уже доказана ее высокая информативность [9, 11].

В данном исследовании мы показали возможности трехмерной эхографии и виртуальной эхоцистоскопии в определении различных повреждений мочевого пузыря у пациентов с урологическими жалобами, подозрительными на наличие опухоли мочевого пузыря, направленных для проведения ультразвукового исследования. Результаты сопоставлялись с данными КТ и МРТ, цистоскопии. Было отмечено, что было относительно легко получить высококачественные трехмерные сканы мочевого пузыря в режиме

реального времени при трехмерной виртуальной эхоцистоскопии.

Оценка трехмерных виртуальных изображений была более объективной и простой, чем изображения в серой шкале и МР-изображения. Хотя нами не было выявлено статистических различий при сравнении результатов 2D- и 3D-эхографии в определении новообразований мочевого пузыря, трехмерная эхография имела некоторые преимущества перед традиционной эхографией. Применение трехмерной эхографии позволяло снизить оператор-зависимость сонографических исследований. Методика виртуальной эхоцистоскопии в режиме реального времени может служить тренажером для урологов перед проведением цистоскопии, с целью получения обзора состояния полости мочевого пузыря. Основным преимуществом трехмерных данных является то, что они предоставляют убедительные изображения, особенно при многоплановой реконструкции в реальном времени.

Основные ограничения техники, аналогичные для всех ультразвуковых методик, — оператор-зависимость, зависимость качества изображений в реальном времени от скорости сканирования и размера окна опроса (или зоны интереса). Наряду с высоким разрешением и превосходным качеством изображения, пока еще сохраняется низкая скорость сканирования и необходимость уменьшения типового окна для улучшения оценки видеоизображения при виртуальной ультразвуковой цистоскопии, что, безусловно, ограничивает угол обзора виртуального эхоцистоскопа. Эхогенность мочи также оказывает большое влияние на качество изображений. Гематурия снижает качество изображения, поэтому в этих случаях необходимо проведение специальной подготовки пациентов. Также наличие внутрипросветных структур может имитировать наличие опухоли, что приводит к возможным техническим ошибкам. Наличие дистальной акустической тени является большой проблемой для оценки размеров опухоли и стадирования процесса. Увеличение размеров предстательной железы при доброкачественной гиперплазии, а также наличие очагов фиброза и кальцинации снижает качество трехмерной виртуальной эхоцистоскопии в описании опухолей мочевого пузыря. До сих пор невозможно с помощью трансректального или трансвагинального ультразвукового метода проводить биопсию, поэтому необходимо использование цистоскопии. Ультразвуковое исследование может быть методом оценки локального стадирования опухоли, но не применяется для оценки состояния тазовых лимфатических узлов и отдаленных метастазов, для чего в последующем применяют КТ и МРТ.

Мы надеемся, что дальнейшее улучшение ультразвуковой методики увеличит возможности виртуальной 3D-эхографии в оценке местного стадирования опухолей мочевого пузыря. А появление высокоточных эндокавитальных датчиков позволит во время трансуретрального эхосканирования проводить биопсию опухолей,

анализировать цистоскопическую и эхоцистоскопическую картину с одновременным анализом послойных срезов основания опухолей.

### Заключение

Трехмерная внутрисполостная эхография является многообещающим методом, который предоставляет дополнительную информацию в определении опухолей мочевого пузыря. Трехмерная виртуальная эхоцистоскопия является полезной скрининговой методикой, которая может направить хирурга к соответствующей области для биопсии.

Трехмерная виртуальная эхоцистоскопия моделирует вид полости пузыря как при обычной цистоскопии. Трехмерная эхография предоставляет новый многообещающий подход для оценки опухолей мочевого пузыря с потенциальными преимуществами чувствительности и специфичности по сравнению с двухмерной ультразвуковой методикой.

### Литература

1. Abel P.D., Hall R.R., Williams G. // *Br. J. Urol.* - 1988. - Vol. 62. - P. 235-239.
2. Barentsz J.O., Jager G.J., Witjes J.A., Ruijs S.H.J. // *Eur. Radiol.* - 1996. - Vol. 6. - P. 129-133.
3. Benacerraf B.R., Shipp T.D., Bromley B. // *J. Ultrasound. Med.* - 2006. - Vol. 25. - P. 165-171.
4. Benacerraf B.R., Shipp T.D., Bromley B. // *J. Ultrasound. Med.* - 2005. - Vol. 24. - P. 371-378.
5. Bernhardt T.M., Schmidl H., Philipp C. et al. // *Eur. Radiol.* - 2003. - Vol. 13. - P. 305-312.
6. Browne R.F., Murphy S.M., Grainger R., Hamilton S. // *Eur. J. Radiol.* - 2005 - Vol. 53. - P. 147-153.
7. Canon R., Seigne J. // *Cancer. Control.* — 2002. — Vol. 9, N4. - P. 284-292.
8. Downey D.B., Fenster A., Williams J.C. // *Radiographics.* - 2000. - Vol. 20. - P. 559-571.
9. Gazhonova V., Chepurov D., Zubarev A. // *European Radiology.* - 2004, P. 323.
10. Jordan A.M., Weingarten J., Murphy W.M. *Transitional cell neoplasms of the urinary bladder. Can biologic potential be predicted from histologic grading?* *Cancer.* 1987. 60:2766—2774.
11. Kocakoc E., Kiris A., Orhan I., Poyraz K., Artas H., Firdolas F. *Detection of Bladder Tumors With 3-Dimensional Sonography and Virtual Sonographic Cystoscopy.* *J. Ultrasound. Med.* — 2008. - Vol. 7. - P. 45-53.
12. Parker S.L., Tong T., Bolden S., Wingo P.A. *Cancer statistics. CA Cancer J Clin* 1996. 46:5-27.
13. Serretta V, Pomara G, Piazza F., Gange E. *Pure squamous cell carcinoma of the bladder in western countries: report on 19 consecutive cases.* *Eur. Urol.* — 2000. — Vol. 37. — P. 85—89.
14. Soloway M.S. *Evaluation and management of patients with superficial bladder cancer.* *Urol Clin North Am.* — 1987. — Vol. 14. - P. 771-780.
15. Tsili A.C, Tsampoulas C., Vadivoulis T. et al. *CT cystoscopy with volume rendering technique in the assesment of urinary bladder neoplasms.* *Internet article.*