

# ПЕРВЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ОПУХОЛЕЙ КОСТЕЙ ТАЗА

Э.Р. Мусаев, С.А. Щипахин, Е.А. Сушенцов, А.К. Валиев, К.А. Борзов, М.Д. Алиев  
Российский онкологический научный центр им. Н.Н. Блохина РАМН, г. Москва

*Ключевые слова:* диагностика, предоперационное планирование, навигационная система, радикальная резекция

В настоящее время операции в области костей и суставов таза производятся еще недостаточно широко. Сложные анатомо-топографические связи костей таза и окружающих тканей затрудняют выполнение радикального оперативного вмешательства. В начале 2000-х гг. наиболее широко начали использовать предоперационное планирование с построением трехмерных реконструкций и разработкой виртуальных операций. Использование предоперационного планирования не всегда позволяло точно выполнять резекции по намеченному плану, в связи с чем появилась необходимость в применении навигационных систем во время операции. Представлен первый опыт в стране применения интраоперационной навигационной системы в хирургическом лечении больных с опухолями костей таза. Радикальные резекции костей таза выполнены 4 больным. Точность резекции составила до 1,5 мм.

Лечение опухолей костей таза является сложной проблемой, требующей мультидисциплинарного подхода. Для большинства больных неотъемлемым элементом комплексной терапии является хирургический метод, а для некоторых нозологических форм этот метод составляет основу лечения [1, 2].

В настоящее время операции в области костей и суставов таза производятся еще недостаточно широко. В значительной степени это объясняется анатомическими особенностями таза: большое количество сосудисто-нервных структур, тесная связь костей, образующих таз, с мягкими тканями и внутренними органами, что в свою очередь затрудняет проведение хирургического вмешательства. Сложные анатомо-топографические связи костей таза и окружающих тканей затрудняют выполнение радикального оперативного вмешательства с соблюдением принципов абластики [4].

Любой диагностический процесс более продуктивен, если известен круг вопросов, на которые необходимо или желательно ответить в ходе и в результате обследования. Поэтому программа обследования должна быть составлена совместно с клиницистом. Степень взаимодействия хирурга и диагноста на разных этапах работы не одинакова.

На хирурге лежит обязанность определить тактику и стратегию как диагностического, так и вытекающего из полученных данных лечебного процесса. Получение информации в максимально подробном и понятном хирургу виде находится в компетенции диагноста.

Качественно проведенное предоперационное планирование — это залог успеха хирургического лечения. В структуру планирования входят такие исследования, как Р-графия костей таза, компьютерная и магнитно-резонансная томография с внутривенным контрастированием, и особым пунктом нужно отметить виртуальное хирургическое моделирование.

В последнее время для планирования границ резекции выполняется компьютерная томография с 3D-моделированием, что позволяет уменьшить риск повреждения опухоли и тем самым повысить радикальность. В случае реконструктивного этапа возможно рассчитать размеры имплантата.

Для получения качественной 3D-реконструкции тканей и органов области таза важна хорошая их визуализация на аксиальных срезах (томограммах), что прежде всего зависит от градиента плотности между органом и окружающими тканями [9].

По данным литературы, имеются пока лишь единичные работы по использованию трехмерной реконструкции в предоперационном планировании лечения опухолей костей таза [5, 6, 8, 10, 12]. Однако в ряде случаев даже использование предопераци-

*Адрес для корреспонденции*

Щипахин Сергей Алексеевич  
E-mail: seregaship@mail.ru

онного планирования не всегда позволяло точно выполнять резекции по намеченному плану.

В начале 2000-х гг. в хирургии позвоночника для интраоперационного контроля установки транспедикулярных винтов начали использовать навигационные системы, которые нашли применение и в онкохирургии таза. Представлен ряд сообщений об использовании интраоперационной компьютерной навигационной техники при резекциях опухолей костей таза. Per-Ulf Tunn представил данные о лечении 4 больных с использованием навигационной системы [11].

Qing Zhang и соавт. сообщают о применении интраоперационной навигационной системы при резекциях костей таза и крестца у 10 больных. Во всех случаях выполнялось предоперационное планирование [13].

В представленном материале доктором Han-Soo Kim и соавт. говорится об использовании навигационного оборудования в хирургическом лечении опухолей костей таза у 11 больных. Отмечено, что продолжительность операции увеличивалась, но процент радикальных резекций стал выше [7].

Makoto Ieguchi и Jun Takada сообщают о 17 выполненных резекциях костей таза при помощи навигационной системы. В отдельных случаях она позволяла максимально точно выполнить радикальную резекцию, особенно при опухолях в области вертлужной впадины. Точность резекции варировала от 0,6 до 1,5 мм [10].

В сообщении из Кореи представлен материал использования трехмерной реконструкции и навигационной системы в лечении 5 пациентов с различными опухолями таза [7]. Во всех случаях выполнены радикальные резекции, которые подтверждены гистологически.

В нашей клинике выполнено 4 оперативных вмешательства в объеме резекций костей таза с различными опухолями с использованием интраоперационного навигационного оборудования (BrainLab). После операции всем больным выполнялось гистологическое исследование с изучением краев удаленной опухоли (табл. 1).

**Таблица 1. Распределение по гистологическому типу, локализации опухоли и радикальности выполненных операций**

Диагноз	Возраст	Пол	Локализация	Радикальность
Хондросаркома	36	Ж	Подвздошная кость	+
Хондросаркома	28	Ж	Подвздошная кость	+
ГКО	22	М	Лонная кость	+
АКК	19	Ж	Лонная кость	+

Необходимо отметить 4 главных момента при резекциях костей таза с использованием навигационной системы:

1. Предоперационное планирование.
2. Интраоперационная регистрация данных и совмещение с предоперационным планированием.
3. Выполнение резекции на основании предоперационного планирования.
4. Оценка радикальности и точности резекции с помощью гистологического и рентгенологического исследований.

Клинический пример.

Пациентка С., 22 года. Диагноз: хондросаркома правой лонной кости

При обследовании, по данным Р-графии, КТ, МРТ области таза, в верхней ветви правой лонной кости с переходом на переднебоковую поверхность вертлужной впадины определяется опухоль до 4 см в диаметре, не разрушающая корковый слой. Признаков вовлечения в процесс подвздошных сосудов не выявлено (рис. 1).



**Рис. 1. Компьютерная томография области таза с опухолью**

Принято решение о проведении оперативного вмешательства в объеме резекции верхней ветви правой лонной кости.

На основании данных КТ, которые вносились на рабочую станцию навигационной системы, строилась трехмерная модель таза с опухолью. Учитывая локализацию и морфологию опухоли, предоперационно определялись границы резекции (рис. 2).

Во время операции проводилось совмещение данных до операции с интраоперационной картиной путем использования камеры с инфракрасным излучением (рис. 3).

Ее принцип основан на способности излучать и впоследствии принимать инфракрасный свет, который отражается от специальных светоотражающих шариков. Эти шарики располагаются на специальных платформах, которые крепятся к гребню под-

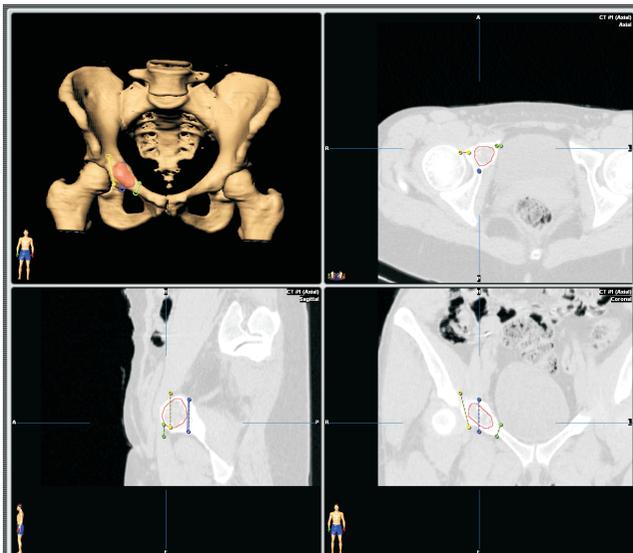


Рис. 2. Компьютерная модель таза с опухолью и границами на рабочей станции навигационной системы



Рис. 3. Камера с инфракрасным излучением

вздошной кости и хирургическому инструментарию. После пространственной регистрации инструментов на экране монитора станции навигационной системы отображается положение костей таза и инструментов относительно друг друга (рис. 4 а, б).

Далее долото устанавливалось к месту резекции, которое ранее было зарегистрировано. Наблюдая за экраном монитора рабочей станции, определялись направление и угол удара долота, а затем выполнялась резекция. Точность резекции составила 1,2 мм (рис. 5).

Для оценки точности выполненной резекции выполнялось послеоперационное рентгенологическое исследование (рис. 6).

Также представляется интересным другой вариант применения навигационной системы, а именно ее использование при установке транспедикулярных винтов после резекции подвздошной кости.

Клинический пример.

Пациентка Н., 35 лет. Диагноз: хондросаркома левой подвздошной кости.

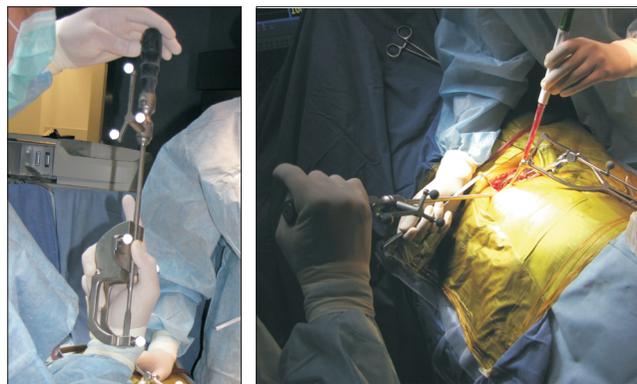


Рис. 4 а. Платформа с хирургическим инструментом со светоотражающими шариками

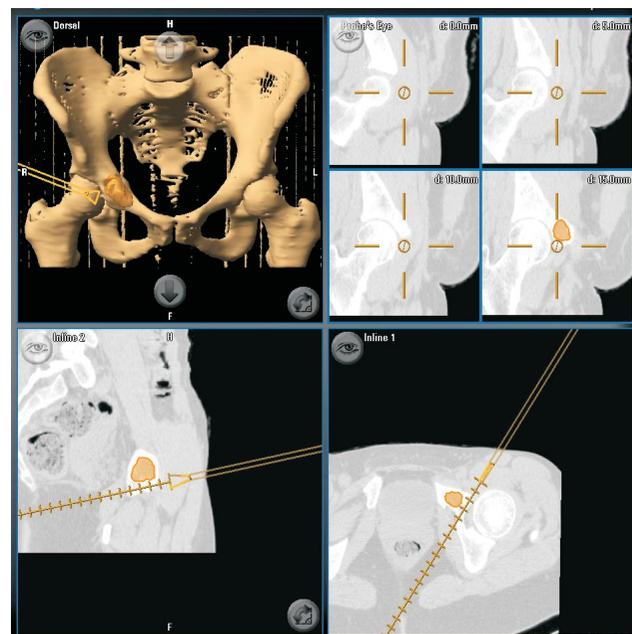


Рис. 5. Компьютерная модель таза с опухолью на этапе резекции

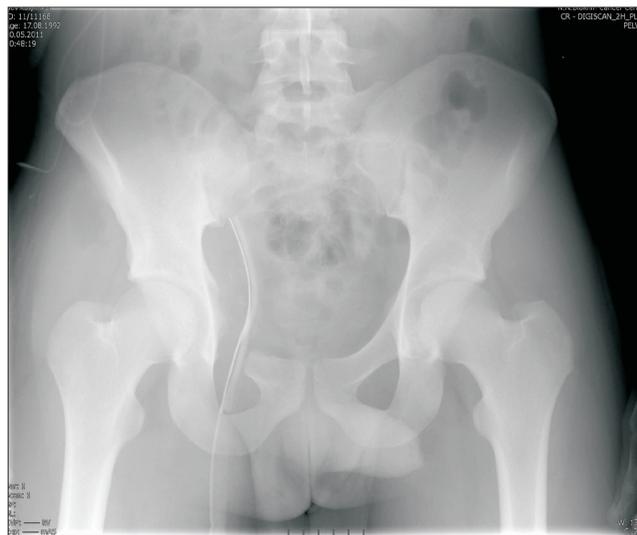


Рис. 6. Р-грамма таза после резекции лонной кости

При обследовании, по данным Р-графии, КТ, МРТ области таза, по внутренней поверхности крыла левой подвздошной кости определялся экзостоз с многоузловым внекостным компонентом по передней поверхности, опухоль инфильтрировала и оттесняла кпереди пояснично-подвздошную мышцу. Признаков вовлечения в процесс подвздошных сосудов не выявлено. Размеры опухоли 8,0×4,0 см в поперечнике (рис. 7).



Рис. 7. Компьютерная томография области таза с опухолью

Принято решение о проведении оперативного вмешательства в объеме резекции левой подвздошной кости с комбинированной пластикой дефекта (металлоостеосинтез транспедикулярной системой между резецированными участками костей, формированием цементной муфты и чехлом для укрытия имплантов Trevira).

На основании данных компьютерной томографии при помощи программного обеспечения строилась трехмерная модель, на которой и проводилась виртуальная операция (рис. 8–10).

В дальнейшем данные виртуальной операции переносились на рабочую станцию навигационной системы, где определялись границы опухоли и предполагаемой резекции (рис. 11).

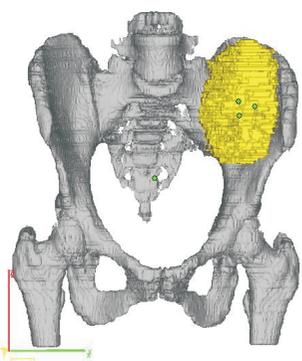


Рис. 8. Компьютерная модель таза с опухолью

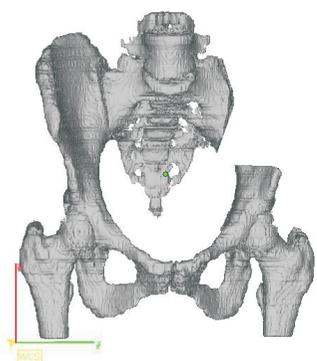


Рис. 9. Компьютерная модель таза после предполагаемой резекции

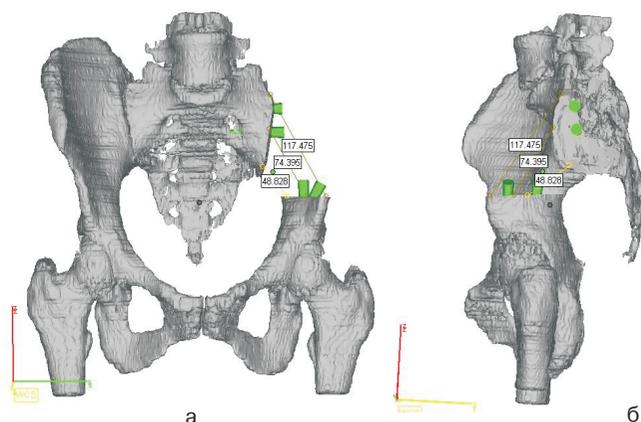


Рис. 10. Компьютерная модель таза после предполагаемой резекции и вариантов реконструкции тазового кольца (а – вид спереди, б – вид сбоку)

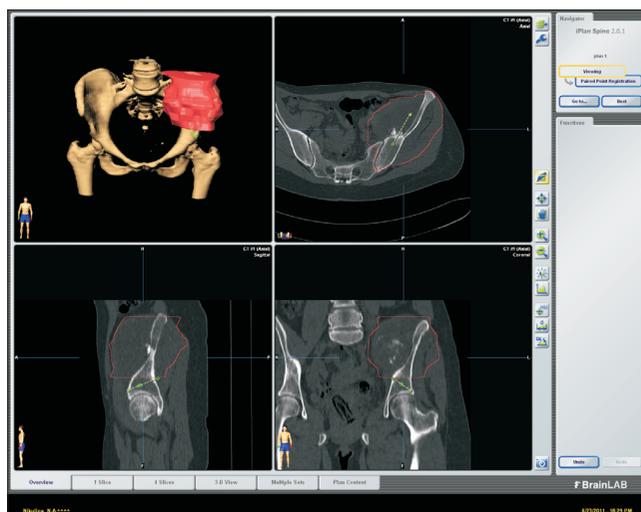
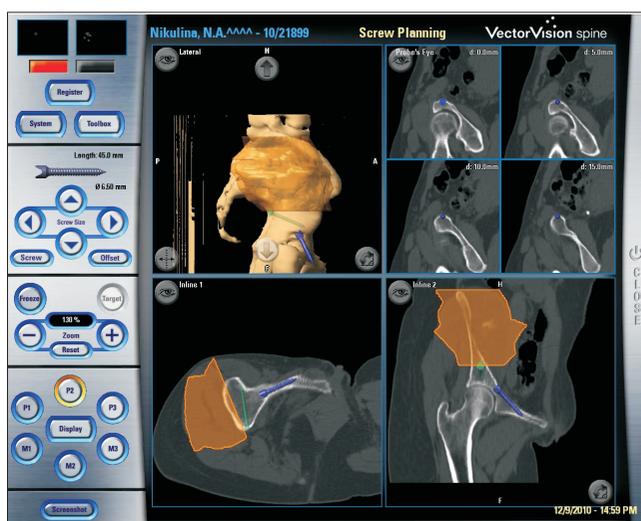


Рис. 11. Компьютерная модель таза с опухолью на рабочей станции BrainLab (а – вид сбоку, б – вид спереди)

Во время операции проводилось совмещение данных до операции с интраоперационной картиной. После мобилизации опухоли к месту резекции устанавливалось долото, и его расположение сравнивалось

с данными дооперационного планирования. После окончательного совмещения направления и угла плоскости долота выполнялась резекция (рис. 12).

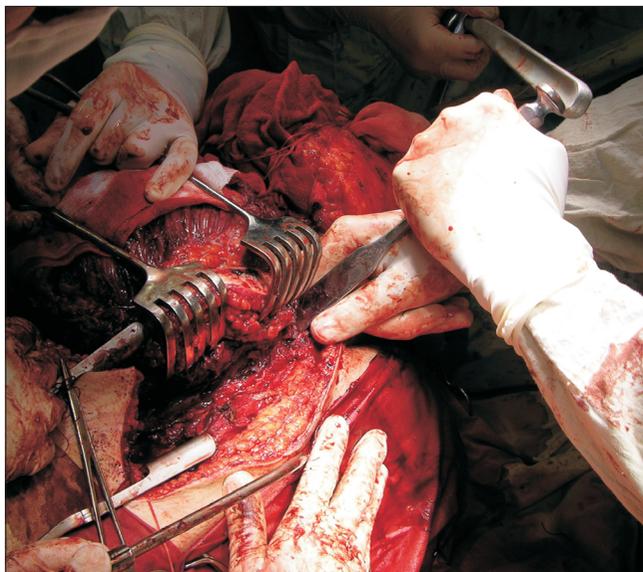


Рис. 12. Вид операционной раны в момент выполнения резекции

Для восстановления целостности тазового кольца выполнялась комбинированная пластика дефекта (металлоостеосинтез транспедикулярной системой между резецированными участками костей, формированием цементной муфты и чехлом для укрытия имплантов Trevira).

В соответствии с данными предоперационного планирования, при помощи навигационной системы транспедикулярные винты устанавливались в тела 1- и 2-го крестцовых позвонков, а также в опил подвздошной кости по направлению к лонной и седалищной костям. Точность установки составила 1,4 мм (рис. 13).

Далее собиралась транспедикулярная система. Для оценки точности установленных винтов выполнялось интраоперационное рентгенологическое исследование (рис. 14)

После восстановления целостности тазового кольца транспедикулярная система укрывалась цементной муфтой и сеткой Trevira (рис. 15).

### Заключение

Появление КТ, МРТ, трехмерного моделирования, а также навигационной системы позволяет с большой точностью определять истинные границы распространения опухоли и планировать линию резекции и при необходимости возможные варианты реконструкции. Благодаря этому удается повысить радикальность оперативных вмешательств и, таким образом, уменьшить количество рецидивов [3, 7].

В нашей клинике всем 4 больным выполнены радикальные операции, согласно предоперационному

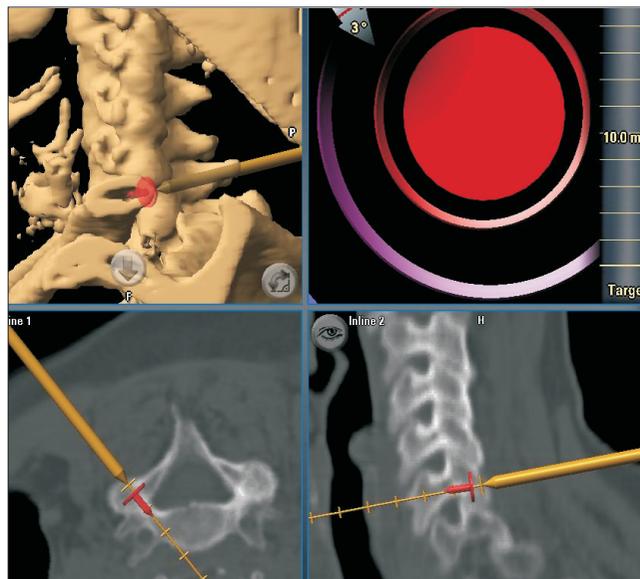


Рис. 13. Компьютерная модель на этапе установки транспедикулярных винтов

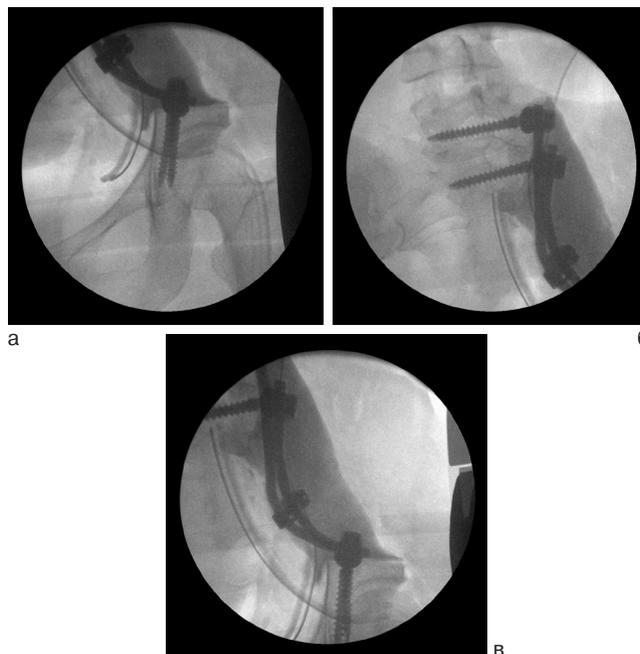
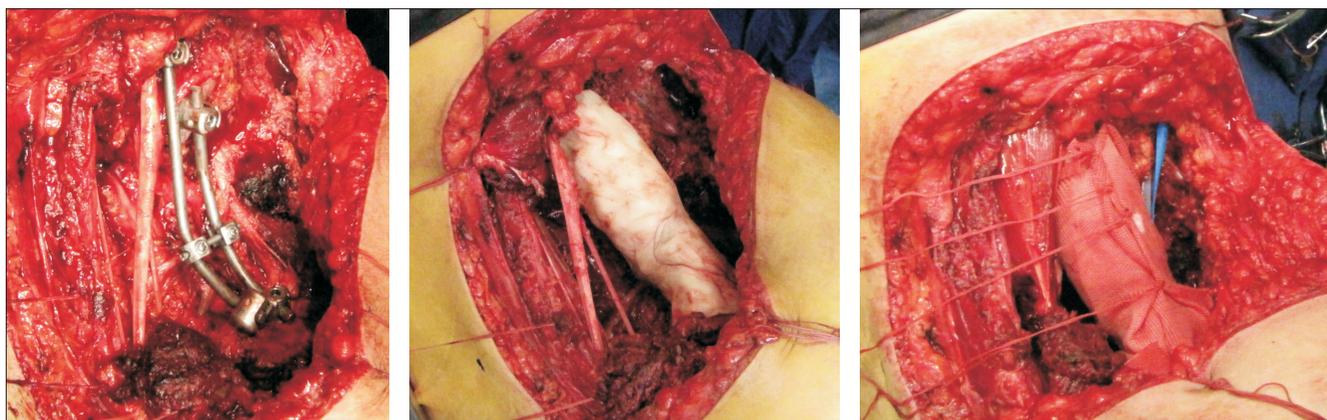


Рис. 14. Интраоперационная Р-грамма таза (а – область вертлужной впадины, б – область крестца, в – левая половина таза)

планированию, что было подтверждено гистологически и рентгенологически. Точность резекции во всех случаях составила не более 1,5 мм.

Некоторые авторы отмечают также, что после резекций костей таза с применением навигационной системы появляется возможность более точно подобрать размер имплантата взамен удаленного сегмента таза, однако это еще на стадии развития [11].

Использование предоперационного планирования и навигационной системы при злокачественных опухолях позволяет достичь радикаль-



**Рис. 15. Вид операционной раны после реконструкции**  
(а – с транспедикулярной системой, б – после формирования цементной муфты, в – после укрытия сеткой Trevira)

ности оперативного вмешательства, что является основополагающим аспектом в лечении больных с онкопатологией таза.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев М.Д., Мусаев Э.Р., Сушенцов Е.А. Хирургическое лечение метастазов рака почки в кости таза. Онкоурология. 2006, № 2, с. 21-25.
2. Мусаев Э.Р., Панченко В.Я., Тюрин И.Е., Молчанов Г.В., Шипахин С.А., Алиев М.Д. Трехмерное моделирование в предоперационном планировании опухолей костей таза. Мат. IV Съезда онкологов и радиологов стран СНГ. Баку, 28 сентября – 1 октября 2006 г., с. 79, абс. 311.
3. Мусаев Э.Р. Современные подходы к хирургическому лечению больных с опухолями костей таза. Диссертация д-ра мед. наук. М., 2008.
4. Трапезников Н.Н., Еремина Л.А., Амирасланов А.Т. Опухоли костей. М., «Медицина», 1989.
5. Bozidar Potocnik, Dusan Heric, Damjan Zazula. Construction of Patient Specific Virtual Models of Medical Phenomena. Informatica 29. 2005, p. 209-218.
6. Chhaya S., White L.M., Kandel R., Wunder J.S. Transarticular invasion of bone tumours across the sacroiliac joint. Skeletal Radiol. 2005, v. 12, p. 771-777. Epub 2005, Sep. 24.
7. Han-Soo Kim, Hwan Seong Cho, Ilkyu Han. Computer-assisted Bone Tumor Surgery Clinical Orthopaedics and Related Research. 2008, v. 468, No. 10, p. 2910-2914.
8. Hugate R.Jr., Sim F.H. Pelvic reconstruction techniques. Orthop. Clin. North Am. 2006, v. 37 (1), p. 85-97.
9. Iwamoto Yukihide, Yoshinao Oda, Hiroshi Tsumura, Toshiro Doi and Yoichi Sugioka. Three-dimensional MRI reconstructions of musculoskeletal tumors. Acta Orthop. Scand. 1995, v. 66 (1), p. 80-83.
10. Makoto Ieguchi, Manabu Hoshi, Susumu Taguchi. Navigation Surgery in Bone and Soft Tissue Tumors. Clinical Orthopaedics and Related Research. 2007, v. 456, No. 12, p. 2888-2894.
11. Tunn Per-Ulf, Lange Thomas, Eulenstein Sebastian, Schlag Peter M., First experiences in navigation-assisted resection of pelvic tumors. Curac. 2004, v. 43, p. 567-574.
12. Pelizzari S.A., Grzeszczuk R., Chen G.Tet al. Volumetric visualization of anatomy for treatment planning. Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. 1996, v. 34 (1), p. 205-211.
13. Qing Zhang, Ilkyu Han, Han-Soo Kim, Hyung Park. Bone Tumor Resection under Navigation Guidance. Clinical Orthopaedics and Related Research. 2008, v. 467, No. 8, p. 2843-2947.
14. Tetsuji Yamamoto, Masahiro Kurosaka, Toshinori Soejima. Contrastenhanced three-dimensional helical CT for soft tissue tumors in the extremities. Skeletal Radiol. 2001, v. 30, p. 384-387.

Статья поступила 27.07.2011 г., принята к печати 20.10.2011 г.  
Рекомендована к публикации Б.Ю. Бояханом

## THE FIRST EXPERIENCE OF NAVIGATION-ASSISTED SURGICAL TREATMENT OF PELVIC TUMORS

Musaev E.R., Schipakhin S.A., Sushentsov E.A., Valiev A.K., Borzov K.A., Aliev M.D.

N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Russian Academy of Medical Sciences, Moscow, Russian Federation

**Key words:** diagnostics, preoperative planning, navigation system, radical resection

Nowadays surgery of pelvic bones and joints is not widely used. Complicated anatomical and topographical links of the pelvic bones and surrounding tissues impede the implementation of radical surgery. In the early 2000s, the preoperative planning with the construction of three-dimensional reconstruction and the development of virtual operations began to be widely used. The use of preoperative planning do not always give the possibility to perform resections accurately according to the plan, and therefore there was need for a navigation system during surgery. The first experience of intraoperative navigation system in the surgical treatment of patients with tumors of the pelvic bones in Russia is presented. Radical resections of pelvic bones was performed in four patients. The accuracy of the resection was 1,5 mm.