Использование интраоперационной навигации при органосохраняющих хирургических вмешательствах по поводу опухоли почки

Ю.Г. Аляев, Д.Н. Фиев, Н.В. Петровский, С.Б. Хохлачев
НИИ уронефрологии и репродуктивного здоровья человека при Первом МГМУ им. И.М. Сеченова

Контакты: *Николай Валерьевич Петровский n_petrovskiy@hotmail.com*

Стремление выполнять органосохраняющие операции заставляет искать все новые и новые методы предоперационного обследования с целью удачного выполнения резекции почки. На базе НИИ уронефрологии и репродуктивного здоровья человека при Первом МГМУ им. И.М. Сеченова внедрена совершенно новая, не применяемая ранее в урологии методика — компьютерное моделирование патологического процесса, которая дает возможность на дооперационном этапе получить трехмерное изображение не только новообразования почки, исчерпывающую информацию о ее «взаимоотношении» с чашечно-лоханочной системой, сосудами почки, ангиоархитектоникой исследуемой почки, внепочечными ориентирами, но и позволяет выполнить виртуальное удаление опухоли, информируя оператора об анатомических образованиях, локализованных в ложе резецированной ткани. Особо необходимо отметить возможность создания полимерного пластикового шаблона, который интраоперационно будет выполнять роль навигатора для маркировки внешних границ опухоли на поверхности почки.

Ключевые слова: *рак почки, органосохраняющие операции, компьютерное моделирование патологического процесса*

Use of intraoperative navigation during organ-saving surgery for kidney tumor

Yu.G. Alyaev, D.N. Fiev, N.V. Petrovskiy, S.B. Khokhlachev
Research Institute of Uronephrology and Human Reproductive Health,
I.M. Sechenov First Moscow State Medical University

The quest for organ-saving surgery sends us in search of new preoperative examination methods to successfully perform partial nephrectomy. The Research Institute of Uronephrology and Reproductive Health, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, has introduced a radically new procedure, which was previously unused in urologic care, namely computer simulation of a pathological process that allows not only a preoperative three-dimensional image of a kidney tumor and an exhaustive account of its relationship to the calyceal-pelvic system, renal vessels, angioarchitectonics of the kidney concerned, and extrarenal landmarks, but also virtual tumor removal, by informing an operator about the anatomical masses being located in the resected tumor bed. Of prime importance is that a polymer plastic template that will intraoperatively fulfill the function of a navigator to outline the external tumor margins onto the renal surface can be designed.

Key words: *kidney cancer, organ-saving operations, computer simulation of a pathological process*

Введение

По данным ВОЗ, ежегодно в мире регистрируется 189,1 тыс. случаев выявления злокачественных новообразований почек. В последние годы отмечается устойчивая тенденция к увеличению абсолютного числа больных раком почки. В Российской Федерации по сравнению с 2003 г. число заболевших в 2008 г. возросло на 17 % и в абсолютном выражении достигло 17 563, а доля среди всех онкологических заболеваний составила 4,3 % у мужчин и 2,9 % у женщин, тогда как в 2003 г. она равнялась 3,9 и 2,7 % соответственно [3]. Современные методы диагностики опухоли почки, выявляющие заболевание на ранних стадиях, и адекватные оперативные пособия позволяют добиться более чем 80 % 5-летней выживаемости [4].

Долгие годы всемирно признанным «золотым стандартом» лечения рака почки являлась радикальная нефрэктомия (РНЭ). Однако в последние годы появляется все больше и больше исследований, сообщающих о сравнимых отдаленных результатах РНЭ и резекции почки при небольших размерах опухоли. Органосохраняющие операции (ОСО) по поводу новообразований почки имеют давнюю и неоднозначную историю. Впервые об успешно выполненной резекции почки упомянуто еще в конце XIX в., но в 1963 г. C.J. Robson и соавт., основываясь на огромном клиническом материале, провозгласили нефрэктомию единственно правильным методом лечения рака почки.

В настоящее время, если целесообразность органосохраняющего пособия по абсолютным показаниям (образование единственной почки, двустороннее поражение и хроническая болезнь почек) уже не вызывает сомнения ни у кого, то выполнение резекции по «элективным» показаниям до сих пор обсуждается

в медицинском сообществе. Несомненно, вероятность местного рецидива и повышенный риск послеоперационных осложнений при выполнении ОСО настораживает любого здравомыслящего хирурга. Основными параметрами технической возможности осуществления ОСО служат размеры опухоли (оптимальными считаются менее 4 см в максимальном измерении), локализация ее, соотношение вне- и внутриорганной (глубинной) части опухоли. Нельзя не согласиться с высказыванием о том, что лиц с единственной почкой лишь условно можно считать здоровыми [5], так как при тщательной оценке контралатеральной почки при выявленном почечно-клеточном раке у 21 % диагностируются те или иные ее заболевания [6]. Кроме того, возможность возникновения рака в единственной почке, равно как и ее тяжелых соматических поражений, указывает на целесообразность более широкого использования ОСО по поводу опухоли почки. Техническая возможность осуществления резекции почки оценивается с учетом данных лучевых методов исследования. Применение современных ультразвуковых (УЗ) аппаратов и мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) значительно расширяет возможности хирурга при планировании и выполнении оперативного лечения. Техническое осуществление ОСО должно быть максимально продумано и запланировано на основании всеобъемлющего предоперационного обследования. Наряду с оценкой размеров новообразования необходимо также ответить на вопросы о локализации опухолевого узла в почке (сегмент, полюс, передняя или задняя поверхность), его «взаимоотношении» с внутри- и внеорганными структурами: чашечно-лоханочной системой (ЧЛС), сосудами, фиброзной капсулой. Необходимо отметить, что ОСО наиболее трудны в техническом исполнении при полностью интраренальных опухолях, которые совершенно не определяются после обнажения почки и выделения ее из паранефральной клетчатки.

Абсолютные показания к выполнению ОСО диктуют необходимость максимально возможного сохранения непораженной части почечной паренхимы, что требует всестороннего анализа топографо-анатомических особенностей «взаимоотношения» опухоли и почки. Стремясь сохранить орган, следует предполагать обязательное удаление опухоли в пределах здоровых тканей, обеспечение остающейся почечной паренхимы адекватным кровоснабжением и мочевыми путями.

Материалы и методы

В последнее время на помощь врачу приходит новейшая методика, не применявшаяся ранее в урологии — компьютерное моделирование патологического процесса. Моделирование патологического процесса является инновационным методом в практике хирурга-уролога, позволяет получать исчерпывающую информацию о распространенности опухолевого процесса, индивидуальных особенностях течения последнего у каждого конкретного больного. Метод основан на воссоздании единой картины патологического процесса в трехмерном режиме путем совмещения всех 4 фаз исследования почек, полученных при МСКТ с контрастным усилением. В современной онкоурологии МСКТ с контрастным усилением позволяет получить фактически исчерпывающую информацию об опухолевом процессе в почке, степени его распространенности, исключить местное и отдаленное метастазирование, переход процесса на магистральные вены. Данный метод стал уже повсеместно внедренным исследованием [1, 2]. В нашем университете МСКТ выполняется на 320-спиральном компьютерном томографе Toshiba Aquillon ONE с толщиной среза 1 мм (контрастное вещество визипак 350 – 100 мл). Полученные данные анализируются при планировании каждого оперативного пособия и позволяют оптимизировать интраоперационные действия.

Таким образом, все этапы операции разрабатываются заранее, а во время ее выполнения хирург имеет возможность уточнить и выполнить наиболее технически сложные и важные моменты оперативного пособия с ориентировкой на единую картину патологического процесса, полученную при компьютерном моделировании. Особенно велико значение данного метода у больных с двусторонним раком почек, при поражении единственной почки, а также во всех случаях, когда операция представляется технически трудновыполнимой и возникают сомнения в ее осуществимости.

Значительное улучшение визуализирующих возможностей и распространенность современных диагностических систем, скрининговые УЗИ населения, привели к росту числа «случайных находок», зачастую бессимптомных образований почечной паренхимы, как правило, небольших размеров. Данная категория пациентов, как известно, при наличии соответствующих показаний, может подвергаться органосохраняющим пособиям. Исключение составляют только те больные, у которых при небольших размерах образование расположено практически в воротах почки, имея при этом интимную связь с магистральными почечными сосудами, что делает выполнение органосохраняющего пособия технически малореальным. Тем не менее существует и другая группа пациентов со стадией заболевания T1–2, когда опухоль располагается интраренально или преимущественно интраренально («экватор» опухоли более чем на 50 % расположен глубже поверхности паренхимы) в верхнем, среднем или нижнем сегменте, ближе к латеральному контуру почки. К этой же группе можно отнести и тех больных, у которых опухоль располагается так же глубоко на передней или задней поверхности почки вдали

от магистральных сосудов. Таким больным даже при небольших размерах опухоли не всегда удается радикально выполнить резекцию, что связано с отсутствием интраоперационных ориентиров для выявления точных границ опухолевого узла на поверхности почки.

Использование интраоперационных УЗ-датчиков для малых объектов с высокой частотой генерации волн позволяет лишь ориентировочно установить внутренние границы опухолевого узла, и хирургу приходится самостоятельно «додумывать» и проецировать их на поверхность органа, что зачастую не оказывается точным и требует выполнения «дополнительных резекций» почечной паренхимы, иногда с неоправданно излишним захватом здоровой ткани. Последнее особенно нежелательно у пациентов с сопутствующей почечной недостаточностью, когда необходимо стараться максимально сохранить объем функционирующей паренхимы. Также «дополнительные резекции» увеличивают риск интраоперационных кровотечений, нефрэктомий, удлиняют время искусственной ишемии почки, увеличивают протяженность наркоза, что не может не оказывать отрицательного влияния на течение послеоперационного периода.

Таким образом, мы считаем крайне необходимым развитие и внедрение в практику компьютерного моделирования патологического процесса основанного на МСКТ, если планируется технически трудновыполнимое оперативное пособие, и при ОСО, выполняемых по абсолютным показаниям.

В настоящее время в медицинскую практику стали широко внедряться информационно-лазерные технологии, которые значительно усовершенствовали диагностические возможности и улучшили результаты лечения больных с различными заболеваниями [7–11].

Несмотря на все преимущества и полезность МСКТ, данный диагностический метод не позволяет ответить на все вопросы, интересующие хирурга. Больше всего это касается описания особенностей топографо-анатомических взаимоотношений опухоли с важнейшими анатомическими структурами почки (сосуды, мочевые пути) и последующего их адекватного отображения. Это связано с тем, что базовое программное обеспечение даже современных компьютерных томографов не позволяет совместить все 4 фазы контрастного исследования почек, чтобы получить всесторонне объемное изображение. Помимо этого требования, предъявляемые урологами, не входят в стандартный протокол описания компьютерного исследования мочеполовой системы и, как правило, врачи-рентгенологи уделяют этому должное внимание лишь при заранее поставленных урологом-хирургом вопросах о «взаимоотношениях» опухоли с сосудами и мочевыми путями.

На основании данных МСКТ, которые получаются в формате DICOM, с помощью программы 3Dview могут быть построены трехмерные объекты человеческого тела, в том числе и внутренние органы, а также патологические изменения в них. При этом данное программное обеспечение позволяет совмещать различные фазы МСКТ между собой и с патологическим процессом, производя при этом «вычитание» и «прибавление» этих фаз в соответствии с поставленными задачами; делать изображение паренхимы прозрачным, с возможностью визуализации внутри почки хода сосудов, мочевых путей и «взаимоотношения» их с опухолевым узлом; определять точное расположение опухолевого узла и направление роста, определять структуру ложа после виртуального удаления опухоли; поворачивать трехмерно совмещенные изображения в различных направлениях, получая точки обзора из различных ракурсов; делать получаемые анатомические блоки цветными в соответствии с изображениями в атласе, что значительно улучшает восприятие получаемых объектов (рис. 1) [12].

Рис. 1. *Компьютерное моделирование больной N, 62 лет, с опухолью врожденно единственной почки. Исчерпывающая информация о «взаимоотношениях» опухоли с окружающими структурами позволило успешно выполнить оперативное пособие в объеме атипичной резекции почки. Послеоперационный период протекал планово, пациентка выписана под наблюдение по месту жительства (хирург проф. Ю.Г. Аляев, октябрь 2011 г.)*

Результаты

Как было сказано выше, основную проблему определения внешних ориентиров в хирургии ОСО почки составляют небольшие интраорганные, или преимущественно интраорганно расположенные образования. Благодаря наличию современных программных решений (3Dview) стало возможным воссоздание виртуальной объемной модели опухолевого процесса в почке с последующим построением электронной версии полимерного пластикового шаблона (твердотельная модель — в программе 3Dview). Данный шаблон позволяет

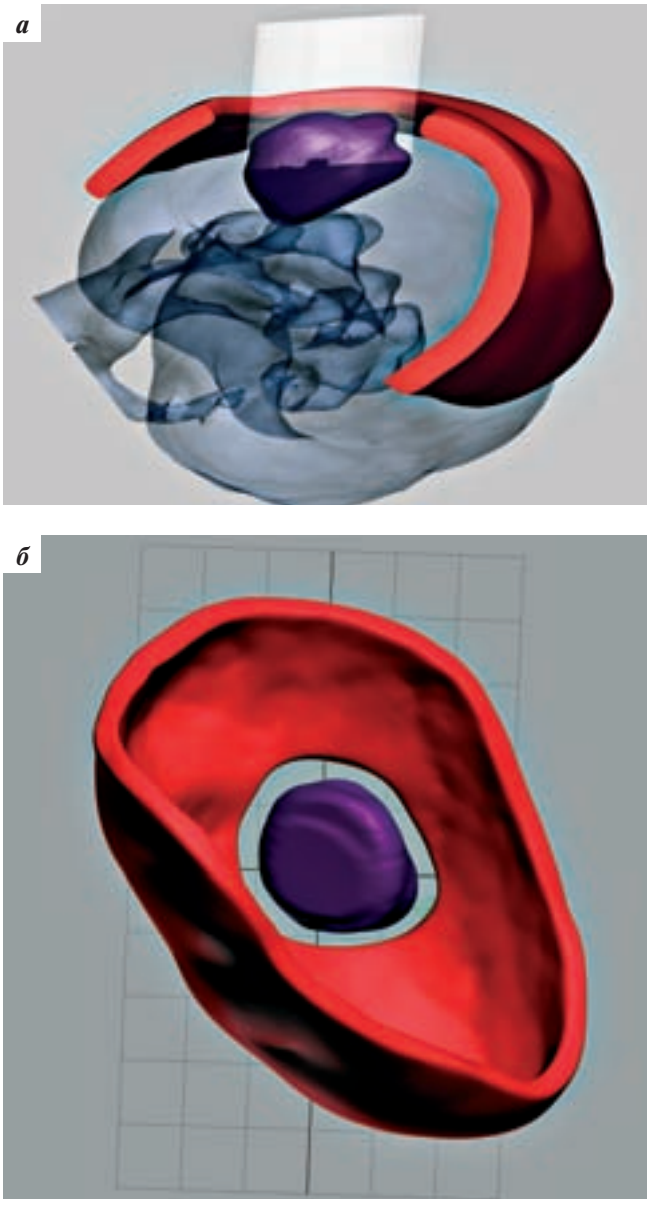

Рис. 2. *Построение трехмерной (3Dview) электронной версии полимерного шаблона: а — один из промежуточных этапов; б — окончательный вид*

переносить на поверхность почки внутренние границы инраренаольного опухолевого узла или расположенную интраорганно его часть. Данная электронная версия является исходной для последующего изготовления полимерного твердотелого шаблона методом лазерной стереолитографии. На установке лазерной стереолитографии (ЛС-250/Э) трехмерная модель в STL формате преобразовывается в твердотелый шаблон. Лазерная стереолитография воспроизводилась в Институте проблем лазерных и информационных технологий РАН (Московская область, г. Шатура) (рис. 2*а*, *б*). Изготавливаемые «шаблоны» позволяют осуществлять интраоперационную навигацию у каждого конкретного больного с учетом индивидуальных особенностей патологического процесса и выполнять резекцию почки в пределах здоровых тканей.

Необходимо также отметить, что данные полимерные шаблоны имели минимальное время интраоперационной экспозиции с тканями человека и использовались лишь в момент маркировки внешних границ опухоли на поверхности почки. Помимо этого, существуют сертификаты соответствия санитарно-эпидемиологическим нормам, говорящие о биологической безопасности данных объектов для организма человека (название продукта: фотополимеризующаяся композиция ИПЛИТ 3 (ФПК ЛСЛ 10-325 по ТУ 2216–405–05842324–2005); рекомендуемое использование: смола для создания трехмерных моделей и опытных образцов. Продукт классифицирован как относящийся к 4 классу опасности — малоопасные вещества — по ГОСТ 12.1.007).

В качестве иллюстративного примера приводим клиническое наблюдение.

У пациента К., 60 лет, при скрининговом УЗИ в проекции нижнего сегмента левой почки выявлено объемное образование размерами 2,0 × 2,2 см, располагающееся преимущественно интраренально, и камень верхней чашечки правой почки размером 3 мм (рис. 3).

Наличие образования левой почки, а также камня правой почки подтверждено МСКТ с контрастным усилением. Учитывая сопутствующую мочекаменную болезнь и небольшие размеры образования, решено прибегнуть к резекции почки с опухолью. Показания к органосохраняющему пособию расценены как относительные. Пациент был предупрежден, что при технической невозможности ОСО левая почка будет удалена. В качестве предоперационной подготовки с целью уточнения топографо-анатомических особенностей взаимоотношения опухолевого узла с подлежащими структурами почки (сосуды, мочевые пути) выполнено компьютерное моделирование (рис. 4а, б) с последующим приготовле-

Рис. 3. *УЗИ почек пациента К., 60 лет*

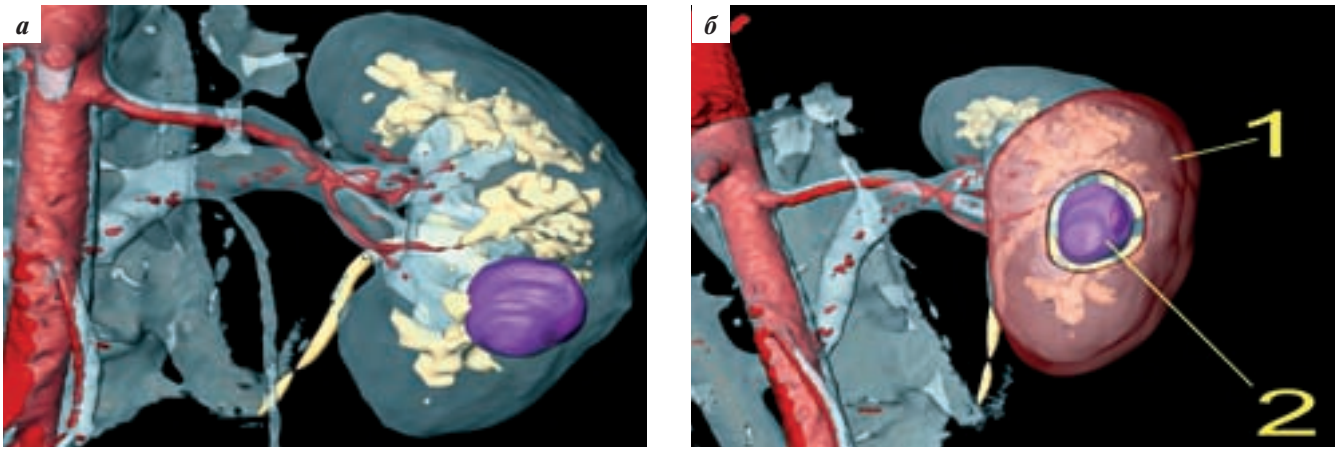

Рис. 4. *Компьютерное трехмерное (3Dview) моделирование предполагаемого навигационного «шаблона»: а — этап совмещения 4 фаз контрастного усиления + режим послойной тканевой прозрачности; б — компьютерная версия навигационного «шаблона» вид снизу (1) с проецируемой опухолью в центре (2)*

нием твердотелого шаблона для маркировки внешних границ опухоли на поверхности почки (рис. 5).

Преимущественно интраорганное расположение опухоли диктовало необходимость визуального контроля рассечения тканей внутри почки отступя от края опухоли на 3–5 мм. Границы же резекции по наружной поверхности четко определены с помощью навигационного шаблона.

02.06.11 г. пациенту К., 60 лет, с диагнозом: опухоль левой почки T1aN0M0, мочекаменная болезнь, камень правой почки, выполнена резекция почки с опухолью (рис. 6).

С целью оптимизации наружных ориентиров опухоли на поверхности органа, к нижнему полюсу левой почки адаптирован полимерный шаблон с внутренним отверстием. Краю внутреннего отверстия шаблона соответствует граница опухоли по диаметру внутри

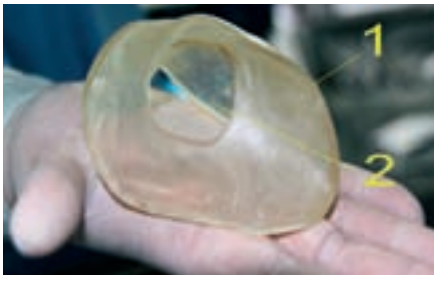

Рис. 5. *Изготовленный твердотелый полимерный шаблон, сформированный под конфигурацию нижнего полюса левой почки (1) с «отверстием» округлой формы (границы опухолевого узла) (2)*

Рис. 6. *Неровность контура макроскопически неизмененной паренхимы почки (зона большей частью интаорганно расположенного опухолевого узла без видимых внутренних границ его)*

Рис. 7. *Маркировка границ резекции паренхимы почки*

Рис. 8. *Резекция почки по линии маркировки*

Рис. 9. *Дно поверхности резекции левой почки*

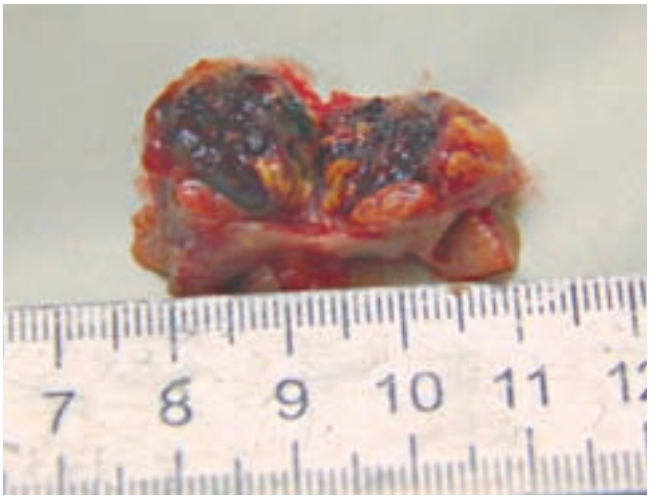

Рис. 10. *Макропрепарат резецированной паренхимы почки с опухолью*

почки плюс 0,5 см здоровой паренхимы. Произведена маркировка паренхимы почки бриллиантовым зеленым по краю отверстия в шаблоне (рис. 7), соответствующая предстоящей линии разреза.

По линии маркировки выполнена резекция паренхимы почки с опухолью (рис. 8).

При визуальном контроле элементов опухолевой ткани на дне кратера резекции нет. Отсюда же взят материал для морфологического исследования на предмет радикальности выполненного пособия (рис. 9 и 10).

При морфологическом исследовании образования выявлен светлоклеточный умеренно-дифференцированный рак; ткань из дна резекции — паренхима почки. Послеоперационный период протекал без осложнений.

Выводы

• Компьютерное моделирование позволяет более точно по сравнению с другими видами визуализации определить топографо-анатомические взаимоотношения опухоли с нормальными структурами почки (мочевыми путями, сосудами).

• С помощью современных программных решений 3Dview и 3Dmax воспроизводится максимально объективная картина патологического процесса, с последующим созданием индивидуальных навигационных полимерных шаблонов для выполнения радикальной резекции почки с опухолью в необходимом объеме.

Литература

1. Аляев Ю.Г., Крапивин А.А. Выбор диагностической и лечебной тактики при опухоли почки. М., 2005. С. 75.
2. Аляев Ю.Г., Глыбочко П.В., Григорян З.Г., Газимиев М.А. Органосохраняющие операции при опухоли почки. Москва. 2009. С. 48.
3. Аполихин О.И., Какорина Е.П., Сивков А.В. и др. Состояние урологической заболеваемости в Российской Федерации по данным официальной статистики. Урология 2008;(3):3–9.
4. Аполихин О.И., Сивков А.В., Бешлиев Д.А. и др. Анализ уронефрологической заболеваемости в Российской Федерации по данным официальной статистики. Экспери и клин урология 2010;(1):3–7.
5. Пытель А.Я., Гришин М.А. Заболевания единственной почки. М., 1973. С. 57.
6. Чабан А.В. Влияние состояния противоположной почки на тактику лечения при почечно-клеточном раке. Дис. ... канд. мед. наук. 2000. С. 96.
7. Кулагин В.В. Стереолитография в медицинской промышленности. Новое в стоматологии 2002;(3):37–8.
8. Миргазизов М.З., Гюнтер В.Э., Итин В.И. и др. Сверхэластичные имплантаты и конструкции из сплавов с памятью формы в стоматологии. М.: Квинтэссенция, 1993. С. 231.
9. Митрошенков П.Н. Планирование реконструктивных операций с использованием метода лазерной стереолитографии. Вестн стоматол и челюстно-лицевой хирургии. 2004. Т. 1. Вып. 4. С. 14–27.
10. Рогинский В.В., Евсеев А.В., Коцюба Е.В. и др. Лазерная стереолитография — новый метод биомоделирования в черепно-челюстно-лицевой хирургии. Новое в стоматологии. 2002;3:92–5.
11. Стучилов В.А., Никитин А.А., Евсеев А.В. и др. Клинические аспекты использования метода лазерной стереолитографии при хирургическом лечении травм средней зоны лица. Клин стоматология 2001;3:54–8.
12. Федоров В.Д., Кармазановскй Г.Г., Гузеева Г.Б. и др. Виртуальное хирургическое моделирование на основе данных компьютерной томографии. М., 2003. С. 184.