

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ У БОЛЬНЫХ ОПУХОЛЕВЫМ ПОРАЖЕНИЕМ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

А.К. Валиев, К.А. Борзов, С.А. Щипахин, Д.И. Сафронов, А.С. Неред, Э.Р. Мусаев
ФГБНУ «Российский онкологический научный центр им. Н.Н. Блохина», г. Москва

Ключевые слова: компьютерная навигационная система, опухоли шейного отдела позвоночника, задняя стабилизация

Оперативные вмешательства при опухолях шейного отдела позвоночника состоят из двух последовательных этапов — удаления опухоли и стабилизации соответствующего сегмента. Выполнение стабилизирующих операций на шейном отделе позвоночника требует тщательной предоперационной подготовки и высокоточного интраоперационного контроля позиционирования имплантов, так как потенциальный риск ятрогенных осложнений, связанных с повреждением нервных корешков, спинного мозга или позвоночной артерии, наиболее высок именно на данном уровне, особенно при заднем доступе. Также актуальна проблема снижения интраоперационной лучевой нагрузки на пациента и персонал. Всем вышеперечисленным требованиям отвечает использование метода компьютерной навигации. Применение этого метода позволяет с высокой точностью, минимальным риском осложнений и минимальной радиационной нагрузкой (за счет уменьшения времени работы или отказа от использования стандартных методов контроля позиционирования имплантов — интраоперационной компьютерной томографии или рентгеноскопии) выполнять фиксацию с использованием различных вариантов транспедикулярных винтов или осуществлять контроль позиционирования чрескожных костных игл при трепанбиопсиях, вертебро- или кифопластике.

Введение

Хирургическое лечение поражений шейного отдела позвоночника представляет собой особую проблему в онковертебрологии. Шейный отдел позвоночника является наиболее подвижным, поэтому любое хирургическое вмешательство влечет за собой развитие нестабильности, требующее выполнения фиксации данного уровня. Особенности сложности анатомии, расположения сосудистых и нервных стволов требуют от хирурга как особой точности предоперационного планирования и расчета устанавливаемых имплантов, так и адекватного интраоперационного контроля позиционирования фиксирующих систем.

Опухолевое поражение позвоночника наиболее часто представлено метастатическими новообразованиями, которые составляют 96% всех новообразований этой локализации [9, 5]. На долю доброкачественных новообразований и первичных злокачественных опухолей приходится всего 4% [15].

Адрес для корреспонденции

Валиев А.К.

E-mail: crcspine@rambler.ru

Метастатическое поражение позвоночника встречается у 37–84% пациентов с диссеминированным раком молочной железы, простаты, легкого, щитовидной железы, почки. Более чем у 80% пациентов с миеломной болезнью со временем развивается остеодеструктивный литический процесс в области позвоночника [14].

При анализе литературных данных по распределению поражения по отделам позвоночника отмечено, что поражение шейного отдела возникает с частотой от 8,1 до 13% [2, 3, 6].

Анатомические сведения

Первые два шейных позвонка являются связующим звеном между костями черепа и позвоночным столбом. Первый шейный позвонок (*C1 — атлант*) прилежит к основанию черепа. Он состоит из передней и задней дуги, соединенных между собой боковыми массами, на передней поверхности дуги атланта располагается бугорок, на задней — ямка зуба, которая служит для сочленения с передней поверхностью зубовидного отростка 2-го шейного позвонка. На боковых массах располагаются суставные площадки: верхние — для сочленения с мыщел-

ками затылочной кости, нижние — для сочленения с верхними суставными отростками С2-позвонка.

Второй шейный позвонок (С2 — *аксис*) имеет массивное тело, дугу и остистый отросток. Вверху от тела отходит зубовидный отросток. Сбоку от зубовидного отростка располагаются верхние суставные поверхности, сочленяющиеся с нижними суставными поверхностями атланта. Аксис состоит из дуги, корней дуги. На нижней поверхности корней дуги и непосредственно на дуге имеются нижние суставные поверхности для сочленения с верхними суставными поверхностями дуги С3.

Нижние шейные позвонки (С3—С7) имеют низкое тело с большим поперечным диаметром. Верхняя поверхность тел вогнута во фронтальной плоскости, нижняя — в сагиттальной. Возвышающиеся боковые участки на верхней поверхности тел образуют лунковидные, полулунные или крючковатые отростки (*processus uncinatus*). Верхние поверхности корней дуг образуют глубокую верхнюю позвоночную вырезку, а нижние поверхности — слабо выраженную нижнюю позвоночную вырезку. Верхняя и нижние вырезки двух соседних позвонков формируют межпозвонковое отверстие (*foramen intervertebrale*).

Сзади от позвоночных отверстий располагаются суставные отростки. В шейных позвонках граница между верхними и нижними суставными отростками неотчетлива. Оба суставных отростка создают один костный массив цилиндрической формы, который выдается снаружи от корня дуги и представляется параллельно скошенными концами (отсюда их название — косые отростки). Скошенные участки отростков и являются суставными поверхностями.

За суставными отростками располагается дуга позвонка, заканчивающаяся остистым отростком. Остистые отростки 3—5-го шейных позвонков короткие, слабо наклонены книзу и раздвоены на концах.

В поперечных отростках 1—6-го позвонков располагаются отверстия поперечного отростка, через которые проходит парная позвоночная артерия.

Соединение шейных позвонков

Соединение черепа и шейного отдела позвоночника характеризуется большой прочностью и подвижностью [1].

Затылочно-позвоночный сустав (верхний сустав головы) — *articulatio atlanto-occipitalis* — парный, образован суставными поверхностями мыщелков затылочной кости и верхними суставными ямками боковых масс атланта. Суставная сумка натянута слабо и крепится к краям суставных хрящей мыщелков и боковых масс.

Атлanto-аксиальный сустав (нижний сустав головы) — *articulatio atlanto-axialis mediana* — состоит из четырех обособленных суставов. Парный сустав расположен между нижними суставными поверх-

ностями боковых масс атланта и верхними суставными поверхностями аксиса, два непарных сустава находятся: первый — между передней суставной поверхностью зубовидного отростка и суставной ямкой на задней поверхности передней дуги атланта (сустав Крювелье); второй — между задней суставной и поперечной связками атланта. Сочленения нижних шейных позвонков от С2 до С7 осуществляются за счет парных боковых межпозвонковых суставов и соединений тел при помощи межпозвонковых дисков [4].

Особенности анатомии и топографии шейного отдела позвоночника диктуют требования и к хирургическому доступу, и максимальную точность установки имплантов. Особенностью анатомии области шеи является наличие крупных сосудистых и нервных стволов, знание которых чрезвычайно важно для формирования тактики хирургического лечения и предотвращения возможных осложнений.

Очень важно помнить топографию позвоночной артерии (), так как выполнение фиксации сегмента шейного отдела позвоночника и установка имплантов на этом уровне всегда сопряжены с риском повреждения данной артерии.

Позвоночная артерия отходит от подключичной артерии. Поднимаясь вверх, она проходит между передней лестничной мышцей и наружным краем длинной мышцы шеи и входит в отверстие поперечного отростка С6 позвонка. В поперечных отростках 1—6-го позвонков располагается отверстие поперечного отростка, через которое проходит позвоночная артерия. В костном канале позвоночная артерия поднимается вверх и выходит из него между С1 и С2 позвонками, далее входит в полость черепа через большое затылочное отверстие.

Позвоночная вена — парная, начинается у затылочной кости, где она образует анастомозы с затылочной веной. Позвоночная вена сопровождает позвоночную артерию, образуя вокруг нее сплетение, и принимает на всем своем протяжении венозные сплетения позвоночного столба и глубоких вен шеи. На уровне С6 позвонка из его отверстия поперечного отростка позвоночная вена выходит и, направляясь вперед, ложится кпереди от подключичной артерии и впадает в плечеголовную вену. Вышеуказанные анатомические особенности требуют максимальной точности расчета устанавливаемых имплантов и интраоперационного контроля.

Ранее все операции с использованием фиксации сопровождались рентгенологическим контролем. Обычно установка транспедикулярных винтов проходила под контролем С-дуги электронно-оптического преобразователя, что влекло за собой значительную радиационную нагрузку как на пациента, так и на хирургическую бригаду. При этом, по литературным данным анализа погрешности в позиционировании, ошибки (экстрапедикулярное

смещение винта) возникали с частотой от 21 до 31% [11]. Учитывая приведенные данные, новым стандартом интраоперационного контроля позиционирования имплантов становится применение навигационной системы (рис. 1).



Рис. 1. Позиционирование транспедикулярного винта

Разметка и планирование транспедикулярного винта под контролем навигационной системы

В экспериментальных исследованиях показано, что использование навигационной системы позволяет с высокой точностью и минимальным риском осложнений выполнить установку транспедикулярных винтов на шейном отделе позвоночника [7, 8, 12].

В настоящее время оценку точности установки фиксирующих винтов проводят, сравнивая данные послеоперационной контрольной компьютерной томографии со следующей системой степени экстрапедикулярного смещения фиксирующего винта (рис. 2) для грудного и поясничного отделов [10]:

Схема степени смещения транспедикулярных винтов по степеням

- Grade 0 – нет перфорации ножки
- Grade 1 – смещении менее 2 мм
- Grade 2 – смещение на 2–4 мм
- Grade 3 – полное смещение винта из ножки

Для оценки точности установки транспедикулярных винтов на шейном отделе позвоночника используется следующая градация [13]:

Таблица. Степени смещения транспедикулярных винтов адаптированные для шейного отдела позвоночника

Степень	Данные послеоперационной компьютерной томографии
1	Нет перфорации ножки позвонка или экстрапедикулярное смещение винта менее 1 мм
2	Экстрапедикулярное смещение более 1 мм, нет повреждения сосудистых или нервных стволов
3	Экстрапедикулярное смещение более 1 мм, требующее повторного хирургического вмешательства, связанного с повреждением спинного мозга или нервных корешков, или нестабильность

Анализируя исследуемую группу из 32 пациентов (260 установленных транспедикулярных винтов: 93 винта установлено под контролем рентгеноскопии и 167 винтов установлено под контролем навигационной системы) Spine Center St. Josefs Hospital, получены следующие данные: при использовании навигационной системы в 97% достигнут результат минимального смещения винта (Степень 1 – см. таблицу), при использовании стандартных методов контроля точности установки (рентгеноскопия) данный результат достигнут в 91,4%, смещение винта, относящееся к Степени 2, было отмечено в 3% случаев при контроле навигационной системой и в 8,6% при рентгенологическом контроле. Ни одного смещения транспедикулярного винта, относящегося к категории Степень 3, не отмечено. Среднее операционное время при стандартных методах контроля составило 163,5 мин (от 120 до 240 мин) и 135 мин (от 60 до 180 мин) в группе использования навигационной системы [13].

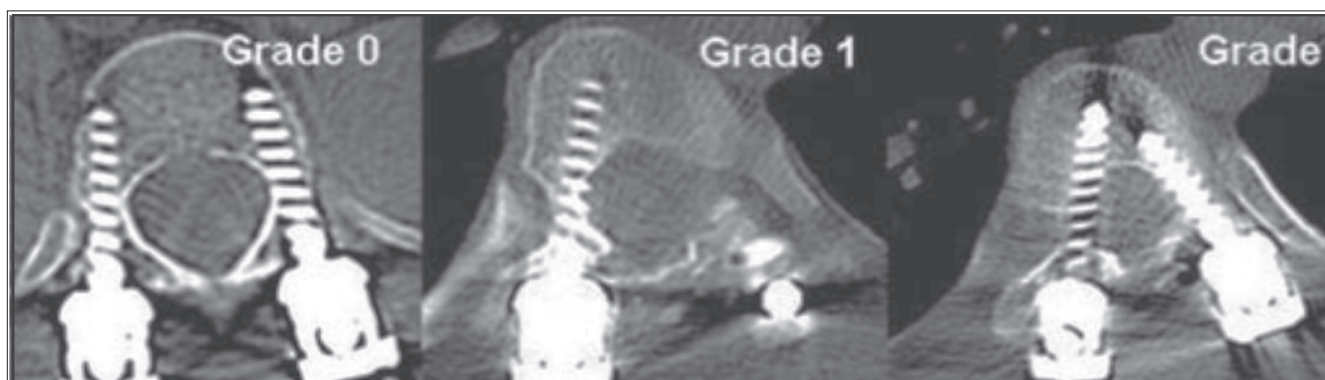
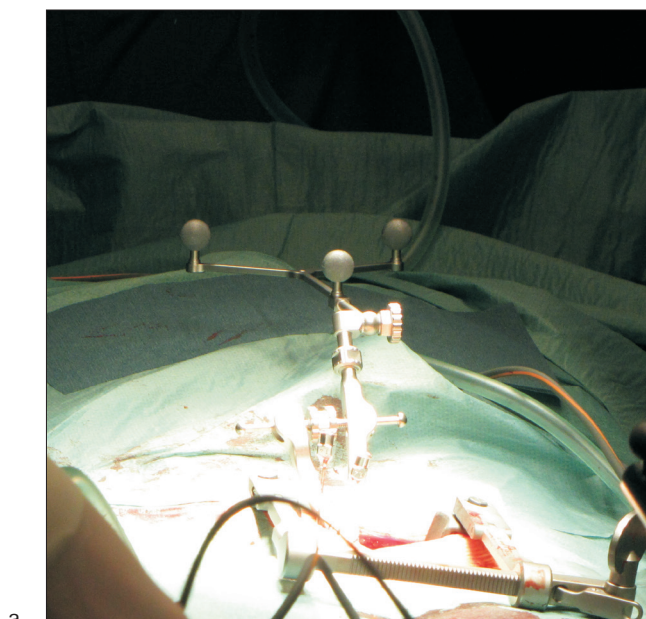
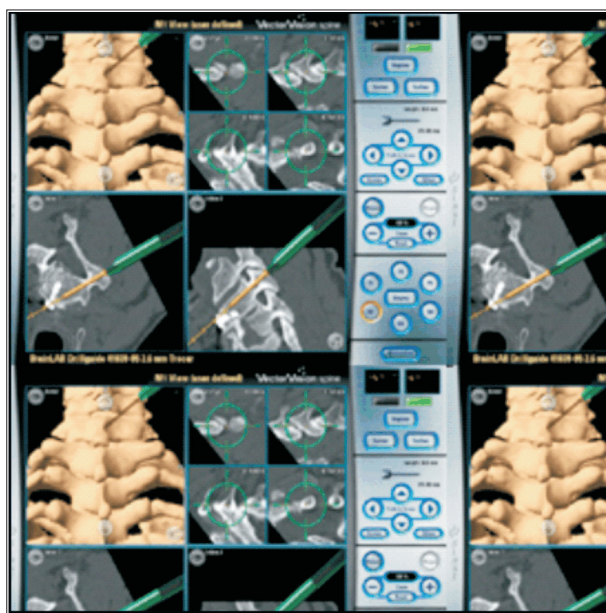


Рис. 2. Степени смещения транспедикулярных винтов

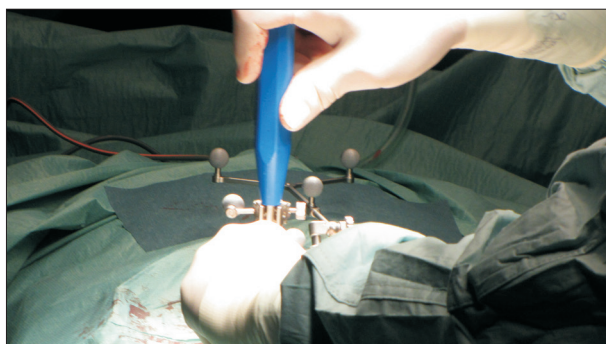
В РОНЦ РАМН выполнено 24 операции (транспедикулярная фиксация) на шейном отделе позвоночника под контролем навигационной си-



а



б



в

Рис. 3. Этапы навигации. За. Установка референсной метки. Зб. Регистрация и планирование. Зв. Интраоперационная навигация

стемы. При этом отмечена точность установки, относящаяся к Степень 1 и 2. При выполнении послеоперационного контроля не отмечено смещения транспедикулярных винтов, относящихся к категории Степень 3, также не отмечено симптомов нестабильности оперируемого сегмента (рис. 3 а-в).

Однако применение навигационной системы в онкоverteбрологии не ограничивается контролем позиционирования транспедикулярных винтов. Так, выполнение малоинвазивных вмешательств, таких как чрескожные трепанбиопсии, вертебро- или кифопластика, может быть успешно выполнено под контролем навигационной системы (рис. 4).



Рис. 4. Применение навигационной системы при выполнении малоинвазивных методов лечения

Интраоперационное позиционирование костной иглы в патологическом очаге

Клинический пример

Пациентка Т., 58 лет, находилась на стационарном лечении в РОНЦ РАМН с диагнозом: «Метастаз меланомы кожи левой ягодичной области в паховые лимфатические узлы, С5 позвонок. Болевой синдром».

Из анамнеза: в 2008 году выполнено хирургическое лечение по поводу меланомы кожи левой ягодичной области по месту жительства. В 2009 году выполнена операция Дюкена слева по поводу метастаза меланомы в паховые лимфатические узлы

слева. В 2010 году выявлен рецидив в области п/о рубца левой паховой области, также пациентка отмечает появление болевого синдрома в области шейного отдела позвоночника. При обследовании — метастаз в С5 позвонке.

При поступлении: жалобы на боли в шейном отделе позвоночника, резко усиливающиеся при вертикализации. Неврологического дефицита нет. КТ шейного отдела позвоночника: в теле С5 позвонка отмечается зона литической деструкции 1,5×0,8 см (рис. 5).

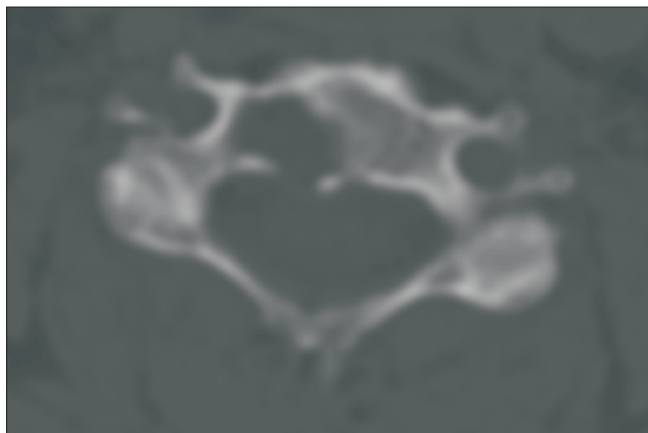


Рис. 5. Метастатическое поражение С5 позвонка

На снимке КТ представлен очаг литической деструкции в теле С5 позвонка

Пациентка обсуждена на многопрофильном консилиуме, учитывая данные гистологического обследования, анамнеза пациентки, рентгенологической картины и анализа с использованием оценочных прогностических шкал, рекомендовано выполнение хирургического лечения в объеме чрескожной вертебропластики.

Предпринята попытка выполнения чрескожной вертебропластики С5 позвонка под контролем компьютерной томографии, однако из-за анатомических особенностей и выраженного болевого синдрома данная операция не выполнена. Учитывая выраженный болевой синдром, выполнение данной операции под местной анестезией невозможно.

Пациентке выполнено хирургическое лечение в объеме вертебропластики С5 позвонка под контролем навигационной системы Brain Lab, без особенностей, осложнений. В послеоперационном периоде отмечено снижение интенсивности болевого синдрома. Пациентка активизирована в шейном корсете (до лечения: Watkins-3, VAS-7; после лечения Watkins-1. VAS-3).

На снимках КТ (рис. 6) (в прямой и боковой проекциях) определяется костный цемент в теле С5 позвонка, на 95% заполняющий очаг литической деструкции.

Заключение

Выполнение транспедикулярной фиксации на шейном отделе позвоночника, учитывая высокий риск возможных осложнений (повреждение спинного мозга, нервных корешков, позвоночной артерии или развитие нестабильности оперируемого сегмента при смещении винта), должно выполняться под контролем навигационной системы. По данным мировой литературы и опыта РОНЦ РАМН, при использовании данного метода контроля позиционирования имплантов значительно снижен риск ятрогенных осложнений и, что немаловажно, нет необходимости в использовании рентгенологических методов контроля, что снижает радиационную нагрузку на операционный персонал и пациента.

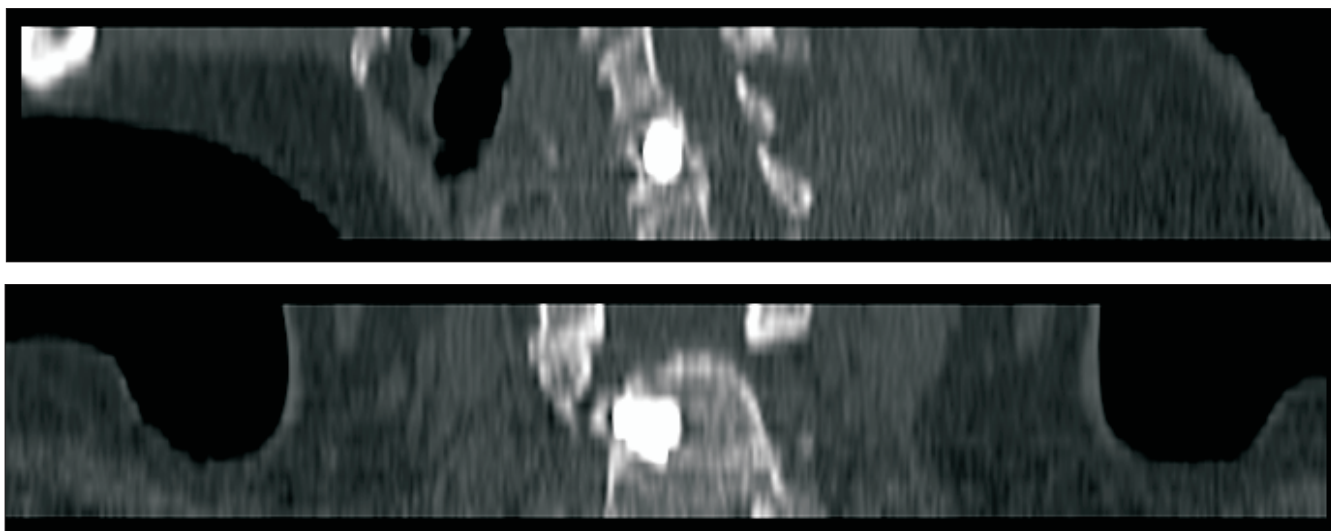


Рис. 6. Послеоперационная компьютерная томография (мультипланарная реконструкция)

ЛИТЕРАТУРА

1. Берснев В.П., Давыдов Е.А., Кондаков Е.Н. Хирургия позвоночника, спинного мозга и периферических нервов. СПб., «Специальная Литература». 1998, с. 368.
2. Валиев А.К. Онкологические аспекты лечения опухолей позвоночника. Диссертация канд. мед. наук. 2005.
3. Воронович И.Р., Пашкевич Л.А. Опухоли позвоночника. БелЦНМИ. 2000.
4. Повреждения позвоночника и спинного мозга. Под ред. Н.Е. Полищука, Н.А. Коржа, В.Я. Фищенко. Киев: «КНИГА плюс», 2001.
5. Boriani S., Weinstein J.N. Differential diagnosis and surgical treatment of primary benign and malignant neoplasms. The adult spine. Philadelphia, PA. Lippincott-Raven. 1997, p. 951-987.
6. Brihaye J., Ectors P., Lemort M. The management of spinal epidural metastases. Adv. Tech. Stand. Neurosurgery. 1988.
7. Ludwig S.C., Kramer D.L., Balderston R.A. Placement of pedicle screws in the human cadaveric cervical spine. Spine. 2000, v. 25, p. 1655-1667.
8. Ludwig S.C., Kowalski J.M., Edwards C.C. et al. Cervical pedicle screws: Comparative accuracy of two insertion techniques. Spine. 2000, v. 25, p. 2675-2681.
9. McLain R.F., Bell G.R. Newer management options in patients with spinal metastasis. Cleve Clin. J. Med. 1998, v. 65, p. 359-367.
10. Rampersaud Y.R., Pick J.H.T., Salonel D. et al. Clinical accuracy of fluoroscopic computer-assisted pedicle screws fixation: a CT analysis. Spine. 2005, v. 30, p. E183-190.
11. Regis W. Haid, Brian R. Subach, Gerald E. Rodts, Karger A.G. Advances in spinal stabilization. 2003.
12. Richter M., Amiot L. Computer assisted surgery in posterior instrumentation. Eur. Spine J. 2000.
13. Richter M., Balkan C., Schmidt R. Cervical pedicle screws: conventional versus computer assisted placement of cannulated screws. Spine. 2005, v. 30, p. 2280-2287.
14. Roodman G.D. Mechanisms of bone resorption in myeloma, J. Musculoskel Neuron Interact. 2003, v. 3 (4), p. 271-272.
15. Sundaresan N., Rosen G., Boriani S. Primary malignant tumors of the spine. Orthopedic clinics of North America. 2009, v. 40 (1), p. 21-36.

CERVICAL SPINE SURGERY UNDER THE NAVIGATION SYSTEM CONTROL

Valiev A.K., Borzov K.A., Schipakhin S.A., Safronov D.I., Nered A.S., Musaev E.R.
FGBNU N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Moscow, Russian Federation

Key words: computer navigation system, cervical spine tumors, posterior stabilization

Surgical procedures of cervical spine tumors includes two steps – removing of the tumor and stabilization. Making of the fixation on the cervical spine requires carefull examination of the patient before the surgical treatment and high accuracy intraoperation control, due to the potential risk of iatrogenic damage of the spinal cord, nerve roots or vertebral artery is the most often on cervical spine. Decreasing intraoperation radiation level on patient and surgical crew is as important problem. The decision of all questions is the use of the computer assisted navigation system. This method allows to make fixation with various type of screws or making intraoperation control of the bone needle biopsy, vertebra- or kyfoplasty with high accuracy, minimal risk of iatrogenic damaging and decreasing radiation level (because of the shortening work time or stop using standard methods of placement control – computer tomography or X-ray).