



# МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ МРТ-ИЗОБРАЖЕНИЙ КРАНИОВЕРТЕБРАЛЬНОГО ПЕРЕХОДА ПРИ ТРАВМАХ

**Н.Н. Плотникова, М.А. Садовой, А.В. Стрыгин**  
Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии

**Цель исследования.** Обоснование эффективности применения МРТ при диагностике травм кранио-verteбрального перехода и создание протокола исследования.

**Материал и методы.** В исследование включены 50 пациентов (24 мужчины и 26 женщин) с повреждениями краниоverteбрального перехода. МРТ-исследование проводилось на низкопольном томографе со специализированной приемопередающей головной катушкой. Всем пациентам выполнялись рентгено-граммы краниоverteбрального перехода. Дополнительно десяти пациентам проведена многосрезовая спиральная компьютерная томография.

**Результаты.** Выработаны стандартный и развернутый протоколы МРТ-исследования краниоverteбрального перехода. Усовершенствована методика получения изображений. Показано преимущество метода МРТ, заключающееся в визуализации не только костных, но и мягкотканых образований, элементов ЦНС, возможности проведения измерений линейно-угловых показателей и дифференцирования свежих и застарелых повреждений.

**Заключение.** При травмах позвоночника МРТ является важным неинвазивным диагностическим методом, дающим возможность комплексно оценить состояние позвоночника и спинного мозга. Основные морфометрические параметры краниоverteбрального перехода, полученные по данным рентгенографии, соответствуют таковым на МРТ-изображениях.

**Ключевые слова:** магнитно-резонансная томография, краниоverteбральный переход, травма позвоночника, диагностика.

MRI MORPHOMETRIC PARAMETERS OF THE  
INJURED CRANIOVERTEBRAL JUNCTION  
N.N. Plotnikova, M.A. Sadovoy, A.V. Strygin

**Objective.** To substantiate the efficacy of MRI assessment in diagnosis of craniovertebral junction injury and to develop an examination protocol.

**Material and Methods.** The study included 50 patients (24 males and 26 females) with injury of the craniovertebral junction. MRI assessment was performed using a low-field MR tomograph with a specialized receiving-transmitting coil. X-rays of craniovertebral junction were taken from all patients. Ten patients were additionally examined using multislice spiral computer tomography.

**Results.** Standard and expanded protocols for MRI examination of the craniovertebral junction were developed. Method of scan obtaining was improved. The advantage of MR tomography was shown, which include visualization of not only bone, but also soft tissue components and CNS elements, and opportunity to measure linear-angular parameters, and differentiate between acute and chronic injuries.

**Conclusion.** MR tomography examination of patients with spine injuries is a valuable method of non-invasive diagnosis providing a complex assessment of the spine and spinal cord status. Basic morphometric parameters of the craniovertebral junction measured in X-rays correspond to those measured in MRI scans.

**Key Words:** MR tomography, craniovertebral junction, spine injury, diagnosis.

Hir. Pozvonoc. 2008;(2):58–64.

Травмы позвоночника и спинного мозга относятся к частым и наиболее тяжелым поражениям нервной системы: от 26 до 145 случаев на 1 млн населения. Сохраняется тенденция к росту числа повреждений спинного

мозга, социальная значимость которых во многом определяется молодым возрастом травмированных (более половины из них моложе 45 лет). По данным разных источников, повреждения двух верхних шейных по-

звонков встречаются в 1–10% случаев от всех переломов позвоночника и в 10–27% случаев среди переломов шейного отдела позвоночника, но не всегда диагностируются из-за особенностей их расположения, нередко

могут быть выявлены через несколько месяцев или лет с момента травмы. Компьютерная томография (КТ) не всегда дает полное представление о характере патологических изменений из-за неотчетливой дифференцировки содержимого дурального мешка. Пошаговая КТ требует специальной укладки пациента, что бывает невозможно при наличии острой травмы. Спиральная КТ более информативна при наличии мультипланарных реконструкций в сагиттальной и фронтальной плоскостях, но не на всех приборах качество реконструкции удовлетворяет диагностическим требованиям. Многосрезовая спиральная КТ (МСКТ) дает полное представление о характере костных повреждений, наличии дислокаций позвонков, повреждении связочного аппарата, но информация о состоянии спинного мозга и величине резервных пространств при этом не полная.

Тяжесть поражения позвоночника зависит от наличия неврологических нарушений как в остром, так и в позднем периоде травмы. В целом их частота составляет 30%, а по другим источникам — превышает 50% [4, 13]. Опасность повреждений краниовертебрального перехода заключается в близости жизненно важных центров [1, 4, 12]. Недостаточная, несвоевременная диагностика и, как следствие, неправильная тактика лечения могут привести к развитию осложнений [5, 7].

Ряд авторов считает, что МРТ показана при повреждениях позвоночника, спинного мозга и краниовертебрального перехода [1, 2, 12–15, 17, 18, 20–24]. Внедрение МРТ в клиническую практику открыло новые перспективы в диагностике травмы данной области. МРТ позволяет дать комплексную оценку состояния краниовертебральной области и верхнешейного отдела позвоночника, выявляет имеющуюся костную патологию, повреждение связочного аппарата, наличие кровоизлияний, дает возможность выявить и измерить смещение позвонков, а также оценить состояние спинного мозга и резервных пространств. С помощью

МРТ можно получить представление об изменении состава цереброспинальной жидкости при наличии примеси крови, о скорости течения ликвора и наличии ликворного блока [1, 3, 6, 8, 9, 11, 21]. При застарелых повреждениях и дислокациях позвонков метод МРТ выявляет имеющиеся повреждения, позволяет определить наличие вторичных дегенеративных изменений, проводить морфометрические измерения [18, 19]. Однако методика МРТ-оценки анатомических изменений жизненно важных структур у пациентов с травмами краниовертебрального перехода и клинико-диагностические алгоритмы МРТ-исследования этой области недостаточно разработаны. Цель работы — обосновать эффективность применения МРТ при диагностике травм краниовертебрального перехода и создать протокол исследования.

#### Материал и методы

Для достижения поставленной цели было проанализировано 650 МРТ-исследований головного мозга и шейного отдела позвоночника. В процессе исследования была сформирована группа из 50 пациентов с травматическим повреждением краниовертебральной области, госпитализированных для оперативного или консервативного лечения. Распределение пациентов по полу в исследуемой группе было следующим: 24 (48%) мужчины и 26 (52%) женщины. Использовали специализированную приемопередающую катушку для исследования головного мозга, так как именно при таких исследованиях можно получить изображения всех анатомических структур, необходимых для проведения измерений — решетчатой пластинки, заднего края твердого неба, бугорка турецкого седла, Блюменбахова ската, большого затылочного отверстия,  $C_1$  и  $C_2$  позвонков.

МРТ-исследование проводили на низкопольном магнитно-резонансном томографе с постоянным магнитом 0,2 Т. На МРТ-изображениях оценивались состояние и соотношения кост-

ных структур, образующих краниовертебральную область, капсульно-связочный аппарат, состояние структур центральной нервной системы на этом уровне (ствол, краниовертебральный переход, миндалина мозжечка, спинной мозг), также проводили измерение линейных и угловых диагностических показателей.

Ориентиры и центрация пациента при МРТ краниовертебральной области аналогичны классической рентгенологии при положении пациента лежа на спине. Поле зрения составляло 24 см. Томограммы выполняли в сагиттальной, коронарной и аксиальной плоскостях.

Всем пациентам дополнительно выполняли рентгенограммы в прямой и боковой проекциях, применяли специальную методику — прямая задняя проекция через широко открытый рот, когда центральный рентгеновский луч направляется отвесно по линии, соединяющей нижний край верхних резцов и нижнюю поверхность затылочной кости. Для сравнительного анализа данных МРТ и МСКТ десяти пациентам было проведено МСКТ-исследование краниовертебральной области.

Диагностический комплекс, включающий общеклиническое, полное клинико-неврологическое, нейроортопедическое и лучевое обследование, был направлен на решение ряда задач: во-первых, на определение ведущего клинического синдрома — корешкового, рефлекторного, компрессионно-ишемического; во-вторых, на определение вида травмы (перелом  $C_1$ ,  $C_2$  позвонков, подвывих атланта); в-третьих, на верификацию характера и топографии патоморфологического субстрата клинической симптоматики.

При оценке рентгенограмм обращали внимание на соотношение боковых масс атланта, зубовидного отростка аксиса, дуги атланта, тела аксиса, затылочной кости, ската черепа, на состояние атлантоаксиального сустава. Критериями нормального расположения элементов атлантоаксиального сустава на рентгенограммах являлись полная симметрия суставных щелей справа и слева, расположение

зубовидного отростка аксиса между внутренними поверхностями боковых масс атланта. У всех пациентов в качестве диагностических критериев в оценке патологии краниовертебральной области использовали рентгенологические линейные и угловые измерения: линии Чемберлена, МакГрегора и МакРея, показатели Клауса, показатели сфеноидального, сфеновертебрального и краниовертебрального углов.

Рентгенологически перелом  $C_2$  позвонка подразделяется на три типа в зависимости от расположения линии перелома (классификация Anderson – D'Alonzo). При типе I перелом проходит через верхушку зубовидного отростка (встречается редко), для типа II характерно прохождение перелома в области соединения зуба и тела  $C_2$  (2/3 всех повреждений) и при типе III – перелом проходит через тело  $C_2$  (1/3 всех переломов  $C_2$ ). Результаты КТ- и МРТ-исследований дают дополнительную информацию о степени смещения, наличии сопутствующих повреждений в мягких тканях, включая спинной мозг.

## Результаты и их обсуждение

Исследование краниовертебрального перехода методом МРТ в сагиттальной проекции выявляет костные элементы и их соотношение, позвоночный и спинно-мозговой каналы, изменения в межпозвоночных суставах, дисках и замыкательных пластинках. По T1-взвешенным изображениям в этой проекции оценивали морфологические детали спинного мозга, его корешки, интрадуральное и экстрадуральное пространства, соотношение структур атлантоаксиального сочленения. На T2-взвешенных изображениях хорошо выявляется субарахноидальное пространство с высоким МРТ-сигналом, за счет чего можно разграничить цереброспинальную жидкость, костные структуры и связки. На T1-взвешенных изображениях это было затруднено, поскольку все эти структуры обладают низким МРТ-сигналом. На T2-взвешен-

ных изображениях выявляли возможную интрамедуллярную патологию. Сагиттальная проекция явилась оптимальной для прицеливания и локализации фронтальных и аксиальных срезов, для измерения линейно-угловых показателей, таких, как краниовертебральный угол, сфеновертебральный угол, сфеноидальный угол, угол входа в большое затылочное отверстие, индекс Клауса, длина Блюменбахова ската, угол  $C_1-C_2$ , свободный канал, ширина сустава Крювелье, интервалы «основание – зуб  $C_2$ », «зуб – спинной мозг», отклонение зуба  $C_2$ .

В аксиальной проекции использовали T2-взвешенные изображения, позволяющие видеть ряд тонких деталей строения спинного мозга и паравертебральных тканей.

В коронарной проекции выполнялись как T1-, так и T2-взвешенные изображения. Коронарную проекцию преимущественно использовали для оценки соотношений атлантоокципитального и атлантоаксиального сочленений, для измерения линейно-угловых показателей. Особое внимание при выполнении томограмм в аксиальной и коронарной проекциях уделяли центрации и локализации срезов для избегания неверной интерпретации изображений. Для оценки изменений краниовертебральной области одинаково важны все три плоскости выполнения томограмм, которые дополняют и уточняют полученную информацию.

Для уточнения характера изменений, выявленных в сагиттальной плоскости, проводят исследование во фронтальной плоскости в режиме T1. Плоскость срезов параллельна углу отклонения зуба  $C_2$  позвонка, срединный срез проходит через верхушку зуба. На полученных срезах отчетливо определяются краеобразующие  $C_1$  и  $C_2$  позвонков, атлантоаксиальные сочленения, атлантодентальный интервал. Таким образом, получаем все необходимые данные для определения наличия патологических изменений. Основные измерения проводили по T1-взвешенным изображениям в сагиттальной плоскости.

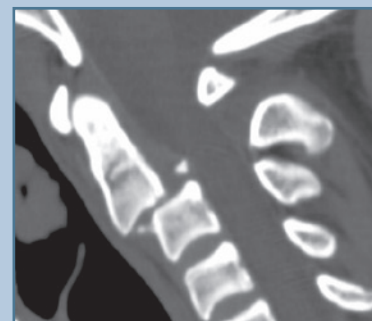
Изображения краниовертебрального перехода, полученные с помощью рентгенографии, МСКТ и МРТ, представлены на рис. 1–3.

Как видно на рис. 2, 3, МРТ-изображение дает информацию не только о состоянии костных структур, но и о состоянии спинно-мозговых дисков,



**Рис. 1**

Трансоральная рентгенограмма  $C_1$  и  $C_2$  позвонков: норма, отсутствует триада ротационного подвывиха



**Рис. 2**

Многосрезовое спиральное компьютерное изображение краниовертебрального перехода в режиме костного окна, реконструкция в сагиттальной плоскости: травматический спондилолистез  $C_2$  позвонка; перелом каудодорсального отдела тела  $C_2$  позвонка; повреждение  $C_2-C_3$  межпозвоночного диска



**Рис. 3**

МРТ-изображение в режиме T2: срединный срез в сагиттальной проекции; кроме изменения костных структур, визуализируются межпозвоночные диски, связочный аппарат, ликворные пространства, расположение верхнешейного отдела спинного мозга

связочного аппарата, элементов ЦНС и цереброспинальной жидкости.

Возможности диагностических методов для исследования изменений краниовертебрального перехода указаны в табл. 1.

Результаты полученных измерений обрабатывались с помощью статистических методов (табл. 2).

Проанализирована возможность дифференцировать с помощью метода МРТ свежие и застарелые повреждения. При свежих переломах, разрывах

связок, кроме наличия смещения, которое также можно измерить, выявляется повышение интенсивности сигнала от поврежденных структур на T2-взвешенных изображениях, связанное с наличием отека. При застарелых повреждениях наличие фиброза, склероза и рубцовых изменений вызывает понижение интенсивности сигнала на T1- и T2-взвешенных изображениях (табл. 3).

В ряде случаев, при тяжелой травме краниовертебрального перехода, только МРТ-исследование позволяет поставить точный диагноз.

#### Клинический пример

*Пациент К., 3 лет, в автодорожной аварии получил удар подушкой безопасности в область подбородка. Посттравматические изменения краниовертебрального перехода: разрыв передней и задней атланто-окципитальной мембраны с формированием ликворного затека в превертебральном пространстве, смещение черепа кпереди (так называемый вывих головы). Разрыв продольного пучка крестообразной связки зуба C<sub>2</sub>. Посттравматический стеноз позвоночного канала на уровне краниовертебрального перехода. Обтурационная симметричная внутренняя гидроцефалия в стадии декомпенсации. Передний подвывих C<sub>1</sub> позвонка. Истончение и деформация спинного мозга на уровне краниовертебрального перехода с формированием постконтузионной кисты. Клинический диагноз поставлен только после проведения МРТ-исследования (рис. 4).*

Анализ результатов МРТ-исследования краниовертебральной области начинается с изучения каждой анатомической структуры на изображениях всех типов взвешенности и включает в себя оценку состояния и соотношения костных структур атлантоокципитального и атлантоаксиального сочленений, позвонков C<sub>2</sub>–C<sub>3</sub>; состояния суставов и смежных сочленяющихся поверхностей атлантоокципитального и атлантоаксиального сочленений, позвонков C<sub>2</sub>–C<sub>3</sub>; состояния связок краниовертебральной области; оценку изменений ЦНС; наличия кровоизлияния, состояния паравертебральных структур; а также измерение линейно-угловых показателей.

В процессе исследования нами выработаны стандартный и развернутый протоколы МРТ-исследования краниовертебрального перехода, усовершенствована методика получения изображений, разработанная на основе стандартных методик МРТ-исследований шейного отдела позвоночника и головного мозга.

#### Схемы проведения МРТ-исследования

1. Стандартный протокол:

- прицельный локализатор в трех взаимно-перпендикулярных проекциях;
- сагиттальная проекция T1-ВИ (SE) 12 срезов при TR/TE 400/26 мс, с толщиной срезов 5,0 мм, шагом сканирования 1,0 мм;
- аксиальная проекция T2-ВИ (SE) 15 срезов при TR/TE 2840/117 мс, с толщиной срезов 4,0 мм, шагом сканирования 1,0 мм; плоскость

**Таблица 1**

Возможности визуализации анатомических структур методами рентгенографии, МСКТ и МРТ

Анатомические структуры	Рентгенография	МСКТ		МРТ
		в режиме костного окна	в режиме мягкотканного окна	
Костные структуры	Да	Да, структура определяется отчетливо	Да, структура не детализирована	Да
Мягкие ткани	Нет	Нет	Да	Да
Цереброспинальная жидкость	Нет	Нет	Да	Да
Мозговое вещество	Нет	Нет	Да, структура определяется неотчетливо	Да

Таблица 2

Результаты угловых и линейных диагностических показателей в зависимости от патологических изменений краниовертебральной области,  $M \pm m$

Показатели	Подвывих атланта	Перелом аксиса
Краниовертебральный угол, град	145,00 ± 0,32	155,00 ± 0,32
Сфеновертебральный угол, град	70,54 ± 0,17	96,00 ± 0,32
Сфеноидальный угол, град	100,88 ± 0,31	120,00 ± 0,32
Угол входа в большое затылочное отверстие, град	36,85 ± 0,16	37,00 ± 0,16
Угол С <sub>1</sub> –С <sub>2</sub> , град	22,92 ± 0,16	13,00 ± 0,16
Угол отклонения зуба С <sub>2</sub> , град	116,00 ± 0,32	113,00 ± 0,32
Индекс Клауса, мм	38,00 ± 0,40	39,00 ± 0,40
Длина Блюменбахова ската, мм	36,58 ± 0,40	32,00 ± 0,40
Толщина передней дуги С <sub>1</sub> , мм	5,38 ± 0,40	4,04 ± 0,40
Толщина передней дуги С <sub>1</sub> и зуба С <sub>2</sub> , мм	19,19 ± 0,40	18,00 ± 0,40
Толщина задней дуги С <sub>1</sub> , мм	4,96 ± 0,40	5,00 ± 0,40
Свободный позвоночный канал, мм	19,35 ± 0,40	14,00 ± 0,40
Ширина сустава Крювелье, мм	3,46 ± 0,40	2,00 ± 0,40

Таблица 3

Диагностика методом МРТ свежих и застарелых повреждений краниовертебрального перехода

Морфологический субстрат	Диагностика		Возможность визуализации с помощью другого метода
	свежее повреждение	застарелое повреждение	
Костные структуры	T2-гиперинтенсивный сигнал	T1- и T2-гипоинтенсивный сигнал	Рентгенография – да; КТ – да
Связочный аппарат	T2-гиперинтенсивный сигнал	T2-гипоинтенсивный сигнал	Рентгенография – нет; КТ – да
Спинальный мозг	Контузионный очаг в виде локального утолщения, имеющего T2-гиперинтенсивный и T1-умеренно гипоинтенсивный сигнал	Истончение, кистозная дегенерация в виде полостей, имеющих T1-гипоинтенсивный и T2-гиперинтенсивный сигнал	Рентгенография – нет; КТ – нет
Кровоизлияние	T1-гиперинтенсивный сигнал	–	Рентгенография – нет; КТ – да
Наличие смещения как проявление нестабильности повреждения	Уменьшение свободного размера позвоночного канала	Уменьшение свободного размера позвоночного канала, гипертрофия желтых связок	Рентгенография – да; КТ – да

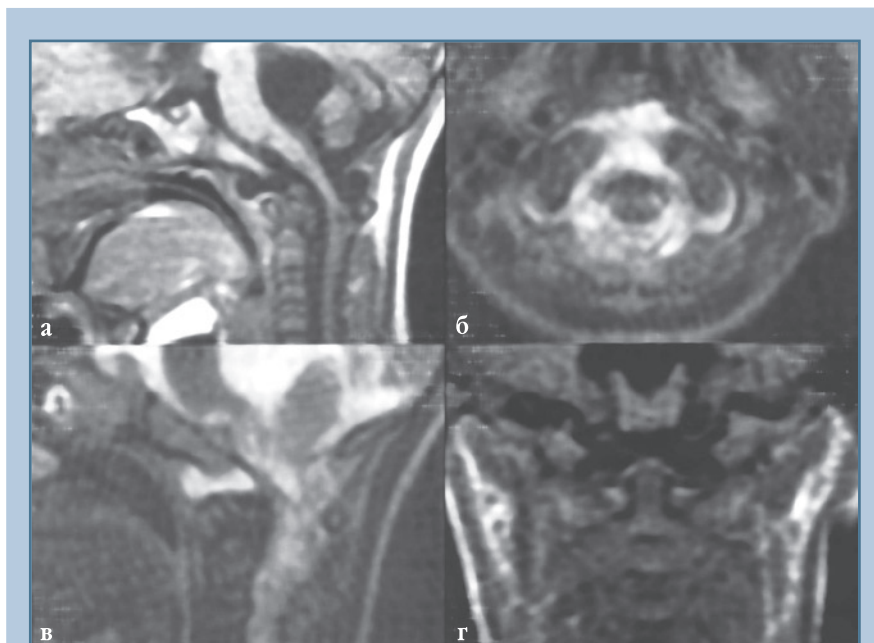
- срединного среза проходит через переднюю и заднюю дуги атланта;
- коронарная проекция T1-ВИ (SE) 10 срезов при TR/TE 400/26 мс, с толщиной срезов 4,0 мм, шагом сканирования 1,0 мм; плоскость срезов параллельна углу отклонения зуба С<sub>2</sub> позвонка, срединный срез проходит через верхушку зуба.
2. Развернутый протокол (проводится дополнительно для уточнения характера повреждений и выявления патологических изменений

- структуры поврежденных тканей во время проведения исследования по стандартному протоколу):
- сагиттальная проекция T2-ВИ (SE) 7 срезов при TR/TE 2840/117 мс, с толщиной срезов 4,0 мм, шагом сканирования 1,0 мм;
  - коронарная проекция T2-ВИ (SE) 10 срезов при TR/TE 2840/117 мс, с толщиной срезов 4,0 мм, шагом сканирования 1,0 мм (плоскость срезов параллельна углу отклонения

- зуба С<sub>2</sub> позвонка, срединный срез проходит через верхушку зуба);
- в сложной диагностической ситуации исследование дополняется методиками FIR и FLAIR в сагиттальной проекции.

### Закключение

При травме позвоночника МРТ является ценным неинвазивным методом, дающим возможность комплексно оценить состояние позвоночного

**Рис. 4**

МРТ пациента К., 3 лет, с травмой краниовертебрального перехода:

**а** – срединный сагиттальный срез в режиме T1;

**б** – аксиальный срез в режиме T2;

**в** – сагиттальный срез в режиме T2;

**г** – фронтальный срез в режиме T1

канала и спинного мозга, найти морфологический субстрат неврологических нарушений. Эти данные, наряду со спондилографией и КТ, помогают определить объем и выработать тактику нейрохирургического вмешательства. Метод МРТ для диагностики краниовертебрального перехода, кроме очевидных преимуществ, заключаю-

щихся в возможности визуализации мягких тканей и цереброспинальной жидкости, удобен еще и тем, что не требует специальной укладки пациента и не оказывает лучевой нагрузки. Таким образом, метод МРТ можно и целесообразно применять для исследования краниовертебрального перехода. Основные морфометрические

параметры, полученные по данным рентгенографии, соответствуют таковым на МРТ, поэтому в ряде случаев рентгенологическое исследование можно заменить МРТ-исследованием.

Диагностическими критериями повреждений краниовертебрального перехода являются как нарушение соотношения и целостности костных структур, что может быть выявлено при традиционных методах диагностики, так и повреждения связочного аппарата, повреждения и патологические изменения элементов ЦНС и мягких тканей на этом уровне, что с высокой точностью выявляется при МРТ-исследовании.

При подозрениях на травматическое повреждение краниовертебрального перехода необходимо в обязательном порядке проводить пациенту МРТ-исследование в рамках разработанного диагностического протокола, что существенно улучшает качество диагностики и эффективность проводимого лечения. Предлагаемый алгоритм позволяет получить максимум возможной информации о состоянии краниовертебрального перехода за минимально короткий срок. Несмотря на то что каждый клинический случай является уникальным и своеобразным, требует индивидуального диагностического подхода, предлагаемый диагностический алгоритм при МРТ-исследовании позволяет минимизировать вероятность диагностической ошибки.

## Литература

1. Ахадов Т.А., Панова М.М., Гаспарян С.А. Магнитно-резонансная томография в диагностике заболеваний спинного мозга и позвоночника // Современная компьютерная магнитно-резонансная томография в многопрофильной клинике: Тез. докл. Междунар. конф. М., 1997. С. 65–68.
2. Ахадов Т.А., Рушанов И.И., Панова М.М. Магнитно-резонансная томография в диагностике заболеваний позвоночника и спинного мозга. Часть 2. Семиотика заболеваний // Новости науки и техники. Серия «Медицина. Лучевая диагностика». 1997. № 2. С. 68–70.
3. Корниенко В.Н., Пронин И.Н. Диагностическая нейрорадиология. М., 2006.
4. Луцки А.А., Раткин И.К., Никитин М.Н. Краниовертебральные повреждения и заболевания. Новосибирск, 1998.
5. Никитин М.Н. Повреждение I–II шейных позвонков: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Казань, 1981.
6. Прокоп М., Галански М. Спиральная и многослойная компьютерная томография. М., 2007. Т. 2.
7. Селиванов В.П., Никитин М.Н. Диагностика и лечение вывихов шейных позвонков. М., 1971.
8. Современная лучевая диагностика повреждений и заболеваний верхнешейного отдела позвоночника. М., 1997.
9. Тиссен Б.Т. Диагностика травмы шейного отдела позвоночника и спинного мозга // Новые горизонты: Тез. докл. Невского радиологического форума. СПб., 2007. С. 107.
10. Трофимова Т.Н., Апаньева Н.И., Назинкина Ю.В. и др. Нейрорадиология. СПб., 2005.

11. **Труфанов Г.Е., Рамешвили Т.Е.** Лучевая диагностика травм головы и позвоночника СПб., 2007.
12. **Холин А.В.** Магнитная резонансная томография с ультранизким полем при заболеваниях и повреждениях позвоночника и спинного мозга: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 1992.
13. **Цивьян Я.Л.** Хирургия позвоночника. Новосибирск, 1993.
14. **Aichner F., Poewe W., Rogalsky W., et al.** Magnetic resonance imaging in the diagnosis of spinal cord diseases // J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry. 1985. Vol. 48. P. 1220–1229.
15. **Altman N.R., Altman D.H.** MR imaging of spinal dysraphism // AJNR. 1987. Vol. 8. P. 533–538.
16. **Aubin M.L., Baleriaux D., Cosnard G., et al.** MR in syringomyelia of congenital, infectious, traumatic or idiopathic origin. A study of 142 cases // J. Neuroradiol. 1987. Vol. 14. P. 313–336.
17. **Bradley W.G., Waluch V., Yadley R.A., et al.** Comparison of CT and MR in 400 patients with suspected disease of the brain and cervical spinal cord // Radiology. 1984. Vol. 152. P. 695–708.
18. **Daffner R.H. (ed).** Trauma to the axial skeleton // Semin. Musculoskelet. Radiol. 1998. Vol. 2.
19. **Daffner R.H., Brown R.R., Goldberg A.L.** A new classification for cervical vertebral injuries: influence of CT // Skeletal Radiol. 2000. Vol. 29. P. 125–132.
20. **Kent D.L., Larson E.B.** Magnetic resonance imaging of the brain and spine. Is clinical efficacy established after the first decade? // Ann. Intern. Med. 1988. Vol. 108. P. 402–424.
21. **Modic M.T., Masaryk T.J., Mulopulos G.P., et al.** Cervical radiculopathy: prospective evaluation with surface coil MR imaging, CT with metrizamide, and metrizamide myelography // Radiology. 1986. Vol. 161. P. 753–759.
22. **Modic M.T., Masaryk T.J., Ross J.S., et al.** Cervical radiculopathy: value of oblique MR imaging // Radiology. 1987. Vol. 163. P. 227–231.
23. **Modic M.T., Weinstein M.A.** Nuclear magnetic resonance of the spine // Br. Med. Bull. 1984. Vol. 40. P. 183–186.
24. **Modic M.T., Weinstein M.A., Pavlicek W., et al.** Nuclear magnetic resonance imaging of the spine // Radiology. 1983. Vol. 148. P. 757–762.

**Адрес для переписки:**

Плотникова Наталья Николаевна  
630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17,  
NPlotnikova@niito.ru

*Статья поступила в редакцию 21.12.2007*