



НОРМАЛЬНЫЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ МРТ-ИЗОБРАЖЕНИЙ КРАНИОВЕРТЕБРАЛЬНОГО ПЕРЕХОДА

Н.Н. Плотникова, А.В. Стрыгин

Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии

Цель исследования. Описание морфометрических параметров изображений МРТ краниовертебрального перехода в норме.

Материал и методы. В исследование включены 50 пациентов, у которых не было никаких клинических симптомов и заболеваний позвоночника и спинного мозга, рентгенологическое исследование позвоночника не выявило отклонений от нормы. Для оценки варианта нормальной анатомии взяты пациенты 21–30 лет. МРТ проводилось всем пациентам на аппарате с напряженностью постоянного магнитного поля 0,2 Т на специализированной приемопередающей катушке, предназначенной для исследования головного мозга.

Результаты. Предложенная методика получения изображений, разработанная на основе стандартных методик МРТ-исследований шейного отдела позвоночника и головного мозга, позволила получить максимум возможной информации о состоянии краниовертебрального перехода за минимально короткий срок. Нами определены размеры структур, не визуализируемых методом рентгенографии. Данные измерений, проведенных по МРТ, соответствуют данным, полученным по краниограммам в боковой и прямой проекциях. В ряде случаев МРТ не только дополняет рентгенографическое исследование, но и заменяет его.

Заключение. Метод МРТ для диагностики краниовертебрального перехода, кроме очевидных преимуществ, заключающихся в возможности визуализации мягких тканей и цереброспинальной жидкости, удобен еще и тем, что не требует специальной укладки пациента и не оказывает лучевой нагрузки.

Ключевые слова: краниовертебральный переход, магнитно-резонансная томография.

MRI MORPHOMETRIC PARAMETERS OF THE INTACT CRANIOVERTEBRAL JUNCTION
N.N. Plotnikova, A.V. Strygin

Objective. To describe morphometric parameters obtained from MRI scans of the intact craniovertebral junction.

Material and Methods. The study included 50 patients without any clinical symptoms and radiological abnormalities of the spine and spinal cord. The age of the examined patients was 21–30 years to assure a normal anatomy. All patients were examined using MRI-tomograph with 0.2 T magnetizing force of specialized receiving-transmitting coil designed for the brain investigation.

Results. Original method for scanning developed on the basis of standard methods of MRI examination of the cervical spine and brain allows obtaining maximum possible information on the craniovertebral junction status during minimally short time. Morphometric parameters were measured on MR tomography scans, compared with X-ray evidences in literature. Besides, we defined sizes of structures which were not visualized on X-rays.

Conclusion. The advantages of MR tomography used in craniovertebral junction diagnosis, besides opportunity to visualize soft tissues and cerebrospinal fluid, include the absence of necessity for a special positioning of a patient and absence of radiation load. Data of MRI scan measurement correspond to those obtained from lateral and direct projections on craniograms. In some cases MRI examination does not only complement radiological one, but replaces it.

Key Words: craniovertebral junction, magnetic resonance tomography.

Hir. Pozvonoc. 2008;(2):53–57.

Новым шагом в области улучшения диагностики, а следовательно, и лечения больных с заболеваниями верхнешейного отдела позвоночника и спинного мозга стало использование в нейрохирургической практике метода магнитно-резонансной томографии (МРТ). Возможность с помощью МРТ одновременно визуализировать спинной мозг и позвоночник на большом протяжении без введения в субарахноидальное пространство контрастного препарата и без использования ионизирующей радиации стала предпосылкой быстрого и широкого применения этого метода [23, 24]. В настоящее время МРТ является одним из главных методов в диагностике большинства заболеваний спинного мозга и позвоночника. По сравнению с другими методами, МРТ дает более полную информацию об исследуемом объекте. В зарубежной литературе имеется немало сообщений об эффективности МРТ в диагностике краниовертебрального перехода [21–24]. С разработкой метода появилась возможность получить многоплановое изображение спинного мозга и выявить морфологические изменения других структур позвоночника. МРТ позволяет выявить имеющуюся патологию и дать комплексную оценку состояния краниовертебральной области и верхнешейного отдела позвоночника. Описание морфометрических параметров МРТ-изображений краниовертебрального перехода в норме явилось целью данной работы.

Материал и методы

С целью изучения нормальной анатомии позвоночника и спинного мозга на уровне краниовертебрального перехода нами проанализированы данные МРТ-исследования 50 пациентов, у которых не было никаких клинических симптомов и заболеваний позвоночника и спинного мозга, рентгенологическое исследование позвоночника не выявило отклонений от нормы. МРТ проводилось всем пациентам на аппарате с напряжен-

ностью постоянного магнитного поля 0,2 Т на специализированной приемопередающей катушке, предназначенной для исследования головного мозга. Для оценки варианта нормальной анатомии взяты пациенты 21–30 лет. Выбор пациентов обусловлен тем, что на данном отрезке жизни окончательно сформированы все структуры позвоночника и еще нет изменений, свидетельствующих об естественном процессе старения. Это были пациенты, проходившие исследование головного мозга, так как изображения, полученные при исследовании именно этой анатомической области, позволяют провести все необходимые измерения.

Исследования проводили по стандартной методике, включающей получение Т1-взвешенных изображений в сагиттальной плоскости, Т2-взвешенных изображений в аксиальной плоскости и Т1-взвешенных изображений во фронтальной плоскости. Наиболее важными для получения изображений оказались срединные Т1-взвешенные изображения в сагиттальной плоскости. МРТ-исследование выполняли с использованием импульсных последовательностей SE (спиновое эхо): сагиттальная плоскость – SE с получением Т1- и Т2-взвешенных изображений с толщиной среза 4 мм, шагом сканирования 1 мм; фронтальная – SE с получением Т1- и Т2-взвешенных изображений с толщиной среза 4 мм, шагом сканирования 1 мм; аксиальная – SE с получением Т1- и Т2-взвешенных изображений с толщиной среза 4 мм, шагом сканирования 1 мм. Результаты вносили в протокол исследования. При проведении МРТ-исследования использовали разработанные нами протоколы, включающие описание трех плоскостей: сагиттальной, аксиальной и фронтальной. По МРТ-изображениям оценивали состояние и соотношение костных структур, образующих краниовертебральную область, капсульно-связочный аппарат, состояние структур центральной нервной системы на этом уровне (ствол, краниовертебральный переход, миндаины

мозжечка, спинной мозг). Проводили измерение линейных и угловых диагностических показателей.

На полученных томограммах в сагиттальной плоскости определялись следующие анатомические структуры: костные (решетчатая пластинка, турецкое седло, Блюменбахов скат, затылочная кость, верхние шейные позвонки), цереброспинальная жидкость, субарахноидальные пространства, головной мозг и верхнешейный отдел спинного мозга.

С учетом расположения данных анатомических структур проводили измерения, во-первых, центрального отдела основания черепа (сфеноидальный угол, длина Блюменбахова ската); во-вторых, взаимоотношения черепа в целом с позвоночным каналом (краниовертебральный угол, сфеновертебральный угол, угол входа в большое затылочное отверстие); в-третьих, взаимоотношения костных структур и мозгового вещества (величина переднего субарахноидального пространства и свободного позвоночного канала на уровне верхушки зуба С₂ позвонка).

Анализ результатов МРТ-исследования краниовертебральной области начинался с изучения каждой анатомической структуры на изображениях всех типов взвешенности и включал в себя оценку состояния и соотношения костных структур атлантооципитального и атлантоаксиального сочленений, позвонков С₂–С₃, состояния суставов и смежных сочленяющихся поверхностей, состояния связок краниовертебральной области, изменений центральной нервной системы, измерение линейно-угловых показателей, состояния паравертебральных структур.

Статистическую обработку данных проводили на персональном компьютере в статистических программах «Primer of Biostatistics, Version 4.03» и SPSS 11.0 с использованием критерия Стьюдента. При значениях $P < 0,05$ различия считали достоверными, при $P < 0,01$ – высоко достоверными.

Результаты и их обсуждение

Сравнение полученных нами данных с данными литературных источников, основанных на измерениях, проведенных по рентгенограммам, приведено в табл. Кроме того, нами определены размеры структур, не визуализируемых методом рентгенографии. Из табл. видно, что измерения, проведенные по МРТ-изображениям, соответствуют измерениям, проведенным по боковым рентгенограммам.

В реальной практике из импульсных последовательностей получения МРТ-изображений спинного мозга и позвоночника наиболее часто используется SE, которое позволяет получать T1- и T2-взвешенные изображения и менее чувствительно к артефактам движения и локальным неоднородностям магнитного поля [11, 13, 18, 19].

Для получения T1-взвешенных изображений чаще всего используют исключительно SE, при котором цереброспинальная жидкость практически не видна за счет низкого МРТ-сигнала. Это дает возможность более уверенно судить о морфологии спинного мозга и его оболочек, позвонков, паравerteбральных структур и мышц.

Следует отметить довольно значительный разброс величин TR и TE, предлагаемых различными авторами.

Так, при получении T1-взвешенных изображений с помощью SE они колебались в пределах TR = 400–800 мсек и TE = 17–40 мсек; а при построении SE T2-взвешенных изображений TR = 1500–2000 мсек и TE = 30–120 мсек [1–7]. Выбор тех или иных условий у разных авторов практически не зависел от характера и типа используемого для МРТ аппарата и напряженности магнитного поля с колебаниями от 0,3 до 1,5 Т [12].

В процессе исследования мы применили собственную методику получения изображений, разработанную на основе стандартных методик МРТ-исследований шейного отдела позвоночника и головного мозга. Предлагаемая методика позволяет получить максимум возможной информации о состоянии краниовертебрального перехода за минимально короткий срок. Каждый клинический случай является уникальным и своеобразным, требует индивидуального диагностического подхода, и предлагаемая методика МРТ-исследования краниовертебрального перехода позволяет минимизировать вероятность диагностической ошибки.

Исключительное значение в исследовании позвоночника и спинного мозга имеет выбор проекции исследования. Основным преимуществом МРТ является воз-

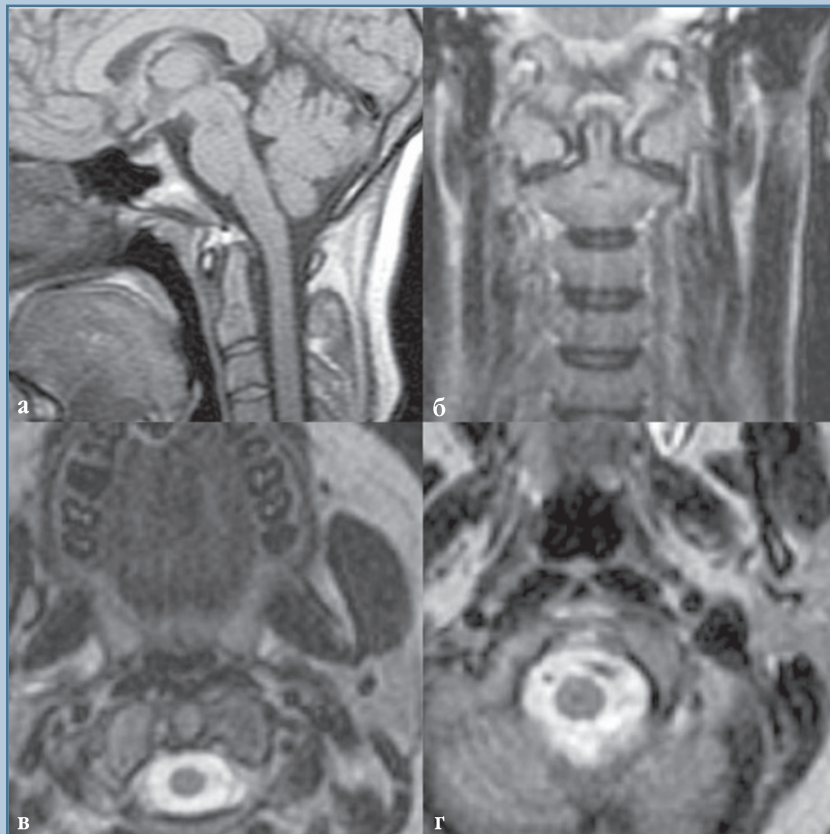
можность получения многопроеционного изображения структур позвоночника и спинного мозга без изменения положения больного [8–10, 20]. Решающую роль играет сагиттальная проекция, позволяющая видеть костные элементы, позвоночный и спинно-мозговой каналы, структуру головного и верхнешейного отделов спинного мозга, паравerteбральные мягкие ткани. По T1-взвешенным изображениям в этой проекции можно оценить морфологические детали спинного мозга, его корешки, субарахноидальное пространство. На T2-взвешенных изображениях хорошо выявляется субарахноидальное пространство с высоким МРТ-сигналом, за счет чего можно разграничить цереброспинальную жидкость, костные структуры и связки. T2-взвешенные изображения дают возможность детализировать структуру спинного мозга. Аксиальной и фронтальной проекциями дополняют и уточняют информацию, полученную в сагиттальной плоскости.

Сагиттальная проекция позволяет оценить состояние мягких тканей и костных образований, структуру продолговатого мозга, начального отдела спинного мозга, дает возможность провести измерения линейных и угловых показателей. Во фронтальной и аксиальной плоскостях уточня-

Таблица

Результаты диагностических показателей, полученных методами рентгенографии и МРТ

| Показатели | Рентгенография (литературные данные, норма) | МРТ (данные авторов статьи, норма, среднее значение) |
|--|--|---|
| Краниовертебральный угол, град. | 130–160 | 150 |
| Сфеновертебральный угол, град. | 80–105 | 77 |
| Сфеноидальный угол, град. | 90–130 | 105 |
| Индекс Клауса, мм | 40 | 36 |
| Угол входа в большое затылочное отверстие, град. | 25–55 | 39 |
| Сегментарный угол C ₁ –C ₂ , град. | 20–40 | 21 |
| Пространство Крювелье, мм | 3–4 | 3 |
| Длина Блюменбахова ската, мм | нет данных | 41 |
| Толщина передней дуги атланта, мм | нет данных | 5 |
| Толщина передней дуги атланта и зуба C ₂ позвонка, мм | нет данных | 17 |
| Толщина задней дуги атланта, мм | нет данных | 6 |
| Сагиттальный размер свободного позвоночного канала, мм | нет данных | 19 |

**Рис.**

МРТ-изображения краниовертебрального перехода в норме в сагиттальной (а), фронтальной (б) и аксиальной (в, г) плоскостях

ются взаимоотношение C_1 и C_2 позвонков, состояние связочного аппарата, величина ликворных пространств, состояние элементов ЦНС (рис.).

Заключение

Таким образом, мы пришли к выводу, что метод МРТ возможно и целесообразно применять для исследования краниовертебрального перехода. Кроме очевидных преимуществ, заключающихся в возможности визуализации мягких тканей и цереброспинальной жидкости, метод удобен еще и тем, что не требует специальной укладки пациента и не оказывает лучевой нагрузки. Основные морфометрические параметры, полученные по данным рентгенографии, соответствуют таковым на МРТ-изображениях, поэтому в ряде случаев МРТ-исследование не только дополняет рентгенографическое, но и заменяет его.

Литература

1. Ахадов Т.А., Панов В.О., Айххофф У. Магнитно-резонансная томография спинного мозга и позвоночника. М., 2000.
2. Бондарчук Д.В., Савелло В.Е. Методика МР-исследования позвоночника и спинного мозга при осложненной спинальной травме на магнитно-резонансном томографе Magnetom vision «Siemens» // Новые горизонты: Тез. докл. Невского радиологического форума. СПб., 2007. С. 74–75.
3. Ветриль С.Т., Колесов С.В., Юдин С.В. Использование современных технологий при диагностике и лечении повреждений и заболеваний шейного отдела позвоночника // VII съезд травматологов-ортопедов России. Тез. докл. Новосибирск, 2002. С. 85–86.
4. Ветриль С.Т., Морозов А.К., Колесов С.В. Лучевые методы диагностики краниовертебральной патологии // Повреждения и заболевания шейного отдела позвоночника. М., 2004. С. 7–9.
5. Дулаева Н.М., Савелло В.Е., Дулаев А.К. Комплексная лучевая диагностика основных патологических состояний у пациентов, перенесших позвоночно-спинномозговую травму // Новые горизонты: Тез. докл. Невского радиологического форума. СПб., 2007. С. 79–80.
6. Коновалов А.Н., Корниенко В.Н., Пронин И.Н. Магнитно-резонансная томография в нейрохирургии. М., 1997. С. 252–455.
7. Осипов М.Н., Кисельгоф И.Н. К вопросу о лучевой диагностике травматических повреждений позвоночника // Новые горизонты: Тез. докл. Невского радиологического форума. СПб., 2007. С. 97–98.
8. Пичугин В.А. Оптимизация лучевого обследования пациентов в отдаленные периоды после травмы шейного отдела позвоночника // Новые горизонты: Тез. докл. Невского радиологического форума. СПб., 2007. С. 98–99.
9. Прокоп М., Галански М. Спиральная и многослойная компьютерная томография. М., 2007. Т. 2.
10. Ринк П.А. Магнитный резонанс в медицине. Основной учебник Европейского форума по магнитному резонансу. М., 2003.
11. Холин А.В., Макаров А.Ю., Мазуркевич Е.А. Магнитная резонансная томография позвоночника и спинного мозга. СПб., 1996.
12. Aubin M.L., Vignaud J., Iba-Zizen M.T., et al. NMR imaging of the cranio-cervical junction and

- cervical spine. Normal and pathological features // J. Neuroradiol. 1984. Vol. 11. P. 229–237.
13. **Baleriaux D., Parizel P., Rodesch G., et al.** Magnetic resonance imaging (MRI) of the spinal cord and intracanal lesions // J. Beige Radiol. 1988. Vol. 71. P. 79–90.
 14. **Crarber I.H.** Abnormalities of the atlas and axis vertebrae – congenital and traumatic // J. Bone Joint Surg. 1964. Vol. 46. P. 1782–1791.
 15. **Breger R.K., Williams A.L., Daniels D.L., et al.** Contrast enhancement in spinal MR imaging // AJR. Am. J. Roentgenol. 1989. Vol. 153. P. 387–391.
 16. **Brown B.M., Schwartz R.H., Frank E., et al.** Preoperative evaluation of cervical radiculopathy and myelopathy by surface-coil MR imaging // AJR. Am. J. Roentgenol. 1988. Vol. 151. P. 1205–1212.
 17. **Czervionke L.F., Daniels D.L., Ho P.S., et al.** The MR appearance of gray and white matter in the cervical spinal cord // AJNR. Am. J. Neuroradiol. 1988. Vol. 9. P. 557–562.
 18. **Flannigan B.D., Lufkin R.B., Mc Glade C., et al.** MR imaging of the cervical spine: neurovascular anatomy // AJR. Am. J. Roentgenol. 1987. Vol. 148. P. 785–790.
 19. **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.
 20. **McAfee P.C., Bohlman H.H., Han J.S., et al.** Comparison of nuclear magnetic resonance imaging and computed tomography in the diagnosis of upper cervical spine cord compression // Spine. 1986. Vol. 11. P. 295–304.
 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 18.12.2007