Появляется основа для создания инфраструктуры, позволяющей реализовывать различные телемедицинские проекты.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Бердяков Г.И., Ртищева Г.М., Кокуев А.Н. Особенности построения и применения цифровых рентгеновских аппаратов для исследования легких // Мед. техника.— 1998.— № 5.— С.35—40.
- Блинов Н.Н., Варшавский Ю.В., Зеликман М.И. Цифровые преобразователи изображения для медицинской радиологии // Компьютер. технол. в мед.— 1997.— № 3.— С.19—22.
- Блинов Н.Н., Зеликман М.И., Кокуев А.Н., Соловьев А.А. О выборе электронного оборудования для рентгенодиагностических цифровых сканирующих систем // Мед. техника.— 1998.— № 1.— С.3—5.
- Юкелис Л.И., Евфимьевский Л.В., Блинов Н.Н. и др. Новый метод рентгенологического исследования грудной клетки, заменяющий флюорографию // Пробл. туб.— 1998.— № 4.— С.27—28.

Поступила 21.06.99.

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 1999

УДК [616.233+616.24+616.27]-073.756.8

П.М.Котляров, Е.В.Гамова, Н.В.Нуднов, Н.В.Кошелева, Н.В.Мартынова

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ВИЗУАЛИЗАЦИИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ, СРЕДОСТЕНИЯ И ПРИ НЕКОТОРЫХ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЯХ

Российский научный центр ренттенологии МЗ РФ, Межведомственная клиническая больница 38, Москва

USING OF RESONANCE MAGNETIC TOMOGRAPHY FOR IMAGING OF RESPIRATORY SYSTEM, MEDIASTINUM AND IN SOME PATHOLOGY

P.M.Kotlyarov, E.V.Gamova, N.V.Nudnov, N.V.Kosheleva, N.V.Martynova

Summary

We performed chest resonance magnetic tomography in 37 patients. The "*Vectra*" resonance magnetic tomograph was used in this study. It is constructed by the "*General Electric*" firm and has a super-conducting magnet with the field tension of 0.5 Tl and synchronization with electrocardiogram.

Among chest structures a mediastinum was well defined in tomograms, namely trachea, main bronchi, heart, large vessels, oesophagus, thymus. A lung parenchyma did not represent in details in tomograms; among lung elements only vessels up to 4—5 order were imaged. Concerning pathology, aortic aneurysm, additional formations and enlarged lymphatic nodes of mediastinum and lungs roots were revealed. Some lung pathology was also represented but the problem of diagnostics and differentiation of various lung pathological processes using resonance magnetic tomography requires further studies and more precise definition.

Резюме

Выполнена магнитно-резонансная томография грудной клетки 37 пациентам. Исследование проводилось на магнитно-резонансном томографе Vectra фирмы "General Electric" со сверхпроводящим магнитом напряженностью поля 0,5 Тл и использованием синхронизации по ЭКГ.

Из структур грудной клетки четкую визуализацию на томограммах получили органы средостения: трахея, главные бронхи, сердце, магистральные сосуды, пищевод, вилочковая железа. Легочная паренхима детального отображения на томограммах не имела, из элементов легочного рисунка визуализировались лишь сосуды до 4—5 порядка. При патологических процессах выявлялись увеличенные лимфоузлы в средостении и корнях легких. Отображение получила и некоторая легочная патология, однако вопросы диагностики и дифференциации различных патологических процессов в легких при помощи магнитно-резонансной томографии требуют дальнейшего изучения и уточнения.

Магнитно-резонансная томография (MPT) — один из ведущих методов неинвазивной диагностики поражений различных органов и систем, в том числе и органов грудной клетки. МРТ имеет важное значение в диагностике объемных образований средостения, корней легких, при патологии сердца и крупных сосудов



Рис.1. MP-томограмма грудной клетки в аксиальной проекции на уровне бифуркации трахеи (Т1 взвешенное изображение).

1 — правый главный бронх, 2 — левый главный бронх, 3 — верхняя полая вена, 4 — восходящий отдел аорты, 5 — нисходящий отдел аорты, 6 — левая легочная артерия.

[1—7]. МРТ применяется более 15 лет, однако клиническое значение метода для диагностики заболеваний органов грудной клетки окончательно не определено.

Задачей нашего исследования было изучение органов грудной клетки в МРТ-изображении в норме и при некоторой патологии. Обследовано 37 человек. Возраст пациентов — от 16 до 62 лет, мужчин — 23, женщин — 14. Исследование проводилось на магнитнорезонансном томографе Vectra фирмы "General Electric" (США) со сверхпроводящим магнитом напряженностью магнитного поля 0,5 Тл, с использованием катушки для тела, встроенной в корпус томографа. Сканирование выполнялось в положении больного лежа на спине по стандартной программе с получением T1- и T2-протон взвешенных изображений в аксиальной плоскости, толщиной среза 10 мм, полем изображения 35 см, двумя усреднениями, количество срезов определялось размерами грудной клетки и в среднем составляло 18-19 срезов. Исследование дополнялось сканированием во фронтальной и, в ряде случаев, в сагиттальной и произвольной плоскостях. Для получения качественного изображения, свободного от динамических артефактов, связанных с сокращением сердечной мышцы, во всех случаях применялась синхронизация с ЭКГ. При трактовке данных оценивались форма, контуры, размеры, внутренняя структура, характер МР-сигнала от органов и тканей грудной клетки.

Структуры стенки грудной клетки, представленные костными элементами (грудной отдел позвоночника, грудина, ключицы, ребра) и скелетными мышцами, хорошо дифференцируются на томограммах (рис.1). Мышцы грудной стенки в МР-изображении отделены друг от друга за счет наличия жировых прослоек, имеют среднюю интенсивность МР-сигнала на T1 и слабо пониженную на T2 взвешенных изображениях. Интенсивность МР-сигнала от мышечной ткани на T1 взвешенных изображениях принималась нами за эта-



Рис.2. МР-томограмма грудной клетки в коронарной плоскости на уровне перехода дуги в нисходящий отдел аорты (Т1 взвешенное изображение).

диафрагма, 2 — правый главный бронх, 3 — правая легочная артерия, 4 — аорта, 5 — левый главный бронх.

лонную, относительно которой оценивалась интенсивность сигнала от других тканей и органов. Костные элементы имели слабо повышенную интенсивность MP-сигнала на T1 взвешенных изображениях за счет наличия костного мозга и среднюю на T2 взвешенных изображениях. Детально оценить структуру костных элементов не представлялось возможным из-за малого содержания протонов водорода в костных балках. Подкожная жировая клетчатка, также как и жировая ткань любой локализации, имела повышенную интенсивность MP-сигнала на T1 и T2 взвешенных изображениях. Объем клетчатки зависел от конституциональных особенностей пациента.

Диафрагма (рис.2) на МР-томограммах выглядела полоской пониженной или средней интенсивности МР-сигнала, равномерной толщины (около 6 мм), лучше всего прослеживающейся на сагиттальных срезах. Участки диафрагмы, прилежащие к легкому, на магнитно-резонансных томограммах в аксиальной проекции отражения не имели.

Трахея и главные бронхи четко контурировались благодаря естественному двойному контрастированию за счет отсутствия сигнала от воздушного столба в их просвете на Т1 и Т2 взвешенных изображениях и повышенной интенсивности сигнала от клетчатки средостения (см.рис.1,2). Интенсивность сигнала от стенки трахеи и главных бронхов средняя или слабо пониженная, толщина стенок равномерная и составляет около 3 мм для трахеи и 2 мм для главных бронхов. Долевые бронхи прослеживаются только в прокси-



Рис.3. МР-томограмма грудной клетки в коронарной плоскости на уровне бифуркации трахеи (Т1 взвешенное изображение)

1 — трахея, 2 — правый главный бронх, 3 — левый главный бронх, 4 — верхнедолевой бронх, 5 — среднедолевой бронх, 6 — нижнезональный бронх.

мальном отделе на ограниченном протяжении около 1—2 см, далее сигнал от стенок бронхов теряется на фоне содержащей воздух легочной ткани (рис.3). Это обусловлено тангенциальным расположением относительно плоскости исследования и истончением стенки бронха. Неизмененные лимфатические узлы корней легкого не визуализировались.

Легкие имели неправильную конусовидную форму (рис.2). Правое легкое короче и шире левого за счет высокого стояния купола диафрагмы и положения сердца. Верхушки легких на аксиальных и сагиттальных томограммах расположены выше ключиц, на уровне 7 шейного позвонка. Ткань легкого имела пониженную интенсивность MP-сигнала на T1 и T2 взвешенных изображениях за счет наличия воздуха в альвеолах. Макроструктура легкого на МР-томограммах представлена в основном сосудистым компонентом, степень выраженности которого зависела от особенностей гемодинамики и типа расположения сосудов. Отражение на томограммах получали сосуды центрального и ядерного слоев легкого в виде четко очерченных участков слабо повышенной интенсивности MP-сигнала на T1 и T2 взвешенных изображениях, имеющие, в зависимости от угла наклона к плоскости сканирования, полосовидную или округлую форму (см.рис.1,2). Сосуды, постепенно истончаясь к периферии, по ходу своего следования разделялись на ветви меньшего диаметра. Отражение на МР-томограммах находили сосуды 4-5 уровней ветвления. Сосуды периферических отделов легкого, как правило, не визуализировались. Дифференцировать артерии и вены не представлялось возможным. Собственно легочная паренхима отобра-



Рис.4. МР-томограмма грудной клетки в аксиальной проекции на уровне дуги аорты (T2 взвешенное изображение).

1 — вилочковая железа, 2 — верхняя полая вена, 3 — дуга аорты, 4 — трахея, 5 — паратрахеальный лимфатический узел, 6 — пищевод.

жения на MP-томограммах не имела. Костальная и висцеральная плевра неизмененного легкого не визуализировалась.

Ткани и органы средостения хорошо дифференцируются на МР-томограммах за счет различной интенсивности МР-сигнала от их структуры и высокой интенсивности МР-сигнала жировой клетчатки средостения в обоих режимах. Из структур переднего средостения визуализируются вилочковая железа, сердце и крупные сосуды; среднего — трахея и главные бронхи; заднего — трахея, пищевод, нисходящий отдел аорты и непарная вена.

Вилочковая железа представляет собой образование средней интенсивности MP-сигнала, расположенное в верхнем этаже переднего средостения позади грудины. Контуры ее четкие, структура гомогенная (рис.4). Форма и размеры железы вариабельны (в среднем размеры вилочковой железы составляют около 3 см в поперечнике, 1 см в переднезаднем измерении и около 4 см по длиннику). Наибольшего развития тимус достигает к двум годам жизни ребенка, в период полового созревания претерпевает инволютивные изменения.

На МР-томограммах отчетливо прослеживаются стенки, перегородки камеры сердца средней интенсивности МР-сигнала на Т1 и слабо пониженной на Т2 взвешенных изображениях, за счет пониженной интенсивности МР-сигнала от быстро движущейся крови. Отмеченные особенности позволяют оценить толщину миокарда различных отделов сердечной мышцы, размеры камер сердца без применения методики контрастного "усиления", четко дифференцировать внутриполостные структуры — папиллярные мышцы, клапанный аппарат. Детальное изображение клапанов можно получить на МР-томограммах, изменяя плоскость сканирования (рис.5). Листки перикарда прослеживались в виде узкой полоски толщиной 1—2 мм, пониженной интен-

-28-



Рис.5. МР-томограмма грудной клетки в аксиальной проекции на уровне предсердий (Т1 взвешенное изображение).

1 — правое предсердие, 2 — левое предсердие, 3 — правый желудочек, 4 — полулунный клапан аорты.

сивности MP-сигнала на T1 и T2 изображениях, окаймляющей сердечную мышцу и лучше прослеживающейся на T1 взвешенных изображениях, при этом париетальный и висцеральный листки не дифференцировались. Магистральные сосуды средостения аорта, брахиоцефальный ствол, левые подключичная и общая сонная артерии, легочный ствол, легочные артерии, верхняя полая, яремные и непарная вены, в зависимости от угла наклона к плоскости сканирования имели различную форму. Стенки сосудов давали среднюю интенсивность MP-сигнала на T1 и слабо пониженную на T2 взвешенных изображениях. В норме стенки



Рис.7. МР-томограмма легких во фронтальной проекции, периферические образования правого легкого (Т1 взвешенное изображение).

0



Рис.6. МР-томограмма грудной клетки в аксиальной проекции на уровне дуги аорты (Т1 взвешенное изображение).

1 — трахея, 2 — дуга аорты, 3 — верхняя полая вена, 4 — непарная вена, 5 — пищевод.

сосудов четко контурировались и имели равномерную толщину (рис.1,4,6). Просвет сосудов, как и камеры сердца, визуализировался четко за счет пониженного MP-сигнала на T1 и T2 взвешенных изображениях, обусловленного быстрым током крови. Данные об основных анатомических параметрах и вариантах расположения крупных сосудов средостения подробно изложены в соответствующих руководствах по ангиологии и не являлись целью нашего исследования.

Пищевод на аксиальных срезах имел вид уплощенного эллипса средней интенсивности МР-сигнала на T1 и слабо пониженной на T2 взвешенных изображениях (см.рис.4,6). Контуры пищевода четкие. При наличии в пищеводе мелких пузырьков воздуха на



Рис.8. МР-томограмма легких во фронтальной проекции. Увеличенные лимфатические узлы корня правого легкого (Т1 взвешенное изображение).



Рис.9. МР-томограмма грудной клетки во фронтальной проекции. Конгломерат увеличенных лимфатических узлов в переднем средостении (Т1 взвешенное изображение).

отдельных томограммах его просвет визуализировался в виде щелевидного участка пониженной интенсивности MP-сигнала на T1 и T2 взвешенных изображениях. Оценить состояние слизистой оболочки пищевода на МР-томограммах не представлялось возможным.

Элементы лимфатической системы на МР-томограммах в норме отражались в виде 1-2 паратрахеальных лимфатических узлов, не более 8 мм в диаметре, имели округлую форму, среднюю интенсивность сигнала на T1 и слабо пониженную на T2 изображениях. (см.рис.4). Элементы нервной ткани в наших наблюдениях отражения не получали.

Несмотря на ограниченные возможности МРТ в визуализации собственно легочной паренхимы, при патологических процессах в ней четко выявлялись участки инфильтрации, очаговые поражения, периферические опухоли более 1 см в диаметре, которые на фоне отсутствия сигнала от легочной ткани давали гиперинтенсивный MP-сигнал и на T1, и на T2 взвешенных изображениях (рис.7). Легко выявлялись дополнительные образования в корнях легких, так как последние в норме содержат сосуды, бронхи, небольшое количество жировой ткани, поэтому любое дополнительное включение на этом фоне хорошо визуализировалось (рис.8). МРТ позволяла диагностировать внутренние деформации стенки при расслоении аорты, аневризматическое расширение сосудов, наличие тромботических масс в просвете сосудов. Медиастинальные опухоли, увеличенные лимфатические узлы средостения различных групп отчетливо визуализировались на MPтомограммах и хорошо дифференцировались от бронхов и сосудов (рис.9).

Таким образом, при магнитно-резонансной томографии органов дыхания находят отображение трахея, главные бронхи, сосуды легкого до 4-5 порядка, диафрагма. В средостении хорошо визуализируются магистральные сосуды, получают детальное отображение стенки и камеры сердца, клапанный аппарат, перикард, вилочковая железа, пищевод. Т1 взвешенные изображения оптимальны для оценки топографоанатомических взаимоотношений и макроструктурных параметров, Т2 для оценки внутренней структуры органов и тканей. МРТ является высокоинформативным методом в диагностике патологии средостения и некоторых патологических процессов в легких.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Бальтер С.А., Лукьянченко А.Б. Применение ЯМР-томографии в клинической практике. (Обзор литературы) // Вестн. рентгенол.— 1986.— № 3.— С.79—83.
- 2. Беленков Ю.Н., Терновой С.К., Синицын В.Е. Магнитнорезонансная томография сердца и сосудов. — М., 1997.
- 3. Летягин А.Ю., Стрыгин А.В., Антонов А.О. Практическое руководство по использованию МР-томографической диагностики в клинической практике.— Новосибирск, 1966. 4. Armstrong P. Basic chest MRI // European Congress of Radiol-
- Armstrong P. Basic cliest MRI // European Congress of Ratio-ogy, 9-th.— Vienna, 1997.— P.265.
 Bai Y.X., Cai Z.L., In G. MRI diagnosis of mediastinal tumors: a report of 20 cases // Chung Hua Chieh Ho Ho Hu Hsi Tsa Chih.— 1993.— Vol.16, № 4.— P.209—210; 251—252.
- 6. Boothroud A.E., Hall-Craggs M.A., Dicks Mireaux C., Shaw D.G. The magnetic resonance appearances of the nomal thimus in children // Clin. Radiol.— 1992.— Vol.45, № 6.— P.378—381.
- 7. Hahn D. Imaging of mediastinal vessels // European Congress of Radiology, 9-th .- Vienna, 1997 .- P.763.
- Sanchez-Torres M.C., Dominguez Oronoz R., Castella Fierro 8. E., Baeza A. Magnetic resonans imaging of the mediastinum // Ibid.- P.358-359.

Поступила 21.06.99.