

© Коллектив авторов, 2010

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОВРЕМЕННЫХ ЛУЧЕВЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ИНТРАКАНАЛЬНОЙ ПАТОЛОГИИ ПОЗВОНОЧНОГО СТОЛБА

А.К. Морозов, А.А. Кулешов, И.Н. Карпов, И.В. Никитина

ФГУ «Центральный научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова Росмедтехнологий», Москва.

На основании анализа результатов комплексного обследования 180 пациентов проведена сравнительная оценка информативности магнитно-резонансной томографии, мультиспиральной компьютерной томографии и мультиспиральной компьютерной миелографии при дегенеративно-дистрофических изменениях позвоночника, последствиях его осложненной травмы, нарушениях ликвородинамики различного генеза. Предложен алгоритм обследования пациентов с помощью лучевых методов при подозрении на интраканальную патологию позвоночного столба.

Ключевые слова: позвоночный столб, интраканальная патология, лучевая диагностика.

Comparative Evaluation of Modern Radiologic Examination Methods in Intracanal Spinal Column Pathology

A.K. Morozov, A.A. Kuleshov, I.N. Karpov, I.V. Nikitina

Comparative evaluation of efficacy of magnetic resonance, multispiral computed tomography and multispiral computed myelography was performed basing on the results of complex examination of 180 patients with degenerative dystrophic changes of the spine, consequences of its complicated injury and disturbances of liquorodynamics of various genesis. Algorithm of examination using radiologic methods when suspecting intracanal pathology of spinal column is suggested.

Key words: spinal column, intracanal pathology, radiologic diagnosis.

В настоящее время считается, что магнитно-резонансная томография (МРТ) является методом выбора в диагностике различных экстра- и интрадуральных заболеваний и повреждений, спинальной травмы, в выявлении объемных образований и определении распространенности патологического процесса. Безусловно, многоплановое МРТ исследование дает возможность получать пакеты срезов в любых ортогональных плоскостях, а при направленном изменении параметров конкретных сканирующих программ — взвешенные изображения различной интенсивности, которые позволяют с большой достоверностью судить о характере патологических изменений и проводить дифференциальную диагностику опухолевых, воспалительных и дегенеративно-дистрофических заболеваний [2]. В ситуации, когда проведение МРТ исследования невозможно (при подвижности пациента или наличии у него металлоконструкции), а также при необходимости определения уровня блока ликворных путей применяется мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) и МСКТ-миелография с последующей мультипланарной или объемной реконструкцией изображения. Эти методы исследования позволяют во многих случаях в достаточной мере визуализировать мягкотканые образования экстра- и интрадуральной локализации [1], что опровергает позицию некоторых авто-

ров, отрицающих значение компьютерной томографии в диагностике позвоночных и околопозвоночных образований [5].

Целью нашего исследования был сравнительный анализ информационной ценности магнитно-резонансной томографии, мультиспиральной компьютерной томографии и мультиспиральной компьютерной миелографии при обследовании пациентов с дегенеративно-дистрофическими изменениями позвоночника, последствиями осложненной травмы позвоночника, нарушениями ликвородинамики различного генеза, изменениями статики позвоночника.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследовано 180 пациентов с дегенеративно-дистрофическими (110), воспалительными (21), опухолевыми (15) заболеваниями и травматическими повреждениями позвоночника (54) в возрасте от 18 до 80 лет. Пациентов женского пола было 92, мужского — 98. МСКТ-миелография пациентам с воспалительными заболеваниями противопоказана, может проводиться в единичных случаях в поствоспалительном («холодном») периоде.

Всем пациентам выполнялись цифровая рентгенография, МРТ, МРТ-миелография, МСКТ, МСКТ-миелография с постпроцессинговой обработкой изображений.

Цифровая рентгенография и миелография. Исследования проводились на аппарате «DUO DIAGNOST» («Philips»). Выполнялись обзорная, прицельная, функциональные рентгенограммы, миелограммы в стандартных и дополнительных проекциях в плане комплексного обследования. В связи с меньшей информативностью этих методов по сравнению с МСКТ и МРТ данные далее не приводятся.

Магнитно-резонансная томография и МРТ-миелография. Стандартные протоколы МРТ исследования шейного, грудного и поясничного отделов позвоночника как при остеохондрозе, спондилоартрозе, деформирующем спондилезе, спондилолистезе, так и при травматической болезни спинного мозга и другой патологии (воспалительные и неопластические заболевания) включают прицельное исследование, получение T1 и T2 взвешенных изображений (ВИ) в сагиттальной, коронарной и аксиальной плоскости, специальные протоколы исследования с подавлением сигнала от жира и воды (STIR, FLAIR ВИ). МРТ-миелография проводилась в стандартных режимах 2D/MIFLO и 3D/MIFLO.

Рентгеновская мультиспиральная компьютерная томография. При МСКТ исследуется сегмент пораженного отдела позвоночника, включающий не менее трех позвонков, а при наличии металлоконструкции — в пределах ее фиксации. Исследование проводится в аксиальном или спиральном режиме. Аксиальное сканирование с углом наклона Гентри до 30° необходимо для исследования отдельных межпозвонковых дисков, однако это ограничивает возможности реформатирования. Мультиспиральное сканирование тонкими срезами позволяет значительно расширить возможности постпроцессинговой обработки в режимах мультипланарного реформатирования, объемного рендеринга и т.п.

Рентгеновская мультиспиральная компьютерная миелография. При невозможности проведения МРТ или наличии у пациента повреждения позвонков и спинного мозга с выраженным спаечным процессом, при деформации позвоночного канала костными отломками, сопровождающейся нарушением ликвородинамики, необходимо применение МСКТ-миелографии с введением контрастного вещества в субдуральное пространство. Объем контрастного вещества «Омнипак» в зависимости от массы тела пациента составляет от 15 до 25 мл. Исследование проводится в соответствии со стандартным МСКТ планированием, через 30 мин после введения контрастного вещества.

Реформатирование МСКТ изображений с применением рабочих компьютерных графических станций. Полученные аксиальные и мультиспиральные КТ изображения можно реформатировать в любой плоскости и любом объеме, с выделением плотностных характеристик исследуемых объектов как костной, так и мягкотканной природы в виде цветового картирования. Пакет программ ра-

бочих графических станций производства «General Electric» и «Philips» (Advantage Workstation AW4.3, Easy Vision и т.п.) позволяет сохранять полученные объемные и реконструированные изображения в известных компьютерных форматах, в том числе и в узкоспециализированных медицинских (формат DICOM)

РЕЗУЛЬТАТЫ

На основании данных комплексного обследования пациентов определены возможности визуализации структур позвоночного канала методами МРТ и МСКТ (табл. 1).

Проведение МРТ, МСКТ и МСКТ-миелографии при разных видах патологии позвоночного канала позволяет визуализировать изменения в пределах позвоночного канала, однако применение этих методов имеет некоторые ограничения, частично указанные в табл. 1.

Ниже рассмотрены варианты патологических изменений структур, образующих позвоночный канал, вне зависимости от генеза патологии, визуализация которых возможна (в некоторых случаях только как деформация или дефект заполнения) при применении МРТ, МСКТ, МСКТ-миелографии и МРТ-миелографии (табл. 2–5).

ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенная оценка возможностей современных методов диагностики (МРТ, МРТ-миелогра-

Табл. 1. Визуализация структур позвоночного канала методами МРТ и МСКТ

Видимые структуры	МСКТ	МСКТ-миелография с реформатированием	МРТ	МРТ-миелография
Позвоночный канал — деформация	+	+	+	+
Позвоночный канал — сужение	+	+	+	+
Связочный аппарат	—	+/-	+	—
Межпозвонковый диск	+	+/-	+	—
Фораменальное пространство	—	+/-	+	—
Твердая мозговая оболочка (дуральный мешок)	—	+	+	—
Мягкая мозговая оболочка (арахноидальная оболочка)	—	—	+	—
Спинальный мозг	—	+	+	+

Обозначения: «+» — визуализация выбранной структуры возможна; «-» — визуализация выбранной структуры невозможна; «+/-» — недостоверная или неполная информация о структуре.

Табл. 2. Визуализация изменений позвоночного канала и твердой мозговой оболочки

Анатомическая структура	МСКТ	МСКТ-миелография с реформатированием	МРТ	МРТ-миелография
Позвоночный канал	Деформация	Деформация, интраканальные экстрадуральные и интрадуральные образования в виде дефектов заполнения	Деформация, интраканальные экстрадуральные и интрадуральные образования и их яркостная характеристика	Деформация
Твердая мозговая оболочка (дуральный мешок)	—	Деформация, интраканальные экстрадуральные и интрадуральные образования различного генеза	Деформация, интраканальные экстрадуральные и интрадуральные образования различного генеза	—

Табл. 3. Визуализация изменений продольных связок, межпозвоночных дисков

Анатомическая структура	МСКТ	МСКТ-миелография с реформатированием	МРТ	МРТ-миелография
Передняя и задняя продольные связки	Визуализация частичная при VR-реформатировании	Деформация, повреждение (при наличии положительного дефекта наполнения) ¹	Деформация, повреждение	—
Межпозвоночный диск	Визуализация частичная при VR-реформатировании	Деформация, повреждение (при наличии отрицательного или положительного дефекта наполнения) ²	Деформация, повреждение, изменения дегенеративно-дистрофического характера	Контур межпозвоночного диска (дисков) ³

¹ Положительный дефект наполнения — выступание контрастного вещества за пределы дурального контура.

² Отрицательный дефект наполнения — деформация дурального контура внутрь дурального мешка, заполненного контрастным веществом, частью анатомической структуры.

³ Информационная ценность в большой степени зависит от расположения, величины прогрузки, параметров томограммы и характеристик математического реконструктора — в конечном итоге оценка виртуального изображения недостоверна.

Табл. 4. Визуализация изменений спинного мозга, спинальных корешков, мягкой мозговой оболочки

Анатомическая структура	МСКТ	МСКТ-миелография с реформатированием	МРТ	МРТ-миелография
Спинной мозг	Визуализация частичная при VR-реформатировании	Деформация, повреждение, оценка возможной компрессии	Деформация, повреждение, оценка возможной компрессии, изменения дегенеративно-дистрофического, воспалительного, неопластического характера интра- и экстрамедуллярного расположения	Контур спинного мозга ¹
Спинальные корешки	Визуализация частичная при VR-реформатировании	Деформация, повреждение, оценка возможной компрессии, радикулосте	Деформация, повреждение, оценка возможной компрессии, изменения дегенеративно-дистрофического, воспалительного, неопластического характера	Контур спинального корешка ²
Мягкая мозговая оболочка (арахноидальная оболочка)	—	—	Разрастания и спаечные процессы (посттравматического или воспалительного генеза)	—

¹ При суженных ликворных пространствах возможны потеря части сигнала, появление сигнала химического сдвига и, как следствие, недостоверная реконструкция виртуальной МРТ-миелограммы — визуализация реальной картины частичного или полного ликворного блока невозможна.

² При исследовании возможна потеря части сигнала и недостоверная реконструкция виртуальной МРТ-миелограммы — визуализация реальной картины расположения и взаимоотношений корешков невозможна.

Табл. 5. Визуализация состояния ликвородинамики

МСКТ-миелография с реформатированием	МРТ	МРТ-миелография
<p>Весь спектр патологических изменений дегенеративно-дистрофического, воспалительного и неопластического характера, включая послеоперационные изменения, сопровождающиеся нарушением ликвородинамики. Достоверное определение наличия ликворного блока и его характеристика (полный или частичный)</p>	<p>Разрастания мозговых оболочек, спаянные процессы (дегенеративно-дистрофического, посттравматического, неопластического, воспалительного или послеоперационного генеза), сопровождающиеся нарушением ликвородинамики. Определение наличия ликворного блока и его характеристика¹</p>	<p>Возможно определение наличия ликворного блока без его достоверной характеристики (полный, частичный). Информационная ценность низкая из-за полной виртуальности полученного изображения</p>

¹ Характеристика ликворного блока (полный или частичный) возможна только при наличии достоверной разницы в интенсивности сигнала на T1 и T2 ВИ и в специальных последовательностях, способных установить разницу в интенсивности сигнала до и после места повреждения.

фия, МСКТ и МСКТ-миелография) при позвоночной интраканальной патологии различного генеза показала, что наиболее информативным методом исследования остается МРТ. Данный метод позволяет установить с достаточной точностью уровень патологических изменений интраканальной, интрадуральной и интрамедуллярной локализации. Использование различных взвешенных изображений с подавлением воды или жира (FLAIR ВИ, STIR ВИ), ортогональных и специально направленных плоскостных срезов во многих случаях дает возможность достоверно определить генез патологического процесса.

Судить по данным МРТ с достаточной достоверностью о наличии или отсутствии блока ликворных путей при травматическом повреждении позвоночника или объемных интраканальных образованиях сложно, поскольку нет достоверных признаков, указывающих на невозможность ликворообмена между разделенными повреждением отделами субдурального пространства. Разница в

интенсивности сигнала на T1 и T2 ВИ от ликвора выше места повреждения и от ликвора (или, при длительном анамнезе, от тканевого экссудата), находящегося в субдуральном пространстве ниже места повреждения, часто незначительна (см. рисунок а-в). Некоторое улучшение разницы в интенсивности сигналов можно получить, используя отключение или включение функции flow compensation при выполнении режимов МР-сканирования T1 ВИ и T2 ВИ в сагиттальной плоскости, однако эти изменения не во всех системах магнитно-резонансного сканирования существенны и часто весьма зависят от физиологических особенностей пациента.

МРТ-миелография не дает достоверной информации о ликворном блоке ввиду частичной потери сигнала от ликвора и наличия артефактных сигналов химического сдвига в местах наибольшего сужения позвоночного канала, что приводит к ошибочному выводу о наличии полного или частичного блока. МРТ-миелограмма моделируется из доста-



Больной Г. Диагноз: последствия компрессионного оскольчатого перелома T7 позвонка со смещением отломка; посттравматический кифоз; травматическая болезнь спинного мозга; состояние после оперативного лечения.

а-в — МРТ грудного отдела позвоночника: а — сагиттальное T2 ВИ, б — сагиттальное T1 ВИ, в — аксиальное T2 ВИ на уровне предполагаемого блока ликворных путей; г — МСКТ-миелограмма грудного отдела позвоночника, мультипланарное реформатирование: визуализируется блок ликворных путей (стрелка).

точно толстых срезов, и это может повлечь за собой ошибки при оценке ее конечного виртуального изображения [4]. По той же причине при МРТ-миелографии нивелируется истинный размер протрузий межпозвонковых дисков.

МСКТ является существенным дополнением к магнитно-резонансному исследованию. В этом случае МРТ служит методом скрининговой оценки состояния позвоночного столба и паравerteбральных тканей ввиду возможной большой протяженности исследования. Прицельное применение МСКТ после МРТ позволяет подробно оценить состояние костных и иногда мягкотканых структур (отек, деструкция, деформация, дистрофия). Информативная ценность метода значительно повышается при использовании возможностей компьютерных графических рабочих станций в режимах мультипланарного и объемного реформатирования, 3D реконструкции, режимов intraview, цветового картирования по плотности. Особую ценность метод МСКТ приобретает при эндolumбальном введении контрастирующего вещества с целью получения МСКТ-миелограммы (см. рисунок, г, д).

В этом случае достигается почти 100% верификация состояния ликворопроводящих путей (наличие или отсутствие полного блока субдурального пространства), верификация диагнозов менингоцеле, радикулоцеле, идентификация сообщающихся кист твердой мозговой оболочки различного генеза, в том числе и послеоперационных [1, 3].

При невозможности проведения МРТ (наличие у пациента крупных металлических имплантатов, водителей ритма сердца, клаустрофобии и т.п.) МСКТ-миелография после соответствующих компьютерных моделирований на графической станции позволяет достоверно определить локализацию и величину протрузий межпозвонковых дисков, повреждений твердой мозговой оболочки и связочного аппарата, выявить компрессию спинальных корешков, интраканальные и интрадуральные объемные образования.

Исходя из всего сказанного, мы считаем целесообразным представленный ниже алгоритм обследования при помощи методов лучевой диагностики пациентов с подозрением на интраканальную патологию позвоночного столба.

Алгоритм обследования пациентов с подозрением на интраканальную патологию позвоночного столба



Выводы

1. МРТ является наиболее информативным методом исследования при интраканальной патологии позвоночного столба различного генеза. Может служить методом скрининговой диагностики перед применением МСКТ и МСКТ-миелографии.

2. При невозможности проведения МРТ следует применять МСКТ с реформатированием на графической рабочей станции, при помощи которого возможно выявление экстра- и интрадуральных образований, костной патологии и деструкции.

3. Единственным достоверным методом для определения наличия или отсутствия блока ликворных путей является МСКТ-миелография.

4. Данные, полученные при МРТ-миелографии, не являются достоверными из-за потери зна-

чительного объема информации на всех этапах создания виртуального изображения.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Боренштейн Д.Г. Боли в шейном отделе позвоночника: диагностика и комплексное лечение. — М., 2005.
2. Бойко Д.В. Топографические взаимоотношения анатомических структур шейного отдела позвоночного канала по данным магнитно-резонансной и рентгеновской компьютерной томографии. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. — М., 2009.
3. Шотемор Ш.Ш. Путеводитель по диагностическим изображениям. — М., 2001.
4. Penning L., Wilmsink J.T., van Woerden H.H. et al. CT myelographic findings in degenerative disorders of the cervical spine: clinical significance // AJNR. — 1986. — Vol. 146, N 4. — P. 793–801.
5. Rosenbloom S., Cohen W.A., Marshall C. et al. Imaging factors influencing spine and cord measurements by CT: A phantom study // AJNR. — 1983. — Vol. 4. — P. 646–649.

Сведения об авторах: Морозов А.К. — профессор, доктор мед. наук, зав. отделением лучевой диагностики ЦИТО; Кулешов А.А. — доктор мед. наук, ведущий науч. сотр. отделения патологии позвоночника ЦИТО; Карпов И.Н. — канд. мед. наук, старший науч. сотр. отделения лучевой диагностики ЦИТО; Никитина И.В. — врач-рентгенолог того же отделения.

Для контактов: Карпов Игорь Николаевич. 127299, Москва, ул. Приорова, дом 10, ЦИТО. Тел.: (495) 450-09-42. E-mail: igorKarpoff@mail.ru