

Министерство здравоохранения Республики Беларусь
Учреждение образования
«Гомельский государственный медицинский университет»

Кафедра лучевой диагностики с курсом ФПКиП

Авторы:

А.М.Юрковский, зав. кафедрой, доктор мед. наук, доцент
--

М.А. Лихачевская, ассистент

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

для проведения практического занятия
по учебной дисциплине
Медицинская визуализация

для студентов 5 курса медико-диагностического факультета, обучающихся
по специальности 1-79 01 04 «Медико-диагностическое дело»

Тема 2.3. «Лучевая анатомия и методы лучевого исследования
позвоночника»

Время: 6 часов

Утверждены на заседании кафедры лучевой диагностики с курсом ФПКиП
(протокол от № 1) 28 августа 2025г.

В результате изучения учебной дисциплины «Медицинская визуализация» студент должен

знать:

нормативные правовые акты, регламентирующие проведение лучевой диагностики в Республике Беларусь;

физические принципы взаимодействия излучений с веществом, основы радиационной защиты, нормы радиационной безопасности персонала и пациентов;

физические, технические и технологические основы методов медицинской визуализации, используемых при исследовании позвоночника;

принципы получения, анализа, хранения и передачи диагностических изображений;

лучевую анатомию и физиологию позвоночника;

этиологию, патогенез и лучевую семиотику наиболее распространенных заболеваний позвоночника;

возможности и ограничения применения методов медицинской визуализации;

уметь:

определять показания и противопоказания к применению различных методов медицинской визуализации при исследовании позвоночника;

выбирать необходимую методику медицинской визуализации;

интерпретировать результаты применения методов медицинской визуализации;

сопоставлять, выявленные методами медицинской визуализации признаки с данными клинических и лабораторных исследований;

определять необходимость дополнительного метода медицинской визуализации;

оформлять медицинскую документацию, предусмотренную законодательством;

владеть:

навыками расшифровки данных, полученных при помощи методов медицинской визуализации, включая использование элементов искусственного интеллекта;

навыками постановки предварительного диагноза по результатам применения методов медицинской визуализации.

Задачи практического занятия:

1. Углубить знания по нормальной анатомии позвоночника.
2. Изучить методы лучевые методы исследования позвоночника.
3. Изучить особенности лучевого исследования шейного отдела позвоночника.
4. Изучить схему анализа спондилограмм.
5. Изучить показания к применению и диагностические возможности КТ при исследовании осевого скелета.
6. Изучить показания к применению и диагностические возможности МРТ при исследовании осевого скелета.

7. Изучить методы оценки размеров позвоночного канала.
8. Ознакомиться с анализом и постпроцессинговой обработкой КТ и МРТ-изображений позвоночника.
9. Изучить вопросы выбора методов визуализации в зависимости от их возможностей применительно к конкретным заболеваниям.

Контрольные вопросы:

1. Анатомия позвоночника, КТ-анатомия
2. МРТ анатомия позвоночника и спинного мозга
3. Методы визуализации
 - 1) Рентгенологический метод исследования. Схема анализа спондилограмм.
 - 2) Рентгеновская компьютерная томография. Какие основные структурные элементы визуализируются и как оцениваются. Этапы получения изображений.
 - 3) Преимущества КТ –изображений, отличие от обычного рентгенологического метода. Оценка состояния позвоночного канала.
 - 4) МСКТ (мультиспиральная компьютерная томография) в диагностике заболеваний позвоночника.
 - 5) МСКТ с введением контрастных веществ. Противопоказания к введению контрастных веществ. Виды контрастных МСКТ;
 - 6) МРТ позвоночника и спинного мозга. Показания, противопоказания.
 - 7) Алгоритм при исследовании позвоночника.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Литература

Основная:

1. Илясова, Е. Б. Лучевая диагностика: учебное пособие / Е. Б. Илясова, М. Л. Чехонацкая, В. Н. Приезжева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 432 с.
2. Трутень, В. П. Рентгенология: учебное пособие / В. П. Трутень. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. - 336 с.
3. Труфанов, Г. Е. Лучевая диагностика: учебник / Труфанов Г. Е. и др. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 484 с.
4. Лучевая диагностика и лучевая терапия: учебн. пособие / [А.И. Алешкевич [и др.]] – Минск : Новое знание, 2017. – 381 с.
5. Ермолицкий, Н. М. Радиационная безопасность в лучевой диагностике: учеб.-метод. пособие для студентов 3-5 курсов мед.-диагност. фак. мед. вузов / Н. М. Ермолицкий; УО «ГомГМУ», Каф. внутренних

болезней № 3 с курсом лучевой диагностики и лучевой терапии. – Гомель: ГомГМУ, 2018. – 97 с.

Дополнительная:

6. Власов, Е. А. Томографическая (КТ и МРТ) анатомия центральной нервной системы человека [Атлас] / Е. А. Власов. – Москва : Издательский дом Видар-М, 2020. – 144 с.

7. (8). Жерко, О. М. Клиническая трансторакальная эхокардиография: практическое руководство для врачей / О. М. Жерко. – Минск : Альфа-книга, 2020. – 832 с.

8. (9). Жерко, О. М. Ультразвуковая диагностика патологии сосудов: практическое руководство для врачей / О. М. Жерко. – Минск : Альфа-книга, 2019. – 688 с.

9. (10). Кармазановский, Г. Г. Динамическая мультиспиральная КТ: параметры и характеристики болюса контрастного вещества, примерные протоколы сканирования и их клиническое применение. Руководство для врачей лучевых диагностов / Г. Г. Кармазановский. – Москва : Издательский дом Видар-М, 2020. – 384 с.

10. (11). Морозов, С. П. Основы менеджмента медицинской визуализации / Морозов С. П. [и др.] – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 432 с.

11. (13). Носенко, Е. М. Ультразвуковое исследование артерий и вен верхних конечностей / Е. М. Носенко, Н. С. Носенко, Л. В. Дадова. – Москва : Издательский дом Видар-М, 2020. – 240 с.

12. (14). Озерская, И. А. Руководство по ультразвуковой диагностике в акушерстве и гинекологии / И. А. Озерская. – Москва : МЕДпресс-информ, 2021. – 304 с.

13. (16). Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Общая ультразвуковая диагностика / Под ред. В. В. Митькова. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Издательский дом Видар-М, 2019. – 756 с.

14. (17). Ростовцев, М. В. Атлас рентгеноанатомии и укладок : руководство для врачей / М. В. Ростовцев, Г. И. Братникова, Е. П. Корнева [и др.] ; под ред. М. В. Ростовцева. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 320 с.

15. (18). Труфанов, Г. Е. МРТ. Позвоночник и спинной мозг : руководство для врачей / под ред. Г. Е. Труфанова, В. А. Фокина. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 544 с.

Нормативные правовые акты:

16. (20). Гигиенический норматив «Критерии оценки радиационного воздействия»: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28.12.2012 №213.

17. (21). Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности воздействия ультразвука на человека»: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 25.01.2021 г. № 37.

18. (22). О здравоохранении: Закон Республики Беларусь 18.06.1993 № 2435–XII: в ред. Закона Республики Беларусь от 08.07.2024 № 26-З.

19. (23). Об утверждении расчетных нормативов времени на выполнение исследований в лучевой диагностике врачами и рентгенолаборантами организаций здравоохранения системы Министерства здравоохранения Республики Беларусь: Приказ Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 06.04.2007 № 255.

20. (24). Санитарные правила и нормы 2.6.1.8-38-2003 «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований»: постановление Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 31.12.2003 № 223 с изм. и доп., утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 26.05.2008 № 97.

21. (25). Требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при осуществлении деятельности по использованию атомной энергии и источников ионизирующего излучения: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 31.12.2013 № 137.

ДИДАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Содержание учебного материала

Лучевая анатомия позвоночника.

Просвет позвоночного канала, методики оценки.

Паравертебральные мягкие ткани.

КТ и МРТ-анатомия позвоночника, методика МРТ исследования.

Дифференциальная диагностика дистрофических заболеваний, травм и опухолей позвоночника.

Методики исследования позвоночника и спинного мозга:

- спондилография в 2 проекциях,
- прямой снимок С1-С2 в прямой проекции через открытый рот,
- косые снимки для выявления межпозвонковых отверстий, корней дужек прилежащих к пленке половин позвонков, заднебоковых отделов поверхностей тел позвонков,
- рентгенография шейного и поясничного отделов позвоночника в условиях функциональных проб (для выявления нестабильности или ограничения подвижности),
- РКТ, РКТ с введением контраста,
- компьютерно-томографическая миелография,
- с внедрением МРТ и КТ-миелография проводится значительно реже,

- МРТ, МРТ с контрастированием,
- бесконтрастная миелография,
- ангиография.

Анализ спондилограмм:

- оценка изгибов позвоночника (в шейном и поясничном отделе в норме лордоз, в грудном – кифоз),
- оценка формы, контуров и структуры позвонков,
- оценка высоты межпозвонковых дисков (высота позвонков и межпозвонковых дисков нарастает в каудальном направлении),
- оценка отношения позвонков друг к другу (д. б. отсутствие смещения позвонков по отношению друг к другу),
- оценка состояния позвоночного канала*:
 - оценка сагиттального размера позвоночного канала в шейном отделе: измеряют от задней поверхности тел позвонков до основания остистых отростков, сопоставляют соотношение между поперечным размером тела позвонка и поперечным размером позвоночного канала (в норме это соотношение равно 1/1)
 - оценка абсолютного значения переднезаднего размера позвоночного канала по данным КТ, МРТ или телерентгенограммы в боковой проекции: на уровне С1 – 21 мм, С2 – 20 мм, С3 – 17 мм, С4-С7 – 14-15 мм, в поясничном отделе – 17 мм.
- оценка состояния мягких тканей паравертебральной области (МРТ, МСКТ).

**Прим.: оценка состояния спинного мозга и содержимого позвоночного канала на КТ затруднена, если в позвоночном канале нет структур, отличающихся по плотности от анатомических структур позвоночного канала. Только КТ-миелография дает возможность оценить состояние подпаутинных пространств и контуры спинного мозга.*

МРТ

МРТ позволяет диагностировать наличие опухолей в позвоночном канале и спинном мозге, состояние спинного мозга после травмы, воспалительные изменения в мозге, наличие кровоизлияний и сосудистых мальформаций.

На МРТ четче визуализируется ушиб тел позвонков, травматические повреждения позвонков с повреждением спинного мозга. МРТ используется для диагностики грыж межпозвонковых дисков и оценки степени смещения в позвоночный канал.

Воспалительные заболевания позвоночника

Остеомиелит в позвоночнике может поражать только тела позвонка (спондилит) или диск (дисцит), при распространенном процессе поражается и диск, и тела прилежащих позвонков (спондилодисцит).

Развитие спондилита может быть связано или с гнойным, или с туберкулёзным процессом. Дифференциальная диагностика их сложна, требует подтверждения лабораторными исследованиями с нахождением микобактерий туберкулёза в крови и в отделяемом из свища.

Рентгенологические проявления спондилита (независимо от того, чем он обусловлен):

- клиновидная деформация нескольких позвонков,
- деструкция позвонков (просветление), которое нередко сочетается с остеосклерозом (затемнение),
- костный анкилоз поражённых позвонков, может быть их смещение из-за расплавления межпозвонкового диска,
- веретенообразная тень в мягких тканях вдоль поражённых позвонков за счёт отёчности связочного аппарата (натёчный абсцесс).

КТ признаки поражения:

- деструкция губчатого вещества тела позвонка,
- нечеткость, изъеденность контура замыкательной пластинки,
- образование секвестров,
- могут поражаться задние отделы позвонка, дуги, суставные отростки, выявляются даже мелкие разрушения и на более ранних стадиях,
- отмечается поражение паравертебральных тканей в виде мягкотканного компонента (процесс может распространяться на другие отделы, вдали от первичного очага поражения).

МРТ признаки поражения:

- при остеомиелите изменения интенсивности сигнала от тел заинтересованных позвонков и от межпозвонкового диска:
 - на T1-ВИ – гипоинтенсивный сигнал,
 - на T2-ВИ – очаги повышенной интенсивности вследствие выраженного отека костного мозга.
- при воспалительных паравертебральных инфильтратах определяется:
 - на T1-ВИ – гипоинтенсивный или изоинтенсивный сигнал,
 - на T2-ВИ – изоинтенсивный или гиперинтенсивный.

Эпидуральный абсцесс

Возникает в 4-40% случаев гнойного остеомиелита позвоночника, чаще он располагается на протяжении 3-5 сегментов в нижнeshейном-верхнегрудном или в нижнегрудном-верхнепоясничном отделах позвоночника, но может быстро распространиться на все эпидуральное пространство позвоночника.

На МРТ: имеет выпуклую форму, чаще с гиперинтенсивным сигналом на T2-ВИ.

Радионуклидное исследование скелета: является дополнительным методом диагностики, позволяющим определить наличие других воспалительных очагов в позвоночнике или в других костях, а также установить первичный очаг воспаления.

Повреждения при травмах

Костные повреждения выявляют на спондилограммах в прямой, боковой проекции, при необходимости дополняют косыми снимками (косые снимки необходимы для диагностики переломов суставных отростков, вывихов и перелома-вывихов, особенно в шейном отделе позвоночника)

Переломы тел позвонков.

В позвонке линия перелома видна редко. Чаще отмечается клиновидная деформация сломанного позвонка (острие клина направлено кпереди).

При переломе тела и дуги позвонка важно проследить, не произошло ли смещение отломков в сторону позвоночного канала, не сужен ли он на уровне повреждения, так как эти признаки косвенно указывают на возможность повреждения спинного мозга и его корешков.

При наличии переломов, сопровождающихся неврологической симптоматикой, для диагностики вывихов и подвывихов, при выраженных смещениях, оскольчатых переломах со смещением отломков в позвоночный канал, для уточнения наличия переломов небольших суставов, задних отделов позвонков, наличия гематомы внутри позвоночного канала используют КТ.

КТ позволяет:

- изучить стенки позвоночного канала,
- выявить травматические грыжи межпозвонковых дисков,
- выявить гематомы в эпидуральном и субарахноидальном пространствах*,
- оценить степень смещения спинного мозга.

**Прим.: На КТ острая гематома внутри позвоночного канала проявляется участком повышенной плотности.*

При наличии клинических данных повреждения спинного мозга показана МРТ.

Повреждения позвоночника и спинного мозга на МРТ. Усиление сигнала позвонков на МРТ говорит о нарушении кровообращения в костной ткани в результате травмы и отеке костного мозга (такие изменения тел позвонков без их компрессии или клиновидности на рентгенограммах расценивается как контузия тела позвонка,

МРТ позволяет:

- оценить состояние и компрессию спинного мозга и его элементов,
- выявить признаки стеноза позвоночного канала, уровень и протяженность сдавления дурального мешка,
- выявить гемодинамические нарушения в зоне повреждения,
- оценить состояние связочно-мышечного и дискового аппаратов,
- визуализировать ушиб спинного мозга в зоне повреждения (картина отека, участки изменения сигнала в местах кровоизлияния),
- визуализировать разрыв спинного мозга при тяжелой спинальной травме.

После металлоостеосинтеза, наложения фиксирующих устройств, контроля после операции назначают КТ.

Дистрофические изменения элементов позвоночного столба

Рентгеновские признаки:

Хондроз позвоночника (дискоз):

- скошенная форма передних отделов тел позвонков,
- уменьшенная высота межпозвонкового диска,
- смещение позвонка (переднее, заднее, боковое),
- выявленное при вертикальном положении,
- нестабильное смещение позвонка, выявленное при функциональном исследовании;
- гипермобильность (или гипомобильность) в измененных сегментах, выявленная при функциональном исследовании,
- сохранение четких непрерывных контуров всех поверхностей тел позвонков,
- отсутствие в них деструктивных изменений;
- локальное нарушение формы позвоночного столба на уровне измененного диска.

Остеохондроз позвоночника:*

- краевые специфические костные разрастания, «унковертебральный артроз»,
- уменьшенная высота межпозвонкового диска,
- субхондральный остеосклероз,
- сохранение четких непрерывных контуров всех поверхностей тел позвонков, отсутствие в них деструктивных изменений.

**Прим.: кроме того, при остеохондрозе могут быть почти все или даже все признаки хондроза. В шейном отделе наиболее часто поражается сегменты CV-CVI, CIV-CV и CIII- CIV, редко — CV-CVI, CVII-TH и CII-III. В поясничном отделе в подавляющем большинстве случаев — в сегменте LIV-LIV.*

Спондилоз (костеобразование под передней продольной связкой, в местах ее отрыва от передней или боковой поверхности тела позвонка вызванное чрезмерным выпячиванием диска при движениях позвоночника)*:

- костный вырост клювовидной формы, огибающий диск по направлению к соседнему позвонку,
- высота межпозвонкового диска или нормальна, или несколько уменьшена (уменьшение высоты диска со спондилезом не связано: оно или предшествует спондилозу или сопутствует ему),
- в задних отделах таких костных разрастаний никогда не бывает (поскольку отрыв задней продольной связки невозможен, кроме того она не обладает костеобразовательной функцией),
- отсутствие динамики в течении многих лет (при фиксирующем гиперостозе массивность остеофитов и распространенность поражения нарастает!).

Прим.: От болезни Бехтерева его отличают отсутствие распространенного остеопороза, а от остеохондроза — иная направленность и местоположение костных разрастаний.

Спондилоартроз:

- субхондральный остеосклероз,
- сужение суставной щели (из-за истончения хряща),
- краевые костные разрастания.

В группу суставов позвоночника, кроме дугоотростчатых и суставов черепа, обычно включают крестцово-подвздошные и реберно-позвоночные (сустав головки ребра и реберно-поперечный сустав. К этой же группе можно отнести и неоартрозы.

Спондилоартроз как изолированное поражение в грудном отделе встречается чаще, чем в других отделах (у пожилых — как правило). Изменения удастся выявить лишь в дополнительных проекциях. Нередко

именно отчетливо выраженный остеосклероз в области дугоотростчатых суставов, определяемый на обычных рентгенограммах, заставляет заподозрить их артроз и провести дополнительные исследования.

Наиболее перегруженными оказываются сегменты $L_{IV}-L_V$ и L_V-S_I , поэтому на этом уровне часто развиваются одновременно и остеохондроз, и артроз дугоотростчатых суставов. Из других суставов дистрофическим процессом чаще всего поражаются реберно-позвоночные, преимущественно реберно-поперечные, суставы (обычно — VII-X, с убывающей частотой).

К группе спондилоартрозов условно относят и артрозы во вновь образующихся суставах (неоартрозах), которые возникают вследствие дисплазии некоторых элементов позвоночника (переходные позвонки, большие размеры остистых отростков) и нарушения формы позвоночного столба (гиперлордоз). Соприкасающиеся поверхности постепенно принимают соответствующую друг другу форму, структура по их контурам уплотняется, приобретая вид субхондральной замыкающей пластинки в суставе (замыкающие пластинки сочленяющихся костей гладкие, ровные, промежутки между ними небольшой). При дальнейшем увеличении нагрузки в этом новом суставе может развиваться артроз со всеми его рентгенологическими признаками.

Крестцово-подвздошные суставы. Сустав работает не на сжатие, как большинство других суставов, а на растяжение. Вся нагрузка приходится не на суставные хрящи и суставные поверхности костей, а на мощный связочный аппарат этих суставов. Редко могут образоваться небольшие остеофиты, которые можно было расценить как проявления артроза и небольшой субхондральный остеосклероз (более выражен в крыле подвздошной кости). Сужения суставной щели не выявляется.

Болезнь Форестье (фиксирующий гиперостоз)

При болезни Форестье передняя продольная связка активно продуцирует кость (гиперостозные напластования могут достигать 1-1,5 см). Процесс начинается вблизи межпозвоновых дисков на нескольких уровнях. В первую очередь поражается грудной отдел, откуда процесс обычно и начинается, постепенно захватывая другие отделы. Вслед за грудным отделом, а часто и одновременно подсвязочное костеобразование происходит в поясничном отделе: вблизи межпозвоновых дисков образуются мощные клювообразные разрастания, идущие от тел смежных позвонков навстречу друг другу и огибающие диск. Высота дисков нормальная или несколько уменьшена, если ее уменьшение произошло до начала гиперостоза. Однако если гиперостозу предшествовал выраженный остеохондроз, то и его признаки сохраняются. Дугоотростчатые, крестцово-подвздошные, реберно-позвоночные суставы не

страдают.

Остеопеническая дистрофия

Самой частой формой остеопенической дистрофии позвоночника, безусловно, является дисгормональный остеопороз (у женщин после 45-50 лет, у мужчин – 60-65 лет.).

Возрастная остеопения начинается с разрежения структуры тел позвонков без изменений их формы. Постепенно разреженность увеличивается, плотность тел позвонков уменьшается и может сравняться с плотностью окружающих мягких тканей. При этом высота межпозвонковых дисков остается, как правило, неизменной. Ослабленные остеопенией тела позвонков начинают пере-страиваться, их центральные отделы вдавливаются, тогда как периферические остаются более высокими. Шейные позвонки почти не деформируются, тела грудных позвонков становятся двояковогнутыми, а в среднегрудном отделе клиновидными. В нижних грудных и поясничных позвонках преобладает типичная двояковогнутая деформация тел (поскольку это заболевание чаще развивается до 40 лет, то локальных дистрофических изменений в отдельных сегментах по типу остеохондроза, как правило, не бывает).

Болезнь Шойермана.

На рентгенограммах в период роста определяют клиновидную форму от одного до нескольких средних грудных позвонков (при тяжелых формах — и верхние поясничные позвонки). Форма их, как правило, неправильно клиновидная, с глубокими вдавлениями со стороны площадок (волнистые контуры).

Узлы Шморля.

Большие хрящевые грыжи, образующиеся иногда после компрессионного перелома тела позвонка после острой травмы (с переломом замыкающей пластинки, особенно в пораженном остеопенией позвоночнике) не являются узлами Шморля.

Грыжи фиброзного кольца диска.

Могут быть передними, боковыми, задними, а также занимать любое промежуточное положение. Содержимым грыжи чаще всего является студенистое ядро, прорвавшееся через фиброзное кольцо, но могут быть и другие фрагменты диска, разрушенного дистрофическим процессом.

Грыжа может возникнуть вследствие разрыва фиброзного кольца при его кратковременной резкой перегрузке. Диск может быть уже изменен дистрофическим процессом, если речь идет о человеке зрелого или пожилого возраста, или совершенно не изменен, что нередко бывает в молодом возрасте. Высота пораженного диска в месте выпадения его содержимого может быть больше, чем на остальных его участках (симптом "распорки").

КТ признаки хондроза, остеохондроза*:

- снижение высоты межпозвонкового диска,
- появление «вакуум-феномена» (появление очагов воздушной плотности на фоне диска);
- уплотнение замыкательных пластинок, субхондральный остеосклероз.

КТ-признаки грыж:

- высокоплотное образование, выходящее за пределы замыкательных пластинок,
- снижение дифференциации эпидурального жира,
- смещение нервного корешка (спинномозгового нерва), сдавление дурального мешка

**Прим.: КТ – основной способ диагностики изменений позвоночного канала: определения степени и типа его деформации, выявления обызвествлений, гипертрофии связок, хрящевых грыж, артроза межпозвонковых суставов, опухолей в позвоночном канале.*

МРТ-признаки хондроза, остеохондроза:

- снижение высоты диска,
- уменьшение гидрофильности диска (понижение на T2-ВИ интенсивности МР-сигнала).

МРТ-признаки грыж:*

- протрузия диска без повреждения фиброзного кольца,
- экструзия диска с повреждением фиброзного кольца,
- секвестрированная грыжа.

**Прим.: МРТ дает возможность определить разрыв фиброзного кольца, выход части диска за пределы фиброзного кольца, локализацию грыжи (грыжа дает такой же сигнал, как и поврежденный диск), смещение секвестра, соотношение грыжи и нервных корешков, степень сужения позвоночного канала и выраженность давления ее на структуру спинного мозга и корешки.*

