

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ПСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ИНСТИТУТ МЕДИЦИНЫ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БИОЛОГИИ
МЕДИЦИНСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

КАФЕДРА МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАТИКИ И КИБЕРНЕТИКИ

Специальность

30.05.03

МЕДИЦИНСКАЯ КИБЕРНЕТИКА

«ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ»

~~Заведующий кафедрой~~



/ В.С. Белов /

(подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

ЗАЩИЩЕНА С ОЦЕНКОЙ

« _____ »

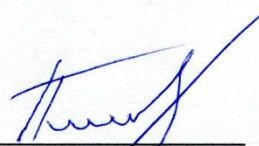
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Студента Постановова Романа Анатольевича

на тему

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ И
МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ
ДЕГЕНЕРАТИВНО-ДИСТРОФИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПОЗВОНОЧНИКА**

Руководитель



(подпись)

Д.В. Пилипенко

Научный консультант



(подпись)

В.С. Белов

Автор работы



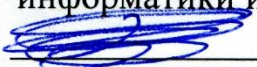
(подпись)

Р.А. Постановов

Псков
2020

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ МЕДИЦИНЫ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БИОЛОГИИ
МЕДИЦИНСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАТИКИ И КИБЕРНЕТИКИ

Утверждаю
Зав. кафедрой медицинской
информатики и кибернетики
 / Белов В.С./
« 23 » марта 2020 г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ
НА ВЫПОЛНЕНИЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

студенту 6 курса группы 0276-01
Постаногову Роману Анатольевичу

1. Тема выпускной квалификационной работы: «Исследование информативности методов компьютерной и магнитно-резонансной томографии в диагностике дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника»

2. Структура выпускной квалификационной работы:

- Введение
- Глава 1. Аналитический обзор источников
- Глава 2. Методы решения задач
- Глава 3. Организация исследования
- Глава 4. Анализ компьютерных и магнитно-резонансных томограмм
- Глава 5. Сравнение информативности методов КТ и МРТ
- Глава 6. Результаты исследования и выводы
- Заключение.
- Список использованных источников.

3. Место выполнения выпускной квалификационной работы:
ФГБОУ ВО «Псковский государственный университет», кафедра клинической медицины

4. Руководитель: Пилипенко Д.В.

5. Научный консультант: Белов В.С.

Псков
2020

Оглавление

Введение	5
Глава 1. Аналитический обзор источников	8
1.1. Функциональная анатомия позвоночного столба	8
1.2. Основные аспекты этиопатогенеза и клиники дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника	13
1.3. Классификация и номенклатура дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника	16
1.4. Современное состояние вопроса	20
Глава 2. Методы решения задач	22
2.1. История развития методов нейровизуализации	22
2.2. Физические основы компьютерной томографии. Устройство и принцип действия компьютерного томографа	23
2.3. Физические основы магнитно-резонансной томографии. Устройство и принцип действия магнитно-резонансного томографа	25
2.4. Рентгенологическая классификация и номенклатура дегенеративных заболеваний позвоночника	27
2.4.1. Номенклатура дегенеративных изменений межпозвонкового диска	28
2.4.2. Номенклатура дегенеративных изменений замыкательных пластинок позвонков	33
2.4.3. Номенклатура дегенеративных изменений фасеточных суставов	34
2.4.4. Номенклатура дегенеративных изменений связочного аппарата	35
Глава 3. Организация исследования	36
Глава 4. Анализ компьютерных и магнитно-резонансных томограмм	40
4.1. Пациентка К., 1973 г.р.	40
4.2. Пациентка Б., 1953 г.р.	44
4.3. Пациентка И., 1947 г.р.	49
4.4. Пациентка У., 1978 г.р.	54
4.5. Пациент З., 1972 г.р.	59
4.6. Результаты анализа томограмм пациентов	63
Глава 5. Сравнение информативности методов КТ и МРТ	67
Глава 6. Результаты исследования и выводы	73
Заключение	75
Список использованных источников	77

Список сокращений

ДДЗП – дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника

КТ – компьютерная томография, компьютерно-томографический

МРТ – магнитно-резонансная томография

МР – магнитно-резонансный

ПДС – позвоночно-двигательный сегмент

МД – межпозвонковый (межпозвоночный) диск

КМ – костный мозг

ИП – импульсная последовательность

Введение

В настоящее время, благодаря внедрению в сферу охраны здоровья достижений научно-технического прогресса, перед медицинскими работниками открываются широкие возможности выбора методик диагностики и лечения различных заболеваний. Значительную роль в медицинской диагностике играют лучевые методы. Так, использование рентгеновских лучей и эффекта ядерного магнитного резонанса позволяет неинвазивно, не прибегая к оперативному вмешательству, оценить состояние внутренних органов и тканей пациента. Подобные методики нашли широкое применение в диагностике патологий различных органов и систем, в частности, в диагностике заболеваний костно-мышечной системы.

Заболевания костно-мышечной системы значительно снижают качество жизни и зачастую ведут к утрате трудоспособности и инвалидизации в социально активном возрасте. Среди всех патологий костно-мышечной системы значительное место занимают дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника (далее ДДЗП) по причине высокой частоты встречаемости, длительной нетрудоспособности пациентов и высоких затрат на лечение. По распространенности ДДЗП находятся в одном ряду с сосудистой и онкологической патологией [1, 2].

Эта группа заболеваний характеризуется прогрессирующими дистрофическими изменениями тканей межпозвонковых дисков, суставов, связочного аппарата, костной ткани позвонков, проявляется нарушением опорной функции позвоночника и расстройством функций спинного мозга, которое сопровождается ортопедическими, неврологическими и висцеральными нарушениями.

Один из наиболее характерных признаков ДДЗП – наличие болевого синдрома. Боль в спине различной локализации и интенсивности наблюдаются у 80-100% населения. Болезненные ощущения в пояснично-крестцовом отделе позвоночника входят в число трех основных причин обращений за медицинской помощью. Известно, что после 30 лет каждый пятый человек в мире страдает

дискогенной радикулопатией, являющейся одним из синдромов ДДЗП. Из общего количества больничных листов, выдаваемых неврологами, более 70% приходится на различные клинические проявления ДДЗП. Все вышеперечисленное свидетельствует о высокой медико-социальной значимости проблемы ДДЗП [1, 2].

Тактика лечения ДДЗП подразделяется на консервативную и оперативную. Несмотря на наличие эффективных средств и методик консервативного лечения, часть больных нуждается в оперативном пособии. Показаниями к хирургическому лечению является развитие корешкового синдрома, наличие секвестрированной грыжи межпозвонкового диска или болевой синдром, не поддающийся консервативной коррекции. Оперативное вмешательство ставит целью декомпрессию спинномозговых структур и стабилизацию нарушений позвоночного столба [2].

Высокое количество рецидивов и неудовлетворительных результатов хирургического лечения ДДЗП позволяет сделать вывод о необходимости строгого определения показаний к консервативному и оперативному лечению, что подразумевает активное использование методов неинвазивной визуализации, в частности, методов компьютерной томографии (далее КТ) и магнитно-резонансной томографии (далее МРТ). Таким образом, актуальной является проблема качественной и своевременной диагностики ДДЗП [3, 4].

Использование вышеуказанных методов визуализации существенно расширяет возможности диагностики ДДЗП. Указанные методики позволяют получать послойные изображения позвоночника, дифференцировать интраспинальные структуры, выявлять незначительные различия в плотности нормальных и патологически измененных тканей, что имеет значение при определении тактики лечения и планировании оперативного вмешательства. На сегодняшний день среди отечественных и зарубежных специалистов общепринятым является мнение о необходимости совместного использования методов КТ и МРТ в диагностике ДДЗП [2, 4, 5]. Однако прежде, чем назначать

указанные процедуры, лечащему врачу необходимо ясно представлять диагностические возможности и ограничения данных методов.

Объектом исследования являются ДДЗП. **Предмет** исследования: информативность компьютерной и магнитно-резонансной томографии в диагностике ДДЗП.

Целью исследования является сравнение информативности методов компьютерной и магнитно-резонансной томографии в диагностике ДДЗП.

Гипотеза исследования заключается в следующем: информативность методов КТ и МРТ в диагностике дегенеративно-дистрофических изменений отдельных спинальных структур различна, однако данные методы дополняют друг друга и в совокупности дают больше информации, нежели каждый метод в отдельности.

Задачи исследования:

1. изучение учебной и справочной литературы по теме настоящей ВКР;
2. сбор компьютерных и магнитно-резонансных томограмм пациентов с ДДЗП, выбор томограмм для исследования;
3. анализ томограмм согласно принятым критериям;
4. сравнение информативности методов КТ и МРТ по результатам анализа компьютерных и магнитно-резонансных томограмм.

Поставленные задачи решались с использованием эмпирических методов: наблюдение, измерение и качественное сравнение.

Теоретическая значимость работы заключается в расширении подходов к изучению диагностических возможностей и ограничений методов КТ и МРТ в диагностике ДДЗП. **Практическая значимость** состоит в том, что результаты исследования могут быть использованы для уточнения показаний к назначению КТ и МРТ пациентам с ДДЗП. Точная диагностика позволяет определить оптимальную тактику лечения, что улучшает прогноз, снижает количество рецидивов и случаев инвалидизации пациентов.

Выпускная квалификационная работа имеет следующую **структуру**: введения, шесть глав, заключение, список использованных источников.

Глава 1. Аналитический обзор источников

1.1. Функциональная анатомия позвоночного столба

Позвоночник человека, как важнейший элемент костно-мышечной системы, подвергается различным воздействиям и нагрузкам, основная часть которых приходится на поясничный отдел, расположенный ниже остальных, и шейный отдел, отличающийся наибольшей мобильностью, что обуславливает их подверженность ДДЗП. Однако, прежде чем приступить к сравнению информативности методов компьютерной и магнитно-резонансной томографии в диагностике ДДЗП, следует рассмотреть нормальную функциональную анатомию позвоночного столба и фундаментальные аспекты возникновения дегенеративно-дистрофических изменений.

Позвоночный столб, *columna vertebralis*, – часть осевого скелета человека, представлен 32 или 33 позвонками (7 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых, соединенных в крестец, и 3 – 4 копчиковых), и межпозвоноковыми хрящами со связочным и суставным аппаратом. Комбинация стабильных и гибких компонентов обеспечивает прочность и гибкость позвоночного столба. Функциональное значение позвоночника велико: он поддерживает голову, служит гибкой осью туловища, принимает участие в образовании стенок грудной и брюшной полостей и таза. В позвоночном канале, *canalis vertebralis*, размещается спинной мозг, его оболочки и сосуды.

Позвоночник имеет физиологические изгибы в передне-заднем направлении: физиологические лордозы (шейный и поясничный) и физиологические кифозы (грудной и крестцовый), также возможно наличие незначительного бокового искривления позвоночника – физиологического сколиоза. Длина позвоночника мужчины в среднем равна 73 см, позвоночника женщины – 69 см. В старческом возрасте наблюдается укорочение позвоночника на 5-7 см [6, 7].

На рисунке 1 представлена анатомия позвоночного столба, заметно наличие физиологических изгибов.

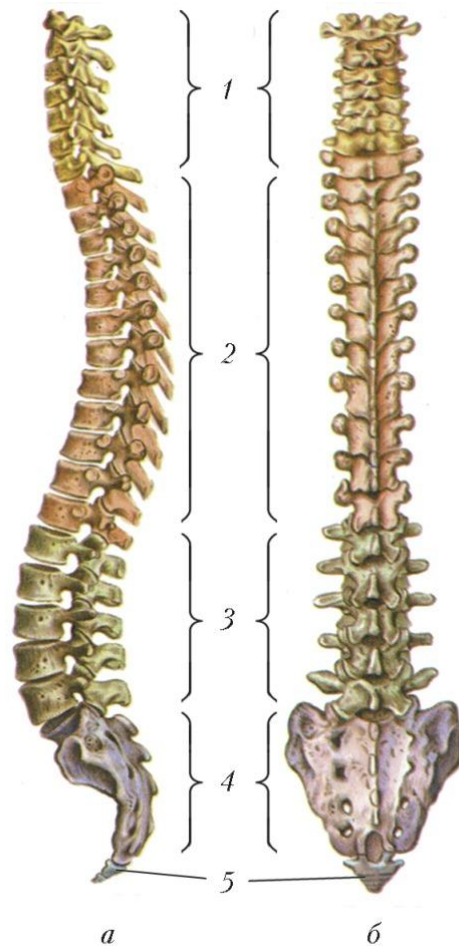


Рис. 1. Позвоночный столб (а – вид сбоку, б – вид сзади): 1 – шейный отдел, 2 – грудной отдел, 3 – поясничный отдел, 4 – крестец, 5 – копчик [6]

Рассмотрим общие признаки позвонков. Каждый свободный позвонок, *vertebra*, имеет массивную часть – тело позвонка, *corpus vertebrae*, дугу, *arcus vertebrae*, и отходящие от арки отростки, *processus*. Тело позвонка состоит из губчатого вещества, костные балки которого образуют имеет вертикальное направление и соответствует основным линиям нагрузки. Тела позвонков имеют одинаковую высоту в переднем и заднем отделах, увеличиваясь в каудальном направлении, достигая максимума в поясничном отделе позвоночника.

Верхняя и нижняя поверхность тела позвонка сочленяются с телами соседних позвонков посредством межпозвонковых дисков. Вогнутая задняя поверхность позвонка вместе с дугой образует позвоночное отверстие, *foramen vertebrale*, которое в совокупности с такими же отверстиями других позвонков

формирует позвоночный канал, *canalis vertebralis*, где располагается спинной мозг, его оболочки и сосудистые сплетения.

Дуги позвонков состоят из двух симметричных половин. Ближайшая к телу позвонка часть дуги сужена вследствие наличия верхней и нижней вырезок, *incisura vertebralis superior et inferior*, и носит название корня дуги, *pediculus arcus vertebrae*. Нижняя вырезка вышележащего позвонка, соединяясь с верхней вырезкой нижележащего, образует с каждой стороны межпозвонковое отверстие, *foramen intervertebrale*. Через эти отверстия из позвоночного канала выходят спинномозговые нервы.

От дуги позвонка отходят семь отростков: в сагиттальной плоскости – непарный остистый отросток, *processus spinosus*, во фронтальной плоскости – парный поперечный отросток, *processus transversus*, а также две пары суставных отростков – верхние и нижние, *processus articularis superioris et inferioris*, сочленяющихся с аналогичными отростками соседних позвонков [7, 8].

Следует отметить, что позвонки в различных отделах позвоночного столба имеют отличительные анатомические особенности. Строение типичного поясничного позвонка представлено на рисунке 2.

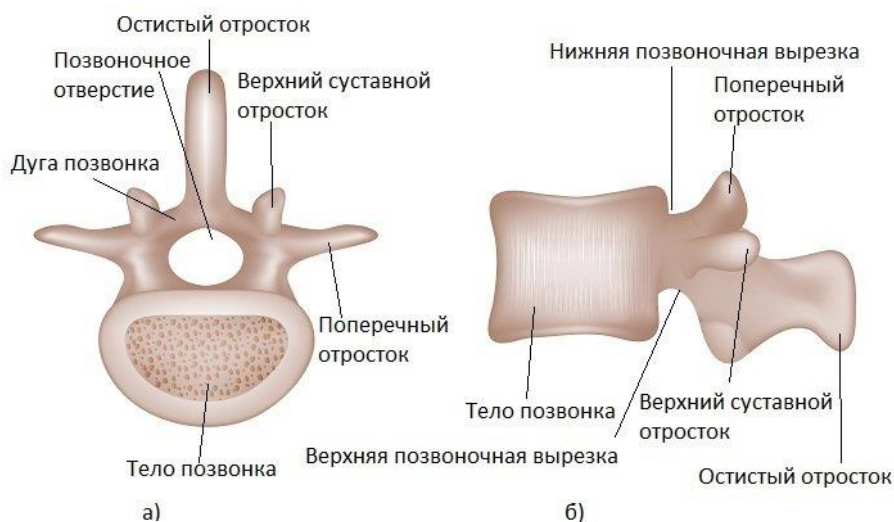


Рис. 2. Поясничный позвонок (а – вид сверху, б – вид сбоку) [7]

Между отдельными позвонками имеются сочленения. Так, суставные поверхности нижних суставных отростков вышележащего позвонка и суставные поверхности верхних суставных отростков нижележащего позвонка образуют межпозвонковые (фасеточные) суставы, *articulatio intervertebralis*. Суставные

отростки и их суставные поверхности в различных отделах позвоночного столба имеют особенности анатомического строения, однако на всех уровнях сочленяющиеся суставные поверхности равны одна другой, покрыты гиалиновыми хрящами, по свободному краю которого прикрепляются суставные капсулы. Функционально все дугоотростчатые сочленения относятся к малоподвижным. [8].

Поверхности тел двух смежных позвонков соединяются межпозвоновыми (межпозвоночными) дисками (далее МД), *disci intervertebralis*, отсутствующими лишь между I и II шейными позвонками. МД является соединительнотканым элементом, состоящим из двух переходящих друг в друга частей: фиброзного кольца, *annulus fibrosus*, располагающегося снаружи и студенистого ядра, *nucleus pulposus*, занимающего центральное положение.

Студенистое ядро – шаровидное образование, состоящее из желатинообразной массы, диаметр его колеблется в пределах 1-2,5 см. Основная функция студенистого ядра – амортизирующая: действуя подобно буферу, оно ослабляет и равномерно распределяет по поверхностям тел позвонков влияние различных нагрузок. Фиброзное кольцо, располагающееся вокруг студенистого ядра, выполняет функцию фиксации смежных позвонков и обеспечивает движения в разных плоскостях. Краниальную и каудальную поверхность диска образуют гиалиновые хрящевые пластинки, прилегающие к замыкательным пластинкам тел соседних позвонков. МД прочно соединяют тела позвонков между собой, однако допускают определенную подвижность и играют амортизирующую роль [7, 8].

Дуги позвонков, суставы, поперечные и остистые отростки окружены мощным связочным аппаратом, в состав которого входят: передняя продольная связка, задняя продольная связка, желтые связки, межпоперечные связки, межостистые связки, надостистая связка, вейная связка и другие. Так, между нижним краем и внутренней поверхностью дуги каждого (начиная с II шейного) вышележащего позвонка и верхним краем наружной поверхности дуги

нижележащего позвонка расположены желтые связки, *ligamentum flava*, заполняющие промежутки между дугами. От основания затылочной кости до крестца по передней поверхности тел позвонков располагается передняя продольная связка, *ligamentum longitudinale anterius*. По задней поверхности тел позвонков (внутри позвоночного канала) от II шейного позвонка до крестца проходит задняя продольная связка, *ligamentum longitudinale posterius*. Межпоперечная, межостистые, надостистая связки соединяют соответствующие отростки позвонков [6, 7].

Анатомический комплекс, состоящий из двух смежных позвонков, межпозвонкового диска, двух соответствующих межпозвоночных суставов и связочного аппарата, расположенных на данном уровне, представляет собой позвоночно-двигательный сегмент (далее ПДС). Строение ПДС представлено на рисунке 3.



Рис. 3. Позвоночно-двигательный сегмент [7]

Подвижность позвоночника в отдельном ПДС невелика, но движения многих сегментов, обеспечивают возможность значительной подвижности позвоночника в целом. Знание особенностей функциональной анатомии каждого сегмента является ключом к пониманию этиопатогенеза ДДЗП.

1.2. Основные аспекты этиопатогенеза и клиники дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника

Для объяснения этиологии ДДЗП выдвигается ряд теорий. В основе инволютивной теории лежит предположение, что причина дегенеративно-дистрофических изменений – преждевременное старение и изношенность межпозвонковых дисков.

В основе мышечной теории причиной появления и развития ДДЗП считается постоянный гипер- или гипотонус мускулатуры, воспаление мышц и связок. Ряд авторов считают, что в основе развития ДДЗП лежит создание неправильного мышечного двигательного стереотипа, который приводит к механической перегрузке соответствующих компонентов ПДС и в конечном итоге – к появлению процессов дегенерации и инволюции.

Теория наследственности предполагает наследственную предрасположенность к развитию ДДЗП. Сторонники ревматоидной и аутоиммунной теории привлекли внимание к тому, что процессы, протекающие в суставах при ревматоидных артритах, идентичны процессам, протекающим в межпозвонковых суставах при дегенеративных изменениях. Существует еще ряд теорий и предположений, которые в той или иной степени повторяют вышеперечисленные. Однако большинство авторов сходятся во мнении, что ДДЗП – полиэтиологическая патология [1, 2, 8, 9, 10].

Среди факторов риска развития ДДЗП выделяют:

- малоподвижный образ жизни,
- избыточный вес,
- регулярные чрезмерные физические нагрузки
- воспалительные процессы в костной ткани,
- возраст старше 30 лет.

В упрощенном виде этиология дегенеративно-дистрофических изменений МД сводится к следующему. Пульпозное ядро диска – водосодержащая гомогенная масса, ограниченная фиброзным кольцом и терминальными хрящевыми пластинками смежных тел позвонков сверху и

снизу. Большая часть механического напряжения, вызванного двигательной активностью, переносится на диски в пределах позвоночника, и содержащаяся внутри в пульпозном ядре вода позволяет им эффективно распределять нагрузки и поглощать удары.

С возрастом снижение количества мукополисахаридов и изменение их качественного состава, а также микротравмы приводят к снижению содержания жидкости в ядре. Ядро теряет свойства геля, сам диск истончается и теряет свою амортизационную функцию. Кроме этого, ослабляются силы сцепления между коллагеновыми пластинами фиброзного кольца, происходит растяжение кольца и появление в нем полостей. Данные процессы происходят на фоне постепенной атрофии сосудов, кровоснабжающих межпозвонковые диски. Замена кровоснабжения механизмом диффузии, эффективность которого значительно ниже, приводит к дополнительным изменениям пульпозного ядра. Из-за растяжения фиброзного кольца пространство между смежными позвонками уменьшается, чрезмерное давление, оказываемое на диски, приводит к образованию трещин и разрывов, появляющихся в кольцевом пространстве. Если давление достаточно сильное, то через трещины просачивается вещество студенистого ядра, которое за пределами фиброзного кольца образует грыжу МД [2].

Что касается патогенеза ДДЗП, до настоящего времени не разработано единой методологии, охватывающей все аспекты развития дегенеративного процесса. Рассмотрим лишь несколько подходов к описанию патогенеза ДДЗП [9, 10].

Осна А.И. (1973) выделял следующие стадии развития дегенеративных изменений позвоночника:

1. внутридисковые перемещения пульпозного ядра, его внедрение в микротрещины диска;
2. развитие нестабильности ПДС (трещины диска, разрывы фиброзного кольца, отслойка задней продольной связки);

3. полный разрыв диска – формирование грыжи диска (выпадение пульпозного ядра и фрагментов диска);
4. развитие спондилоартроза (распространение дегенеративного процесса суставной и связочный аппарат).

Kirkaldy-Willis (1978) предлагал рассматривать дегенеративно-дистрофический процесс в виде каскада, последовательно проходящего несколько стадий. Согласно данной теории, первой стадией является дисфункциональная стадия, затрагивающая преимущественно биохимические элементы ткани межпозвонкового диска и проявляющаяся умеренными морфологическими изменениями в структурах фиброзного кольца. Следующая стадия, затрагивающая функционирование ПДС, – стадия сегментарной нестабильности, проявляющаяся нарушением опорности и снижением объема движений в межпозвонковых суставах и диске и сопровождающаяся развитием характерного симптомокомплекса. Далее следует стадия рестабилизации, в ходе которой происходит фиксация нестабильного ПДС с образованием спондилеза и остеофитов, являющимися в свою очередь факторами компрессии и ишемии сосудисто-нервных компонентов позвоночного канала и близлежащих структур.

Представленные выше подходы дают представление о мультифакториальности патогенеза дегенеративно-дистрофического процесса с акцентом на первичность поражения МД, сопровождающегося реакцией со стороны прилегающих позвонков и ПДС в целом [8, 9].

Дегенеративно-дистрофическими изменениями позвоночника обусловлено наличие характерных клинических синдромов, подразделяющихся на вертебральные и экстравертебральные. Экстравертебральные синдромы подразделяются на рефлекторные и компрессионные. Нередко наблюдается их сочетание. Рефлекторные синдромы (синдромы раздражения) развиваются вследствие импульсации из пораженных сегментов позвоночника, что через центральные механизмы вызывает рефлекторные мышечные, сосудистые и дистрофические нарушения. Компрессионные синдромы (синдромы выпадения) являются следствием сдавления, чаще всего грыжей диска, корешков спинного

мозга (радикулопатия), самого спинного мозга (миелопатия), сосудов спинного мозга, конского хвоста. Для них характерны явления выпадения чувствительности на конечностях и теле, развитие парезов в мышцах конечностей, нарушение функций тазовых органов.

Наиболее частые клинические проявления вышеописанных синдромов: дорсалгии различной локализации, напряжение на стороне поражения в мышцах спины и конечностей, искривление и ограничение подвижности позвоночника, дистрофические изменения в мягких тканях на стороне поражения, нарушения чувствительности, парезы [2, 9, 10].

Следует отметить, что наличие характерной симптоматики ДДЗП достаточно сильно влияет на качество жизни и нервно-психический статус пациентов. При этом отсутствует четкая корреляция между выраженностью клинической симптоматики и степенью морфологических изменений позвоночных и невральных структур по данным лучевой диагностики, что объясняется сложностью взаимодействия компенсаторных и патогенетических механизмов при развитии дегенеративно-дистрофической патологии. [2]

1.3. Классификация и номенклатура дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника

В настоящее время не существует единого подхода к классификации, охватывающего все аспекты дегенеративно-дистрофического процесса. Формы дегенеративного поражения позвоночника по-разному классифицируются морфологами, клиницистами и рентгенологами. По разным оценкам насчитывается свыше 40 классификационных схем [7].

Так, Иргер И. М. (1971) предложил пользоваться следующей морфологической классификацией ДДЗП [10]:

1. Межпозвоночный остеохондроз:
 - внутренние дегенеративно-дистрофического характера изменения межпозвоночных дисков с сохранением или потерей стабильности двигательного позвоночного сегмента;

- смещение межпозвонковых дисков с возникновением их протрузии или пролапса в просвет позвоночного канала;
- передние и боковые протрузии и пролапсы дисков;
- центральные пролапсы дисков (грыжи Шморля);
- рубцовые изменения межпозвонковых дисков и окружающих тканей, приводящие к развитию фиброзного анкилоза ПДС.

2. Реактивные изменения позвоночника:

- деформирующий спондилез;
- спондилоартроз, склерозом субхондральной кости и образование краевых остеофитов;
- дегенеративные изменения желтых и межкостистых связок.

Крутько А.В. (2012) классифицировал дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника следующим образом [10]:

1. Дегенеративно-дистрофическое поражение позвоночника:

- без нарушения двухмерных пространственных взаимоотношений в ПДС (остеохондроз, спондилоартроз, спондилез, лигаментоз);
- с нарушением двухмерных пространственных взаимоотношений в ПДС (дегенеративный спондилолистез, дегенеративный сколиоз).

2. Патоморфологический субстрат клинического синдрома (стеноз, грыжа диска, нестабильность сегмента и т.д.).

3. Клинический синдром.

Внимания также заслуживает патогенетическая структурно-функциональная классификация Коржа Н.А. и Продана А.И. (2004) [11]. Согласно данной классификации, нозологическая принадлежность ДДЗП определяется тем, в каких именно элементах ПДС дегенеративные изменения возникают первично, а в каких – вторично. Предложенную авторами классификацию ДДЗП можно представить в несколько упрощенном виде следующим образом:

1. По локализации (относительно позвоночника в целом):

- шейного отдела;

- грудного отдела;
- поясничного отдела;
- распространенные.

2. По протяженности (относительно позвоночника в целом):

- моноsegmentарные (на уровне одного ПДС);
- бисegmentарные (на уровне двух ПДС);
- мультисegmentарные (на уровне более двух ПДС).

3. По локализации (относительно ПДС):

Переднего опорного комплекса

1) Мягкотканых элементов ПДС:

- трещины фиброзного кольца межпозвонкового диска;
- протрузия межпозвонкового диска;
- грыжа межпозвонкового диска.

2) Костных элементов ПДС:

- спондилез (стенозирующий, нестенозирующий);
- унковертебральный артроз;
- реберно-позвоночный артроз.

3) Комбинированные (остеохондропатия):

- шейного отдела;
- грудного отдела;
- поясничного отдела.

Заднего опорного комплекса

1) Мягкотканых элементов ПДС:

- жёлтой связки;
- межкостистой связки.

2) Костных элементов ПДС (спондилоартроз):

- дугоотростчатый;
- реберно-поперечный;
- поперечно-подвздошный (поперечнокрестцовый);
- межкостистый.

Тотальное поражение ПДС

- спондилолистез (I, II, III степени);
- ретроспондилолистез;
- латеролистез;
- сколиоз (0, I, II, III степени);
- гиперлордоз;
- стеноз позвоночного канала.

4. По функциональным критериям:

- с нормальной опороспособностью;
- с функциональной блокадой ПДС;
- с нестабильностью ПДС (I, II, III степени);
- без неврологического дефицита;
- с неврологическим дефицитом.

В практике клиницистов наиболее широкое распространение получила номенклатура ДДЗП согласно Международной классификации болезней 10-го пересмотра (МКБ-10). В МКБ-10 ДДЗП присвоены следующие кодировки [12]:

M43.1 – Спондилолистез

M47.0 – Синдром сдавления передней спинальной или позвоночной артерии

M47.1 – Другие спондилезы с миелопатией

M47.2 – Другие спондилезы с радикулопатией

M48.0 – Спинальный стеноз хвостовой каудальный стеноз

M50.0 – Поражение межпозвоночного диска шейного отдела с миелопатией

M50.3 – Другая дегенерация межпозвоночного диска шейного отдела

M51.0 – Поражения межпозвоночных дисков поясничного и других отделов с миелопатией

M51.1 – Поражения межпозвоночных дисков поясничного и других отделов с радикулопатией. Ишиас вследствие поражения межпозвоночного диска.

M51.2 – Другое уточненное смещение межпозвоночного диска. Люмбаго вследствие смещения межпозвоночного диска.

M51.3 – Другая уточненная дегенерации межпозвоночного диска

M53.2 – Спинальная нестабильность

M96.4 – Постхирургический лордоз

M96.8 – Другие поражения костно-мышечной системы после медицинских процедур

M96.9 – Поражение костно-мышечной системы после медицинских процедур неуточненное

M99.5 – Межпозвоночный дисковый стеноз неврального канала

M99.6 – Костный и подвывиховый стеноз межпозвоночных отверстий

M99.7 – Соединительнотканый и дисковый стеноз межпозвоночных отверстий.

Приведенные выше классификации основаны на совокупности жалоб больного, анамнеза, данных физикального осмотра, данных лабораторных и инструментальных исследований и ориентированы на применение в практике врачей-клиницистов. Однако в практике специалистов лучевой диагностики применяется классификация ДДЗП, основанная в первую очередь на результатах нейровизуализации спинальных структур – на данных рентгенографии, КТ и МРТ. [7, 8, 9, 10]. Рентгенологическая классификация дегенеративных поражений позвоночника представлена в главе 2 настоящей ВКР.

1.4. Современное состояние вопроса

Проблема распространения дегенеративно-дистрофических изменений позвоночника в настоящее время становится все более актуальной. В эпоху тотальной информатизации и компьютеризации многих видов профессиональной деятельности, когда умственная работа преобладает над физическим трудом, происходит значительное снижение двигательной активности населения. Широкая распространенность личного автомобильного транспорта, сидячая работа, тотальная гиподинамия приводят к повышенной нагрузке на позвоночник и снижению тонуса мышц.

При подобном образе жизни позвоночник пребывает в вынужденном полусогнутом положении до 80% времени [2] При этом формируются дополнительные статические нагрузки на позвоночный столб, что вызывает растяжение мышц сгибателей спины и снижение их тонуса, что является одним из факторов, приводящих к развитию и прогрессированию ДДЗП.

В последние годы отмечается значительное омоложение пациентов, имеющих признаки дегенеративных изменений позвоночного столба. Так, все чаще описываются случаи развития грыжи межпозвонкового диска у лиц молодого возраста (14-18 лет) [13].

Из вышеизложенного становится понятно, что медико-социальная значимость проблемы ДДЗП исключительно велика. В связи с тем, что дегенеративно-дистрофическая патология значительно снижает качество жизни пациентов и зачастую ведут к утрате трудоспособности и инвалидизации в социально активном возрасте, на первый план выходит необходимость своевременной и качественной диагностики ДДЗП.

Результаты инструментальной диагностики, такой как рентгенография, КТ и МРТ, имеют решающее значение при планировании тактики лечения, определении объема оперативного вмешательства, контроля эффективности проводимой терапии. На сегодняшний день общепринятым является мнение о необходимости совместного использования методов КТ и МРТ в диагностике ДДЗП [2, 4, 7, 9, 10].

Глава 2. Методы решения задач

2.1. История развития методов нейровизуализации

Первым неинвазивным методом оценки дегенеративно-дистрофических изменений позвоночника стала рентгенография. Рентгеновское излучение было открыто в 1895 году Вильгельмом Конрадом Рентгеном, профессором Вюрцбургского университета, Германия. Вскоре метод вошел в клиническую практику и с некоторыми изменениями используется в настоящее время [14].

Традиционная плоскостная рентгенография долгое время была единственным методом исследования костно-суставной системы, в частности позвоночника. Однако в 1970-х годах получил развитие новый метод рентгеновской диагностики, рентгеновская КТ, позволявшая сканировать все отделы позвоночника с дальнейшим построением изображений в необходимой плоскости и оценивать как костные, так и мягкотканые элементы. Метод нашел широкое применение и в диагностике ДДЗП.

История развития компьютерной томографии берет свое начало во втором десятилетии XX века, когда были разработаны первые математические алгоритмы для КТ. Однако лишь в 1963 году американский физик Алан Кормак решил задачу томографического восстановления. Британский инженер Годфри Хаунсфилд в 1969 году собрал первый компьютерный рентгеновский томограф – «ЭМИ-сканер», в 1971 году аппарат прошел клинические испытания. За разработку компьютерной томографии Хаунсфилд и Кормак были удостоены Нобелевской премии в области физиологии и медицины в 1979 году [14].

История развития другого распространенного метода визуализации, магнитно-резонансной томографии, началась в 1940-х годах, когда было описано физическое явление ядерного магнитного резонанса. Однако моментом основания МРТ принято считать 1973 год, когда американский химик и радиолог Пол Лотербур теоретически обосновал возможность применения ядерно-магнитного резонанса для создания изображений органов и тканей человека. Позже британский физик Питер Мэнсфилд усовершенствовал математические алгоритмы получения изображения. Обоим исследователям была присуждена

Нобелевская премия по физиологии и медицине за их открытия, касающиеся метода МРТ [15].

Метод МРТ, по аналогии с КТ, позволяет сканировать позвоночник на всем его протяжении и строить изображения в необходимых плоскостях. Однако, в отличие от КТ, данный метод наиболее чувствителен к изменениям в мягкотканых элементах: межпозвонковых дисках, связках, спинномозговых структурах. Внедрение в практику МРТ позволило выявлять дегенеративные изменения мягкотканых структур позвоночника на самых ранних стадиях, что вывело диагностику ДДЗП на качественно новый уровень [9].

В настоящее время методы компьютерной и магнитно-резонансной томографии широко применяются в диагностике ДДЗП, вытесняя классическую плоскостную рентгенографию.

2.2. Физические основы компьютерной томографии. Устройство и принцип действия компьютерного томографа

Рентгеновское излучение, лежащее в основе метода КТ, представляют собой электромагнитные волны с длиной волны от 10^{-12} до 10^{-7} м. Применение рентгеновского излучения в медицине основано на его способности проникать сквозь органы и ткани человека, в различной степени поглощаясь ими. Способность ткани поглощать рентгеновские лучи тем выше, чем больше атомный номер химических элементов, из которых состоит эта ткань. Так, атомный номер кальция, из соединений которого состоит костная ткань, равен 20. Химические элементы, из которых состоят мягкие ткани имеют следующие атомные номера: водород – 1, углерод – 6, азот – 7, кислород – 8. Таким образом, костная ткань поглощает рентгеновское излучение в большей мере, чем мягкие ткани, что способствует ее визуализации [14].

Рассмотрим базовое устройство компьютерного томографа и принцип его работы. Томограф состоит из сканирующей части (гентри), подвижного стола для размещения пациента, аналого-цифрового преобразователя и специализированного компьютера. Гентри несет источник и приемники рентгеновского излучения. Источник представляет собой импульсный генератор

и рентгеновскую трубку, продуцирующую рентгеновские лучи. Структурная схема и принцип действия компьютерного томографа представлены на рисунке 4.

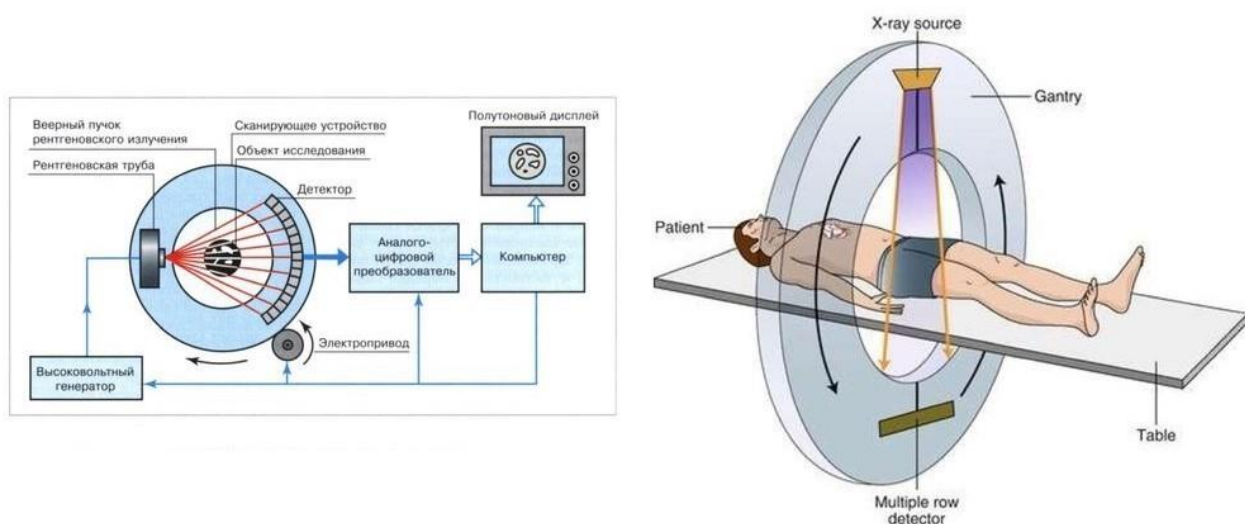


Рис. 4. Структурная схема и принцип действия компьютерного томографа [17]

Пациент располагается на столе, который подводит диагностируемую зону в место излучения рентгеновской трубки. Для получения среза трубка оборачивается вокруг пациента на 360 градусов, при этом толщина среза задается заранее. Трубка вращается постоянно, излучение расходится веерообразно и улавливается детекторами на противоположной стороне. Проходя через ткани и органы пациента, лучи поглощаются ими по-разному, и на выходе первоначальные свойства проникающих лучей меняются. Детекторы улавливают эти изменения, компьютер обрабатывает преобразованный сигнал и выстраивает изображение тканей и органов пациента. Управление томографом осуществляется с помощью пульта, непосредственно связанного со сканирующей системой и компьютером [16, 17].

Различают несколько поколений компьютерных томографов: пошаговые, спиральные, мультиспиральные. На сегодняшний день именно мультиспиральная (многослойная) компьютерная томография (МСКТ) является золотым стандартом в лучевой диагностике многих патологических состояний, позволяя сэкономить время исследования и повышая четкость визуализируемых структур. Мультиспиральное сканирование заключается в одновременном

выполнении двух действий: непрерывного вращения рентгеновской трубки, генерирующей излучение, вокруг тела пациента, и непрерывного поступательного движения стола с пациентом вдоль оси сканирования через апертуру гентри. В этом случае траектория движения рентгеновской трубки относительно направления движения стола с пациентом принимает форму спирали.

Мультиспиральный компьютерный томограф имеет множество рядов неподвижных детекторов рентгеновского излучения. В зависимости от количества рядов детекторов, различают 16-, 32-, 64-, 128-срезовые компьютерные томографы. Как правило, чем больше рядов детекторов, тем быстрее проходит исследование и качественнее получается изображение [14, 17].

2.3. Физические основы магнитно-резонансной томографии.

Устройство и принцип действия магнитно-резонансного томографа

МРТ – метод лучевой диагностики, позволяющий визуализировать внутренние структуры и органы пациента посредством явления ядерного магнитного резонанса.

Явление ядерного магнитного резонанса основано на особенностях магнитных свойств атомов водорода – элемента, содержащегося в большом количестве в организме человека в составе воды и других соединений. Ядро атома водорода состоит из одного протона, имеющего магнитный момент (спин), который способен изменять свою пространственную ориентацию в мощном магнитном поле или при воздействии внешних радиочастотных импульсов. При наличии внешнего магнитного поля спин протона будет либо сонаправлен полю, либо направлен противоположно, причем во втором случае его энергия будет выше. При воздействии на исследуемую область электромагнитным излучением определенной частоты часть протонов поглотит это излучение и поменяют свой магнитный момент на противоположный, а затем вернется в исходное положение. Во время релаксации предварительно возбуждённых протонов детекторами томографа регистрируется выделение энергии, происходит

восстановление местоположения протонов. В результате этого процесса реконструируется строение исследуемого участка тела пациента [15, 18].

Устройство магнитно-резонансного и компьютерного томографа схоже. Однако в отличие от КТ, МРТ не производит ионизирующего излучения, а создает электромагнитное поле. Устройство типового магнитно-резонансного томографа схематично представлено на рисунке 5.

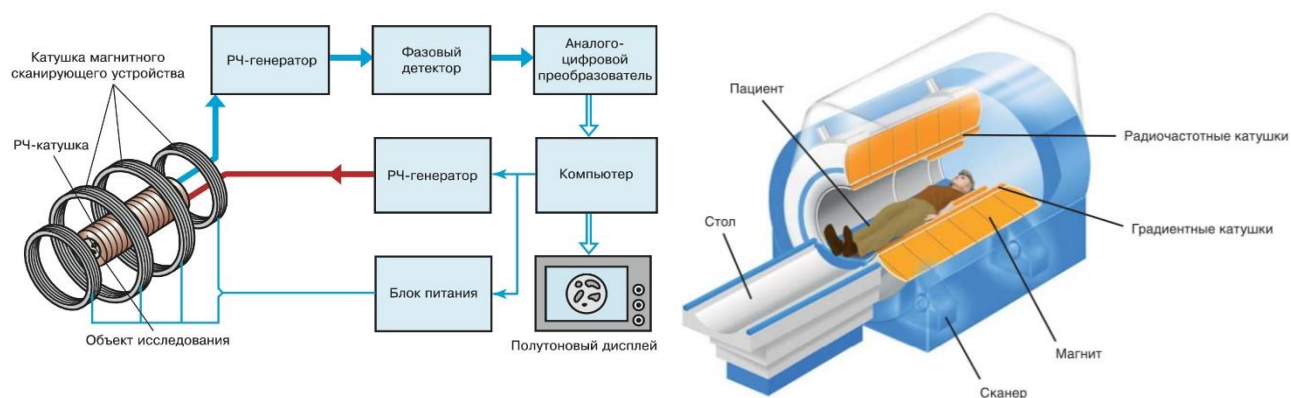


Рис. 5. Структурная схема и устройство магнитно-резонансного томографа [18]

Пациент располагается на подвижном столе, который в ходе исследования перемещается в сканирующую часть томографа, состоящую из магнита и катушек. Электрический магнит создает постоянное электромагнитное поле, воздействующее на организм пациента. Градиентные катушки обеспечивают градиентные магнитные поля, позволяющие локализовать определенный участок тела пациента для проведения исследования. Радиочастотные катушки регистрируют ответные импульсы от исследуемых органов и тканей пациента. Радиочастотные импульсы преобразуются в цифровой сигнал, который обрабатывается компьютером. После чего создается серия посрезовых снимков исследуемого участка тела пациента [15, 18].

Следует отметить, что МРТ использует разные режимы визуализации, из которых при диагностике заболеваний позвоночника наиболее часто применяются: T1, T2 и STIR. Эти режимы позволяют увидеть ткани и жидкости организма, обладающие разными физическими свойствами в зависимости от

содержания в них воды: кровь, жир, мягкие и костные ткани. В режиме T1 вода темная, а жир светлый, в режиме T2 жир и вода светлые, в режиме STIR вода светлая, а жир темный [18].

2.4. Рентгенологическая классификация и номенклатура дегенеративных заболеваний позвоночника

Попытки создать единую классификацию ДДЗП с учетом данных рентгенографии и МРТ предпринимались достаточно давно. В связи с этим внимания заслуживает рентгенологическая классификация Thalgott (2004), который ввел несколько критериев оценки состояния ПДС, в соответствии с которыми разделил больных на группы от А до F [19].

Тип А (норма) – нормальная интенсивность сигнала от ПДС на МРТ, сохраненный лордоз, сохраненная форма замыкательных пластинок без уплотнения, отсутствие грыж и разрывов диска, отсутствие признаков гипермобильности сегмента.

Термин «норма» применим как правило в определении состояния ПДС молодых здоровых людей без признаков каких-либо заболеваний, травм и возрастных изменений. В целом справедливо утверждение, что проявления дегенеративных процессов в ПДС являются возраст-зависимыми, т.к. обусловлены анатомическими и биохимическими изменениями в организме [7].

Тип В (начальная дегенерация) характеризуется признаками умеренной дегидратации на МРТ (снижение интенсивности сигнала), некоторым уменьшением лордоза, начальными признаками склероза замыкательных пластин, внутренними разрывами диска, наличием или отсутствием грыж диска, умеренным увеличением подвижности сегмента, снижением высоты МД.

Тип С (умеренная дегенерация) – выраженное снижение интенсивности МР-сигнала, отсутствие лордоза, наличие или отсутствие склероза замыкательных пластин, уплощение их формы, внутренние разрывы диска, наличие или отсутствие грыж диска, значительное снижение высоты МД.

Тип D характеризуется резким снижением интенсивности МР-сигнала, кифозом, наличием склероза замыкательных пластин, уплощением их формы,

внутренними разрывами диска, наличием или отсутствием грыж диска, значительным снижением высоты диска, формированием остеофитов.

Тип E – смещение позвонков в сагиттальной плоскости, дегенеративно-дистрофический спондилолистез, состояние диска A-D, возможен прямой контакт замыкательных пластин.

Тип F – смещение позвонков во фронтальной плоскости, неправильный контур замыкательных пластин, изменения в МД по типу C или D, наличие остеофитов.

Приведенная выше рентгенологическая классификация оценивает тяжесть состояния и возможность прогрессирования дегенеративного процесса, она может быть использована для прогнозирования объема, технической сложности и результатов оперативного лечения.

2.4.1. Номенклатура дегенеративных изменений межпозвонкового диска

Рассмотрим принятую рентгенологическую классификацию степеней дегенерации МД. В рамках данной классификации на основании анатомических и физиологических МР-характеристик МД различают здоровый диск, стареющий диск и дегенерированный диск [9, 20].

- Здоровый диск – вне зависимости от возраста пациента структурно и функционально интактен. Здоровый МД расположен в пределах границ дискового пространства, четко визуализируется граница между пульпозным ядром и фиброзным кольцом.

При МР-визуализации здоровый МД имеет пониженный сигнал в режиме T1 и повышенный в режиме T2 по отношению к телам позвонков. На изображениях в режимах T2 и T2STIR ярко выделяется высоко гидратированное пульпозное ядро по отношению к фиброному кольцу, замыкательным пластинам и связкам, обладающим низкой интенсивностью [8, 9].

На рисунке 6 представлена картина МР-визуализации здорового межпозвонкового диска молодого пациента.

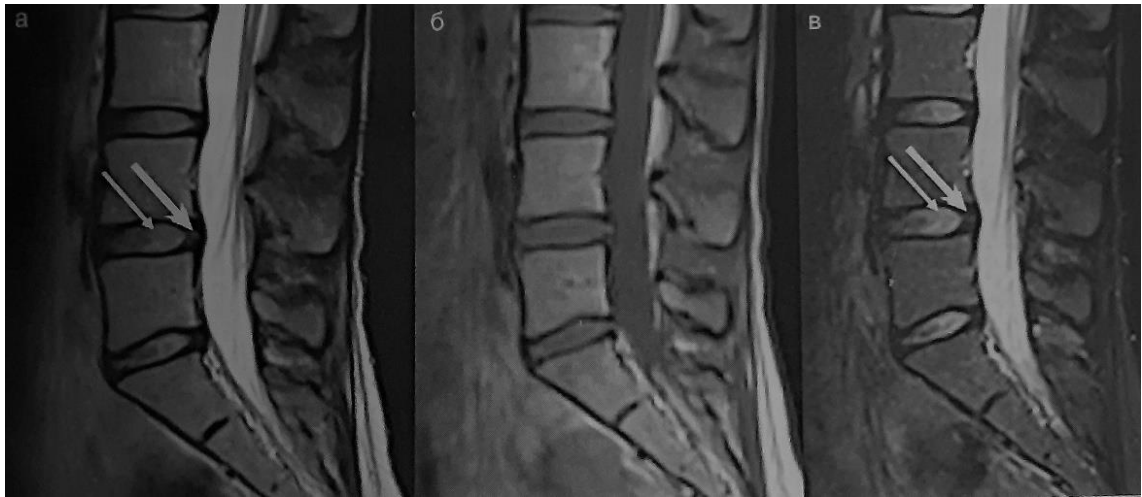


Рис. 6. МР-визуализация здорового МД молодого пациента (а – режим Т2, б – режим Т1, в – режим Т2STIR, тонкая стрелка – пульпозное ядро, толстая стрелка – фиброзное кольцо) [9]

- Стареющий диск – вне зависимости от возраста пациента диск структурно интактен, однако его функциональные возможности снижены. При этом на МРТ изменяются характеристики МД: уменьшается его высота, исчезает четкая граница между пульпозным ядром и фиброзным кольцом на изображениях в режимах Т2 и Т2STIR, появляется горизонтально расположенная внутриядерная щель, имеющая пониженный сигнал в режимах Т1, Т2 и Т2STIR. Позднее с возрастом происходит снижение интенсивности сигнала в режиме Т2 от дегидратированного пульпозного ядра, до тех пор, пока она не сравняется с интенсивностью сигнала от фиброзного кольца и связочного аппарата [9].

Изменения межпозвонкового диска связаны с процессом физиологического старения, что делает диск более подверженным дегенеративным изменениям: разрывам фиброзного кольца, образованию грыж и повреждению замыкательных пластинок. В связи с этим существуют сложности в дифференцировке нормального процесса старения от патологической дегенерации МД [7, 9].

На рисунке 7 представлена картина МР-визуализации стареющего межпозвонкового диска у здорового человека после 30 лет.

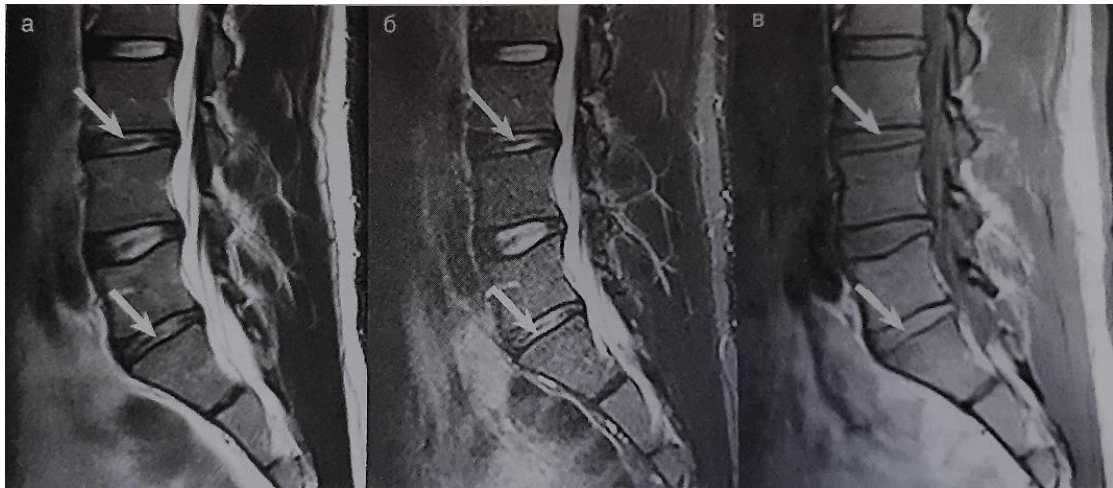


Рис. 7. МР-визуализация стареющего МД у здорового человека после 30 лет
(а – режим Т2, б – режим Т2STIR, в – режим Т1,
стрелка – внутриядерная щель) [9]

- Дегенерированный диск – в диске имеют место нарушения структуры, возникающие вне зависимости от возраста пациента. Согласно принятой классификации, дегенерация МД включает в себя следующие проявления: дегидратация, фиброз диска, снижение высоты дискового пространства, диффузное выбухание диска за пределы дискового пространства, разрывы фиброзного кольца, наличие внутридискового газа, остеофиты тел позвонков, разрушение и склероз замыкательных пластин [20].

На МРТ наиболее ранним проявлением дегенерации МД является снижение его высоты и интенсивности сигнала в режиме Т2. Данный процесс в первую очередь затрагивает те сегменты позвоночника, которые наиболее подвержены механическому воздействию, а именно шейные и поясничные позвонки [9].

Помимо приведенной выше классификации, существует ряд классификаций и номенклатур патологических состояний дегенерированного диска. Целесообразно будет рассмотреть классификацию Североамериканской ассоциации спинальных хирургов (NASS, 2001), базирующуюся в первую очередь на результатах МР- и КТ-визуализации спинальных структур [7, 9, 21].

- Разрыв (фиссура) фиброзного кольца (annular fissure) – расхождение волокон фиброзного кольца, сопровождающееся перемещением пульпозного

ядра в пределах дискового пространства без выхода за границы МД. На МРТ в режиме T2 разрывы фиброзного кольца имеют повышенный сигнал.

- Выбухание диска (bulging disc) – наличие дисковой ткани, выпячивающейся за пределы апофизов тел позвонков по всей окружности диска, не является формой грыжи. Изменения МД, в т.ч. выбухание диска, схематически представлены на рисунке 8, б-в.

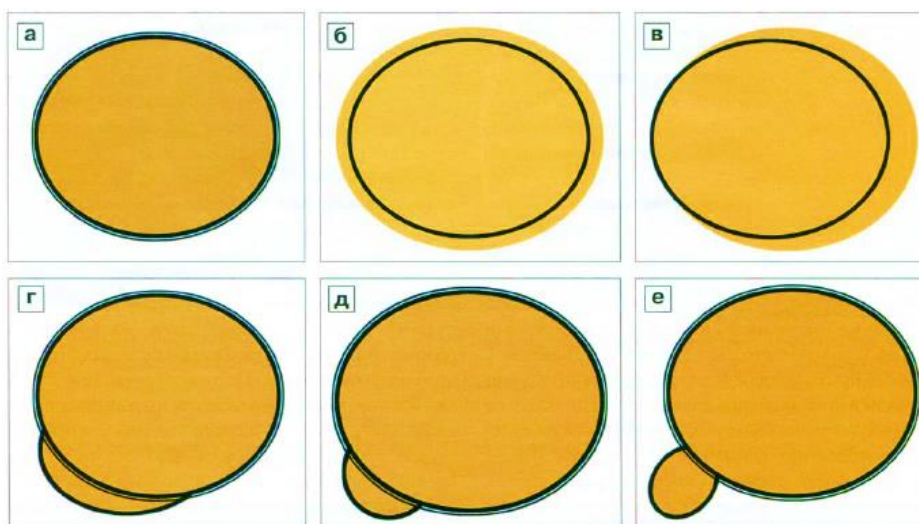


Рис. 8. Схематическое изображение изменений межпозвоночных дисков (а – нормальный диск, б – диффузное выбухание диска, в – ассиметричное выбухание диска, г, д – грыжа диска по типу протрузии, е – грыжа диска по типу экструзии) [7]

- Грыжа диска (disc herniation) – очаговое смещение материала диска за пределы межпозвоночного дискового пространства. Таким материалом может быть пульпозное ядро, фрагмент хряща, фрагментированный апофиз или ткань фиброзного кольца. На основании современной классификации выделяют три типа грыжевых выпячиваний, определяемых по данным КТ или МРТ: протрузия МД, экструзия МД (см. рисунок 8, г-е) и внутрипозвоночная грыжа (грыжа Шморля) [7].

- Протрузия (protrusion) – локальное выпячивание дискового материала, линейные размеры которого меньше ширины в зоне основания на уровне края диска. Для протрузии характерна локальная дисклокация пульпозного ядра или других компонентов через разрыв внутренних слоев фиброзного кольца с сохранностью его наружных слоев.

- Экструзия (extrusion) присутствует, когда линейные размеры грыжевого выпячивания больше, чем его ширина в зоне основания на уровне края диска. При экструзии происходит полный разрыв фиброзного кольца и грыжевой материал представлен в основном тканями пульпозного ядра.

С грыжами МД тесно связаны понятия миграция и секвестрация. Под миграцией понимается смещение материала диска от места экструзии, под секвестрацией – состояние отрыва грыжевого материала от МД и его перемещение по эпидуральному пространству [9, 20, 21].

Следует отметить, что существует проблема дифференцировки между грыжами диска по типу протрузии и экструзии. Часто на МРТ невозможно определить тип грыжевого выпячивания и наличие секвестрации. МР-картина грыжи диска по типу протрузии и экструзии представлена на рисунке 9.



Рис. 9. МР-картина грыжи межпозвонкового диска в режиме T2

(а – секвестрированная грыжа, б – протрузия диска, в – экструзия диска) [7]

В зависимости от локализации грыжи МД разделяют на дорсальные и вентральные. Если грыжа компримирует спинной мозг или спинномозговые корешки, это может сопровождаться соответствующей симптоматикой: неврологическим дефицитом, двигательными расстройствами, болевым синдромом [8].

- Внутрипозвонковая грыжа (intravertebral herniation), грыжа Шморля – вертикальное выпячивание пульпозного ядра МД в тело позвонка через разрыв в замыкательной пластинке. Грыжи Шморля хорошо визуализируются при КТ- и МРТ-исследованиях и как правило являются асимптомными, однако иногда могут вызывать болевой синдром.

2.4.2. Номенклатура дегенеративных изменений замыкательных пластинок позвонков

Возрастные изменения и нарастание дегенеративного процесса в МД приводит к развитию реактивных изменений в костной ткани прилежащих отделов тел позвонков. Modic et al. (1988) на основании данных МР-исследований выделили и описали несколько типов изменений замыкательных пластинок позвонков и субхондральных отделов костного мозга (далее КМ) [22]. На данный момент описаны три типа изменений: modic 1, modic 2, modic 3. Их клиническая значимость до сих пор точно не ясна [7, 9].

Отсутствие каких-либо изменений в замыкательных пластинках и КМ позвонков называют типом modic 0. При изменениях по типу modic 1 в костном мозге пораженного позвонка вследствие отека и воспаления наблюдается образование гипervasкуляризированной грануляционной ткани, замыкательные пластинки подвергаются эрозии. Данный тип характеризуется пониженным МР-сигналом в режиме T1 и повышенным сигналом в режимах T2 и T2STIR.

Тип modic 2 характеризуется повышенным МР-сигналом в режимах T1 и T2, пониженным – в режиме T2STIR, что обусловлено жировой дегенерацией костного мозга пораженного позвонка. Изменения по типу modic 3 характеризуются пониженным МР-сигналом в режимах T1, T2 и T2STIR и отражают процесс остеосклероза замыкательных пластин и костной ткани. МР-картина изменений по типу modic 1 и modic 2 представлена на рисунке 10.



Рис. 10. Одновременное наличие изменений по типу modic 1 (толстые стрелки) modic 2 (тонкие стрелки) в режимах T1 (а), T2 (б) и T2STIR (в) [9]

2.4.3. Номенклатура дегенеративных изменений фасеточных суставов

Дегенеративное поражение межпозвонковых дисков, потеря эластичности гиалинового хряща, образование костных краевых выступов (остеофитов) приводит к возрастанию нагрузки на межпозвонковые (фасеточные) суставы позвонков. В результате перегрузки суставов развиваются дегенеративно-дистрофические изменения: дегенерация суставного хряща, деформация капсулы суставов, формируются остеофиты, что ведет к возникновению спондилоартроза фасеточных суставов (фасет-синдрома). Сочетание изменений в диске и фасеточных суставах приводит к ограничению движений в соответствующем ПДС, развивается болевой синдром [23].

Для диагностики спондилоартроза широко применяется компьютерная томография, по результатам которой можно оценить степень сужения суставной щели, наличие субхондрального склероза и остеофитов. На томограммах также хорошо визуализируется скопление газа в полости дегенеративно-измененного фасеточного сустава – «вакуум-феномен». По результатам КТ-визуализации в зависимости от выраженности дегенерации предложена трехстепенная градация спондилоартроза фасеточных суставов [7].

КТ-картина спондилоартроза фасеточных суставов на уровне L4-S1 позвонков представлена на рисунке 11.



Рис. 11. Спондилоартроз с формированием остеофитов на уровне L4-S1 позвонков (а, б – сагиттальная проекция, в – горизонтальная проекция, стрелкой отмечен «вакуум-феномен») [7]

2.4.4. Номенклатура дегенеративных изменений связочного аппарата

В состав ПДС входят не только МД и фасеточные суставы, но и соединяющие их связки, которые также могут подвергаться дегенеративным изменениям, из которых наиболее клинически значимы оссификация (кальцификация) задней продольной и желтой связок.

Этиология процесса кальцификации связок остается неясной. Первично процесс начинается с гипертрофии связки, с последующим отложением коллагена, затем происходит локальная минерализация с формированием центров кальцификации. Выраженная кальцификация связок и их утолщение вызывает стеноз позвоночного канала, что может привести к миелопатии с развитием соответствующей неврологической симптоматики.

Предпочтительными методами обследования являются КТ и МРТ. На компьютерных томограммах хорошо визуализируются участки оссификации связок, наблюдается стеноз позвоночного канала. На МР-изображениях в режимах T1 и T2 в области кальцификации связок проявляется сигнал низкой интенсивности. Типичная рентгенологическая картина кальцификации задней продольной и желтой связок представлена на рисунке 12 [7, 8].

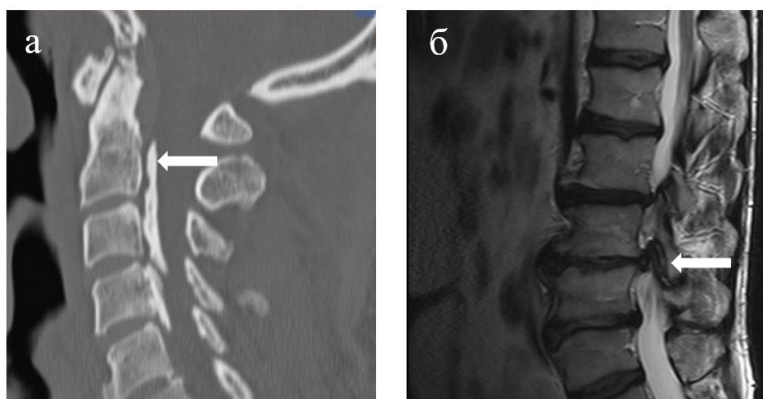


Рис. 12 Кальцификации связок позвоночного столба

(а – кальцификация задней продольной связки на КТ, б – кальцификация желтой связки, стеноз позвоночного канала на МРТ в T2-режиме) [7]

Следует отметить, что единая рентгенологическая классификация ДДЗП, интегрирующая в себе все нозологические единицы, разделенные по единому критерию отсутствует. В связи с этим, в исследовании по теме настоящей ВКР будет использована классификация, представленная выше.

Глава 3. Организация исследования

В соответствии с задачами ВКР, на первом этапе исследования было проведено изучение учебной и справочной литературы по заданной теме, результаты которого изложены в главах 1 и 2 настоящей ВКР.

На втором этапе был осуществлен сбор компьютерных и магнитно-резонансных томограмм, проводившийся на следующих клинических базах: ГБУЗ города Москвы «Научно-исследовательский институт скорой помощи имени Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения города Москвы», ГБУЗ Псковской области «Псковская областная клиническая больница», ГБУЗ «Островская межрайонная больница».

МРТ-исследование проводилось на томографах SIEMENS MAGNETOM Aera 1,5T в соответствии со стандартным протоколом. Следует отметить, что протокол спинального МРТ в зависимости от типа исследуемой патологии может сильно варьировать. При диагностике дегенеративно-дистрофических заболеваний основой большинства стандартных протоколов являются сагиттальные срезы толщиной 3-4 мм в режимах T1 и T2, позволяющие визуализировать спинной мозг и позвоночник на большом протяжении. Важным компонентом МР-исследования является аксиальное сканирование, с помощью которого оценивается состояние вещества спинного мозга, степень сужения просвета позвоночного канала, особенности расположения грыжевых компонентов, степень компрессии невральных структур. При необходимости может быть применено внутривенное контрастирование препаратами на основе гадолиния.

В клинической практике при диагностике ДДЗП часто используются разнообразные методики подавления МР-сигнала от жировой ткани: Fat-sat, STIR, IDEAL. Методика STIR (Short Tau Inversion Recovery, инверсия-восстановление с коротким T1), применяемая совместно с режимом T2, устраняет сигнал от жира, улучшает качество изображения и снижает количество артефактов, что особенно полезно при оценке состояния спинномозговых невральных структур. Альтернативой является импульсная последовательность

(далее ИП) IDEAL, основанная на итеративной обработке первичных данных. МР-изображения, полученные с помощью ИП IDEAL, можно применять для оценки состояния костных структур, содержащих жировой костный мозг. При выполнении спинальных МРТ также используются высокочувствительные ИП MERGE, COSMIC, FIESTA и другие, позволяющие наиболее точно оценить состояние различных элементов позвоночного столба [7].

КТ-исследование пациентов проводилось на томографах SIEMENS SOMATOM Definition AS 128-срезовый в соответствии с протоколами исследования. Стандартный протокол спинального КТ состоит из получения серии аксиальных срезов толщиной до 0,5 мм с обязательным построением сагиттальных и коронарных реформатов (математических реконструкций) в костном или мягкотканном режиме.

В связи с тем, что спинальное КТ сопряжено с высокой лучевой нагрузкой, стандартные протоколы предполагают сокращенное время исследования и ограничение области сканирования, что зачастую отрицательно влияет на качество томограмм. Для компенсации потери качества КТ-реформатов используются итерационные алгоритмы адаптивной реконструкции: ASIR, ITR, VEO и другие, позволяющие получить приемлемые по соотношению «сигнал-шум» изображения. Помимо этого, в современных компьютерных томографах применяются автоматизированные программы управления лучевой нагрузкой. Ориентировочные значения эквивалентной лучевой нагрузки при спинальной КТ: шейный отдел – 4,4 мЗв, грудной отдел – 18 мЗв, поясничный отдел – 19,2 мЗв [4, 7, 14].

Применение стандартного протокола исследования позволяет визуализировать костные структуры и участки кальцинации мягких тканей по всей длине позвоночного столба. При необходимости внутривенно или эндолюмбально вводится контрастное вещество на основе йода.

Следует также отметить, что помимо 2D-реформатов, по данным КТ-исследования можно построить 3D-реформаты – объемные реконструкции,

позволяющие изучить исследуемый отдел позвоночника с учетом всех его анатомо-топографических особенностей.

Томограммы пациентов, выполненные в соответствии с вышеуказанными протоколами, были сохранены в формате DICOM, просматривались с использованием ПО RadiAnt DICOM Viewer. Для дальнейшего анализа были отобраны компьютерные и магнитно-резонансные томограммы пяти пациентов с признаками ДДЗП.

На третьем этапе исследования был проведен анализ компьютерных и магнитно-резонансных томограмм пяти пациентов в соответствии со следующим критериям:

1. Оценка состояния спинного мозга и спинномозговых корешков.
2. Оценка состояния межпозвонкового диска (высота, структура, наличие патологических выпячиваний).
3. Оценка состояния связочного аппарата (толщина, степень кальцинации желтой и задней продольной связки).
4. Оценка состояния межпозвонковых (фасеточных) суставов (размер, наличие синовиальных кист, состояние хряща).
5. Оценка состояния костных элементов: тела, суставные отростки, дужки и корни дужек позвонков (размеры, наличие костного отека, выраженность остеопороза).
6. Оценка состояния и размеров позвоночного канала и межпозвонковых отверстий (наличие и степень выраженности костного и мягкотканного стеноза).

Анализ и описание компьютерных томограмм проводилось по аксиальным, сагиттальным и коронарным КТ-реформатам в костном и мягкотканном режимах. Анализ магнитно-резонансных томограмм проводился по сагиттальным, аксиальным и коронарным срезам в режимах T1, T2 и T2STIR. Результаты анализа и описание компьютерных и магнитно-резонансных томограмм в соответствии с вышеизложенными критериями представлены в главе 4 настоящей ВКР.

На основании анализа компьютерных и магнитно-резонансных томограмм позвоночника, на четвертом этапе исследования, было проведено сравнение информативности методов КТ и МРТ в диагностике ДДЗП. Сравнение информативности представлено в главе 5 настоящей ВКР. Результаты исследования и сформулированные на их основании выводы изложены в главе 6.

Глава 4. Анализ компьютерных и магнитно-резонансных томограмм

В рамках настоящей ВКР на третьем этапе исследования были проанализированы магнитно-резонансные и компьютерные томограммы пяти пациентов с ДДЗП.

Ниже приведен анализ томограмм пациентов в соответствии с критериями, указанными в главе 3 настоящей ВКР.

4.1. Пациентка К., 1973 г.р.

Результаты МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника пациентки К. (от 04.11.2019) представлены рисунках 13, 14.

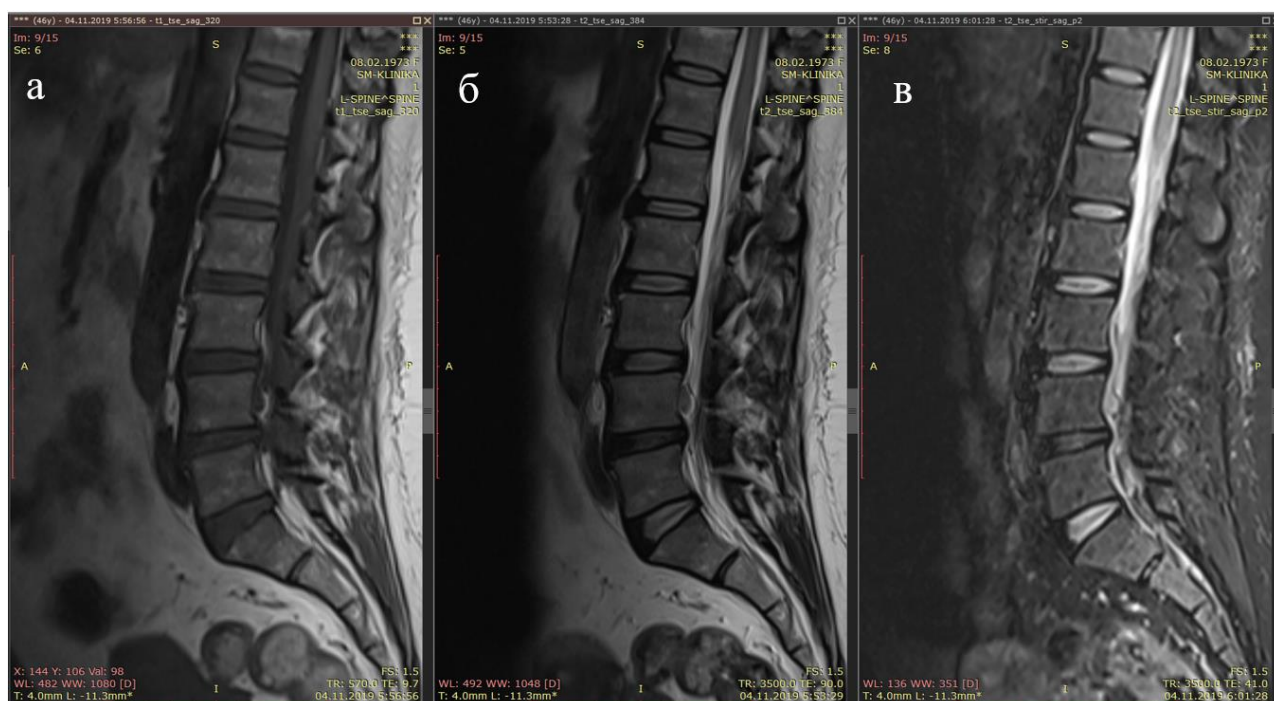


Рис. 13. МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника пациентки К., сагиттальный срез (а – T1-режим, б – T2-режим, в – T2STIR-режим)

На серии МР-снимков спинной мозг однородной структуры, без признаков миелопатии. Очагов патологической интенсивности сигнала в конусе спинного мозга и в области «конского хвоста» не обнаружено. Спинномозговые корешки компримированы слева в сегменте L4-L5.

Высота межпозвонковых дисков в сегментах L1-L4 нормальная, МР-структура дисков без изменений, без признаков дегидратации. Определяется снижение высоты межпозвонкового диска в сегменте L4-L5 (1,12 см). Сигнал от диска в указанном сегменте изменен, имеются признаки дегидратации,

определяется циркулярная протрузия (выпячивания) дисково-verteбрального комплекса. В сегменте L4-L5 слева определяется протрузия диска в просвет позвоночного канала до 4,9 мм, распространяющаяся в левое межпозвонковое отверстие, формируя грыжевой компонент размерами 4,9 x 13,8 мм, мигрирующий краниально на 17,5 мм с компрессией дурального мешка и левого корешка L4 (см. рисунок 14).

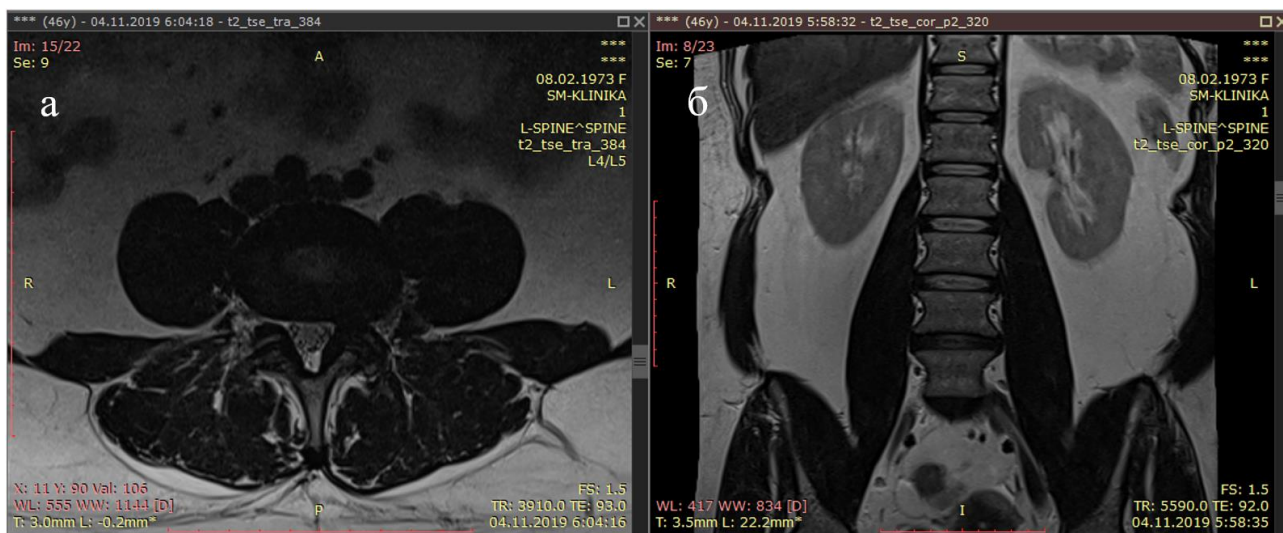


Рис. 14. МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника пациентки К., Т2-режим (а – аксиальный срез на уровне L4-L5, б – коронарный срез)

Отмечаются МР-признаки гипертрофии желтой связки на уровне L1-L5 до 6,5 мм на уровне L4-L5. Задняя продольная связка без изменений. Очаги кальцинации отсутствуют.

На уровнях L1-L5 имеются МР-признаки спондилоартроза фасеточных суставов: гипертрофия капсул суставов, склероз суставных поверхностей, неравномерное сужение суставной щели, краевые остеофиты. Синовиальные кисты отсутствуют.

Форма и размеры тел и отростков L1-L5 позвонков не изменены. Тела позвонков бочковидной формы следующих размеров (высота x ширина): L1 – 2,28 x 2,51 см; L2 – 2,33 x 2,61 см; L3 – 2,27 x 2,82 см; L4 – 2,48 x 3,0 см; L5 – 2,22 x 2,8 см. Контур позвонков деформирован за счет краевых остеофитов. Наблюдается патологическая перестройки костной ткани тел L1, L2 позвонков.

Определяется относительный стеноз позвоночного канала на уровне L3-L5 до 1,07 см на уровне L4 позвонка, площадь поперечного сечения позвоночного канала на уровне стеноза 1,38 кв. см. Стеноз обусловлен наличием мягкотканного грыжевого компонента – протрузии межпозвонкового диска в просвет позвоночного канала. Межпозвонковые отверстия на уровне L1-L4 без особенностей. Размеры (высота x ширина): L1-L2 – слева 17,4 x 3,43 мм, справа 19,0 x 4,1 мм; L2-L3 – слева 19,2 x 5,01 мм, справа 20,6 x 4,33 мм; L3-L4 – слева 20,3 x 4,8 мм, справа 20,6 x 4,56 мм. В сегменте L4-L5 определяется стеноз левого межпозвонкового отверстия за счет мягкотканного грыжевого компонента. Размеры межпозвонковых отверстий на уровне стеноза слева 21,6 x 1,48 мм, справа 23,5 x 4,63 мм.

Результаты КТ пояснично-крестцового отдела позвоночника (от 22.12.2019) пациентки К. представлены на рисунках 15, 16.

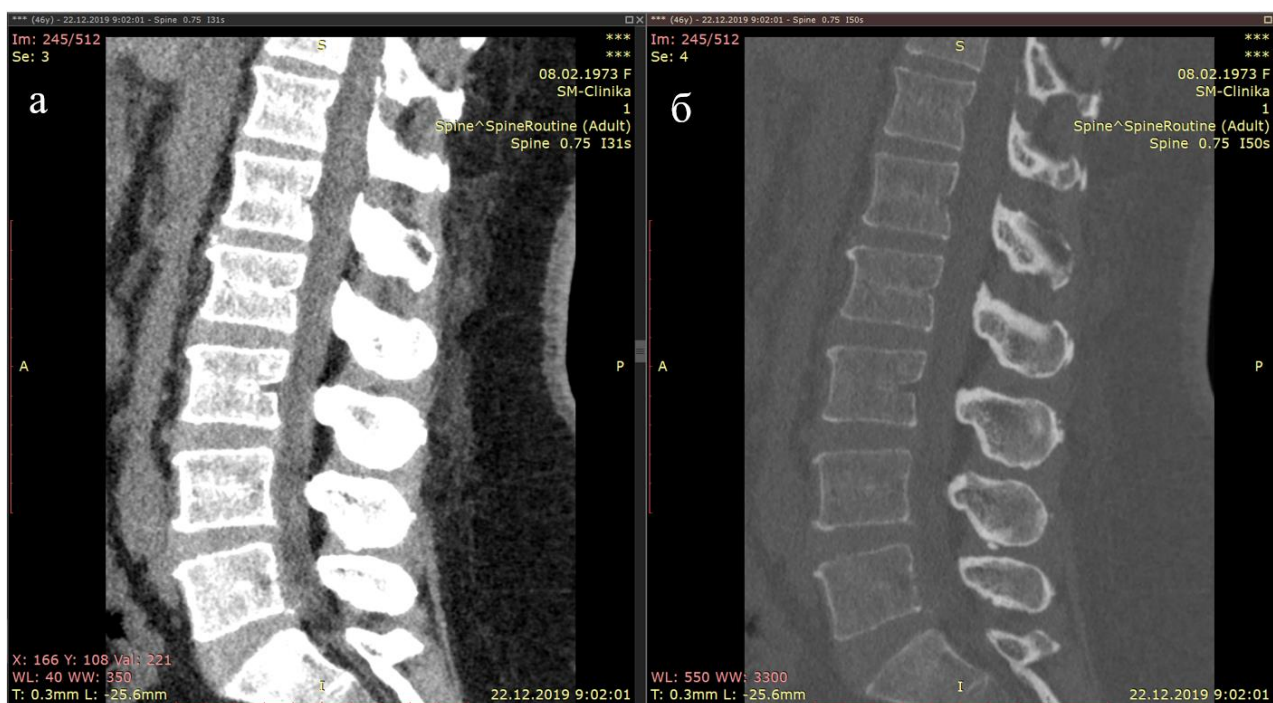


Рис. 15. КТ пояснично-крестцового отдела позвоночника пациентки К., сагиттальный срез (а – мягкотканый режим, б – костный режим)

На серии КТ-снимков визуализация спинного мозга, спинномозговых корешков и «конского хвоста» затруднена. Патологических очагов сигнала высокой интенсивности в области спинного мозга не обнаружено.

Высота межпозвоночных дисков в сегментах L1-L4 нормальная, структура дисков без изменений, без признаков дегидратации. Определяется снижение высоты межпозвоночного диска в сегменте L4-L5 (1,08 см). Интенсивность сигнала от межпозвоночных дисков снижена, структура дисков практически не визуализируется. В передних отделах диска L1-L2 наблюдается очаг кальцинации 6,96 x 4,94 мм

На уровнях L1-L5 хорошо визуализируется гипертрофированная желтая связка до 7,17 мм на уровне L4-L5, сигнал высокой интенсивности от очагов кальцинации не обнаружен. Задняя продольная связка не визуализируется.

На уровнях L1-L5 имеются рентгенологические признаки спондилоартроза фасеточных суставов: гипертрофия суставных отростков, склероз суставных поверхностей, краевые остеофиты (см. рисунок 16)

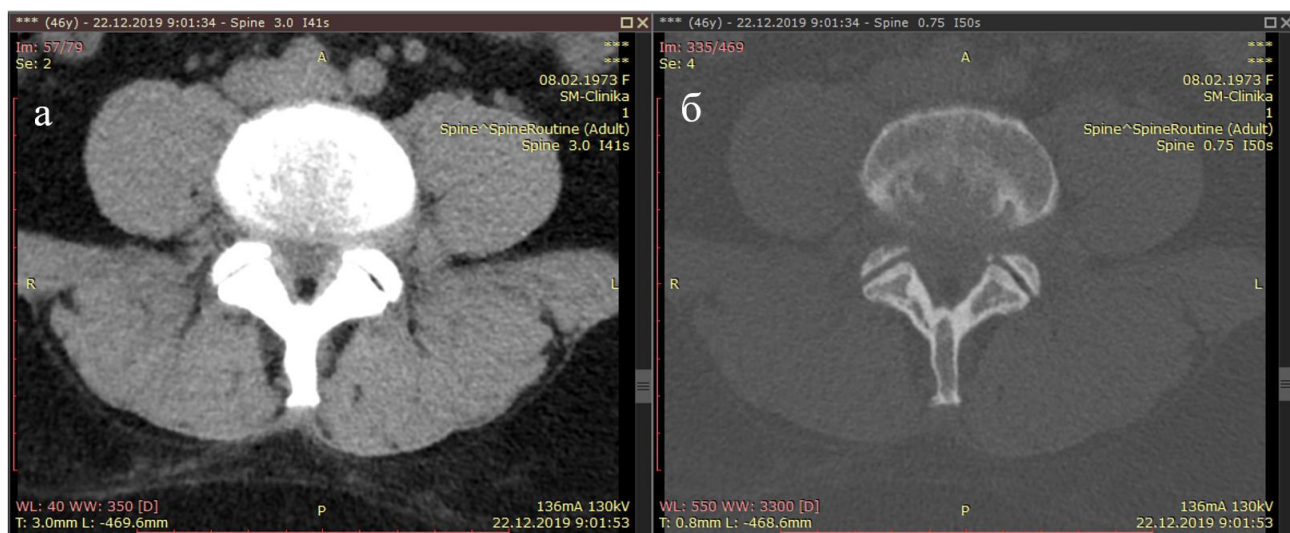


Рис. 16. КТ пояснично-крестцового отдела позвоночника пациентки К., аксиальный срез на уровне L4-L5 (а – мягкотканый режим, б – костный режим)

Тела позвонков L1-L5 бочковидной формы следующих размеров (высота x ширина): L1 – 2,5 x 2,49 см; L2 – 2,56 x 2,71 см, L3 – 2,36 x 2,98 см; L4 – 2,56 x 2,97 см; L5 – 2,45 x 3,12 см. Контур позвонков незначительно деформирован за счет краевых остеофитов. Отростки позвонков без значимых изменений. Замыкательные пластинки тел позвонков без изменений.

На уровнях L3-L5 в сагиттальной проекции наблюдаются признаки относительного костного стеноза позвоночного канала до 1,31 см на уровне L3-L4, площадь поперечного сечения позвоночного канала на уровне стеноза 1,63 кв. см. Стеноз обусловлен наличием краевых разрастаний тел позвонков и гипертрофией фасеточных суставов. Межпозвоноквые отверстия на уровне L1-L5 без особенностей, без признаков костного стеноза. Размеры межпозвоноквых отверстий (высота x ширина): L1-L2 – слева 16,4 x 4,56 мм, справа 19,0 x 5,26 мм; L2-L3 – слева 20,7 x 6,01 мм, справа 20,6 x 6,33 мм; L3-L4 – слева 20,3 x 9,12 мм, справа 20,6 x 9,1 мм; L4-L5 – слева 17,1 x 7,75 мм, справа 21,4 x 7,38 мм.

4.2. Пациентка Б., 1953 г.р.

Результаты МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника пациентки Б. (от 30.03.2020) представлены рисунках 17, 18.

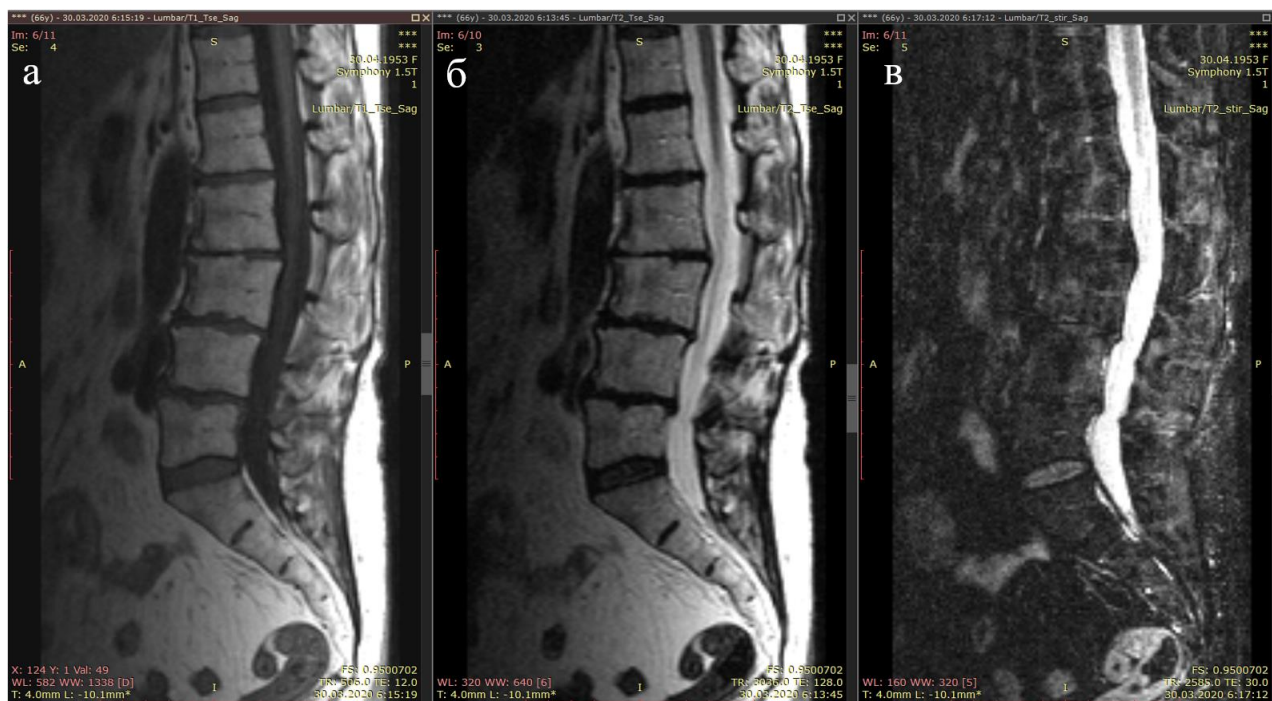


Рис. 17. МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника пациентки Б., сагиттальный срез (а – T1-режим, б – T2-режим, в – T2STIR-режим)

На серии МР-снимков спинной мозг нормальной толщины, однородной структуры, без признаков миелопатии в области сужения в сегментах L2-L3, L3-L4, L4-L5. Очагов патологической интенсивности сигнала в конусе спинного мозга и в области «конского хвоста» не обнаружено.

Отмечается снижение высоты межпозвонковых дисков в сегментах L1-L2 (4,5 мм), L2-L3 (2,15 мм), L3-L4 (4,52 мм), L4-L5 (4,85 мм). Сигнал от дисков изменен, имеются признаки дегидратации. В указанных сегментах определяются циркулярные протрузии (выпячивания) дисково-verteбрального комплекса в просвет позвоночного канала (до 2 мм) без значительного нарушения анатомо-топографических соотношений. В сегменте L4-L5 определяется циркулярно-фораминальная протрузия, распространяющаяся в правое межпозвонковое отверстие, формируя правосторонний грыжевой компонент размерами 3,35 x 10,5 мм, мигрирующий каудально на 6,8 мм с компрессией дурального мешка и правого корешка L5 (см. рисунок 14).

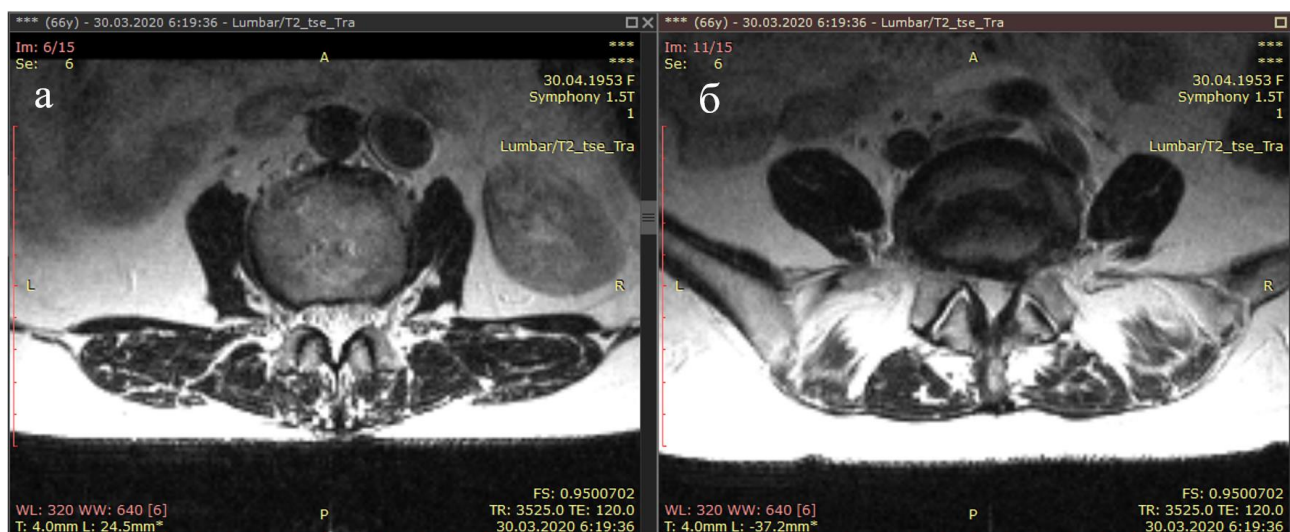


Рис. 18. МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника пациентки Б., аксиальный срез (а – уровень L2-L3, б – уровень L4-L5)

Связочный аппарат без изменений, очаги кальцинации отсутствуют. Толщина желтой связки на уровне L4-L5 3,73 мм, толщина задней продольной связки на уровне L4-L5 2,37 мм.

На уровнях L1-L5 имеются МР-признаки спондилоартроза фасеточных суставов: гипертрофия капсул суставов, склероз суставных поверхностей, неравномерное сужение суставной щели (на уровне L4-L5 суставная щель справа 0,8 мм, слева 1,3 мм), имеются краевые разрастания. Синовиальные кисты отсутствуют.

Форма и размеры тел и отростков позвонков изменены незначительно. Тела позвонков бочковидной формы следующих размеров (высота x ширина): L1 – 2,56 x 2,92 см; L2 – 2,85 x 3,46 см; L3 – 2,56 x 3,56 см; L4 – 2,49 x 3,26 см; L5 – 2,78 x 3,09 см. Контуры позвонков деформированы за счет краевых остеофитов. Патологической перестройки костной ткани тел позвонков не наблюдается. Замыкательные пластинки тел позвонков деформированы на уровнях L1-L5 за счет наличия узлов Шморля (на уровне L3-L4 в теле L3 позвонка определяется узел размером 5,68 x 15,3 мм).

Позвоночный канал нормальной ширины в сегменте L1-L2. В сегментах L2-L4 определяется относительный стеноз позвоночного канала до 1,14 см на уровне L3-L4, площадь поперечного сечения позвоночного канала на уровне стеноза 1,77 кв. см. В сегменте L4-L5 определяется абсолютный стеноз позвоночного канала до 7,53 мм, площадь поперечного сечения – 1,11 кв. см. Стеноз обусловлен наличием мягкотканых грыжевых компонентов – циркулярных протрузий диско-verteбрального комплекса в просвет позвоночного канала.

Межпозвонковые отверстия на уровнях L1-L4 без особенностей. Размеры межпозвонковых отверстий (высота x ширина): L1-L2 – слева 23,4 x 4,97 мм, справа 21,0 x 7,18 мм; L2-L3 – слева 22,5 x 4,73 мм, справа 25,3 x 6,1 мм; L3-L4 – слева 18,1 x 4,15 мм, справа 21,5 x 4,1 мм. В сегменте L4-L5 определяется стеноз правого межпозвонкового отверстия за счет мягкотканного грыжевого компонента и гипертрофии правого фасеточного сустава. Размеры межпозвонковых отверстий в сегменте L4-L5 – слева 13,4 x 4,43 мм, справа 12,3 x 2,48 мм.

Результаты КТ пояснично-крестцового отдела позвоночника (от 18.03.2020) пациентки Б. представлены на рисунках 19, 20.

На серии КТ-снимков спинной мозг и спинномозговые корешки практически не визуализируются. Патологических очагов сигнала высокой интенсивности в области спинного мозга не обнаружено.



Рис. 19. КТ пояснично-крестцового отдела позвоночника пациентки Б., костный режим (а – сагиттальный срез, б – коронарный срез)

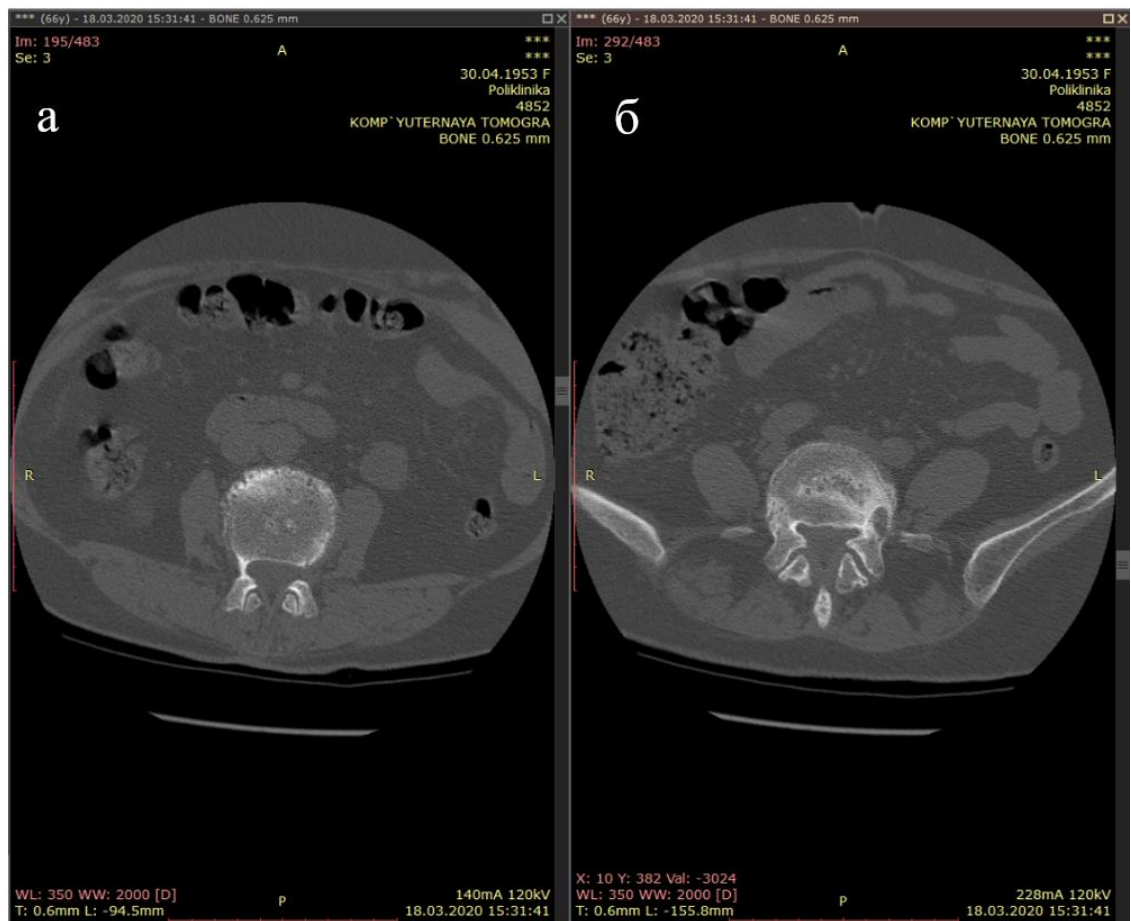


Рис. 20. КТ пояснично-крестцового отдела позвоночника пациентки Б., костный режим, аксиальный срез (а – уровень L2-L3, б – уровень L4-L5)

Обнаруживается снижение высоты межпозвонковых дисков в сегментах L1-L2 (4,6 мм), L2-L3 (2,3 мм), L3-L4 (4,67 мм), L4-L5 (4,95 мм). Интенсивность сигнала от межпозвонковых дисков снижена, структура дисков практически не визуализируется.

Связочный аппарат не визуализируется, сигнал высокой интенсивности от очагов кальцинации не обнаружен.

На уровнях L1-L5 обнаруживаются рентгенологические признаки спондилоартроза фасеточных суставов: гипертрофия суставных отростков, склероз суставных поверхностей, неравномерное сужение суставной щели (на уровне L4-L5 суставная щель справа 1,2 мм, слева 1,9 мм), имеются краевые остеофиты.

Тела позвонков бочковидной формы с деформированными контурами следующих размеров (высота x ширина): L1 – 2,66 x 2,82 см; L2 – 2,90 x 3,41 см; L3 – 2,66 x 3,46 см; L4 – 2,5 x 3,36 см; L5 – 2,65 x 3,15 см. В передних отделах позвонков хорошо визуализируются краевые остеофиты. В смежных передних отделах L2, L3 позвонков отмечаются склеротические изменения. Отростки позвонков без значимых изменений. Замыкательные пластинки тел позвонков деформированы на уровнях L1-L5 за счет наличия предположительно узлов Шморля (не визуализируются).

На уровнях L2-L5 в сагиттальной проекции наблюдаются признаки относительного костного стеноза позвоночного канала до 1,35 см на уровне L4-L5. Стеноз обусловлен наличием краевых разрастаний тел позвонков и гипертрофией фасеточных суставов. Межпозвонковые отверстия на уровнях L1-L5 без особенностей, без признаков костного стеноза. Размеры (высота x ширина): L1-L2 – слева 24,4 x 7,3 мм, справа 23,0 x 8,38 мм; L2-L3 – слева 23,1 x 7,4 мм, справа 25,8 x 7,78 мм; L3-L4 – слева 18,2 x 5,35 мм, справа 21,8 x 5,21 мм.

Особо следует отметить возможность 3D-реконструкции исследуемого отдела позвоночника по серии КТ-снимков с помощью программных методов RadiAnt DICOM Viewer (см. рисунок 21).



Рис. 21. Реконструкция поясничного отдела позвоночника пациентки Б.

4.3. Пациентка И., 1947 г.р.

Результаты МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника пациентки И. (от 04.02.2020) представлены рисунках 22, 23.



Рис. 22. МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника пациентки И., сагиттальный срез (а – T1-режим, б – T2-режим, в – T2STIR-режим)

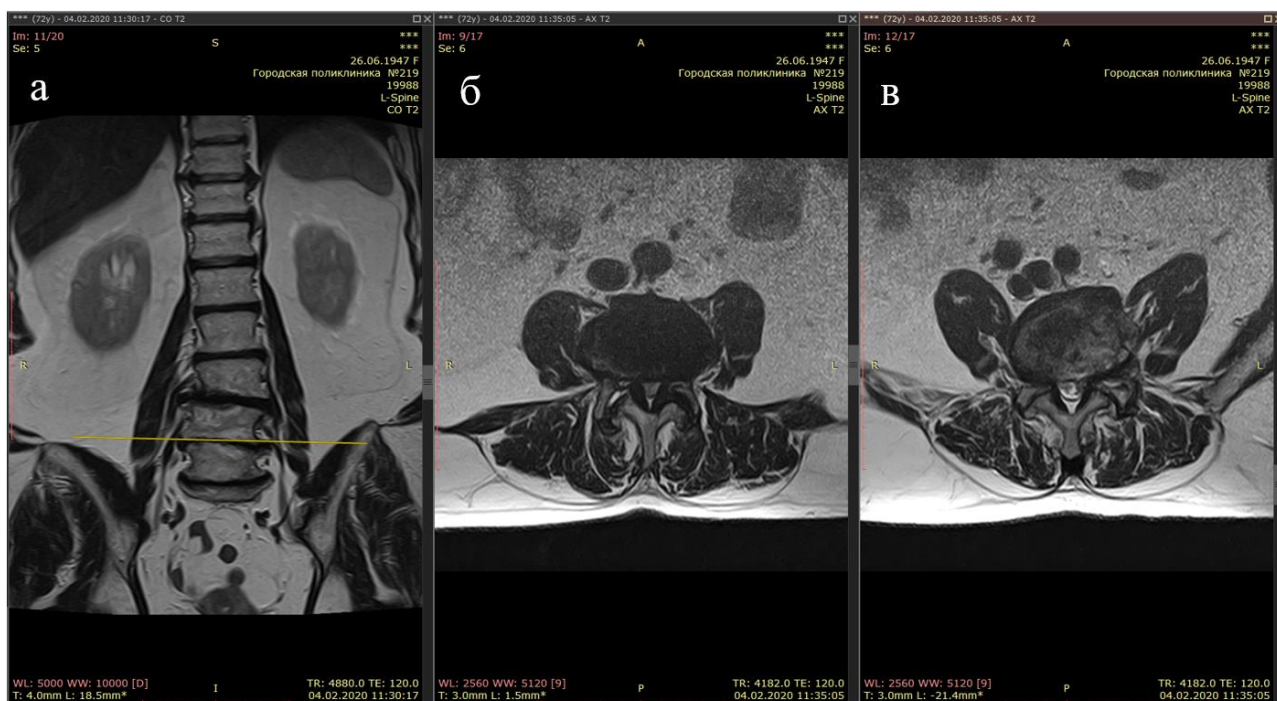


Рис. 23. МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника пациентки И., T2-режим (а – коронарный срез, б – аксиальный срез на уровне L3-L4, в – аксиальный срез на уровне L4-L5)

На серии МР-снимков спинной мозг однородной структуры, без признаков миелопатии в области сужения в сегментах L3-L5. Очагов патологической интенсивности сигнала в конусе спинного мозга и в области «конского хвоста» не обнаружено. Спинномозговые корешки компримированы в сегменте L4-L5.

Определяется снижение высоты межпозвонковых дисков в сегментах L1-L2 (9,02 мм), L2-L3 (12,1 мм), L3-L4 (6,2 мм), L4-L5 (5,44 мм), L5-S1 (5,82 мм). Сигнал от дисков в указанных сегментах изменен, имеются признаки дегидратации. В указанных сегментах определяются циркулярные протрузии (выпячивания) дискоverteбрального комплекса. В сегменте L3-L4 присутствует экструзия диска в просвет спинномозгового канала размерами 6,69 x 6,12 мм (переднезадний размер x высота у основания) с компрессией «конского хвоста». В сегменте L4-L5 определяется локальная протрузия, распространяющаяся в левое межпозвонковое отверстие, формируя левосторонний грыжевой компонент размерами 4,05 x 13,5 мм с компрессией дурального мешка и левого корешка L4. В сегменте L5-S1 определяется экструзия диска в просвет

позвоночного канала размерами 6,28 x 5,21 мм с компрессией «конского хвоста». В сегментах L2-L5 определяются передние левосторонние межпозвонковые грыжи размерами (переднезадний размер x ширина у основания): на уровне L2-L3 – 6,01 x 12,7 мм, на уровне L3-L4 – 5,99 x 13,7 мм, на уровне L4-L5 – 3,62 x 17,9 мм.

Отмечаются гипертрофия желтой связки на уровне L1-L5 (5,54 мм на L1-L2, 6,11 мм на L2-L3, 8,8 мм на L3-L4, 6,05 мм на L4-L5). Задняя продольная связка без изменений. Очаги кальцинации отсутствуют.

На уровнях L1-L5 имеются МР-признаки спондилоартроза фасеточных суставов: гипертрофия капсул суставов, склероз суставных поверхностей, сужение суставной щели, имеются краевые разрастания, грибовидная деформация. Синовиальные кисты отсутствуют.

Форма и размеры тел и отростков L1, L2 позвонков изменены незначительно. Тела позвонков бочковидной формы следующих размеров (высота x ширина): L1 – 2,29 x 2,79 см; L2 – 2,21 x 2,71 см. Форма тел L3, L4, L5 позвонков изменена за счет склероза и краевых остеофитов. Размеры тел позвонков: L3 – 2,29 x 2,95 см; L4 – 2,2 x 3,3 см; L5 – 2,17 x 3,32 см. Наблюдается патологическая перестройка костной ткани тел L3, L4, L5, S1 позвонков. В замыкательных пластинках и смежных отделах L3, L4 позвонков имеются склеротические изменения по типу modic 3 В смежных отделах L4, L5 и L5, S1 позвонков наблюдается жировая дегенерация по типу modic 2.

Определяется многоуровневый абсолютный стеноз позвоночного канала на уровнях L1-L5 до 7,1 мм на уровне L3-L4, площадь поперечного сечения позвоночного канала на уровне стеноза 0,42 кв. см. Стеноз обусловлен наличием мягкотканых компонентов: протрузий и экструзий межпозвонковых дисков в просвет позвоночного канала, утолщенной желтой связки.

Межпозвонковые отверстия на уровне L1-L2 без особенностей, размеры (высота x ширина): слева 16,6 x 4,56 мм, справа 16,8 x 5,97 мм. В сегментах L2-L5 определяется стеноз левых межпозвонковых отверстий за счет снижения высоты межпозвонковых дисков, наличия мягкотканного грыжевого компонента

и гипертрофии фасеточных суставов. Размеры: L2-L3 – слева 19,8 x 2,91 мм, справа 20,5 x 3,75 мм; L3-L4 – слева 18,8 x 3,65 мм, справа 16,3 x 3,12 мм, L4-L5 – слева 7,84 x 1,8 мм, справа 10,6 x 2,3 мм.

Результаты КТ пояснично-крестцового отдела позвоночника пациентки И. (от 19.02.2020) представлены рисунках 24, 25.



Рис. 24. КТ пояснично-крестцового отдела позвоночника пациентки И., мягкотканый режим (а – сагиттальный срез, б – коронарный срез)

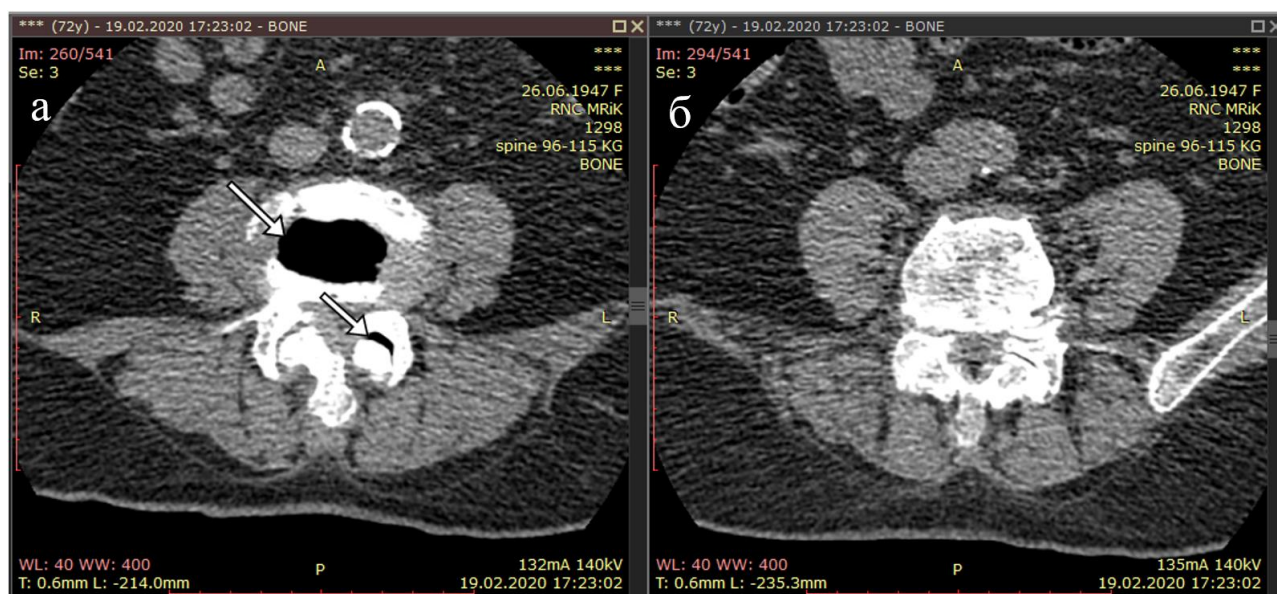


Рис. 25. КТ пояснично-крестцового отдела позвоночника пациентки И., мягкотканый режим, аксиальный срез (а – уровень L3-L4, б – уровень L4-L5, стрелкой отмечен «вакуум-феномен»)

На серии КТ-снимков визуализация спинного мозга, спинномозговых корешков и «конского хвоста» затруднена. Патологических очагов сигнала высокой интенсивности в области спинного мозга и «конского хвоста» не обнаружено.

Определяется снижение высоты межпозвонковых дисков в сегментах L1-L2 (8,7 мм), L2-L3 (9,54 мм), L3-L4 (6,5 мм), L4-L5 (3,9 мм), L5-S1 (4,46 мм). Интенсивность сигнала от межпозвонковых дисков снижена, структура дисков практически не визуализируется. В дисках сегментов L3-S1 обнаруживаются зоны сигнала низкой интенсивности, обусловленные вакуум-феноменом за счет наличия азота в тканях межпозвонкового диска, что является признаком нестабильности соответствующих сегментов.

На уровнях L1-L5 визуализируется гипертрофированная желтая связка толщиной до 6,65 мм на уровне L2-L3, сигнал высокой интенсивности от очагов кальцинации не обнаружен. Задняя продольная связка не визуализируется.

На уровнях L1-L5 имеются рентгенологические признаки спондилоартроза фасеточных суставов: гипертрофия суставных отростков, склероз суставных поверхностей, сужение суставной щели, грибовидная деформация суставных отростков, краевые остеофиты, вакуум-феномен на уровне L3-L4 слева.

Тела позвонков L1, L2 бочковидной формы без значительных изменений, размеры (высота x ширина): L1 – 2,45 x 2,65 см, L2 – 2,35 x 3,0 см. Тела позвонков L3, L4, L5 деформированы за счет краевых остеофитов и склеротических изменений костной ткани, размеры L3 – 2,35 x 3,27 см; L4 – 2,1 x 3,4 см; L5 – 2,27 x 3,29 см. В передних отделах тел позвонков хорошо визуализируются краевые остеофиты. Отростки позвонков без значительных изменений. Замыкательные пластинки тел позвонков деформированы на уровнях L3-L5 за счет склеротических изменений. В смежных отделах L3-L4 позвонков присутствуют очаги низкой интенсивности сигнала (вакуум-феномен), размерами 4,74 x 5,87 мм в L3, что говорит о нестабильности сегмента L3-L4.

На уровнях L1-L5 в сагиттальной проекции наблюдаются признаки относительного костного стеноза позвоночного канала до 1,08 см на уровне L4-L5, площадь сечения позвоночного канала на уровне стеноза 1,48 кв. см. Стеноз обусловлен наличием краевых разрастаний тел позвонков и дегенеративными изменениями фасеточных суставов. Межпозвонокковые отверстия на уровнях L1-L4 без особенностей, без признаков костного стеноза, размеры (высота х ширина): L1-L2 – слева 17,6 х 7,63 мм, справа 17,8 х 10,4 мм; L2-L3 – слева 19,8 х 5,45 мм, справа 21,4 х 5,65 мм; L3-L4 – слева 18,8 х 5,61 мм, справа 16,2 х 5,68 мм. На уровне L4-L5 межпозвонокковые отверстия сужены вследствие костного стеноза: слева 8,01 х 2,7 мм, справа 11,6 х 3,3 мм.

4.4. Пациентка У., 1978 г.р.

Результаты МРТ шейного отдела позвоночника пациентки У. (от 01.12.2019) представлены рисунках 26, 27.

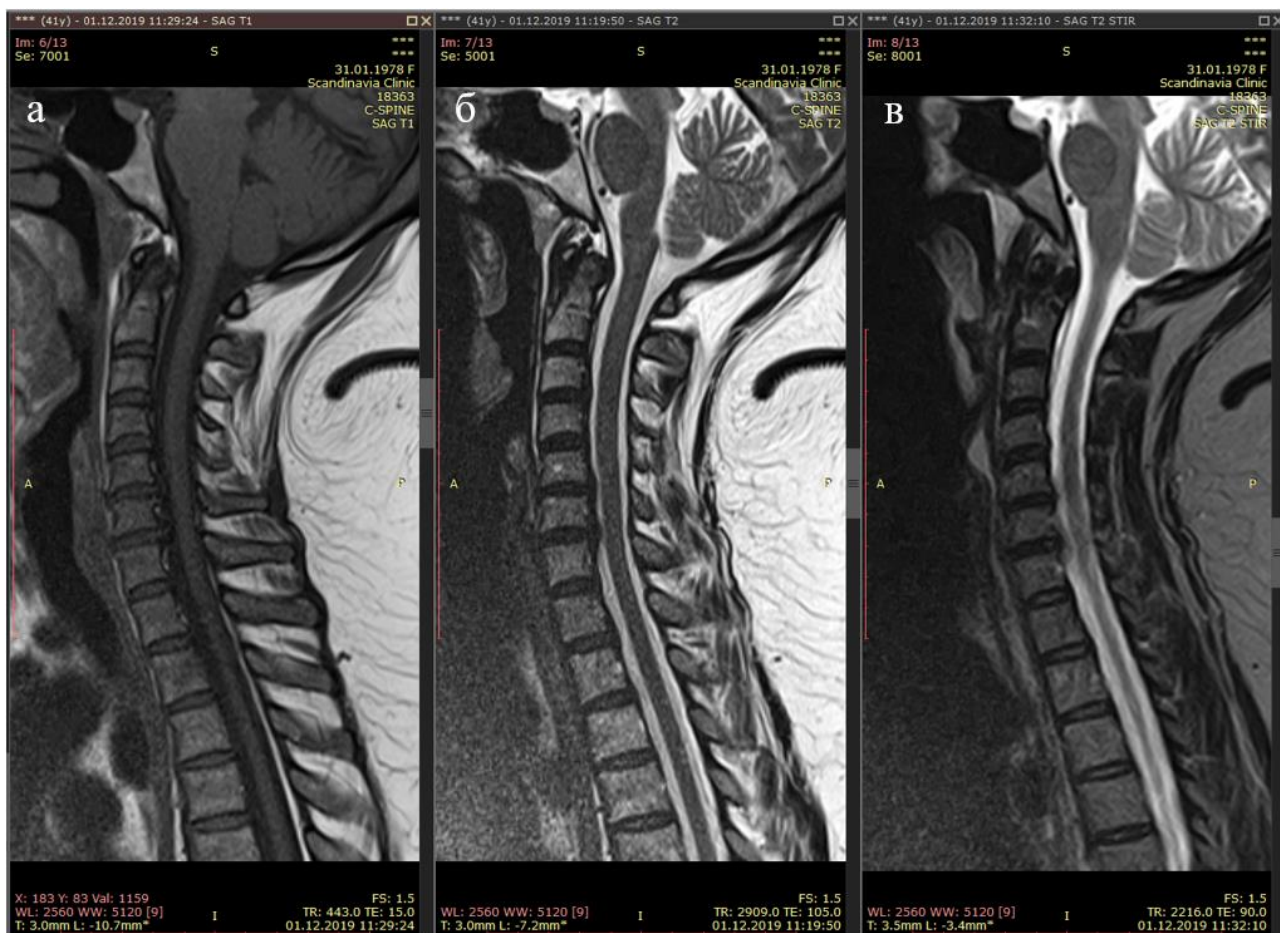


Рис. 26. МРТ шейного отдела позвоночника пациентки У., сагиттальный срез (а – T1-режим, б – T2-режим, в – T2STIR-режим)

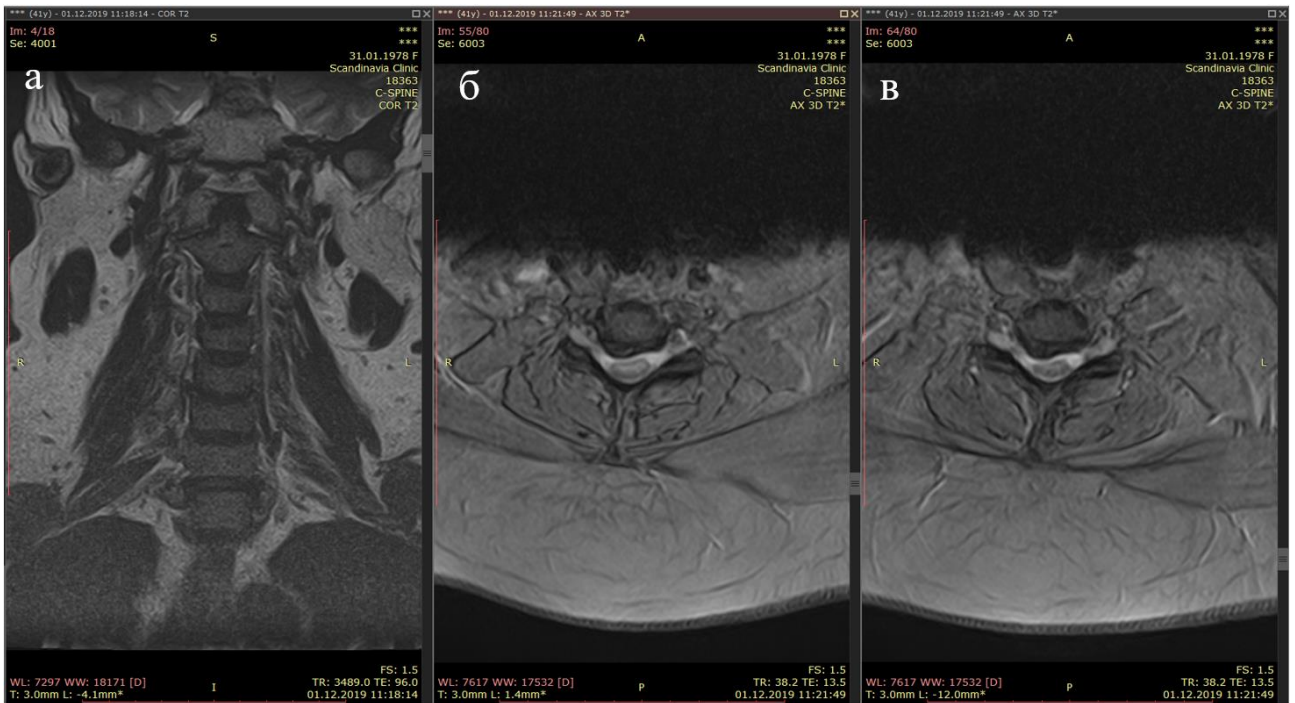


Рис. 27. МРТ шейного отдела позвоночника пациентки У., Т2-режим (а – коронарный срез, б – аксиальный срез на уровне С5-С6, в – аксиальный срез на уровне С6-С7)

На серии МР-снимков шейного отдела позвоночника спинной мозг однородной структуры без признаков миелопатии. Очагов патологической интенсивности не обнаружено. Спинномозговые корешки компримированы в сегментах С5-С6, С6-С7.

Определяется снижение высоты межпозвонковых дисков в сегментах С2-С3 (5,36 мм), С3-С4 (5,6 мм), С4-С5 (6,41 мм), С5-С6 (4,74 мм), С6-С7 (5,63 мм), С7-Th1 (4,81 мм). Сигнал от дисков в указанных сегментах изменен, имеются признаки дегидратации. В сегментах С5-С6, С6-С7 присутствуют локальные протрузии межпозвонкового диска, выступающие в просвет позвоночного канала на 3,52 мм и 4,06 мм соответственно и распространяющиеся в правые межпозвонковые отверстия с компрессией дурального мешка, спинного мозга и корешков С6, С7 справа.

Желтая и задняя продольная связка без особенностей, нормальной толщины, без признаков кальцинации.

На уровнях С2-С7 имеются МР-признаки спондилоартроза фасеточных суставов: гипертрофия капсул суставов, склероз суставных поверхностей, асимметрия суставной щели. Синовиальные кисты отсутствуют.

Форма тел и отростков С1-С7 позвонков нормальная, размеры тел позвонков (высота x ширина): С1 – 6,06 x 16,4 мм; С2 – 9,78 x 11,1 мм, С3 – 10,4 x 12,5 мм, С4 – 8,03 x 11 мм, С5 – 9,48 x 11,5 мм, С6 – 9,43 x 10,4 мм, С7 – 11,6 x 11,2 мм. Наблюдается очаговая патологическая перестройки костной ткани тел С3, С5 позвонков. Замыкательные пластинки тел С1-С7 позвонков без изменений.

Определяется многоуровневый относительный стеноз позвоночного канала на уровнях С1-С7 до 7,84 мм на уровне С6-С7, площадь поперечного сечения на уровне стеноза 1,33 кв. см. Стеноз обусловлен наличием мягкотканых грыжевых компонентов – протрузий межпозвонкового диска в просвет позвоночного канала. Межпозвонковые отверстия на уровне С2-С5 без особенностей, размеры (высота x ширина): С2-С3 – слева 9,68 x 5,20 мм, справа 8,83 x 5,25 мм; С3-С4 – слева 7,42 x 5,68 мм, справа 7,64 x 4,97 мм; С4-С5 – слева 8,69 x 5,83 мм, справа 8,84 x 5,5 мм. В сегментах С5-С7 наблюдается стеноз правых межпозвонковых отверстий, обусловленный наличием мягкотканых грыжевых компонентов. Размеры межпозвонковых отверстий: С5-С6 – слева 8,3 x 5,25 мм, справа 6,9 x 3,6 мм; С6-С7 – слева 8,5 x 5,5 мм, справа 7,09 x 3,3 мм.

Результаты КТ шейного отдела позвоночника пациентки У. (от 01.12.2019) представлены рисунке 28.

На серии КТ-снимков шейного отдела позвоночника визуализация спинного мозга и спинномозговых корешков затруднена. Патологических очагов сигнала высокой интенсивности в области спинного мозга и спинномозговых корешков не обнаружено.

Определяется снижение высоты межпозвонковых дисков в сегментах С2-С3 (4,88 мм), С3-С4 (3,45 мм), С4-С5 (4,55 мм), С5-С6 (3,32 мм), С6-С7 (4,1 мм), С7-Th1 (3,77 мм). Диски слабо визуализируются, сигнал от дисков в указанных сегментах не изменен.

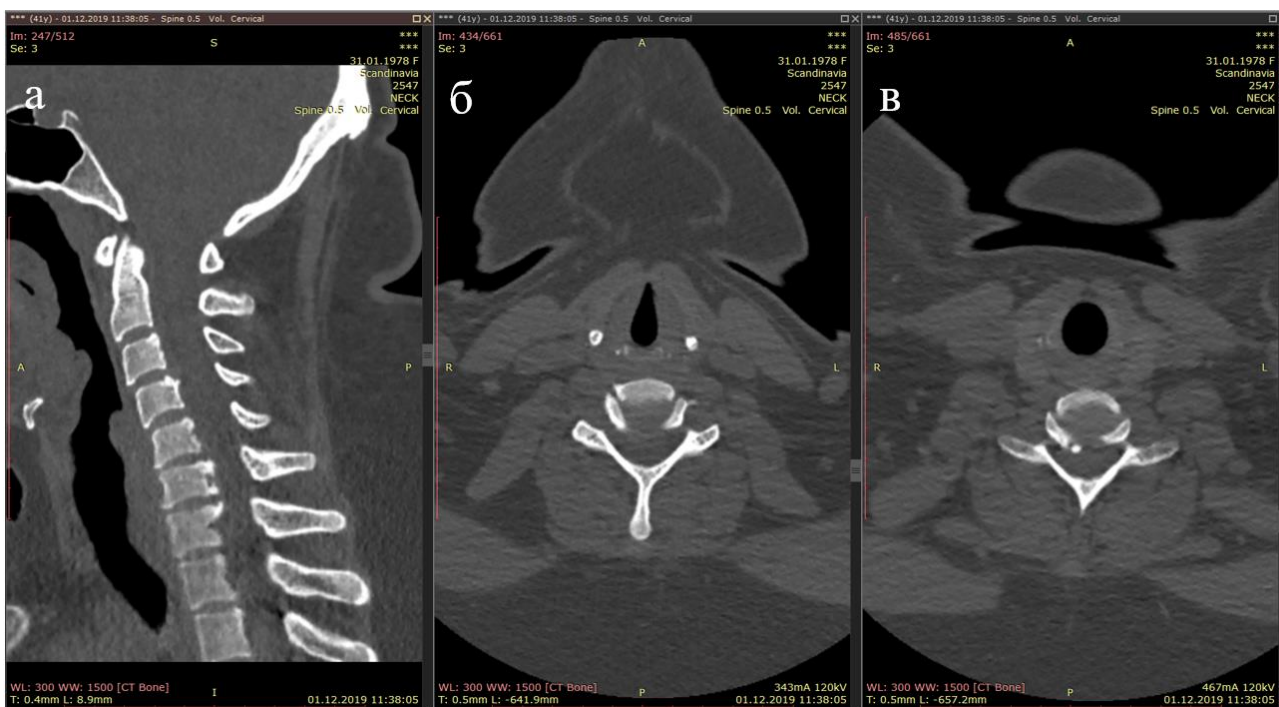


Рис. 28. КТ шейного отдела позвоночника пациентки У., костный режим (а – сагиттальный срез, б – аксиальный срез на уровне С5-С6, в – аксиальный срез на уровне С6-С7)

Желтая и задняя продольная связка не визуализируются. Очагов кальцинации не выявлено.

На уровнях С2-С7 имеются незначительные рентгенологические признаки спондилоартроза фасеточных суставов: гипертрофия суставных отростков, склероз суставных поверхностей. Синовиальные кисты отсутствуют.

Форма и размеры тел и отростков С1-С5 позвонков не изменены. Контуры С6-С7 позвонков незначительно деформированы за счет наличия краевых разрастаний и склерозированных участков. Размеры тел позвонков (высота x ширина): С1 – 6,15 x 17,1 мм; С2 – 9,8 x 10,1 мм, С3 – 11,5 x 12,7 мм, С4 – 9,5 x 12,67 мм, С5 – 10,2 x 12,5 мм, С6 – 11,9 x 12,4 мм, С7 – 11,11 x 13,2 мм. Замыкательные пластинки тел С1-С7 позвонков без изменений. В передних и задних отделах тел С6, С7 позвонков имеются краевые остеофиты и участки дегенерации костной ткани.

Определяется многоуровневый относительный стеноз позвоночного канала на уровнях С1-С7 до 8,35 мм на уровне С6 позвонка, площадь поперечного сечения позвоночного канала на уровне стеноза 1,93 кв. см. Стеноз обусловлен наличием костных краевых разрастаний в просвет позвоночного канала. Межпозвонковые отверстия на уровне С2-С7 без особенностей, размеры (высота x ширина): С2-С3 – слева 9,72 x 6,03 мм, справа 8,9 x 6,25 мм; С3-С4 – слева 7,62 x 6,08 мм, справа 7,88 x 6,34 мм; С4-С5 – слева 8,82 x 5,97 мм, справа 8,84 x 6,03 мм; С5-С6 – слева 8,4 x 5,44 мм, справа 7,23 x 4,86 мм; С6-С7 – слева 8,63 x 5,54 мм, справа 8,16 x 5,28 мм.

Следует отметить возможность 3D-реконструкции исследуемого отдела позвоночника по серии КТ-снимков с использованием программных методов RadiAnt DICOM Viewer. 3D-реконструкция является удобным инструментом визуализации и позволяет изучить исследуемый отдел позвоночника пациента с учетом его анатомо-топографических особенностей (см. рис. 29).



Рис. 29. Реконструкция основания черепа и шейного отдела позвоночника пациентки У.

4.5. Пациент З., 1972 г.р.

Результаты МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника пациента З. (от 18.11.2019) представлены рисунках 30, 31.

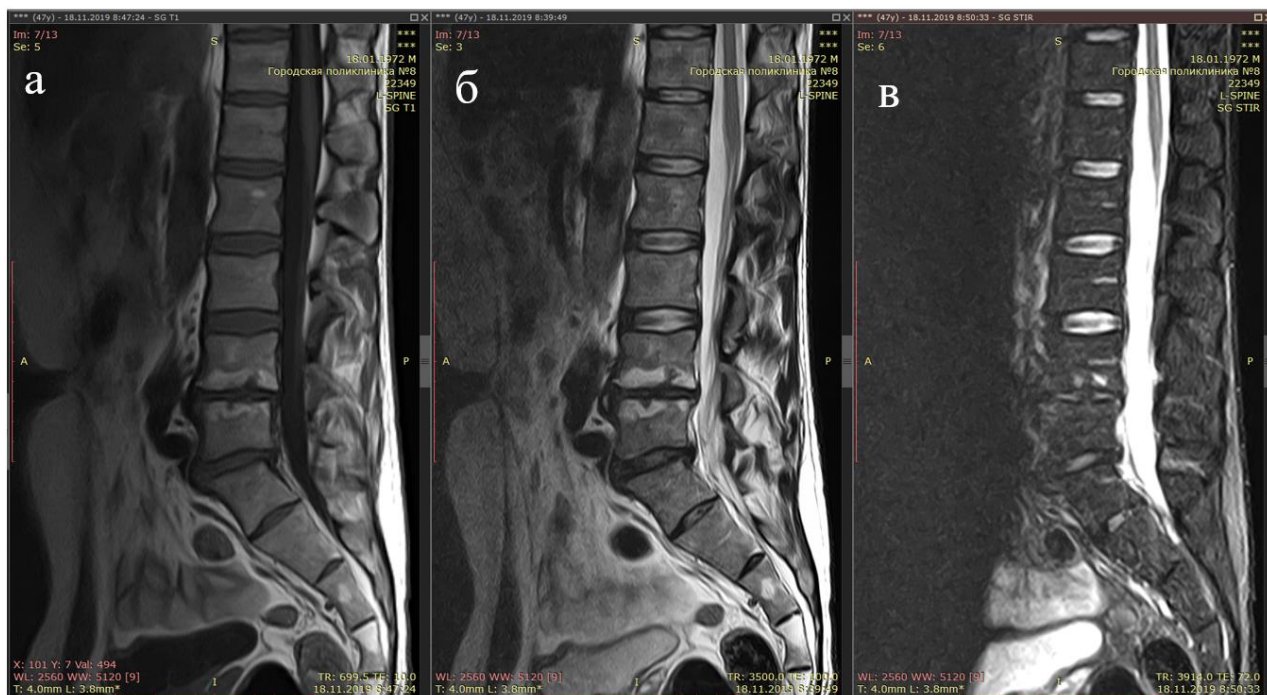


Рис. 30. МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника пациента З., сагиттальный срез (а – T1-режим, б – T2-режим, в – T2STIR-режим)

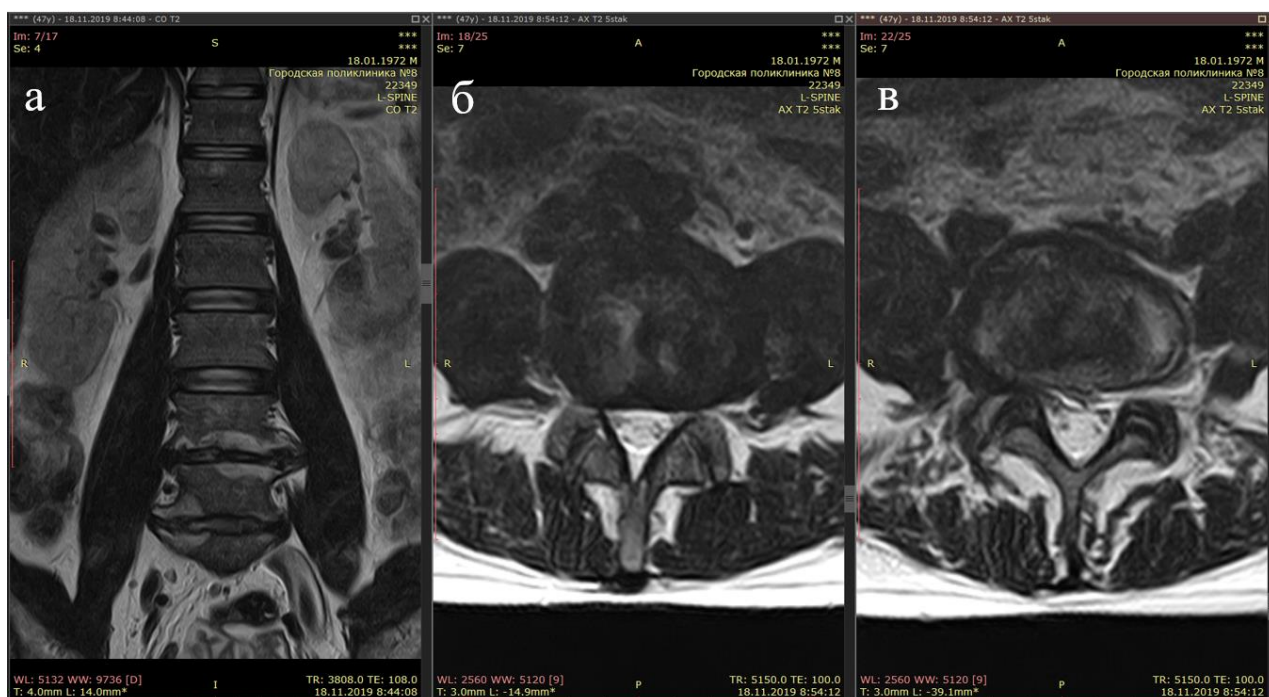


Рис. 31. МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника пациента З., T2-режим (а – коронарный срез, б – аксиальный срез на уровне L4-L5, в – аксиальный срез на уровне L5-S1)

На серии МР-снимков спинной мозг однородной структуры, без признаков миелопатии. Очагов патологической интенсивности сигнала в конусе спинного мозга и в области «конского хвоста» не обнаружено. Спинномозговые корешки компримированы справа в сегментах L4-L5 и L5-S1.

Высота межпозвонковых дисков в сегментах L1-L4 нормальная, МР-структура дисков без изменений, без признаков дегидратации, пульпозное ядро и фиброзное кольцо хорошо дифференцируются. Определяется снижение высоты межпозвонковых дисков в сегментах L4-L5 (5,61 мм) и L5-S1 (6,84 мм). Сигнал от дисков в указанных сегментах изменен, имеются признаки дегидратации. В сегментах L5-S1 определяются циркулярные протрузии (выпячивания) дисково-verteбрального комплекса. В сегменте L4-L5 справа определяется локальная протрузия диска в просвет позвоночного канала до 4,76 мм, распространяющаяся в правое межпозвонковое отверстие, формируя грыжевой компонент размерами 4,76 x 12,1 мм, незначительно компримируя дуральный мешок и правый корешок L4. В сегменте L5-S1 справа определяется протрузия дисково-verteбрального комплекса в просвет позвоночного канала до 5,6 мм, формируя грыжевой компонент размерами 5,6 x 17,3 мм. Протрузия распространяется в правое межпозвонковое отверстие, грубо компримируя дуральный мешок и правый корешок L5.

Желтая и задняя продольная связки без изменений, МР-признаки гипертрофии или кальцинации связок отсутствуют.

На уровнях L4-S1 имеются МР-признаки спондилоартроза фасеточных суставов: гипертрофия капсул суставов, склероз суставных поверхностей, неравномерное сужение суставной щели. Синовиальные кисты отсутствуют.

Форма и размеры тел и отростков L1-L3 позвонков не изменены. Тела позвонков бочковидной формы следующих размеров (высота x ширина): L1 – 2,45 x 3,14 см; L2 – 2,55 x 3 см, L3 – 2,52 x 3,15 см. Контур L4, L5 позвонков деформирован за счет краевых остеофитов, размеры тел позвонков. L4 – 2,62 x 3,12 см; L5 – 2,3 x 3,1 см. Наблюдается патологическая перестройка костной ткани тел L4-S1 позвонков. В замыкательных пластинках и смежных отделах тел

L4-L5 и L5-S1 позвонков наблюдается жировая дегенерация по типу modic 2. Замыкательные пластинки L1-L4 без изменений. Смежные замыкательные пластинки тел L4, L5 позвонков деформированы за счет наличия узлов Шморля (в теле L4 позвонка определяется узел размером 6,06 x 6,58 мм).

Определяется относительный стеноз позвоночного канала на уровне L3-L5 до 1,19 см на уровне L4-L5, площадь поперечного сечения позвоночного канала на уровне стеноза 1,46 кв. см. Стеноз обусловлен наличием грыжевого компонента – протрузии дисково-verteбрального комплекса в просвет позвоночного канала. Межпозвонокковые отверстия на уровне L1-L4 без особенностей. Размеры (высота x ширина): L1-L2 – слева 18,9 x 5,62 мм, справа 19,7 x 5,08 мм; L2-L3 – слева 21,7 x 3,68 мм, справа 20,5 x 3,67 мм; L3-L4 – слева 23,3 x 3,95 мм, справа 23,1 x 3,78 мм. В сегментах L4-S1 определяется стеноз межпозвонокковых отверстий (в первую очередь, правых) за счет снижения высоты дисков, мягкотканного грыжевого компонента и гипертрофии фасеточных суставов. Размеры межпозвонокковых отверстий на уровне стеноза: L4-L5 – слева 15,2 x 3,66 мм, справа 12,5 x 1,71 мм; L5-S1 – слева 11,1 x 3,67 мм, справа 8,55 x <1 мм.

Результаты КТ пояснично-крестцового отдела позвоночника (от 25.11.2019) пациента 3. представлены на рисунках 32, 33.

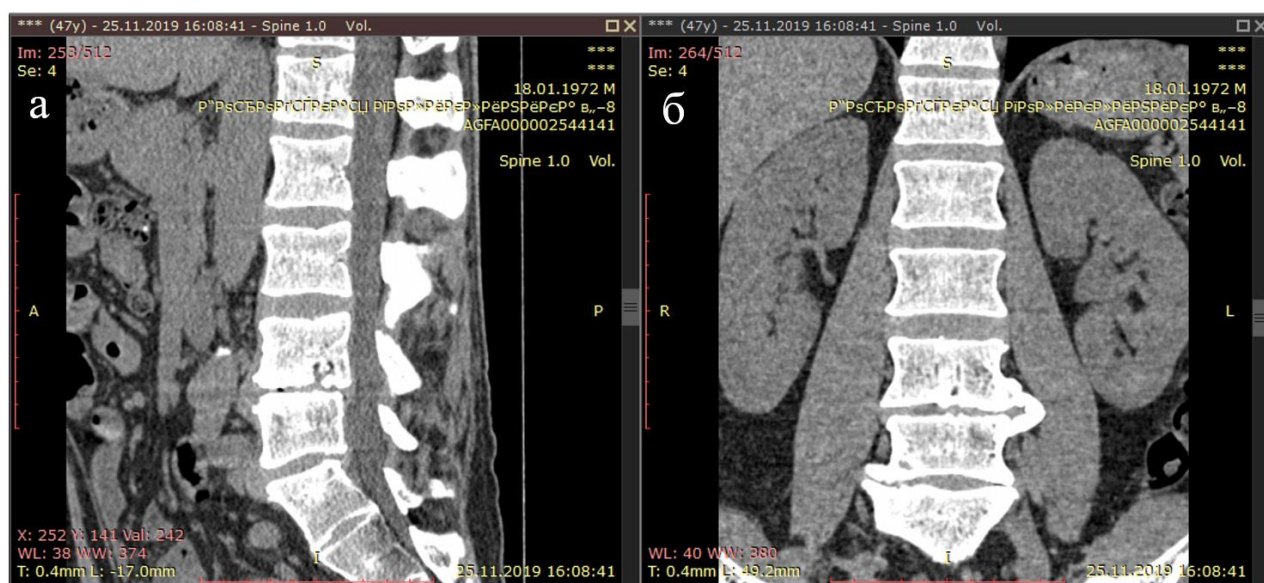


Рис. 32. КТ пояснично-крестцового отдела позвоночника пациента 3., мягкотканый режим (а – сагиттальный срез, б – коронарный срез)

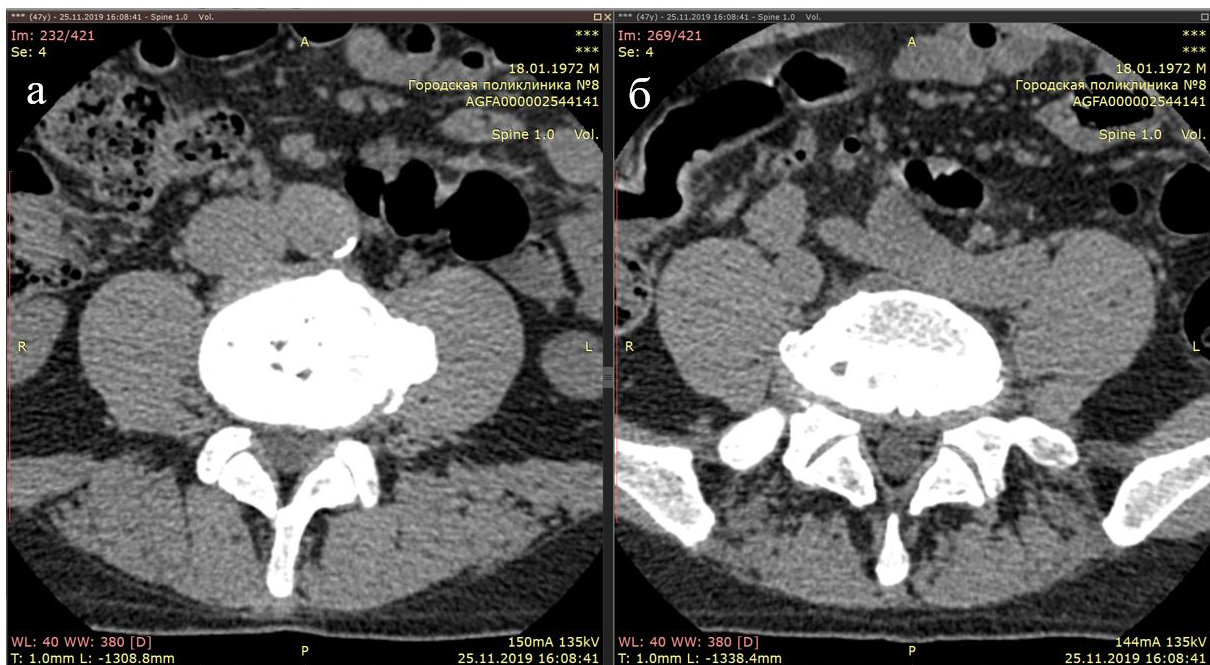


Рис. 33. КТ пояснично-крестцового отдела позвоночника пациента З., мягкотканый режим (а – аксиальный срез на уровне L4-L5, в – аксиальный срез на уровне L5-S1)

На серии КТ-снимков визуализация спинного мозга, спинномозговых корешков и «конского хвоста» затруднена. Патологических очагов сигнала высокой интенсивности в области спинного мозга не обнаружено.

Высота межпозвонковых дисков в сегментах L1-L4 нормальная, структура дисков практически не визуализируется. Определяется снижение высоты межпозвонковых дисков в сегментах L4-L5 (5,65 мм) и L5-S1 (6,7 мм). Интенсивность сигнала от межпозвонковых дисков в указанных сегментах снижена. В диске сегмента L4-L5 визуализируется зона сигнала низкой интенсивности (размер не более 3,5 x 1,88 мм), обусловленная вакуум-феноменом за счет наличия азота в тканях межпозвонкового диска, что является признаком нестабильности соответствующего сегмента.

Желтая связка визуализируется, без признаков гипертрофии и кальцинации. Задняя продольная связка не визуализируется.

На уровнях L4-S1 имеются рентгенологические признаки спондилоартроза фасеточных суставов: гипертрофия капсул суставов, склероз суставных поверхностей, неравномерное сужение суставной щели (на уровне L5-

S1 суставная щель справа 0,96 мм, слева 2,6 мм), краевые разрастания. Синовиальные кисты отсутствуют.

Тела и отростки L1-L3 позвонков не изменены. Тела позвонков бочковидной формы следующих размеров (высота x ширина): L1 – 2,6 x 3,04 см; L2 – 2,57 x 2,9 см, L3 – 2,62 x 3,24 см. Замыкательные пластинки L1-L4 без изменений. Тела L4, L5 позвонков деформированы за счет краевых остеофитов (до 1,31 см слева) и дегенерации костной ткани, размеры тел позвонков. L4 – 2,76 x 3,42 см; L5 – 2,43 x 3,2 см. Наблюдается патологическая перестройки костной ткани тел L4-S1 позвонков. В смежных отделах L4-L5 и L5-S1 позвонков имеются рентгенологические признаки склероза замыкательных пластинок и апофизов тел позвонков. Смежные отделы тел L4, L5 позвонков деформированы за счет наличия узлов Шморля (узлы не визуализируются).

Определяется относительный стеноз позвоночного канала на уровне L3-L5 до 1,16 см на уровне L4-L5, площадь поперечного сечения позвоночного канала на уровне стеноза 1,38 кв. см. Стеноз обусловлен наличием краевых разрастаний тел позвонков и гипертрофией фасеточных суставов. Межпозвонковые отверстия на уровне L1-L4 без особенностей. Размеры (высота x ширина): L1-L2 – слева 19,78 x 5,62 мм, справа 19,9 x 5,18 мм; L2-L3 – слева 21,92 x 5,27 мм, справа 21,8 x 4,13 мм; L3-L4 – слева 23,4 x 4,98 мм, справа 23,1 x 4,39 мм. В сегментах L4-S1 определяется незначительный костный стеноз межпозвонковых отверстий за счет наличия краевых остеофитов и гипертрофии фасеточных суставов. Размеры межпозвонковых отверстий: L4-L5 – слева 15,51 x 4,81 мм, справа 13,67 x 2,76 мм; L5-S1 – слева 13,3 x 3,67 мм, справа 11,3 x 2,87 мм.

4.6. Результаты анализа томограмм пациентов

Результаты анализа томограмм и их описание кратко представлены в табл. 1. Данная таблица наглядно демонстрирует диагностические возможности и ограничения сравниваемых методов. На основании таблицы было проведено сравнение информативности методов КТ и МРТ в диагностике ДДЗП, результаты которого изложены в главе 5 настоящей ВКР.

Результаты анализа и краткое описание томограмм пациентов с ДДЗП

Пациент, метод	Пациентка К.		Пациентка Б.		Пациентка И.		Пациентка У.		Пациент З.	
	МРТ	КТ	МРТ	КТ	МРТ	КТ	МРТ	КТ	МРТ	КТ
1. Состояние спинного мозга и спинномозговых корешков	Спинной мозг без особенностей. Компрессия левого корешка L4	Визуализация спинного мозга и корешков затруднена	Спинной мозг без особенностей. Компрессия правого корешка L5	Визуализация спинного мозга и корешков затруднена	Спинной мозг без особенностей, «конский хвост» компримирован в L3-L5. Компрессия левого корешка L4	Визуализация спинного мозга, «конского хвоста» и корешков затруднена	Спинной мозг без особенностей. Компрессия правых корешков C6, C7	Визуализация спинного мозга, и спинномозговых корешков затруднена	Спинной мозг без особенностей. Незначительная компрессия правого корешка L4, грубая компрессия правого корешка L5	Визуализация спинного мозга, «конского хвоста» и спинномозговых корешков затруднена
2. Состояние межпозвонкового диска	Норма в L1-L4; снижение высоты диска, дегидратация и фораминальная протрузия с миграцией в L4-L5	Норма в L1-L4; снижение высоты диска в L4-L5, структура не визуализируется	Снижение высоты диска в L1-L5, признаки дегидратации, циркулярно-фораминальная протрузия в L4-L5	Снижение высоты дисков в L1-L5, структура не визуализируется	Снижение высоты и дегидратация дисков в L1-S1. Локальные экстрезии в L3-L4, L5-S1; фораминальная протрузия в L4-L5, передние грыжи в L2-L5	Снижение высоты дисков в L1-S1, структура не визуализируется. В дисках L3-S1 – «вакуум-феномен», нестабильность сегмента	Снижение высоты дисков в C2-Th1, признаки дегидратации. Фораминальные протрузии в C5-C7	Снижение высоты дисков в C2-Th1, структура дисков не визуализируется	Норма в L1-L4; снижение высоты дисков в L4-L5, L5-S1. Фораминальные протрузии в L4-L5 и L5-S1	Норма в L1-L4, снижение высоты дисков в L4-L5, L5-S1, структура не визуализируется

3. Состояние связочного аппарата	Гипертрофия желтой связки в L1-L5. Задняя продольная связка – норма	Гипертрофия желтой связки в L1-L5. Задняя продольная не визуализируется	Желтая и задняя продольная связки без изменений	Желтая и задняя продольная связки не визуализируются	Гипертрофия желтой связки в L1-L5. Задняя продольная связка – норма	Гипертрофия желтой связки в L1-L5. Задняя продольная не визуализируется	Желтая и задняя продольная связки без изменений	Желтая и задняя продольная связки не визуализируются	Желтая и задняя продольная связки без изменений	Желтая связка без изменений, задняя продольная связка не визуализируется
4. Состояние фасеточных суставов	Спондилоартроз фасеточных суставов в L1-L5: гипертрофия капсул, сужение суставной щели	Спондилоартроз фасеточных суставов в L1-L5: гипертрофия суставных отростков, склероз	Спондилоартроз фасеточных суставов в L1-L5: гипертрофия капсул, сужение суставной щели, склероз, краевые остеофиты	Спондилоартроз фасеточных суставов в L1-L5: гипертрофия суставных отростков, склероз, краевые остеофиты	Спондилоартроз фасеточных суставов в L1-L5: гипертрофия капсул, сужение суставной щели, грибовидная деформация	Спондилоартроз фасеточных суставов в L1-L5: гипертрофия суставных отростков, склероз остеофиты, грибовидная деформация, «вакуум-феномен» в L3-L4	Спондилоартроз фасеточных суставов в C2-C7: гипертрофия капсул, склероз, сужение суставной щели	Спондилоартроз фасеточных суставов в C2-C7: незначительная гипертрофия суставных отростков, склероз	Норма L1-L4. Спондилоартроз фасеточных суставов в L4-S1: гипертрофия капсул, неравномерное сужение суставной щели, склероз	Норма L1-L4. Спондилоартроз фасеточных суставов в L4-S1: гипертрофия суставных отростков, склероз, краевые разрастания
5. Состояние костных элементов	Незначительная деформация тел L1-L5 за счет краевых остеофитов	Незначительная деформация тел L1-L5 за счет остеофитов и участков дегенерации	Незначительная деформация тел L1-L5 за счет остеофитов и узлов Шморля	Незначительная деформация тел L1-L5 за счет остеофитов, склерозированных участков и узлов Шморля	Тела и отростки L1, L2 – норма; L3-S1 – деформация за счет остеофитов и дегенерации. В L3-L4 изменения по типу modic 3, в L4-L5 и L5-S1 – по типу modic 2	Тела и отростки L1, L2 – норма; L3-S1 – деформация за счет краевых остеофитов и склероза, «вакуум-феномен» в L3-L4	Тела и отростки C1-C7 – норма; незначительные очаги склероза костной ткани в C3, C5	Тела и отростки C1-C5 – норма, тела C6, C7 незначительно деформированы за счет остеофитов, участков дегенерации и склероза	Тела и отростки L1-L3 – норма; тела L4-S1 деформированы за счет остеофитов и узлов Шморля. В смежных отделах L4-L5 и L5-S1 изменения по типу modic 2	Тела и отростки L1-L3 – норма. Тела L4-S1 позвонков деформированы за счет остеофитов, узлов Шморля, участков дегенерации и склероза

6. Состояние позвоночного канала и межпозвонковых отверстий	Относительный комбинированный стеноз позвоночного канала в L3-L5. Межпозвонковые отверстия в L1-L4 – норма, левосторонний мягкотканый стеноз в L4-L5	Относительный костный стеноз позвоночного канала в L3-L5. Межпозвонковые отверстия в L1-L5 – норма, без костного стеноза	Относительный комбинированный стеноз позвоночного канала в L2-L4. Абсолютный стеноз в L4-L5. Межпозвонковые отверстия в L1-L4 – норма, в L4-L5 – правосторонний мягкотканый стеноз	Относительный костный стеноз позвоночного канала в L2-L5. Межпозвонковые отверстия в L1-L5 без особенностей	Многоуровневый абсолютный комбинированный стеноз позвоночного канала в L1-L5. Межпозвонковые отверстия в L1-L2 – норма, в L2-L5 – левосторонний стеноз	Многоуровневый относительный костный стеноз позвоночного канала в L1-L5. Межпозвонковые отверстия в L1-L4 – без особенностей, в L4-L5 – костный двусторонний стеноз	Многоуровневый относительный комбинированный стеноз позвоночного канала в C1-C7. Межпозвонковые отверстия в C2-C5 – без особенностей, в C5-C7 – правосторонний мягкотканый стеноз	Многоуровневый относительный костный стеноз позвоночного канала в C1-C7. Межпозвонковые отверстия в C2-C7 без особенностей, без признаков костного стеноза	Относительный комбинированный стеноз позвоночного канала в L3-L5. Межпозвонковые отверстия в L1-L4 без особенностей, в L4-S1 – комбинированный правосторонний стеноз	Относительный костный стеноз позвоночного канала в L3-L5. Межпозвонковые отверстия в L1-L4 без особенностей, в L4-S1 – незначительный костный стеноз
--	--	--	--	---	--	---	---	--	--	--

Глава 5. Сравнение информативности методов КТ и МРТ

По результатам анализа томограмм, на четвертом этапе исследования, было проведено сравнение информативности компьютерной и магнитно-резонансной томографии в диагностике ДДЗП. Сравнение было выполнено отдельно по каждому из критериев анализа, указанных в главе 3 настоящей ВКР. Результаты сравнения представлены ниже.

1. Оценка состояния спинного мозга и спинномозговых корешков.

В ходе анализа отмечена высокая МР-контрастность мягких тканей, что делает спинальную МРТ наиболее точным и надежным методом диагностики дегенеративных изменений спинномозговых структур. Выявлено, что наиболее информативны сагиттальные и аксиальные серии МР-изображений в режимах T2 и T2STIR с использованием различных импульсных последовательностей, что позволяет сократить время исследования, получить приемлемое изображение по соотношению «сигнал-шум» и снизить количество артефактов.

С использованием метода МРТ были исследованы анатомо-топографические особенности спинномозговых невральных структур, определены наличие и степень их компрессии, обнаружены дегенеративные изменения нервной ткани.

В ходе анализа выявлена низкая контрастность мягких тканей, особенно спинного мозга, на КТ, что не позволило использовать этот метод в оценке состояния спинномозговых структур. Альтернативой традиционной КТ может являться КТ-миелография с применением йодсодержащего контраста, вводимого эндолюмбально. Метод используется при наличии противопоказаний к проведению спинальной МРТ и, как правило, уступает ей по качеству визуализации [24].

Таким образом, в ходе анализа установлено, что МРТ является методом выбора при оценке состояния спинного мозга и спинномозговых корешков. Использование метода КТ в данном случае не целесообразно, в связи с его низкой информативностью.

2. Оценка состояния межпозвонкового диска.

В ходе анализа установлена высокая точность и информативность метода МРТ в диагностике дегенеративных изменений межпозвонковых дисков. Благодаря высокой контрастности мягких тканей, на МР-изображениях хорошо визуализируются высота, форма, структура межпозвонковых дисков, обнаруживаются грыжевые выпячивания, участки миграции и секвестрации грыжевого материала, зоны компрессии. Наиболее информативны сагиттальные и аксиальные серии МР-изображений в режимах T1 и T2, с помощью которых можно оценить общую анатомо-топографическую картину: взаимосвязь дегенерированного диска и грыжевого выпячивания с невральными структурами, связочным аппаратом и костными элементами.

Установлено, что метод КТ обладает недостаточной информативностью при оценке состояния межпозвонкового диска, что связано с низкой контрастностью мягких тканей. В ходе анализа компьютерных томограмм в костном и мягкотканном режимах была оценена высота межпозвонковых дисков, определены внутридисковые кальцификаты, обнаружены «вакуум-феномен» и узлы Шморля, что, однако не дает полного представления о состоянии диска. На томограммах не визуализируется структура диска, затруднена визуализация грыжевых выпячиваний, нет возможности оценить общую анатомо-топографическую картину в исследуемом сегменте.

Таким образом, МРТ является предпочтительным методом оценки состояния межпозвонкового диска. Применение метода КТ для указанных целей ограничено.

3. Оценка состояния связочного аппарата.

Установлено, что информативность методов МРТ и КТ при оценке состояния желтой связки одинаково высока. На сагиттальных и аксиальных МР-изображениях в режиме T2 хорошо визуализируется желтая связка, определяется ее толщина, наличие или отсутствие фиброзной гипертрофии. На компьютерных томограммах в костном и мягкотканном режимах в сагиттальной проекции желтая связка также визуализируется достаточно хорошо, определяются ее

размеры, степень гипертрофии или кальцификации. К несомненным плюсам КТ относится возможность дифференциальной диагностики гипертрофии и кальцификации связочного аппарата.

Следует отметить, что визуализация неизменной задней продольной связки возможна только на МРТ. На компьютерных томограммах хорошо определяются очаги кальцификации задней продольной связки, однако неизменная связка неразличима.

Таким образом, в ходе анализа установлено, что методы КТ и МРТ имеют одинаково высокую диагностическую значимость при оценке состояния связочного аппарата.

4. Оценка состояния межпозвонковых (фасеточных) суставов

В ходе анализа компьютерных и магнитно-резонансных томограмм установлено, что оба метода обладают высокой диагностической ценностью при оценке состояния фасеточных суставов. В связи с высокой МР-контрастностью мягких тканей, интерес представляют МР-изображения в режимах T1 и T2 в сагиттальной и аксиальной проекции, по которым оцениваются размер и состояние суставной капсулы, степень дегенерации хрящевой ткани и внутрисуставных мягкотканых элементов.

На компьютерных томограммах в костном режиме в сагиттальной и аксиальной проекции оценивается состояние костных элементов фасеточных суставов: форма и размеры суставных отростков, наличие грибовидной деформации, степень сужения суставной щели, наличие краевых остеофитов, степень субхондрального склероза. Кроме того, при КТ хорошо визуализируется скопление газа в полости дегенеративно измененного сустава – «вакуум-феномен».

Сопоставление результатов КТ и МРТ дает полную анатомо-топографическую картину взаимодействия костных и мягкотканых структур фасеточных суставов, позволяет комплексно оценить степень их дегенерации. Таким образом, установлено, что совместное использование методов МРТ и КТ

позволяет получить исчерпывающую информацию о состоянии фасеточных суставов.

5. Оценка состояния костных элементов: тела, суставные отростки, дужки и корни дужек позвонков.

В ходе анализа компьютерных и магнитно-резонансных томограмм установлено, что МРТ дает ограниченное представление о состоянии костных элементов, что связано с их низкой МР-контрастностью. На томограммах в режимах T1 и T2 в сагиттальной, аксиальной и коронарной проекциях опосредованно определяются тела и отростки позвонков, при этом визуализация структуры костной ткани затруднена. Однако с помощью МР-изображений существует возможность выявить и охарактеризовать реактивные изменения костного мозга и замыкательных пластинок тел позвонков по типу modic.

Установлено, что наибольшей диагностической ценностью в данном случае обладает КТ. Благодаря высокой скорости сканирования и большому количеству тончайших срезов (толщина среза 0,5 мм) удается реконструировать костные элементы позвоночника пациента в высоком разрешении. На томограммах в костном режиме отлично визуализируются тела и отростки позвонков, краевые остеофиты, имеется возможность изучить структуру и плотность костной ткани, оценить степень ее дегенерации и склероза, выявить «вакуум-феномен» и очаги остеомаляции. Неоспоримым преимуществом КТ является возможность построения объемных 3D-реконструкций, являющихся удобным инструментом визуализации и позволяющих изучить исследуемый отдел позвоночника с учетом его анатомо-топографических особенностей.

Таким образом, методом выбора при оценке состояния костных элементов позвоночного столба является КТ. Диагностические возможности МРТ ограничены.

6. Оценка размеров позвоночного канала и межпозвонковых отверстий.

В ходе анализа установлена высокая диагностическая ценность метода МРТ при диагностике мягкотканного и комбинированного стеноза позвоночного канала и межпозвонковых отверстий. Наиболее информативны сагиттальные и

аксиальные МР-изображения в режимах T1 и T2, по которым точно определяются линейные и объемные показатели просвета позвоночного канала и межпозвонковых отверстий, оцениваются степень и причины мягкотканного стеноза. Кроме того, МРТ дает полное представление об анатомо-топографической картине исследуемого отдела позвоночника, выявляет взаимосвязь компонентов мягкотканного стеноза, невралгических структур и костных элементов.

Установлено, что метод КТ обладает недостаточной информативностью при комплексной оценке степени стеноза позвоночного канала, что связано с низкой рентген-контрастностью мягких тканей. По компьютерным томограммам возможно оценить лишь степень костного стеноза позвоночного канала, что не всегда отражает реальную картину. Однако для оценки состояния межпозвонковых отверстий КТ применим, так как за счет тонких срезов позволяет детально изучить размеры и форму отверстий, а также оценить степень латерального костного стеноза.

Таким образом, МРТ является методом выбора при оценке размеров позвоночного канала и межпозвонковых отверстий. Метод КТ для указанных целей применим ограниченно.

Следует отметить, что, как и любой метод диагностики, МРТ и КТ имеют свои абсолютные и относительные противопоказания, ограничивающие их применения.

Для МР-исследований абсолютным противопоказанием является наличие в организме предметов из ферромагнитных материалов (кардиостимуляторы, металлические импланты, осколки и прочее). Также имеется ряд относительных противопоказаний, учитывая которые врач с согласия пациента принимает решение о проведении данной процедуры или же замены ее на альтернативный вариант.

Метод КТ, в свою очередь, сопряжен с высокой лучевой нагрузкой и использованием йодсодержащего контрастного вещества. Поэтому абсолютными противопоказаниями к проведению КТ-исследований являются

беременность на любых сроках, во избежание патологического действия рентгеновского облучения на плод, а также непереносимость йодсодержащих препаратов, при необходимости их использования. При назначении данной процедуры учитывается также ряд относительных противопоказаний [7].

Обобщение результатов сравнения информативности КТ и МРТ проведено в главе 6 настоящей ВКР, там же представлены выводы по результатам исследования.

Глава 6. Результаты исследования и выводы

В ходе проведенного исследования информативности методов компьютерной и магнитно-резонансной томографии в диагностике дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника были получены результаты, обобщенные в табл. 2.

Таблица 2.

Результаты исследования информативности методов КТ и МРТ
в диагностике ДДЗП

Критерий сравнения Метод	Состояние спинного мозга и спинномозго- вых корешков	Состояние межпозвон- кового диска	Состояние связочного аппарата	Состояние фасеточных суставов	Состояние костных элементов	Состояние позвоноч- ного канала и межпо- звоночковых отверстий
МРТ	+	+	+	+	+/-	+
КТ	-	+/-	+	+	+	+/-

Пояснения к табл. 2:

+ является методом выбора, высокая информативность и диагностическая значимость;

+/- не является методом выбора, недостаточная информативность, диагностические возможности ограничены;

- не является методом выбора, низкая информативность и диагностическая значимость.

По результатам исследования были сформулированы следующие выводы:

1. Информативность компьютерной и магнитно-резонансной томографии в диагностике дегенеративно-дистрофических изменений отдельных спинальных структур различна.

Установлено, что КТ позволяет оценить изменения костных структур позвоночника, а также обнаружить наличие участков кальцинации

межпозвонковых дисков и связок. Однако низкая степень контрастности мягких тканей на КТ ограничивает применение этого метода. МРТ, в свою очередь, дает представление об изменениях мягкотканых структур: спинного мозга и спинномозговых корешков, межпозвонковых дисков, связочного аппарата. Помимо этого, МРТ позволяет комплексно оценить анатомо-топографическую картину исследуемого отдела позвоночника.

2. Методы компьютерной и магнитно-резонансной томографии дополняют друг друга и в совокупности дают больше информации, нежели каждый метод в отдельности.

В ходе исследования установлено, что сопоставление результатов КТ и МРТ имеет высокую диагностическую значимость при оценке состояния связочного аппарата позвоночника и состояния межпозвонковых (фасеточных) суставов.

3. В процессе диагностического поиска врачу необходимо ясно представлять показания к назначению компьютерной и магнитно-резонансной томографии, а также четко осознавать диагностические возможности и ограничения данных методов.

Таким образом, в ходе проведенного исследования поставленная цель достигнута, задачи решены в полном объеме, выдвинутая гипотеза нашла свое практическое подтверждение.

Заключение

Внедрение достижений науки, техники и информационных технологий в сферу охраны здоровья открывает новые возможности для диагностики различных заболеваний. Возрастает роль высокотехнологичных неинвазивных лучевых методов визуализации. В настоящее время широкое применение получили методы компьютерной и магнитно-резонансной томографии, позволяющие, не прибегая к оперативному вмешательству, оценить состояние внутренних органов и тканей пациента. Данные методы стали «золотым стандартом» в диагностике различных заболеваний, в частности, дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника.

По распространенности ДДЗП находятся в одном ряду с сосудистой и онкологической патологией, а их клинические проявления, в частности болевой синдром, наблюдаются у 80-100% населения. Высока также медико-социальная значимость проблемы дегенеративных поражений позвоночника. Они сопровождаются тяжелыми неврологическими и висцеральными расстройствами, значительно снижая качество жизни, приводят к утрате трудоспособности в социально активном возрасте. Лечение данной группы заболеваний зачастую приносит неудовлетворительные результаты и сопровождается рецидивами [1, 2, 3].

В связи с этим, актуальной является проблема качественной и своевременной КТ- и МР-диагностики дегенеративно-дистрофической патологии позвоночника. Точная диагностика позволит определить оптимальную тактику лечения, что улучшит прогноз заболевания, снизит количество рецидивов и случаев инвалидизации, повысит качество жизни пациента.

Целью исследования в рамках настоящей ВКР было сравнение информативности методов компьютерной и магнитно-резонансной томографии в диагностике ДДЗП. Была выдвинута гипотеза о том, что информативность КТ и МРТ в диагностике дегенеративно-дистрофических изменений отдельных спинальных структур различна, однако данные методы дополняют друг друга и

в совокупности дают больше информации, нежели каждый метод в отдельности. Для достижения поставленной цели и проверки выдвинутой гипотезы в ходе исследования был выполнен ряд задач: изучена учебная и справочной литературы по теме настоящей ВКР; осуществлен отбор компьютерных и магнитно-резонансных томограмм пациентов с ДДЗП; выполнен анализ томограмм согласно заданным критериям; по результатам анализа томограмм проведено сравнение информативности методов КТ и МРТ.

По результатам исследования были сформулированы выводы о различной информативности КТ и МРТ в диагностике дегенеративных изменений отдельных спинальных структур, а также о необходимости совместного использования данных методов в диагностике дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника. Таким образом, выдвинутая гипотеза была подтверждена.

Результаты исследования в рамках настоящей ВКР могут быть использованы для уточнения показаний к назначению КТ и МРТ пациентам с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника, что повысит качество и точность диагностики.

Список использованных источников

1. Богачева Л.А. Современное состояние проблемы болей в спине (по материалам 8-го Всемирного конгресса, посвященного боли) / Л.А. Богачева // Неврологический журнал. – 1997. – № 4. – С. 59–62.
2. Тюрников В.М. Дегенеративно–дистрофические поражения позвоночника: диагностика, клиника и лечение / В.М. Тюрников // РМЖ. – 2008. – №26. – С. 1739-1744.
3. Комплексное исследование ранних результатов (на момент выписки из стационара) после поясничной дискэктомии при дегенеративных заболеваниях позвоночника / М.К. Шарма, Л.В. Чичановская, В.А. Шлемский // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. – 2013. – №77(2). – С. 30-34.
4. Компьютерная томография в диагностике дегенеративных изменений межпозвоночных дисков поясничного отдела позвоночника / А.Ю. Васильев, Н.К. Витько. // Радиология – практика. – 2001. – №1. – С. 6-16
5. Imaging of degenerative disk disease / M.T. Modic, T.J. Masaryk., J.S. Ross, J.R. Carter // Radiology. – 1988. – Vol. 168, №1. – P. 177-186.
6. Синельников Р.Д. Атлас анатомии человека: учебное пособие. В 4 т. Т. 1. Учение о костях, соединениях костей и мышцах / Р.Д. Синельников, Я.Р. Синельников., А.Я. Синельников. – Москва: Новая волна, 2019. – 488 с.
7. Корниенко В.Н. Диагностическая нейрорадиология. В 5 т. Т. 5. Патология спинного мозга и позвоночника / В.Н. Корниенко, И.Н. Пронин. – Москва: Медицинское издание, 2014. – 688 с.
8. Дегенеративно-дистрофические поражения позвоночника (лучевая диагностика, осложнения после дискэктомии): руководство для врачей / Т.Е. Рамешвили, Г.Е. Труфанов, Б.В. Гайдар, В.Е. Парфенов. – Санкт-Петербург: Элби-СПб, 2011. – 218 с.
9. Хирургия дегенеративных поражений позвоночника: национальное руководство / под. ред. А.О. Гуци, Н.А. Коновалова, А.А. Гриня. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 480 с.

10. Остеохондроз позвоночника: клинические рекомендации Министерства здравоохранения РФ / ред. совет: Е.С. Байков и др. – Москва, 2016 год. – 67 с.
11. Корж Н.А. Дегенеративные заболевания позвоночника и их структурно-функциональная классификация / Н.А. Корж, А.И. Продан, А.Е. Барыш // Український нейрохірургічний журнал. – 2004. – № 3. – С. 71-80.
12. Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем. Десятый пересмотр. В 3 т. Т. 1. Ч. 1. / Пер. с английского; под ред. В.К. Овчарова и др. – Москва: Медицина, 1995. – 698 с.
13. Орел А.М. Возрастные аспекты эпидемиологии дегенеративно-дистрофических изменений межпозвонковых дисков по данным системного анализа рентгенограмм позвоночника. / А.М. Орел // Медицинская визуализация. – 2010. – №5. – С. 113-121.
14. Трутень В.П. Рентгенология: учебное пособие / В.П. Трутень. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020 – 336 с.
15. Ринк П.А. Магнитный резонанс в медицине. Основной учебник Европейского форума по магнитному резонансу / пер. с англ. В.Е. Сеницына, Д.В. Устюжанина; под. ред. В.Е. Сеницына. – Москва: ГЭОТАР-МЕД, 2003. – 256 с.
16. Яргин С.В. Компьютерная томография: технические аспекты качества исследований и лучевой нагрузки / С.В. Яргин // Молодой ученый. – 2013. – №4 (51). – С. 106-109.
17. Прокоп М. Спиральная и многослойная компьютерная томография: учебное пособие. В 2 т. Т. 1. / М. Прокоп, М. Галански; пер. с английского; под ред. А.В. Зубарева, Ш.Ш. Шотемора. – Москва: МЕДпресс-информ, 2006. – 416 с.
18. Хорнак Д.П. Основы МРТ /Д.П. Хорнак. – Москва, 2005. – 233 с.
19. A new classification system for degenerative disc disease of the lumbar spine based on magnetic resonance imaging, provocative discography, plain

radiographs and anatomic considerations / J.S. Thalgott., T.J. Albert, A.R. Vaccaro, C.N. Aprill // Spine. – 2004. – Vol. 4, №6, Suppl. – P. 167S – 172S.

20. Lumbar disc nomenclature: version 2.0 / D.F. Fardon, A.L. Williams, E.J. Dohring, F.R. Murtagh et al. // Spine. – 2014. – Vol. 14, №11. – P. 2525-2545.

21. Nomenclature and classification of lumbar disc pathology / D.F. Fardon, P.C. Milette // Spine. – 2001. – Vol. 26, №5. – P. E93-E113.

22. Degenerative disk disease: assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging / M.T. Modic, P.M. Steinberg, J.S. Ross, T.J. Masaryk et al. // Radiology. – 1988. – Vol. 166, №1. – P. 193-199.

23. Фасет-синдром / И.Г. Подымова, А.Б. Данилов // РМЖ. – 2014. – №0 – С. 47-51.

24. Гусев Е.И. Неврология и нейрохирургия: учебник. В 2 т. Т. 1. Неврология / Е.И. Гусев, А.Н. Коновалов, В.И. Скворцова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 624 с.