

Предисловие	7
Глава 1	
Современные методы исследования позвоночника и ходьбы человека	9
1.1. Анатомические методы исследования позвоночника человека	9
1.1.1. Метод рентгенографии	9
1.1.2. Метод рентгеновской компьютерной томографии	12
1.1.3. Метод магнитно-резонансной томографии	16
1.2. Функциональные методы исследования ходьбы человека	18
1.3. Биомеханическая и иннервационная структура ходьбы человека в норме	23
1.3.1. Параметры движений и электрическая активность мышц нижних конечностей при ходьбе	23
1.3.2. ЭМГ-профиль мышц нижних конечностей при ходьбе	31
1.3.3. Основные биомеханические фазы локомоторного цикла и работа мышц при ходьбе	33
1.3.4. Роль опорных реакций в механизме вращательных движений таза и позвоночника при ходьбе	38
1.3.5. Роль деятельности мышц туловища в механизме вращательных движений таза и позвоночника при ходьбе	46
1.3.6. Параметры движений и электрическая активность мышц плечевого пояса	49
Литература	54
Глава 2	
Комплексное восстановительное лечение пациентов с заболеваниями позвоночника	57
2.1. Медицинская реабилитация больных и инвалидов вследствие дорсопатии	57
2.2. Методы и средства ортезирования	59
2.2.1. Ортезы при дегенеративно-дистрофических поражениях пояснично-крестцового отдела позвоночника	60
2.2.2. Особенности ортезирования при остеохондрозе пояснично-крестцового отдела позвоночника	63
2.2.3. Современные конструкции ортезов при идиопатическом сколиозе	69

2.2.4. Особенности ортезирования у больных идиопатическим сколиозом	73
2.2.5. Ортезирование в реабилитации больных с неосложнёнными компрессионными переломами тел позвонков	80
2.2.6. Особенности ортезирования при компрессионных переломах тел поясничных и нижнегрудных позвонков	82
2.3. Искусственная коррекция движений посредством электростимуляции мышц при ходьбе	87
2.3.1. Физиологические и биомеханические предпосылки метода искусственной коррекции движений при нарушениях ходьбы	87
2.3.2. Образование нового двигательного навыка — основное назначение метода искусственной коррекции движений	92
2.3.3. Абсолютный и относительный дефицит мышечной функции и его патофизиологический генез	96
2.3.4. Основные функции метода искусственной коррекции движений и его отличие от других способов восстановления двигательных актов и тренировки мышц	102
2.3.5. Медицинские показания и противопоказания к проведению искусственной коррекции движений посредством программируемой электростимуляции мышц при заболеваниях позвоночника	104
2.3.6. Организация искусственной коррекции движений при патологической ходьбе	107
Литература	125

Глава 3

Клинико-функциональная характеристика

больных идиопатическим сколиозом I—III степени	141
3.1. Распространённость сколиоза и его особенности	141
3.2. Этиология, патогенез больных идиопатическим сколиозом	142
3.2.1. Гипотеза нарушения мышечного равновесия	142
3.2.2. Неврогенная гипотеза	143
3.2.3. Гипотеза нарушения обмена в соединительной ткани	145
3.3. Клинико-физиологическая характеристика больных сколиозом I—II степени	147
3.4. Биомеханическая и иннервационная структура ходьбы здоровых детей и больных сколиозом I—II степени	151
3.5. Клинико-рентгенологическая характеристика больных сколиозом II—III степени	169

3.6. Биомеханическая и иннервационная структура ходьбы здоровых подростков и больных идиопатическим сколиозом II—III степени	174
3.6.1. Основные и временные характеристики ходьбы	175
3.6.2. Кинематическая характеристика ходьбы	180
3.6.3. Динамографическая характеристика ходьбы	193
3.6.4. Электромиографическая характеристика ходьбы	194
3.6.5. Анализ данных биомеханических и электромиографических исследований	212
Литература	215

Глава 4

Клинико-функциональные результаты комплексного консервативного лечения идиопатического

сколиоза I—III степени	219
4.1. Консервативное лечение сколиоза	219
4.2. Результаты применения искусственной коррекции движений для лечения больных сколиозом I—II степени	223
4.2.1. Изменение клинического и рентгенологического статуса у больных сколиозом I—II степени после курса искусственной коррекции движений	223
4.2.2. Изменение функционального состояния мышц спины и живота у больных сколиозом I—II степени после курса искусственной коррекции движений	227
4.2.3. Изменение структуры ходьбы больных сколиозом I—II степени под воздействием курса искусственной коррекции движений	231
4.2.4. Влияние искусственной коррекции движений на газоэнергетический обмен при ходьбе больных со сколиозом I—II степени	243
4.3. Клинико-функциональные результаты комплексной медико-технической реабилитации при сколиозе II—III степени	246
4.3.1. Изменение клинико-рентгенологического статуса больных	247
4.3.2. Изменение структуры ходьбы больных с идиопатическим сколиозом II—III степени под воздействием ортезирования и искусственной коррекции движения	261
4.3.3. Анализ изменения биомеханической и иннервационной структуры ходьбы после комплексной реабилитации больных со сколиозом II—III степени	299
Литература	304

Глава 5	
Обоснование и результаты комплексного консервативного лечения больных с остеохондрозом пояснично-крестцового отдела позвоночника	309
5.1. Этиология, патогенез и лечение остеохондроза позвоночника	309
5.2. Клиническая характеристика больных с остеохондрозом позвоночника	316
5.3. Особенности биомеханической и иннервационной структуры ходьбы у больных и инвалидов с остеохондрозом пояснично-крестцового отдела позвоночника	322
5.4. Клинические и инструментальные результаты комплексного консервативного лечения больных с остеохондрозом пояснично-крестцового отдела позвоночника	339
5.4.1. Клинические результаты лечения	340
5.4.2. Изменение структуры ходьбы	341
Литература	360
Глава 6	
Комплексная медицинская реабилитация больных с неосложнёнными компрессионными переломами тел нижнегрудных и поясничных позвонков	365
6.1. Этиология, патогенез и лечение переломов	365
6.2. Клинико-рентгенологическая характеристика больных	369
6.3. Биомеханическая и иннервационная структура ходьбы здоровых людей и больных с компрессионными переломами тел нижнегрудных и поясничных позвонков	372
6.4. Оценка результатов комплексного лечения больных с неосложнёнными компрессионными переломами тел нижнегрудных и поясничных позвонков	382
6.4.1. Клинические результаты лечения	382
6.4.2. Биомеханическая и физиологическая оценка результатов лечения	385
6.4.3. Анализ полученных данных	391
Литература	393
Заключение	395

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЗВОНОЧНИКА И ХОДЬБЫ ЧЕЛОВЕКА*

1.1. АНАТОМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЗВОНОЧНИКА ЧЕЛОВЕКА

Большое значение в распознавании патологии позвоночника имеют *лучевые методы диагностики* — обзорная и функциональная рентгенография, послонная томография, эпидуро- и миелография.

1.1.1. Метод рентгенографии

Рентгенологическое обследование (рентгенография) необходимо во всех случаях, когда при клиническом осмотре обнаружены патологические изменения в области позвоночника — ограничение подвижности, боли и деформация. Рентгенография позволяет судить о форме и особенностях позвоночника как в целом, так и по его отделам (внешнем виде, очертаниях и структуре отдельных позвонков, их взаимном расположении). Полученные при рентгенологическом исследовании позвоночника данные о состоянии тел позвонков, межпозвонковых пространств и позвоночного столба имеют существенное значение при постановке диагноза и изучении динамики патологических изменений. При помощи функциональных рентгенограмм можно судить о степени участия позвонков и позвоночно-двигательных сегментов в движениях позвоночного столба. Методом функциональной рентгенографии можно выявить нестабильность в шейном и пояснично-крестцовом отделах позвоночника.

Большим остеохондрозом пояснично-крестцового отдела позвоночника выполняли рентгенографию в стандартных проекциях: прямой (задний) снимок, боковой. По данным рентгенограмм оценивали форму, размеры позвонков, дисков, состояние суставов, дужек, мягких тканей, позвоночного канала.

* Авторы: А. С. Витензон, А. А. Скоблин

Рентгенографию проводили по общепринятой методике: фокусное расстояние 100 см, центрация перпендикулярно фронтальной плоскости в прямой проекции и вдоль дорсальных поверхностей тел позвонков в боковой проекции; кассета 24 × 30 с усиливающим экраном, снимки с отсеивающей решеткой, напряжение на трубке для прямой проекции 66 кВ, боковой — 78 кВ, время исследования, соответственно 0,2 и 0,34 с, сила тока — 500 мА (125 мА · с). Таким образом, стандартное исследование в двух проекциях позволяло выделить и оценить два компонента: 1) опорно-несущий отдел — диск и тело позвонка; 2) динамический отдел — дужки и отростки.

По боковой рентгенограмме производили оценку физиологического лордоза: в норме угол между осью поясничного отдела и крестца был равен 130–170°, угол между горизонтальной плоскостью и линией, проведенной по верхней поверхности S_1 , составлял 30°.

Значительное место в дифференциальной диагностике патологических состояний поясничного отдела позвоночника занимало функциональное исследование. Его проводили по методу Фиалкова (1966): выполняли рентгенограммы в боковой проекции в среднем положении, максимальных наклонах в сторону, вперед и назад. В норме отмечали изменение высоты диска в разные фазы пробы, отсутствие патологических смещений позвонков.

Метод рентгенографии при идиопатическом сколиозе

Метод рентгенографии при идиопатическом сколиозе (ИС) даёт наиболее полное представление об истинном искривлении позвоночника и позволяет выявить форму и степень его искривления, дифференцировать основную и компенсаторную дуги, определить величину торсии и ротации позвонков, протяжённость сколиотической кривизны, состояние различных элементов позвонков и межпозвоночных дисков, мобильность деформации, а также прогностические признаки болезни.

На передне-задней спондилограмме в положении больного стоя и лёжа от VII шейного позвонка до S_1 анализировали состояние базальных позвонков, кульминационных (апикальных), промежуточных и нейтральных, отмечали асимметрию корней дужек, проекционное смещение остистых, поперечных и суставных отростков, степень деформации позвонков и межпозвоночных пространств.

Из множества способов количественной характеристики деформаций позвоночника наиболее точным и признанным во всем мире является измерение по *методу Cobb* (1948): для измерения угла деформа-

ции проводят линии, параллельные верхней или нижней поверхности нейтрального позвонка в верхней и нижней частях дуги искривления. На этих линиях восстанавливают перпендикуляры, и их пересечение образует угол, равный углу искривления.

Важным в характеристике сколиотической деформации считали величину центрального угла на вершине искривления как наиболее ригидного сегмента, от выраженности которого зависит степень деформации и возможность её коррекции. За центральный принимался угол, образованный тремя кульминационными позвонками основной дуги.

Наряду с боковой девиацией сколиотическая болезнь сопровождается ротацией и торсией тел позвонков. Если при начальных степенях сколиоза вращение позвонков незначительное и функционально обратимо (Е. Э. Паламарчук, 1995), то с нарастанием деформации до III степени усугубляются анатомо-структуральные изменения в позвоночнике, приобретая необратимый характер.

Поэтому важно своевременное определение ротации и торсии позвонков, позволяющее, с одной стороны, прогнозировать течение сколиоза, а с другой, — разрабатывать новые способы лечения, направленные на уменьшение деформации и ротационно-торсионного компонента.

По рентгенограммам, выполненным в передне-задней проекции в положении стоя и лёжа, вычисляли угол ротации позвонков, образующих основную кривизну позвоночника, по *методу Nash and Mol* (1969)* — определение ротации позвонков по степени смещения основания дужек (нейтральная степень соответствует нормальному состоянию позвонка — 0° торсии; смещение основания дужки с выпуклой стороны на 25% соответствует 25° торсии, на половину ширины тела позвонка — 50°, на три четверти — 75°). При измерении использовали в качестве ориентиров средние точки обоих боковых краев апикального позвонка и проекция корня дужки с выпуклой стороны искривления. Используя эти ориентиры, определяли приблизительный угол ротации и торсии.

Для оценки стабильности сколиотического искривления позвоночника применяли *метод определения индекса стабильности* (ИнС) *Казьмина* (А. И. Казьмин, 1963). Расчёт ИнС проводился по формуле

$$\text{ИнС} = \frac{180^\circ - \varphi_1}{180^\circ - \varphi_2},$$

* Э. В. Ульрих, А. Ю. Мушкин, 2002.

где φ_1, φ_2 — угол искривления в положении лежа и в положении стоя.

Низкие показатели ИнС говорят о слабой стабильности искривления, и наоборот, чем выше показатели ИнС, тем более стабильной или фиксированной является сколиотическая деформация.

1.1.2. Метод рентгеновской компьютерной томографии

Появление рентгеновской компьютерной томографии существенно расширило возможности диагностики заболеваний позвоночника. Компьютерная томография (КТ) позволяет получать поперечные плоскостные изображения позвоночника, дифференцировать интраспинальные структуры, выявлять незначительные различия в плотности нормальных и патологически измененных тканей (А. Ю. Васильев, Н. К. Витько, 2001).

Наиболее типичным признаком дистрофии пульпозного ядра на компьютерных томограммах является *вакуум-феномен* внутри диска — очаги воздушной плотности с четкими контурами (рис. 1.1). При изменении положения тела и нагрузки на позвоночник они не исчезают. Длительное наблюдение за такими больными показывает невозможность значительного уменьшения выраженности вакуум-феномена.

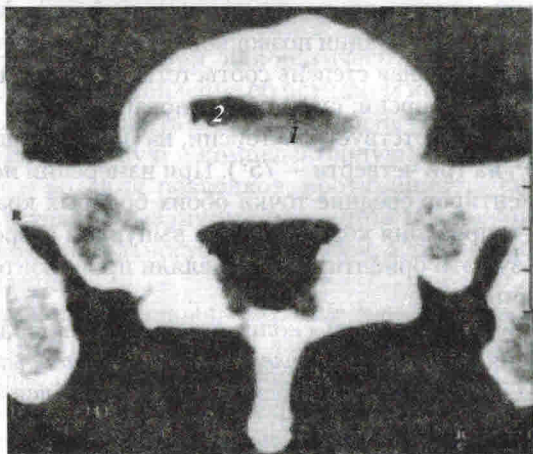


Рис. 1.1. Компьютерная томограмма позвоночного сегмента $L_4 \sim S_1$ на уровне межпозвоночного диска: 1 — угол наклона гентри недостаточен для проведения сканирования в плоскости межпозвоночного диска, поэтому диск визуализируется частично; 2 — вакуум-феномен в диске

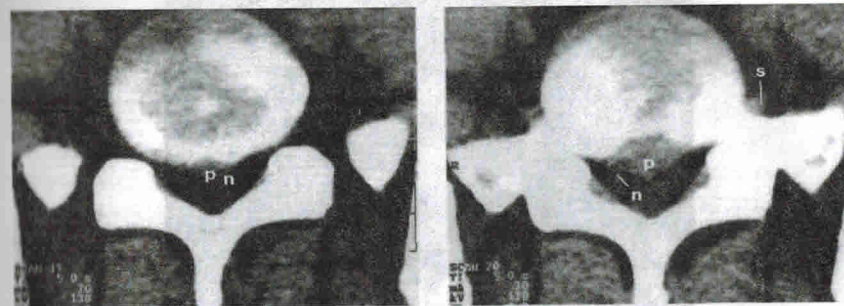


Рис. 1.2. Дорсальная медианная протрузия межпозвоночного диска $L_4 \sim S_1$: п — корешок Навотта; р — протрузия межпозвоночного диска; s — спинальный нерв

Дорсальная форма локальной протрузии при КТ визуализируется в виде заднего выступания диска на 3×10 мм однородной структуры или с краевыми обызвествлениями, всегда с четкими и ровными контурами (рис. 1.2)*. Отклонение вершины протрузии от сагиттальной линии определяет сторону неврологической симптоматики.

Фораминальная протрузия проявляется в виде выступания диска в сторону межпозвоночного отверстия. При этом отверстие полностью или частично сужается. Общая картина фораминальных протрузий сходна с дорсальными.

Компрессии корешков способствует также артроз дугоотростчатых суставов. Остеофиты, исходящие из краев тела позвонка, в отличие от суставных экзостозов, редко приводят к корешковым расстройствам. Это связано с их стационарным взаимоотношением со спинальным ганглием.

Возникновение передних и боковых деформаций межпозвоночного диска обусловлено неравномерностью дегенеративного процесса в нём, а также врожденными дефектами развития фиброзного кольца и передней продольной связки. Нередко указанные изменения в дисках сочетаются с люмбализацией. У большинства обследуемых отмечается выраженный в той или иной степени псевдоспондилолистез. Вероятно, гипермобильность и нестабильность в позвоночно-двигательных сегментах способствуют формированию указанных форм протрузий.

* Клинически: двусторонняя псевдоридикулопатия корешков S_1 (рис. 1.2—1.6) взяты из статьи А. Ю. Васильева, Н. К. Витько «Компьютерная томография в диагностике дегенеративных изменений межпозвоночных дисков», Радиология — практика, № 1, 2001.

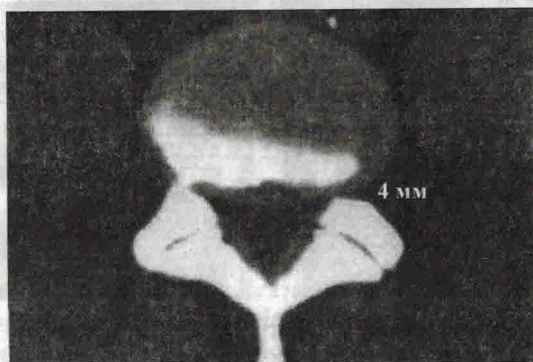


Рис. 1.3. Равномерная циркулярная протрузия (4 мм) межпозвоночного диска

Равномерная циркулярная протрузия выявляется наиболее часто при лучевом обследовании. Само определение этого вида протрузий свидетельствует о равномерном дегенеративно-дистрофическом процессе в межпозвоночном диске. Равномерные циркулярные протрузии могут играть весьма существенную роль в возникновении неврологической симптоматики.

Равномерная циркулярная протрузия характеризуется горизонтальным круговым выпячиванием диска (рис. 1.3). Размеры протрузий могут варьировать от 3 до 12 мм, однако разница составляет не более 1 мм. Структура чаще однородна, но нередко имеется краевое обызвествление. Контуры ровные и чет-

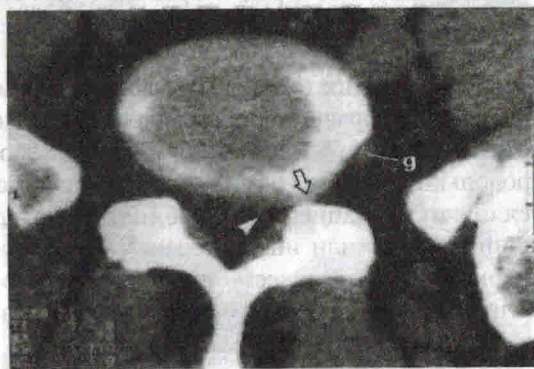


Рис. 1.4. Циркулярно-фораминальная левосторонняя протрузия межпозвоночного диска $L_V - S_1$, стрелка — направление протрузии; g — передняя ветвь спинального нерва L_5 , головка стрелки — отсеченный левый корешок Нажотта S . Возможно поражение корешков соседних гомолатеральных сегментов L_5 за счет компрессии в межпозвоночном отверстии и S за счет натяжения

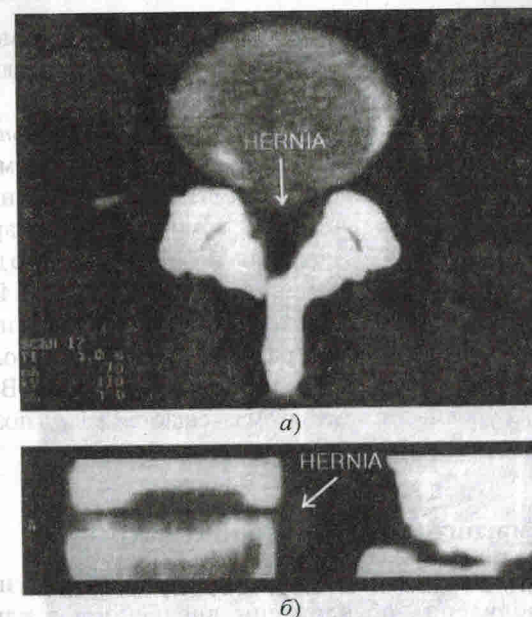


Рис. 1.5. Медианная грыжа межпозвоночного диска $L_{IV} - L_V$: a — аксиальная томограмма; b — сагиттальная реконструкция изображения. Грыжа располагается на уровне межпозвоночного диска (стрелка). Возможно поражение обоих корешков L_V

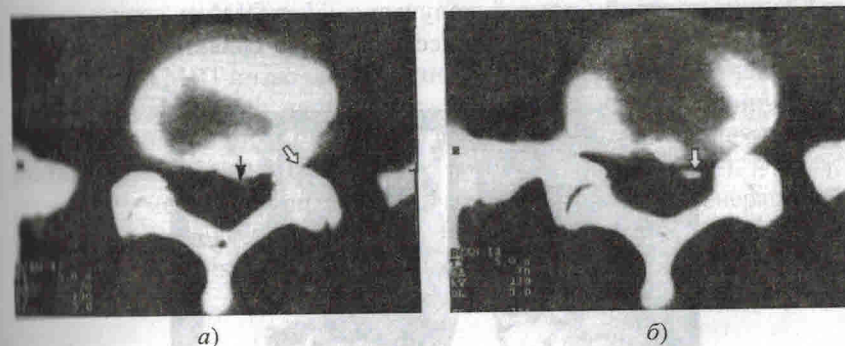


Рис. 1.6. Парамедианная грыжа межпозвоночного диска $L_V - S_1$ с левосторонней латерализацией, возникшая на фоне циркулярной протрузии примерно за 3 года до исследования: a — грыжа диска (тонкая стрелка), — обызвествление протрузии в области левого межпозвоночного отверстия, создающее неблагоприятные условия для корешка L_V (толстая стрелка); b — краевое обызвествление грыжи (стрелка)

кие, а в случаях длительно существующего процесса — менее чёткие и фестончатые. Объем эпидуральной клетчатки, прилегающей к протрузиям уменьшен.

Достаточно распространены *циркулярно-фораминальные протрузии*. Ширина наружной части латерального канала в норме составляет около 5 мм, поэтому фораминальная часть протрузии не превышает этой величины. На компьютерных томограммах обнаруживается неравномерное циркулярное выбухание межпозвоночного диска с максимальной её величиной в фораминальном отделе (рис. 1.4).

Грыжи межпозвоночных дисков, за исключением интракорпоральных, образуются вследствие разрыва фиброзного кольца. Чаще пульпозное ядро перемещается в дорсальную сторону. Вначале оно располагается на уровне диска, а затем смещается вдоль позвоночника вниз, реже — вверх (рис. 1.5 и 1.6).

1.1.3. Метод магнитно-резонансной томографии

Современные достижения в диагностике остеохондроза и его неврологических проявлений обусловлены внедрением в клиническую практику магнитно-резонансной томографии (МРТ) (А. В. Холин, 1991; А. В. Холин и др., 1991). Используя МРТ, получают анатомическое сечение позвоночника в трёх взаимно пересекающихся проекциях (горизонтальной, фронтальной, сагиттальной) без воздействия ионизирующего излучения. Это выгодно отличает МРТ от КТ, при которой больной получает значительную дозу рентгеновских лучей. Специальные исследования, сравнивающие точ-

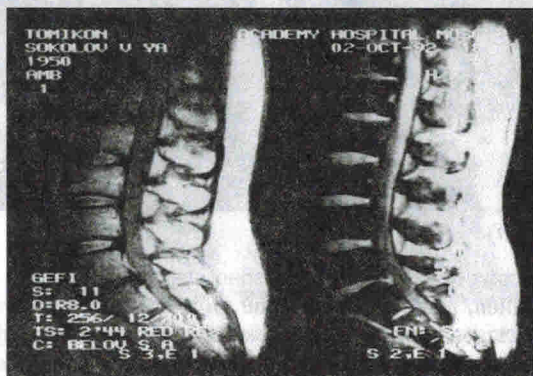


Рис 1.7. Данные МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника у больных с синдромом люмбагии

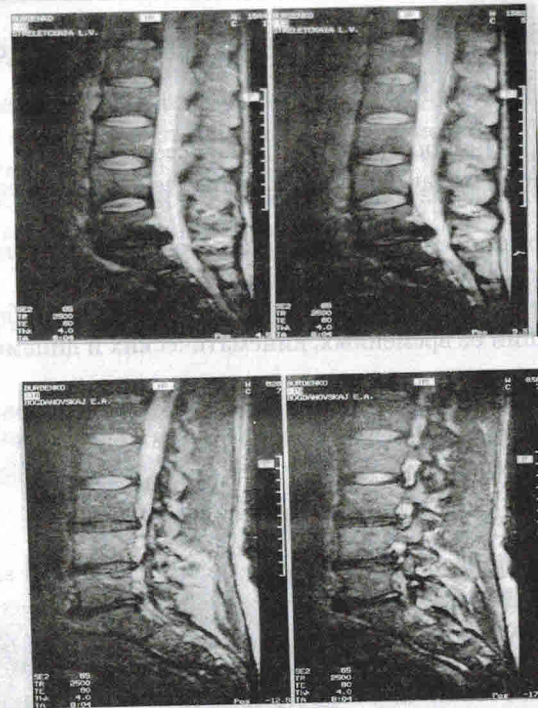


Рис 1.8. Данные МРТ у больных с синдромом люмбагии

ность методов МРТ и КТ в выявлении поясничных грыж, показали лучшие результаты первого.

Метод МРТ позволяет получить детализированную и чёткую картину патологии поясничного отдела позвоночника: величину грыжи, ширину спинномозгового канала, наличие спаечного процесса, стеноз спинномозгового канала на всем его протяжении (рис. 1.7).

Этот метод выявляет даже начальные признаки дегенерации дисков, что определяется по их окраске, а это существенно помогает диагностике заболевания (рис. 1.8).