

Рентгеновская морфометрия позвоночника в диагностике остеопороза

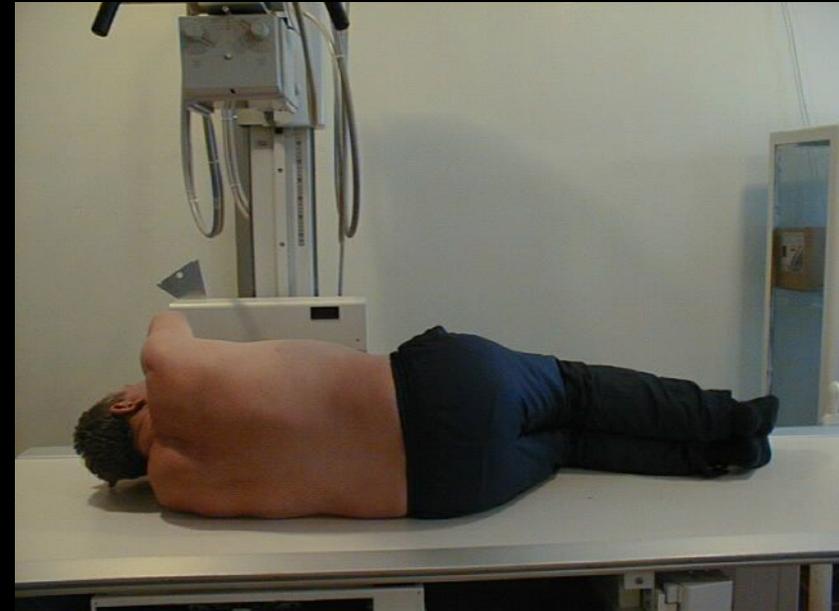
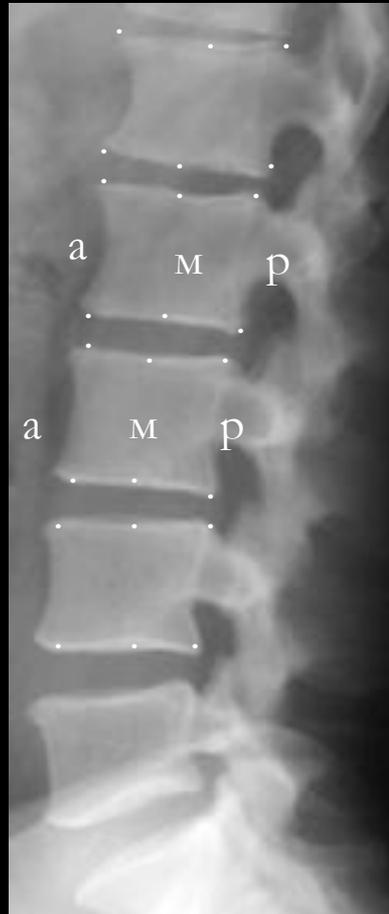
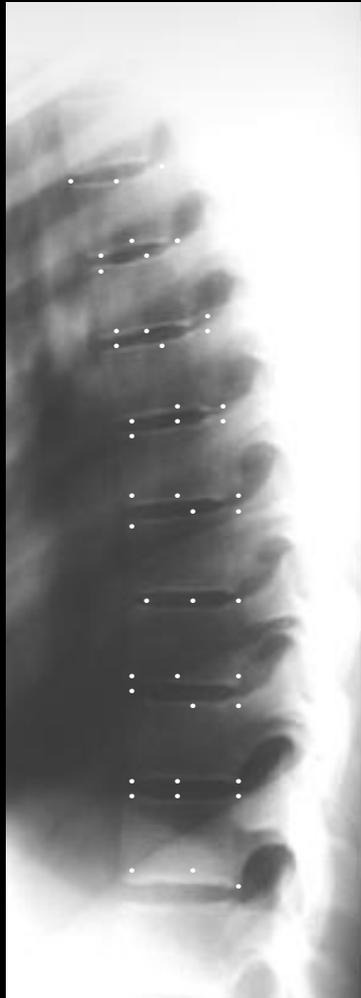
Кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии с
курсом медицинской физики ЯГМА

Методика рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба

- Рентгеновская морфометрия позвоночного столба – рентгеновский метод объективной, статистически достоверной оценки деформационных изменений тел позвонков **любого характера и происхождения.**

Метод позволяет достоверно выявить и оценить закономерности, свойственные для остеопоротических деформационных изменений тел позвонков.

Методика рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба

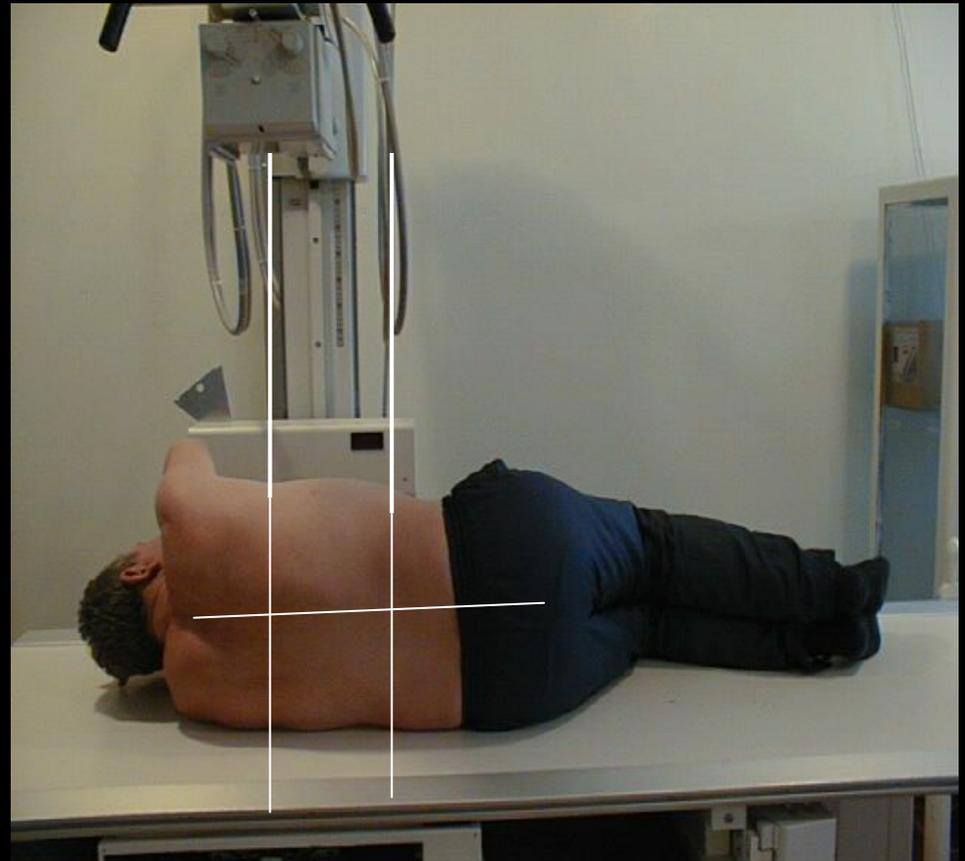


- Рентгенография позвоночного столба.
- Разметка для морфометрии
- Диапазон Т4-L4

Методика рентгенографии

Рентгенография позвоночного столба

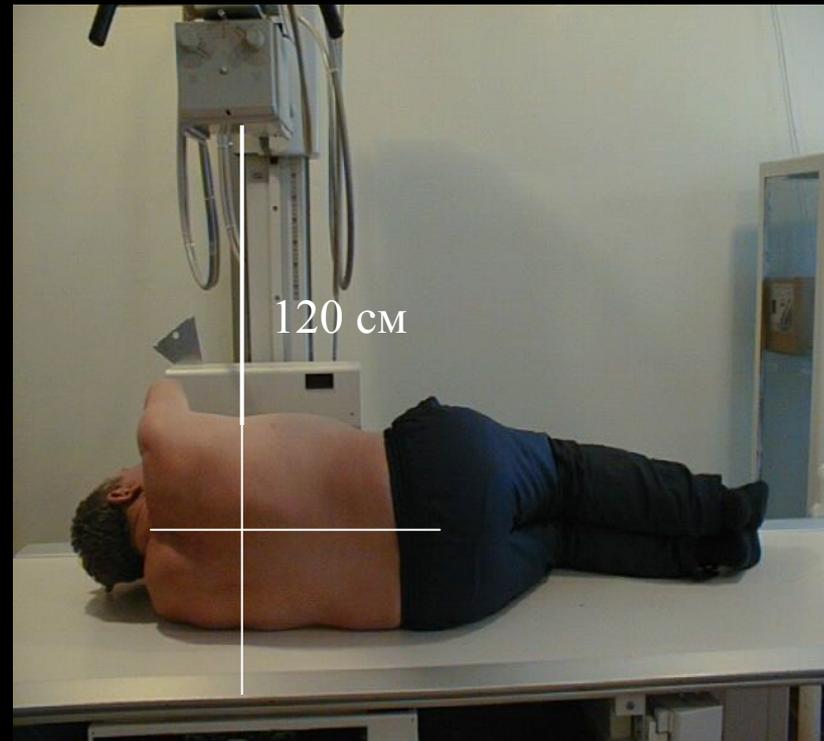
- - рентгенография грудного и поясничного отделов позвоночного столба в строго левой боковой проекции с визуализацией тел в диапазоне Т4-L4.



Методика рентгенографии

Рентгенография позвоночного столба

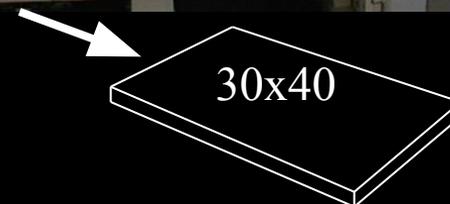
- - рентгенография позвоночного столба с фокусного расстояния 120 см.
- - центрация при рентгенографии на область Т-6 в грудном отделе и зону L2-3 в поясничной части.



Методика рентгенографии

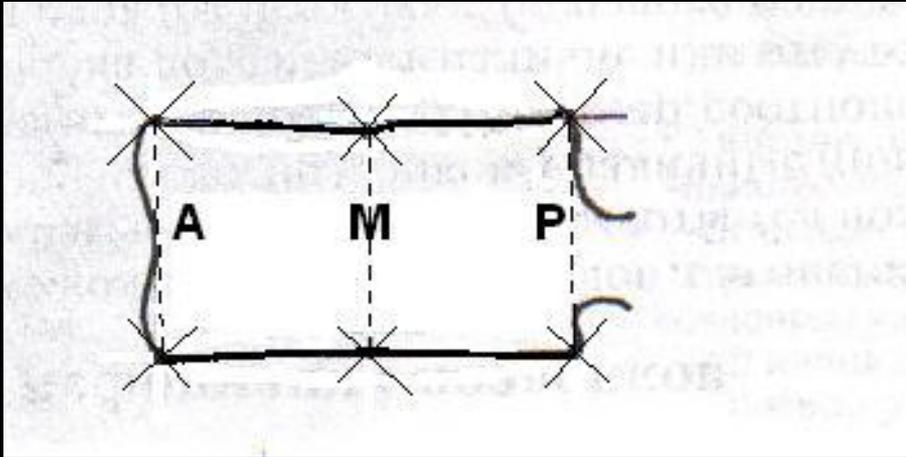
Рентгенография позвоночного столба

- - рентгенография на пленке размером 30x40 см.
- - режим рентгенографии обычный или более «мягкий».



Методика рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба

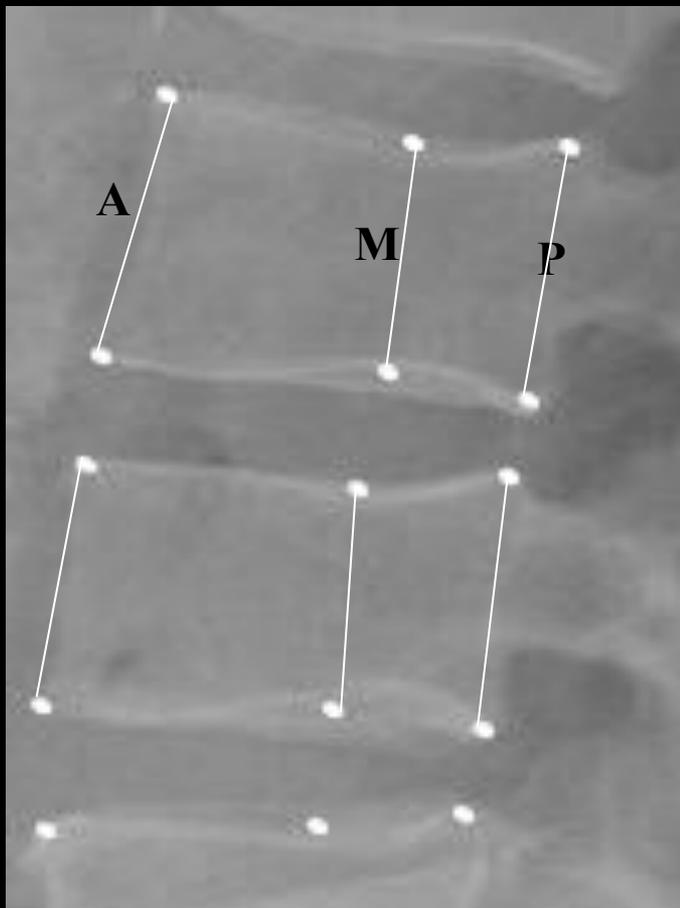
РАЗМЕТКА и ИЗМЕРЕНИЕ



- **A** - передний размер тела позвонка
- **M** – средний размер тела позвонка
- **P** – задний размер тела позвонка

Методика рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба

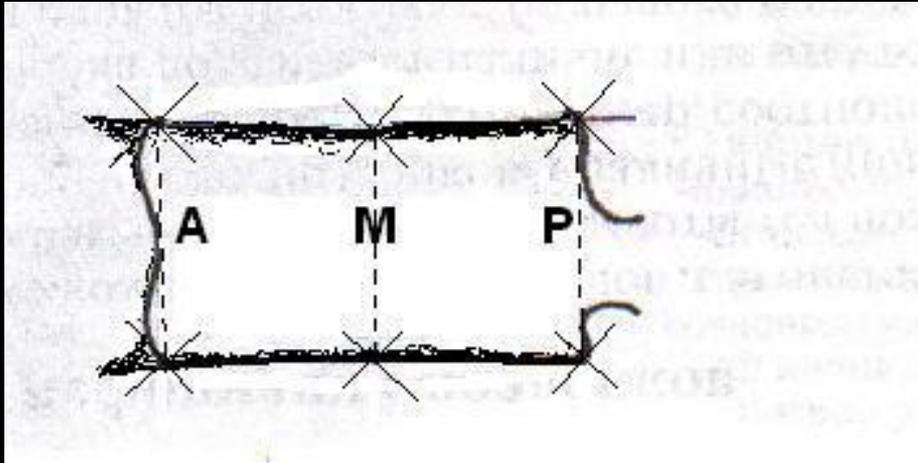
РАЗМЕТКА и ИЗМЕРЕНИЕ



Разметка и измерение
в зоне центрального
луча

Методика рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба

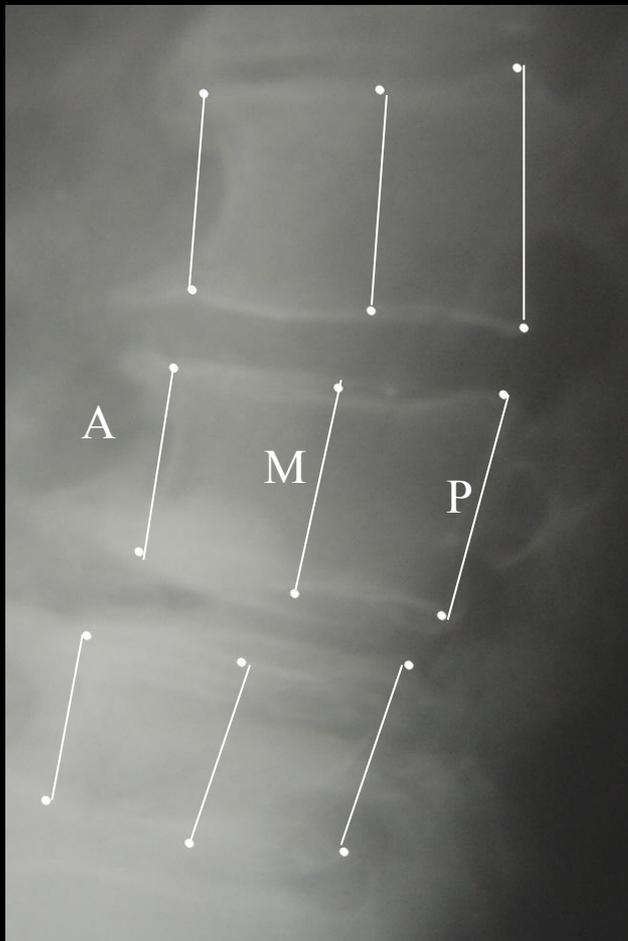
РАЗМЕТКА И ИЗМЕРЕНИЕ



Разметка и измерение
при явлениях
остеохондроза

Методика рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба

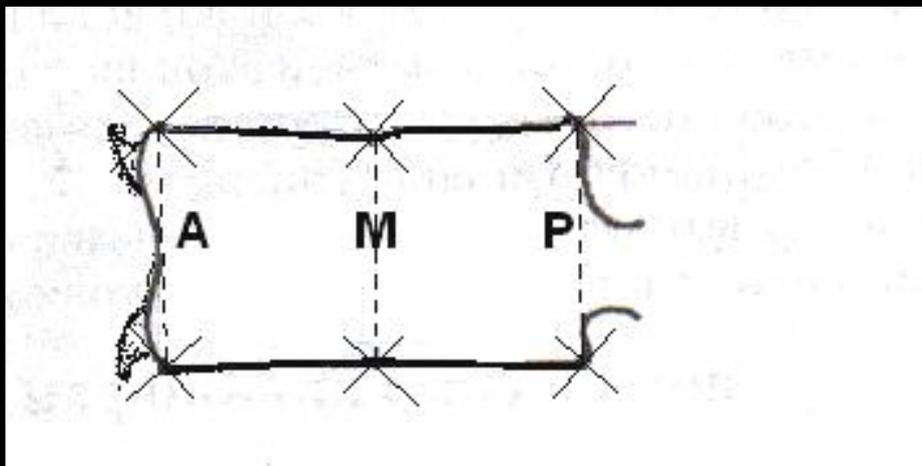
РАЗМЕТКА И ИЗМЕРЕНИЕ



Разметка и измерение
при явлениях
остеохондроза

Методика рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба

РАЗМЕТКА И ИЗМЕРЕНИЕ



Разметка и измерение
при явлениях
спондилоза и
болезни Форестье.

Методика рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба

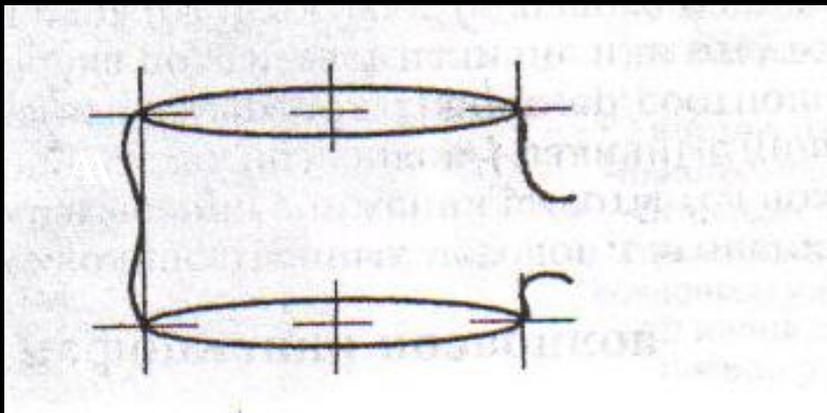
РАЗМЕТКА И ИЗМЕРЕНИЕ



Разметка и измерение
при явлениях
спондилоза и
болезни Форестье.

Методика рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба

РАЗМЕТКА И ИЗМЕРЕНИЕ



- Разметка и измерение вне зоны центрального луча

Методика рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба

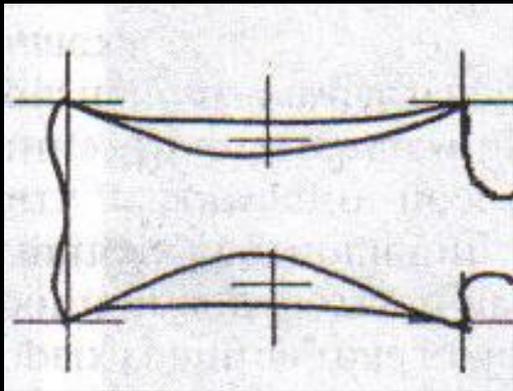
РАЗМЕТКА И ИЗМЕРЕНИЕ



- Разметка и измерение вне зоны центрального луча

Методика рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба

РАЗМЕТКА И ИЗМЕРЕНИЕ



- Разметка и измерение при деформациях

Методика рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба

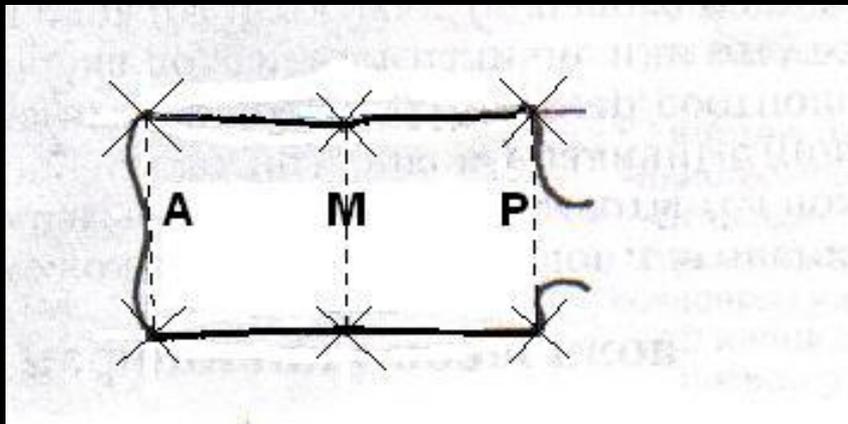
РАЗМЕТКА И ИЗМЕРЕНИЕ



- Разметка и измерение при деформациях

Методика рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба

РАСЧЕТЫ



Индексы тел позвонков

A/P – переднезадний

M/P – среднезадний

P/P_n – заднезадний

P_n – средний размер заднего края
четырех соседних позвонков

Методика рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба

РАСЧЕТЫ

Автор	Измерение	Параметры	Точность	Критерий «перелома»
H. Minne	Ha, m, p	Индекс деформации	<4%	Ниже границы N
L. Hediund	Ha, m, p	Угол клина	<5%	>2 sd
L. Melton	Ha, m, p	Соотношение размеров	<4%	<0,85
K. Davies	Ha, m, p	Различия клиновидности		Ниже 1-го и выше 10-го децилле
J. Harrison	Ha, m, p	Соотношение размеров	5-15%	<0,75, (-15%)
R. Smith	Ha, m, p	Индекс исслед. области	5-9%	Ниже нормы на 1%
P. Ross	Ha, m, p	Снижение высоты	5%	-3sd от Z нормы
E. McCloskey	Ha, m, p	Соотношение размеров	3-12%	-3 sd ниже среднего для двух критериев

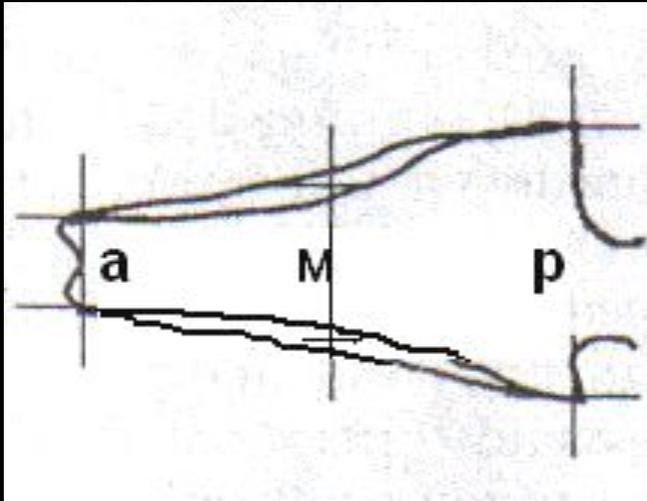
Методика рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба

РАСЧЕТЫ

Методика учета рентгеноморфометрических данных **Felsenberg** Отсутствие деформаций - M/P более 0,85 от нормы (норма-1,0). 1 ст. деформаций- “рыбьих позвонков” M/P 0,80-0,85,
2 ст. - M/P - 0,75-0,80,
3.1. ст.- M/P меньше 0,75 ,
3.2. ст.- A/P менее 0,75,
4 ст. - “краш” перелом со значительным уменьшением всех отделов тела позвонка.

Методика рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба

Анализ полученных данных



- **Передняя
клиновидная
деформация**

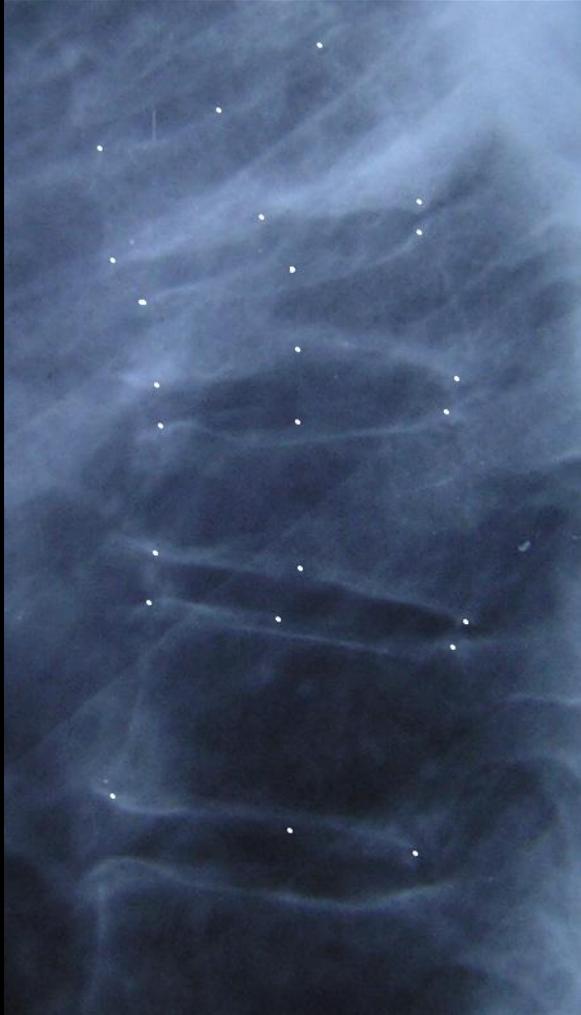
$$A/P \ll,$$

$$M/P < N$$

$$P/P_n - N$$

Методика рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба

Анализ полученных данных



- **Передняя
клиновидная
деформация**

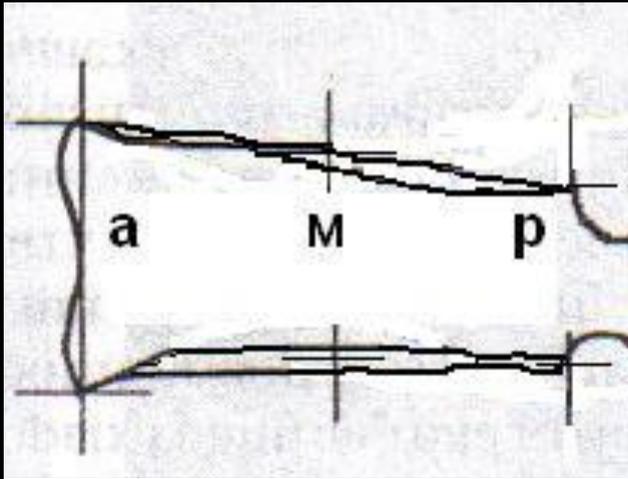
$A/P \ll$,

$M/P < N$

$P/P_n - N$

Методика рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба

Анализ полученных данных



- **Задняя
клиновидная
деформация**

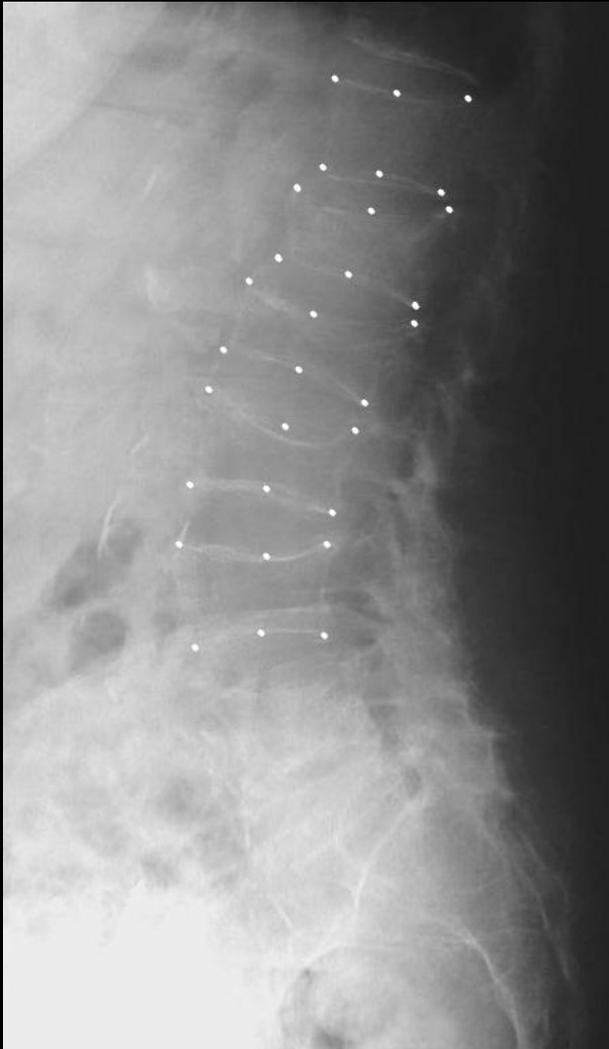
$$A/P \gg N$$

$$M/P > N$$

$$P/P_n \ll N$$

Методика рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба

Анализ полученных данных



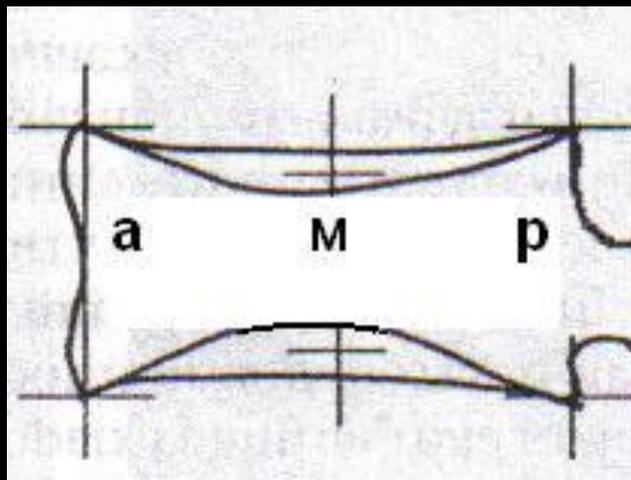
- **Задняя
клиновидная
деформация**

$$A|P \gg N$$

$$M|P > N$$

$$P|P_n \ll N$$

Методика рентгеноморфометрического исследования
позвоночного столба
Анализ полученных данных



- **Двояковогнутая деформация**

$A|P - N$

$M|P \ll N$

$P|P_n - N$

Методика рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба

Анализ полученных данных



■ Двояковогнутая деформация

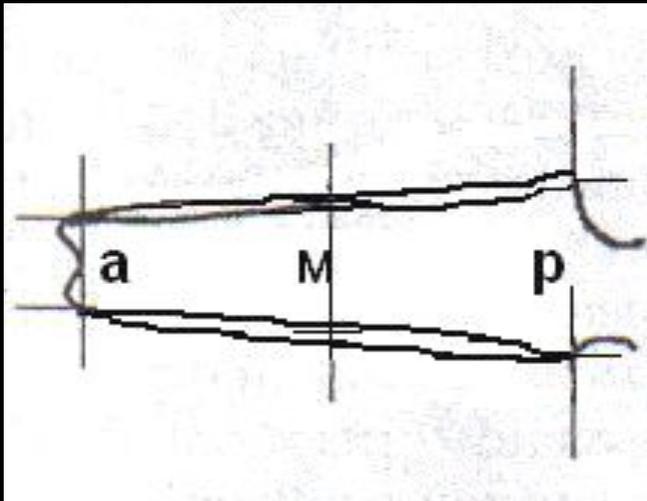
A|P - N

M|P << N

P|P_n - N

Методика рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба

Анализ полученных данных



- **Компрессионная деформация**

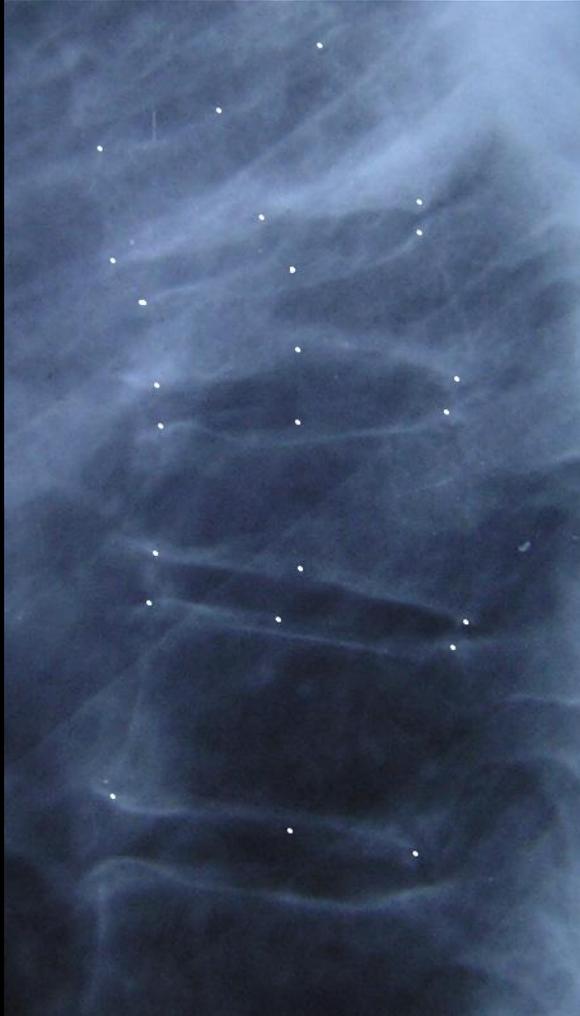
A|P около N

M|P около N

P|Pn << N

Методика рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба

Анализ полученных данных



- **Компрессионная деформация**

A/P около N

M/P около N

$P/P_n \ll N$

Диагностические возможности рентгеновской морфометрии позвоночного столба при остеопорозе

- 1. Исследование популяционных особенностей состояния размеров и формы тел позвонков.
- 2. Диагностика остеопоротических переломов тел позвонков.
- 3. Определение динамики деформационных изменений тел позвонков.
- 4. Диагностика начального остеопороза
- 4. Дифференциальная диагностика

1. Исследование популяционных особенностей состояния размеров и формы тел позвонков

■ Женщины 70 лет и старше

	А	М	Р	А/Р	М/Р
■ T-4	19,60±0,65	20,59±0,47	23,05±0,56	0,85±0,05	0,89±0,05
■ T-5	19,30±0,85	20,64±0,76	22,22±0,68	0,87±0,05	0,93±0,05
■ T-6	19,52±0,68	20,96±0,45	22,85±0,53	0,85±0,05	0,92±0,05
■ T-7	19,84±0,83	21,67±0,60	23,57±0,60	0,84±0,05	0,92±0,05
■ T-8	20,01±0,60	22,00±0,53	23,97±0,53	0,83±0,05	0,92±0,05
■ T-9	21,47±0,67	22,97±0,67	24,35±0,74	0,88±0,05	0,94±0,05
■ T-10	22,66±0,74	24,01±0,60	25,54±0,60	0,89±0,05	0,94±0,05
■ T-11	23,99±0,89	25,32±1,04	27,44±0,97	0,87±0,05	0,92±0,05
■ T-12	25,86±1,07	27,19±0,76	29,40±0,69	0,88±0,05	0,92±0,05
■ L-1	27,95±1,07	28,78±0,69	31,24±0,05	0,89±0,05	0,92±0,05
■ L-2	29,95±0,77	29,68±0,92	31,65±0,85	0,95±0,05	0,94±0,05
■ L-3	30,42±0,99	30,58±0,76	31,63±1,30	0,96±0,05	0,97±0,05
■ L-4	30,50±1,07	30,44±0,91	30,73±0,91	0,99±0,05	0,99±0,05

1. Исследование популяционных особенностей состояния размеров и формы тел позвонков

- Распространенность остеопоротических переломов тел позвонков (%)

	Мужчины	Женщины
Москва	7,5	8,8
Ярославль	12,1	16,1
Европа в целом	11,1	14,7
Восточная Европа	11,3	11,1
Скандинавия	16,2	20,0
Западная Европа	11,6	11,4
Средиземноморье	13,6	12,2

1. Исследование популяционных особенностей состояния размеров и формы тел позвонков



- Распространенность остеопоротических переломов тел позвонков в Европе

2. Диагностика остеопоротических переломов тел позвонков



Травматический перелом

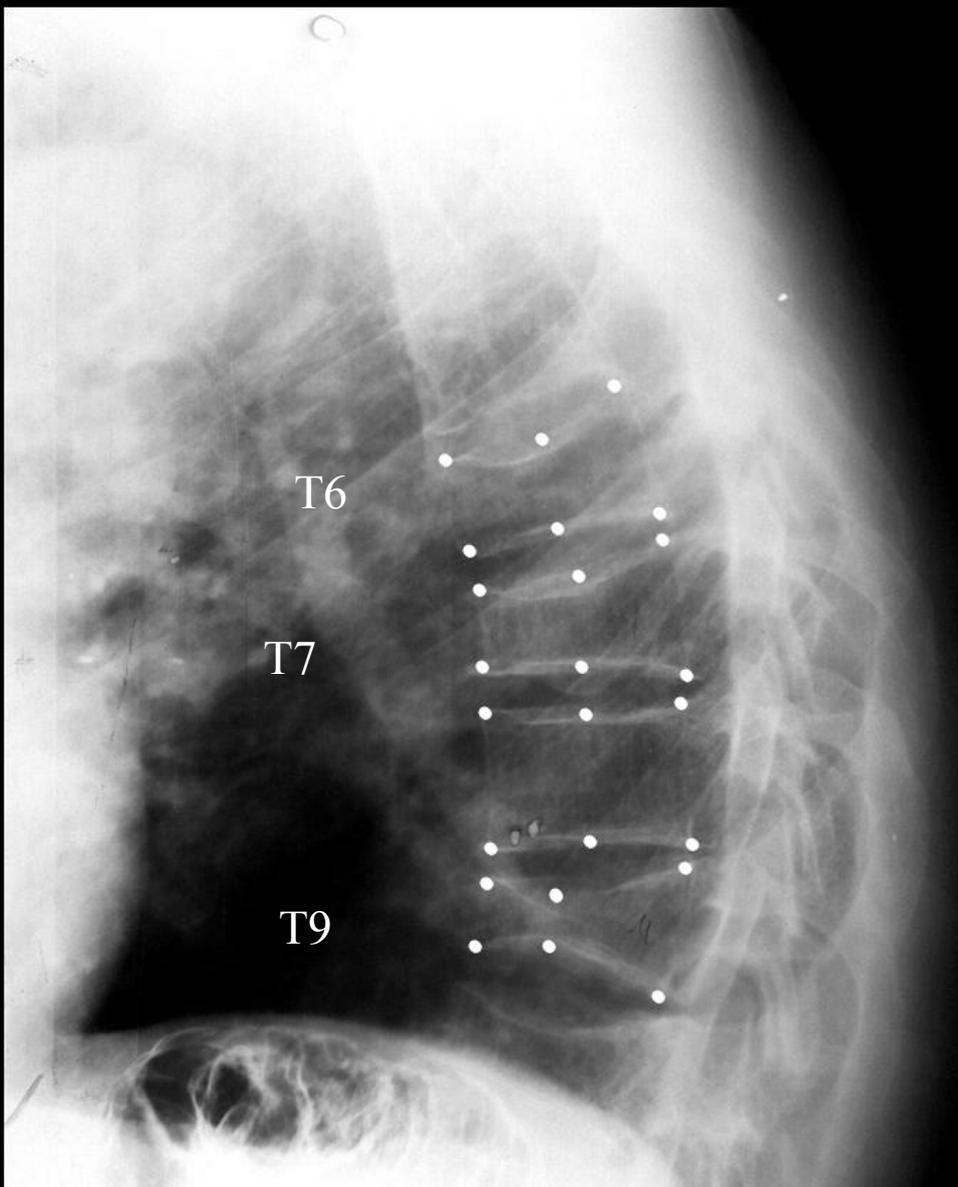


Остеопоротический перелом

- **Диагностика «osteoporoticких переломов»**

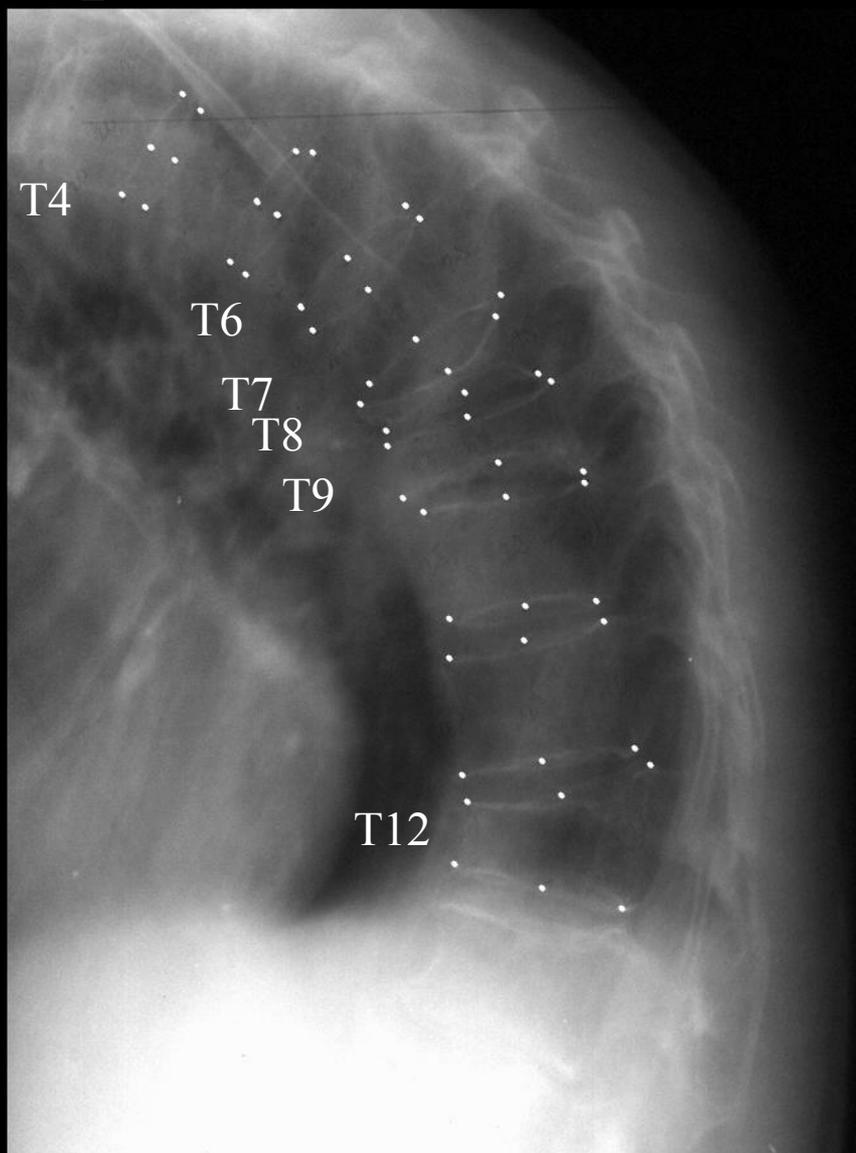
- снижение одного или нескольких индексов тел позвонков на 3,5 sd и более

2. Диагностика остеопоротических переломов тел позвонков



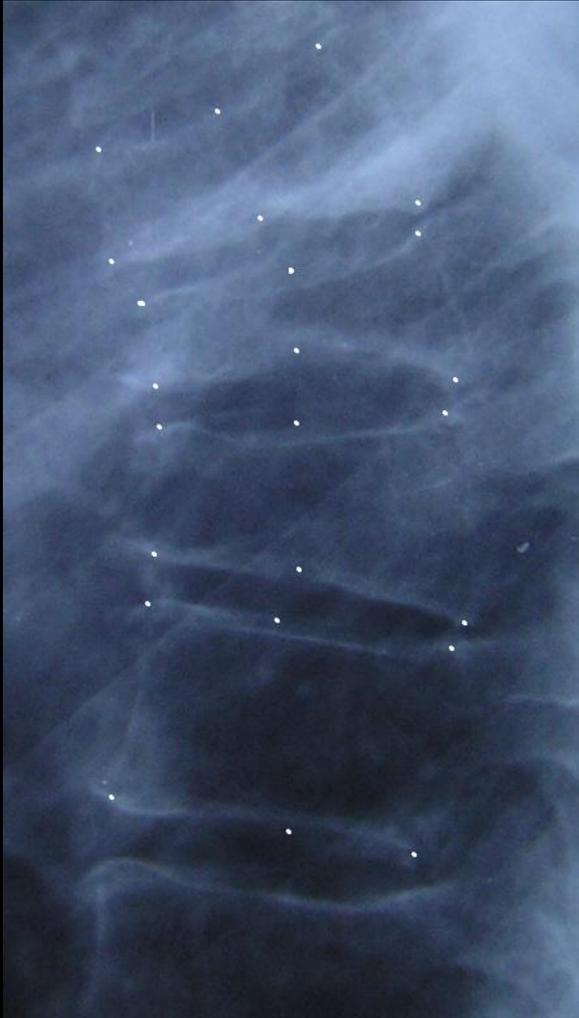
- **Диагностика «osteoporотических переломов»**
- снижение одного или нескольких индексов тел позвонков на 3,5 sd и более

2. Диагностика остеопоротических переломов тел позвонков



- **Диагностика «osteoporотических переломов»**
 - снижение одного или нескольких индексов тел позвонков на 3,5sd и более

2. Диагностика остеопоротических переломов тел позвонков



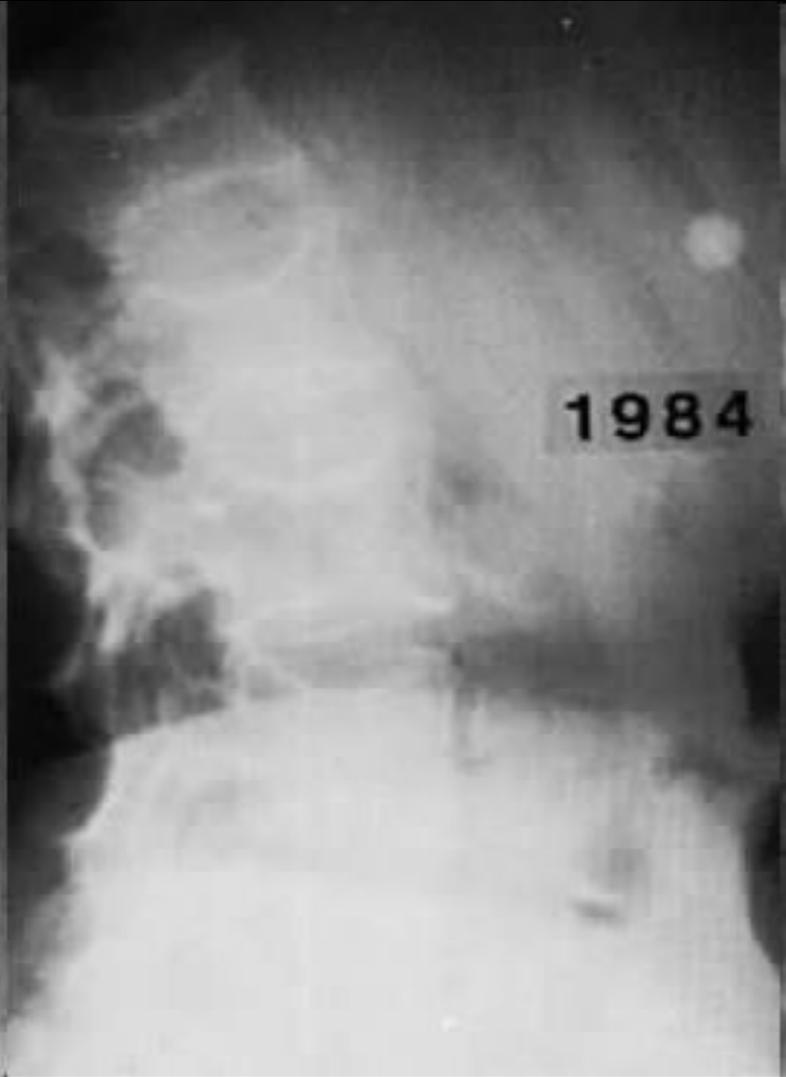
- **Диагностика «остеопоротических переломов»**
 - снижение одного или нескольких индексов тел позвонков на 3,5sd и более

3. Определение динамики деформационных изменений



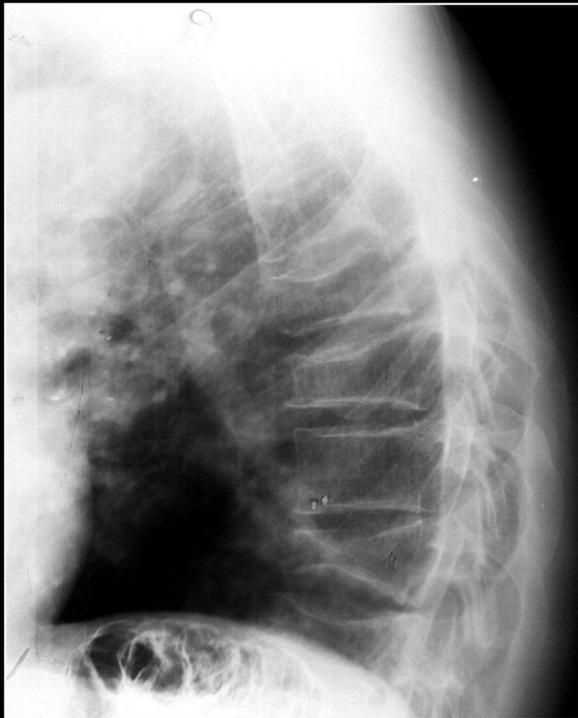
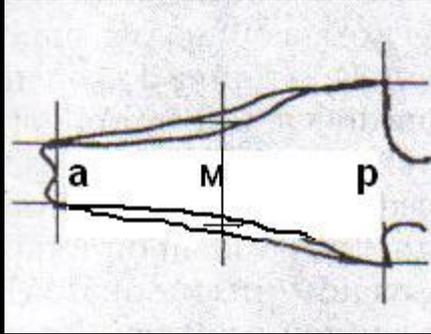
- **Динамика деформаций – новые деформационные изменения уменьшение индексов на 1,5 sd и более**
- Увеличение объема деформационных изменений тел позвонков при активном остеопорозе (справа – первый этап исследования – умеренные распространенные деформационные изменения тел позвонков,
- слева – контрольный снимок через год после первого – выраженные, распространенные деформационные изменения тел позвонков различного характера и глубины, включая и соответствующие по степени остеопоротическим переломам

3. Определение динамики деформационных изменений



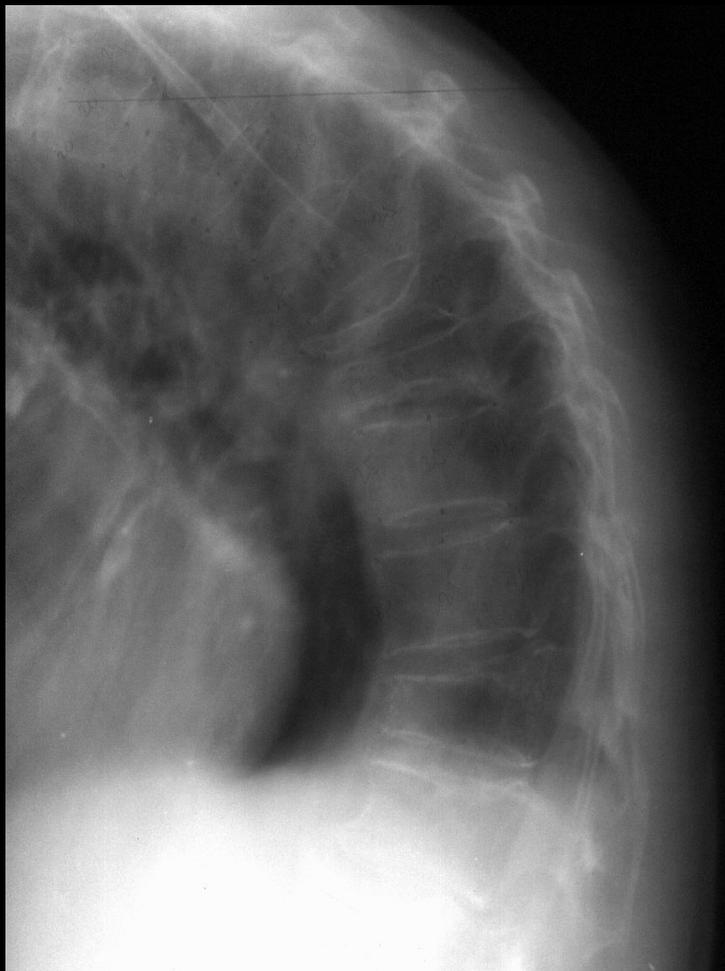
4. Дифференциальная диагностика

остеопороз



- Увеличение рентгенопрозрачности тел позвонков.
- Закономерные по характеру, глубине и распространенности деформационные изменения тел позвонков.
- Кифоз грудного отдела позвоночного столба, гиперлордоз поясничного отдела.

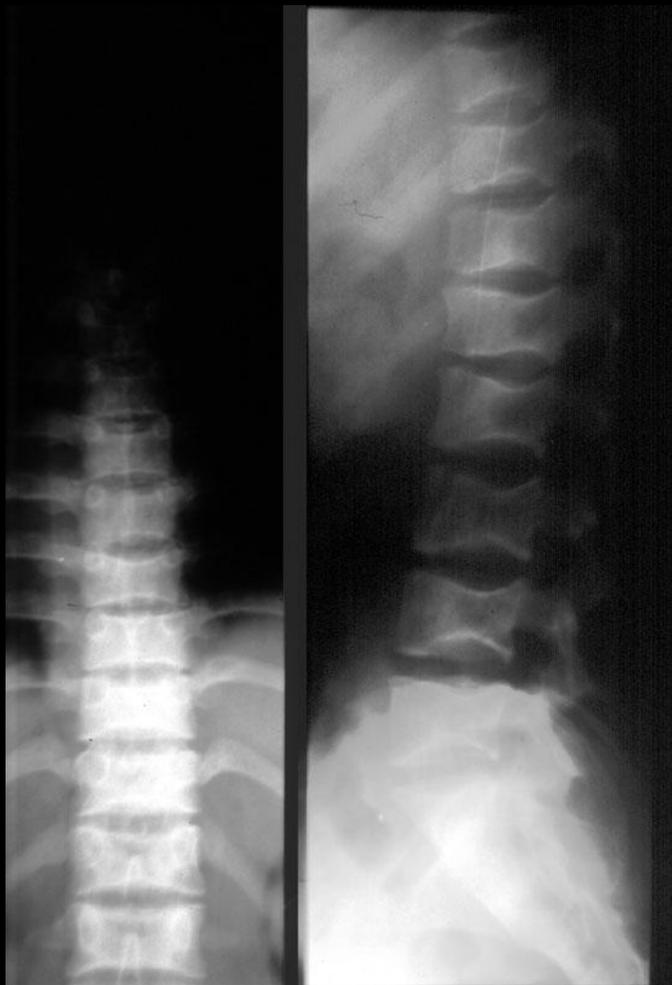
4. Дифференциальная диагностика определение деформационного фона



- Деформационные изменения при остеопорозе множественны, закономерны по характеру и глубине.
- Чередования позвонков с различной степенью деформаций.

4. Дифференциальная диагностика

остеомаляция



- Выраженные, достаточно равномерные, распространенные двояковогнутые деформации тел позвонков. Причиной деформаций в этом случае является повышение пластичности костной ткани и воздействие на нее межпозвонкового диска.

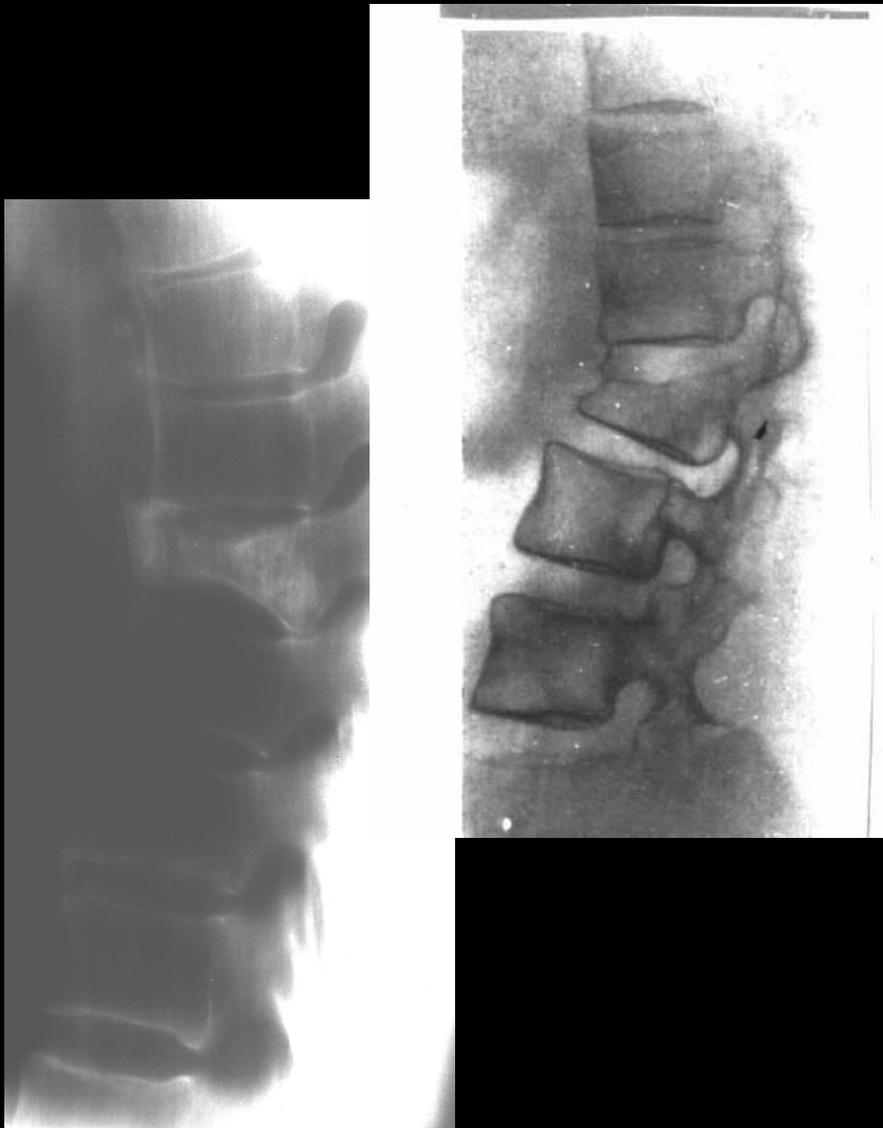
4. Дифференциальная диагностика



острая травма

- Деформация одного или двух тел позвонков,
- **Отсутствие деформационного «фона»**,
- Локализация измененных позвонков на уровне T10-L2,
- Клиновидная деформация со снижением высоты передних отделов со стороны верхней замыкающей площадки,
- Увеличение сагиттального размера тела,
- Нередкое наличие костных отломков,
- Рентгеновские признаки травматических изменений межпозвонковых дисков одного или двух соседних сегментов,
- Частое уплотнение костной структуры поврежденного позвонка,
- Неизменная костная структура прочих тел позвонков,
- Возможность нестабильности тел позвонков.

4. Дифференциальная диагностика «старая» травма



- Деформация одного или двух, чаще соседних позвонков,
- **Отсутствие деформационного остеопоротического «фона»,**
- Локализация измененных позвонков на уровне T10-L2,
- Клиновидная деформация со снижением высоты передних отделов со стороны верхней замыкающей площадки,
- Увеличение сагиттального размера тела,
- Вторичные дистрофические изменения межпозвонковых дисков и передней продольной связки
- Частое уплотнение костной структуры поврежденного позвонка вследствие остеосклероза,
- Возможные признаки нестабильности тел позвонков,
- Неизменная костная структура прочих тел позвонков.

4. Дифференциальная диагностика

болезнь Шоэрмана-Мау

- Последовательная деформация ряда грудных позвонков,
- **Отсутствие деформационного остеопоротического «фона»**,
- Локализация измененных позвонков в области нижней половины грудного отдела,
- Клиновидная деформация со снижением высоты передних отделов со стороны обеих замыкательных площадок,
- Деформация замыкательных площадок с образованием хрящевых узлов,
- Вторичные дистрофические изменения в виде остеохондроза,
- Неизменная костная структура тел позвонков.



4. Дифференциальная диагностика

МЕТАСТАЗЫ



- Деформация одного или двух соседних, реже отдаленных друг от друга тел позвонков,
- Наличие деструктивных изменений
- **Отсутствии деформационного остеопоротического «фона»,**
- Локализация измененных позвонков в любом отделе позвоночного столба,
- Деформационные изменения любого характера и глубины,
- Возможное увеличение сагиттального размера тела позвонка,
- Неизменная костная структура прочих тел позвонков,



4. Дифференциальная диагностика

метастазы



- Отсутствие деформационного фона
- Наличие деструктивных изменений T7
- Углообразная деформация позвоночника

4. Дифференциальная диагностика

СПОНДИЛИТ



- Деформация одного или двух соседних, реже отдаленных друг от друга тел позвонков,
- Наличие деструктивных изменений
- Отсутствие деформационного остеопоротического «фона»,
- Локализация измененных позвонков в любом отделе позвоночного столба,
- Деформационные изменения любого характера и глубины,
- Возможное увеличение сагиттального размера тела позвонка,
- Неизменная костная структура прочих тел позвонков,

4. Дифференциальная диагностика

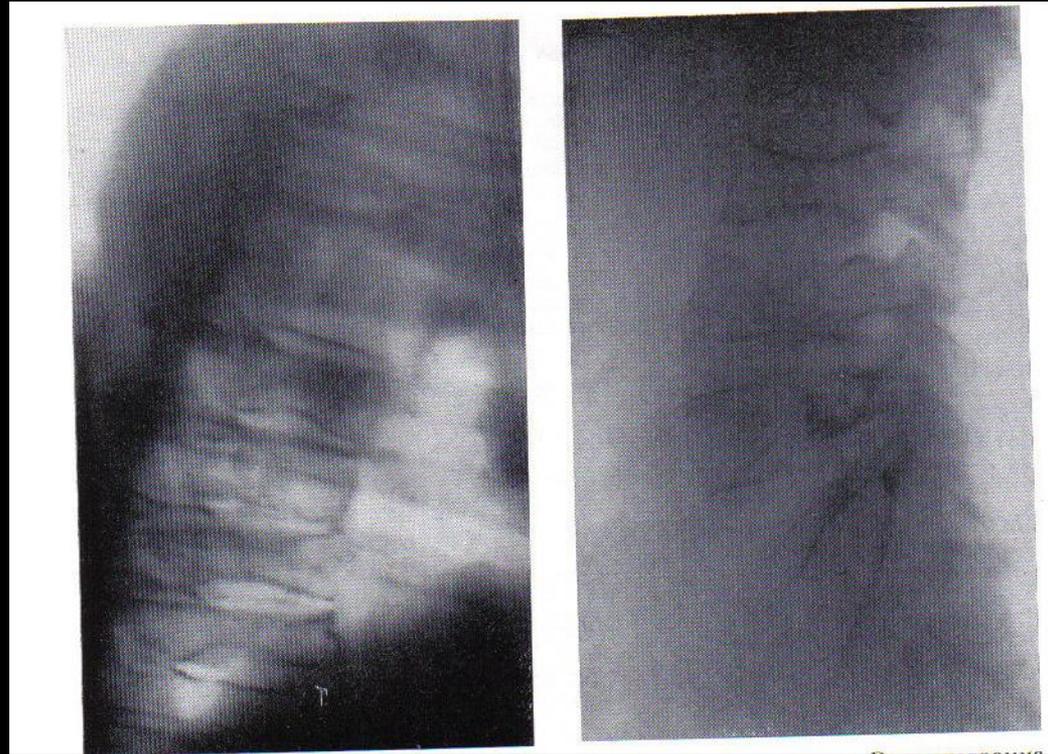
аномальные изменения



4. Дифференциальная диагностика прочие заболевания и состояния

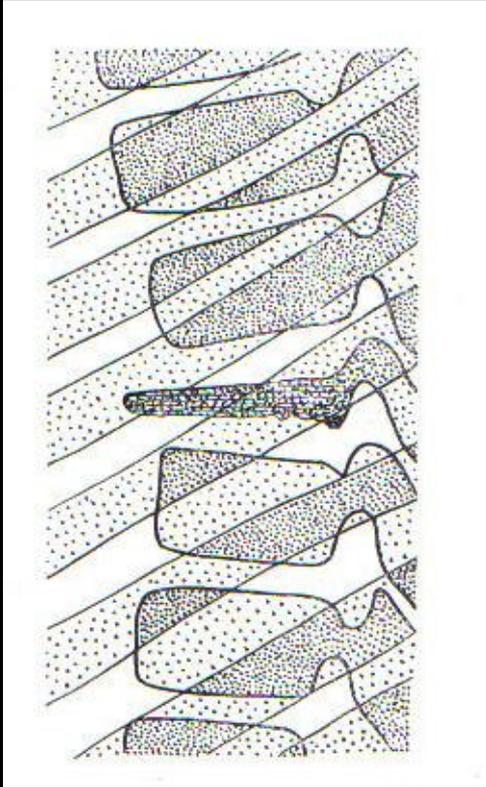


■ Давление извне

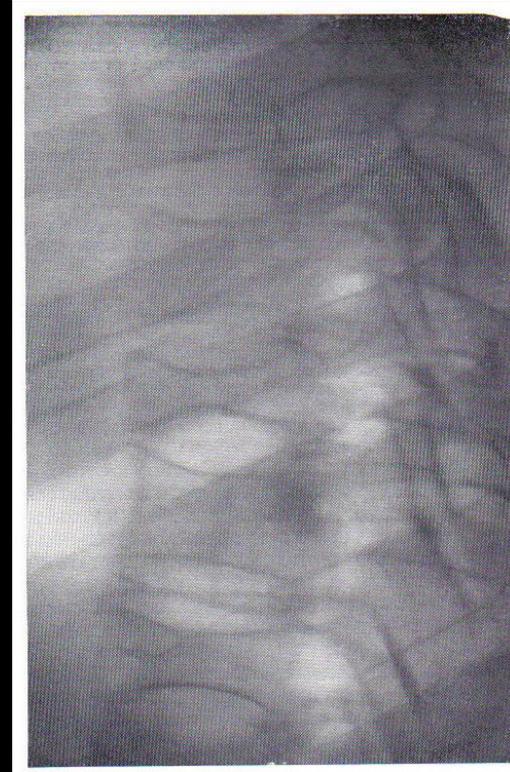


■ Амилоидоз

4. Дифференциальная диагностика прочие заболевания и состояния



■ Болезнь Кальве



■ Кессонная болезнь

4. Дифференциальная диагностика прочие заболевания и состояния



- Болезнь Кюммеля в динамике

4. Дифференциальная диагностика прочие заболевания и состояния



- Хрящевые узлы (грыжи Шморля)

5. Диагностика начального остеопороза

- **Индекс различий размеров позвонков (ИРРП)** – среднее различие размеров тел позвонков (h) в диапазоне от T-7 до T-11. Определяется для передних, средних и задних отделов по формуле:

$$\text{ИРРП} = (h_{T-8} - h_{T-7}) + (h_{T-9} - h_{T-8}) + (h_{T-10} - h_{T-9}) + (h_{T-11} - h_{T-10}) / 4$$

В норме (Т) ИРРП = 1-2 мм.

T7

hA

T8

hA

T9

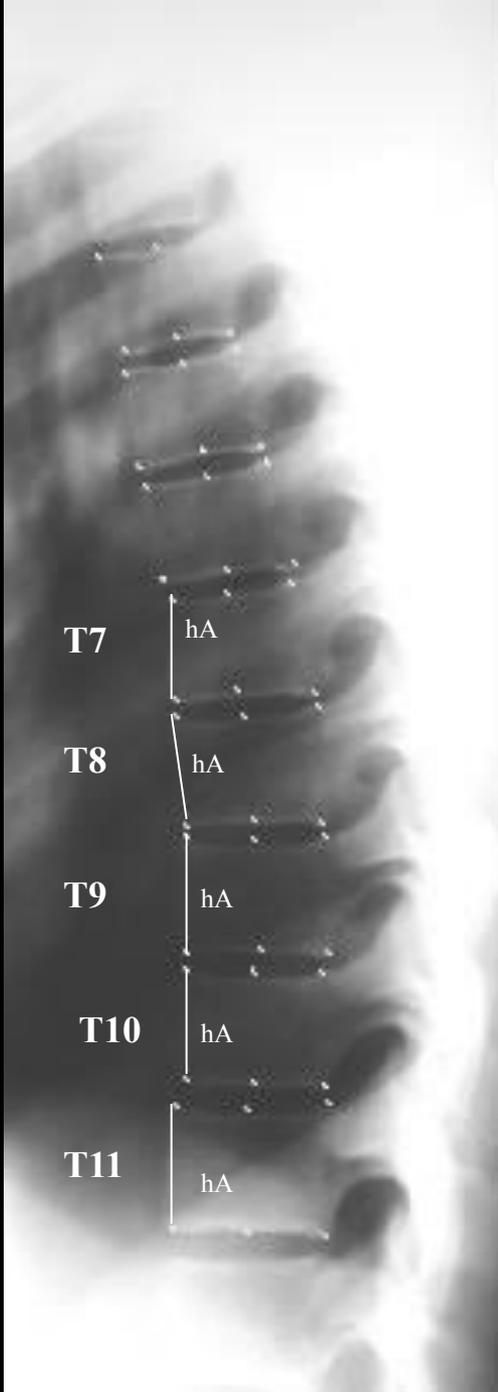
hA

T10

hA

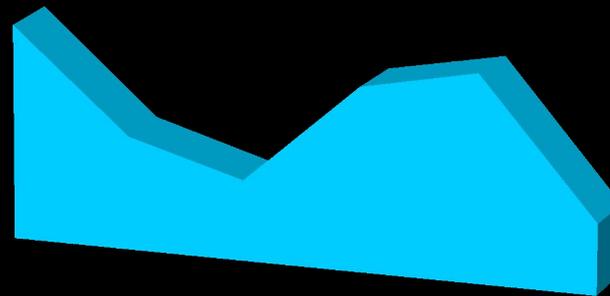
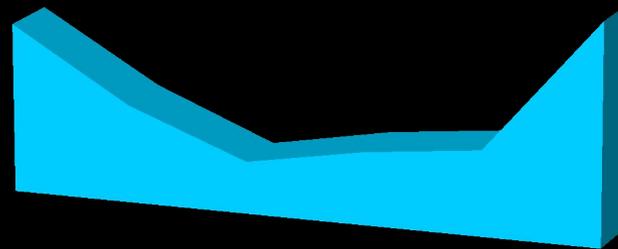
T11

hA



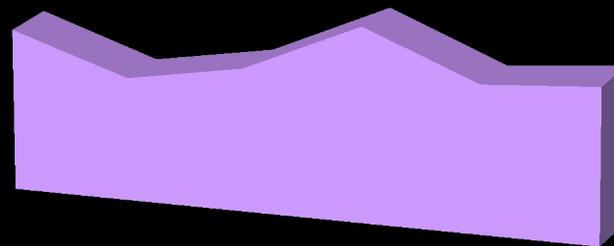
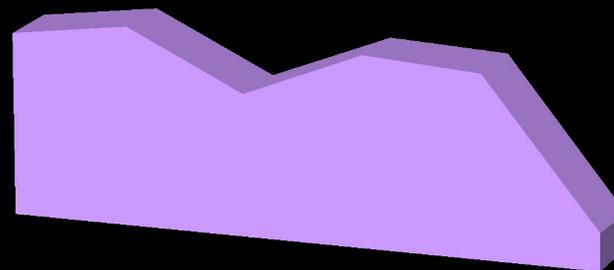
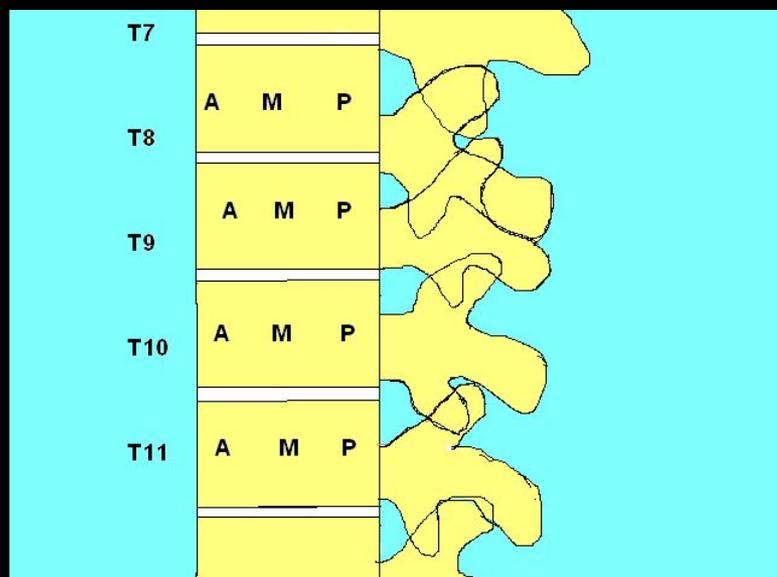
5. Диагностика начального остеопороза

- **Индекс различий размеров позвонков (ИРРП) –**



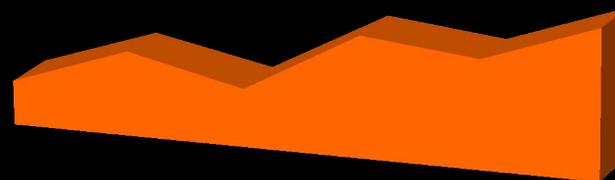
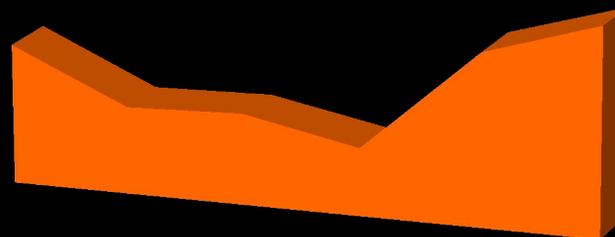
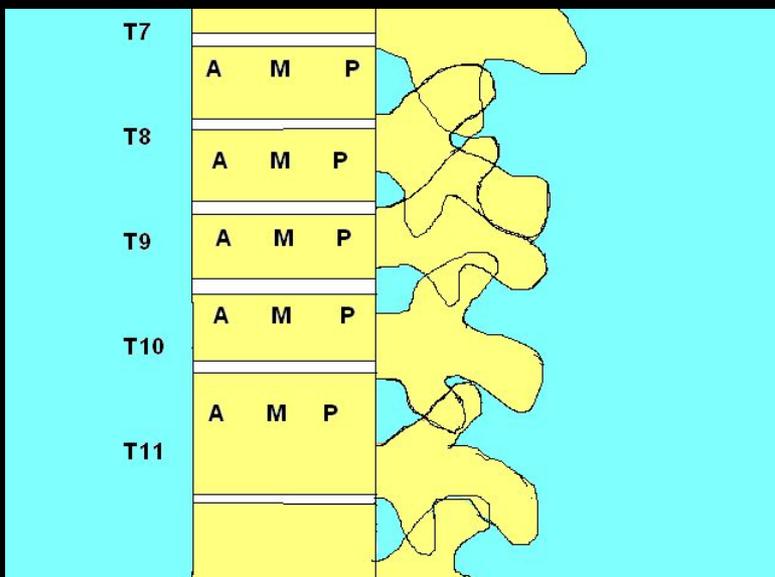
5. Диагностика начального остеопороза

Симптом выравнивания размеров



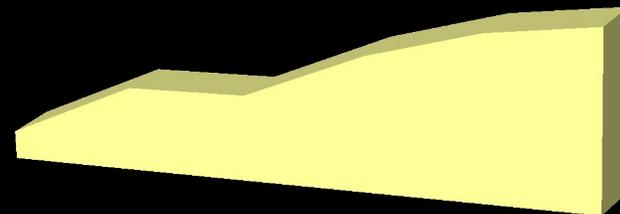
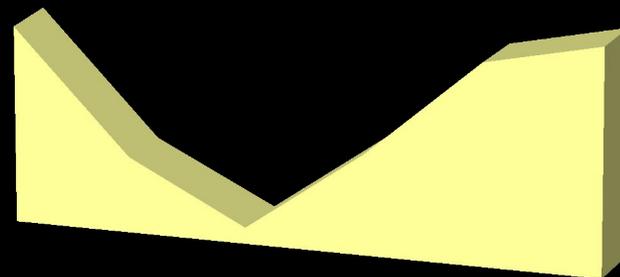
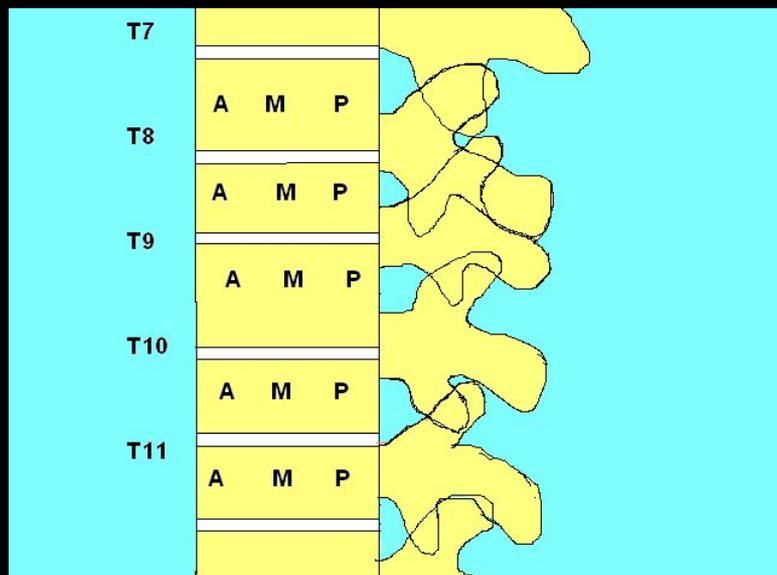
5. Диагностика начального остеопороза

Симптом максимальных различий размеров



5. Диагностика начального остеопороза

Симптом парадоксальных размеров



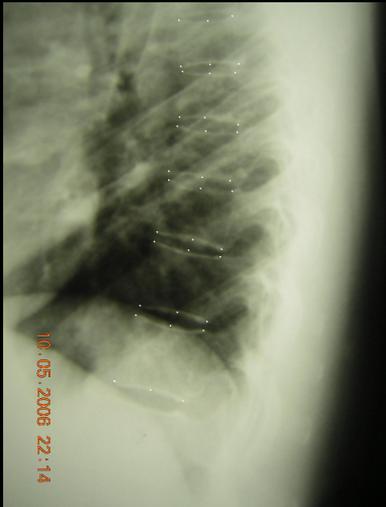
5. Диагностика начального остеопороза



К-ва, 40 лет
Выраженное
увеличение
рентгенопрозрачности
тел позвонков с
подчеркнутостью
контуров
замыкательных
площадок.

DEXA – (- 2, 1 sd)

5. Диагностика начального остеопороза



	A	M	P	A/P	M/P
T4	22	21	21	1,04	1,0
T5	22	22	22	1,0	1,0
T6	22	22	24	0,91	0,91
T7	22	22	24	0,91	0,91
T8	21	22	23	0,91	0,91
T9	22	24	26	0,84	0,84
T10	24	26	28	0,85	0,93
T11	28	27	30	0,93	0,90
T12	28	29	29	0,96	1,0
L1	30	28	31	0,97	0,90
L2	30	30	33	0,91	0,91
L3	33	31	32	1,03	0,97
L4	35	33	32	1,09	0,97

Диагностический алгоритм лучевых исследований при остеопорозе

- Рентгенография грудного и поясничного отделов позвоночного столба
- Рентгенография проксимальных отделов бедренных костей
- Двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (DEXA) (позвоночный столб, проксимальные отделы бедренных костей)