

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ЗДРАВООХРАНЕНИЮ И СОЦИАЛЬНОМУ РАЗВИТИЮ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧЕРЕЖДЕНИЕ
РОССИЙСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РЕНТГЕНРАДИОЛОГИИ

На правах рукописи

Смолев Дмитрий Михайлович

**Особенности денситометрической
диагностики остеопороза у пациентов
пожилого возраста**

(14.00.19-лучевая диагностика, лучевая терапия)

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, профессор
П.Л. Жарков

Москва - 2005

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| К ВОПРОСУ О ТЕРМИНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В РАБОТЕ | 8 |
| ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ | 11 |
| ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ | |
| 2.1 ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРИАЛА И ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ | |
| 2.1.1 ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРИАЛА | 30 |
| 2.1.2 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ | 33 |
| 2.2 МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ | |
| 2.2.1 ДВУХЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ РЕНТГЕНОВСКАЯ ДЕНСИТОМЕТРИЯ | 36 |
| 2.2.1.1 МЕТОДИКА ДЕНСИТОМЕТРИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ | |
| ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА. | 38 |
| 2.2.1.2 МЕТОДИКА ДЕНСИТОМЕТРИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ | |
| ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА БЕДРЕННОЙ КОСТИ | 39 |
| 2.2.2 РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЗВОНОЧНИКА | 41 |
| 2.2.2.1 РЕНТГЕНОГРАФИЯ ГРУДНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА | 41 |
| 2.2.2.2 РЕНТГЕНОГРАФИЯ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА | 45 |
| 2.3 МЕТОДЫ АНАЛИЗА РЕНТГЕНОГРАММ | 47 |
| 2.4 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕПАРАТОВ | 47 |
| 2.5 СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ | 48 |
| ГЛАВА 3 ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ПЛОТНОСТИ ПОЯСНИЧНЫХ ПОЗВОНКОВ | 50 |
| ГЛАВА 4 ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ТРАКТОВКУ ДАННЫХ ОСТЕОДЕНСИТОМЕТРИИ | |
| 4.1 ФАКТОРЫ, УВЕЛИЧИВАЮЩИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСТЕОДЕНСИТОМЕТРИИ | |
| 4.1.1 ФИКСИРУЮЩИЙ ГИПЕРОСТОЗ ФОРЕСТЬЕ НА ПОЯСНИЧНОМ УРОВНЕ | 61 |

| | |
|---|-----|
| 4.1.2 Остеохондроз в поясничном отделе позвоночника ----- | 66 |
| 4.1.3 Остеопластические метастазы ----- | 69 |
| 4.1.4 Компрессионный перелом тела позвонка ----- | 73 |
| 4.1.5 Обызвествление брюшной аорты ----- | 75 |
| 4.1.6 Утолщение шейки бедренной кости за счёт зрелых периостальных наслоений (при коксартрозе) ----- | 78 |
| 4.1.7 Сосудистая дисплазия позвонка (гемангиома) ----- | 81 |
| 4.1.8 Индивидуальные анатомические особенности позвонков ----- | 84 |
| 4.2 Факторы, снижающие результаты остеоденситометрии | |
| 4.2.1 Остеолитические метастазы ----- | 86 |
| 4.2.2 Утолщение шейки бедренной кости за счёт незрелых периостальных наслоений (при коксартрозе) ----- | 89 |
| 4.2.3 Газ в кишечнике в проекции поясничных позвонков ----- | 92 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ ----- | 94 |
| ВЫВОДЫ ----- | 95 |
| ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ----- | 101 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ ----- | 102 |

Введение

Системный остеопороз относится к числу неизбежно наступающих возрастных состояний костно-суставного аппарата (Лагунова И.Г., Климова М.К., 1964; Рейнберг С.А., 1964; Рубашева А.Е., 1967; Бухман А.И., 1974; Шотемор Ш.Ш., 1982; Зедгенидзе Г.А., Жарков П.Л., 1984; Delling G., Dreyer F., 1986; Henck F., 1986; Рохлин Г.Д., 1988 и др.).

Системный остеопороз с наибольшей частотой встречается в пожилом возрасте, однако бывает и в более ранних возрастных периодах, в том числе у беременных (Aitken M., 1985 и др.), а также у детей и подростков при врожденных или приобретённых общих заболеваниях или лекарственной терапии (Kitajima H., 1986 и др.).

Основная медицинская проблема, сопровождающая остеопороз – риск переломов, которые ведут к большим затратам на лечение, инвалидизации или даже смерти пациента. Наибольшую опасность для жизни пациента представляют переломы шейки бедра, в меньшей степени переломы позвонков, костей плеча и предплечья. Лечение последствий таких переломов вносит значительный вклад в структуру материальных затрат на здравоохранение.

В настоящее время в связи с увеличением продолжительности жизни населения планеты, всемирная организация здравоохранения ставит проблему остеопороза по его социально-экономической и медицинской значимости на четвертое место, вслед за сердечно-сосудистой, онкологической патологией и диабетом.

В связи с этим применение точных и своевременных методов диагностики остеопороза, с целью ранней профилактики, позволяют снизить риск, а в ряде случаев и предотвратить возникновение остеопоротических переломов. Диагностика и профилактика остеопороза рассматривается сегодня в качестве одного из основных приоритетов в развитии прикладной

медицины (из доклада Европейского общества по остеопорозу в Совете Европы).

Цель исследования

Основной целью исследования явилось изучение факторов, влияющих на результаты рентгеновской остеоденситометрии, а также разработка рекомендаций для врачей, по проведению остеоденситометрии у пожилых людей, как важного звена в диагностике остеопороза.

Задачи исследования

Для достижения цели были определены задачи исследования:

1. Определить нормальную плотность каждого из поясничных позвонков ($L_1 - L_4$) по данным остеоденситометрии.
2. Выяснить возрастные изменения плотности поясничных позвонков.
3. Выяснить факторы, искажающие данные остеоденситометрического исследования, и их вклад в изменение показателей плотности кости.
4. Разработать алгоритм исследования при подозрении на системный остеопороз, с целью исключения ошибочных выводов и повышения надежности метода.

Объектом исследования являлись: остеоденситометрические исследования поясничного отдела позвоночника и шейки бедренной кости, а также рентгенограммы грудного и поясничного отделов в прямой и боковой проекциях. Для получения информации мы обследовали выборку пациентов 485 человек мужского и женского пола в возрасте от 11 до 83 лет, направленных в ФГУ РНЦРР Росздрава для обследования по поводу остеопороза.

Научная новизна

Впервые получены достоверные количественные данные о плотности каждого поясничного позвонка, отдельно в различных возрастных группах, на достаточной выборке обследованных лиц мужского и женского пола.

Работа является первым обобщающим научным исследованием, в которой содержатся сведения об основных возрастных и патологических процессах, происходящих в опорно-двигательной системе, влияющих на показатели рентгеновской остеоденситометрии, данные о которых в литературе практически отсутствуют.

Практическое значение полученных результатов

Полученные данные могут быть использованы в практической работе врачей лучевых диагностов и клиницистов для своевременной и эффективной диагностики остеопороза, что будет способствовать ранней профилактике этого процесса и снизит частоту остеопоротических переломов у людей пожилого возраста. Это приведет к сокращению затрат на госпитализацию и лечение таких пациентов, и несомненно, будет способствовать повышению качества жизни пожилых людей.

Результаты данной работы могут быть использованы при проведении остеоденситометрии и анализа полученных данных в лечебно-диагностических учреждениях различного уровня.

Точное знание факторов, вносящих вклад в искажение результатов остеоденситометрии, даёт возможность исключить погрешности в окончательном заключении по результатам исследования. Алгоритм действий для корректировки может быть использован в условиях как амбулаторного, так и стационарного обследования больных.

Положения, выносимые на защиту

1. Количественная характеристика плотности каждого из поясничных позвонков (L_1 - L_4) в различных возрастных группах у лиц мужского и женского пола.

2. Влияние факторов, повышающих показатели плотности поясничных позвонков по данным рентгеновской остеоденситометрии.
3. Влияние факторов, снижающих показатели плотности поясничных позвонков по данным рентгеновской остеоденситометрии.

Публикации

Материалы диссертации опубликованы в 4 научных работах, выполнено два доклада, основные положения работы вошли в опубликованные тезисы трёх научно – практических конференций.

Диссертация выполнена в ФГУ Российском научном центре рентгенорадиологии Росздрава.

Приношу глубокую благодарность за помощь и участие в выполнении настоящей диссертации директору ФГУ РНЦРР Росздрава академику РАМН, профессору В.П. Харченко и своему научному руководителю доктору медицинских наук, профессору П.Л. Жаркову.

Структура диссертационной работы

Работа изложена на 117 страницах машинописного текста, включает введение, четыре основные главы, заключение, выводы, практические рекомендации и библиографический указатель. Указатель литературы включает в себя 169 источников, из которых 78 отечественных и 91 зарубежных авторов. Диссертация иллюстрирована 33 рисунками, 13 графиками и 7 таблицами.

К вопросу о терминологии, используемой в работе

При обозначении многих состояний и процессов, на изучении которых основано настоящее исследование, в течение длительного времени использовались различные термины. В связи с этим есть необходимость дать определение ряда терминов, в соответствии с современными литературными данными, чтобы избежать возможных разночтений. Вместе с тем в публикациях сохраняется неоднозначная трактовка приведённых ниже терминов.

Кость в живом организме – орган, образованный костной тканью, структурно оформленной в костные балки, включающий в себя костный мозг, эндост, периост, сосуды, нервы, лимфоидную ткань и хрящевые структуры. Кроме механической функции (опорная, рессорная, защитная), кость выполняет ряд других важных функций - кроветворения, минерального обмена, рецепторную, фагоцитарную, иммунную и др.

Костная балка (перекладина, трабекула) – структурный элемент кости. Из костных балок построена кость.

Костная ткань – материал, из которого построены костные балки.

Дистрофия – патологический процесс, имеющий патоморфологические проявления, возникающие вследствие нарушения обмена веществ и характеризующийся накоплением в клетках и тканях количественно и качественно изменённых продуктов обмена (патологический остеосклероз, остеопороз, обызвествление и т.п.).

Остеопеническая дистрофия – процесс снижения плотности кости любой природы. Термин применяют для обозначения, когда хотят сказать о разрежении кости, не зная природы процесса (Жарков П.Л., 1994) Некоторые авторы понимают под термином, возрастное снижение костной плотности (Франке Ю., Рунге Г., 1995). В ракурсе внедрения в современную врачебную практику денситометрии снижение плотности кости на 1.0-2.5 стандартных

отклонений от нормативных показателей расценивается как остеопения, а более глубокие изменения определяются как остеопороз (Рахманов А.С., Бакунин А.В., 1998).

Остеопороз – уменьшение количества костной ткани в единице объема кости вследствие уменьшения толщины и количества костных балок без изменения количества извести в костной ткани, из которой построены костные балки (Зедгенидзе Г.А., 1941). История формирования понятия подробно изложена в главе 1.

Остеомаляция – размягчение кости вследствие нарушения обменных процессов в костной ткани при патологических состояниях организма. Она возникает в процессе физиологической перестройки кости, когда вновь образующаяся остеонидная ткань не пропитывается минеральными солями в достаточном количестве.

Хондроз – дистрофическое изменение хряща, чаще всего суставного или межпозвонкового, его истончение, потеря тургора, замена гиалинового хряща волокнистым, фиброзной тканью, обызвествление и окостенение слоя, прилежащего к кости. Хондроз всегда предшествует остеохондрозу.

Остеохондроз - дистрофическое изменение межпозвонкового диска и прилежащих к нему тел позвонков. Рентгенологически проявляется сужением рентгеновской суставной щели, специфическими краевыми костными разрастаниями, служащими продолжением площадок тел позвонков. Эти разрастания расположены перпендикулярно продольной оси позвоночника, вдоль выпятившегося диска.

Спондилоз – одна из форм локального дистрофического поражения позвоночника. Заболевание проявляется костеобразованием под передней продольной связкой позвоночника, специфика которого заключается в том, что образующаяся костная скоба огибает межпозвонковый диск. Окостенение начинается у места отрыва передней продольной связки от тела позвонка. Процесс ограничивается одним, редко двумя сегментами.

Фиксирующий гиперостоз (анкилозирующий гиперостоз, болезнь Форестье) – распространенное костеобразование под передней продольной связкой позвоночника, встречающееся в пожилом возрасте. В первую очередь поражаются грудной и поясничный отделы, иногда и шейный. Толщина скобообразных напластований может достигать одного сантиметра и более. В начальной стадии необходимо дифференцировать от спондилоза и анкилозирующего спондилита (болезнь Бехтерева).

Дисплазия – все без исключения нарушения формирования органа, ткани или организма в целом, независимо от причины и времени их возникновения (как в процессе эмбриогенеза, так и постнатальном периоде). Дисплазии различают врождённые и приобретённые.

Дистрофия – патологический процесс, имеющий патоморфологические проявления, возникающий вследствие нарушения обмена веществ, характеризующийся накоплением в клетках и тканях количественно и качественно изменённых продуктов обмена. В рентгенологическом изображении характеризуется рядом признаков, свидетельствующих о патологических изменениях определённых морфологических структур.

Деструкция – в патоморфологии – разрушение структуры органа, ткани, клетки.

Минеральная плотность костной ткани (МПКТ) – понятие, по-своему подменяет термин «плотность кости», который мы и применяли в работе. Как было указано выше, из костной ткани построены костные балки, а метод остеоденситометрии позволяет определить плотность кости в целом как органа. Помимо этого из данного толкования МПКТ вытекает, что плотность кости определяется только содержащимися минеральными солями, а это не совсем так, потому что в кости обязательно присутствует ещё и органический компонент, который также вносит свой вклад в показатель плотности.

Глава 1

Обзор литературы

Клиническое значение остеопороза определяется, в первую очередь, высоким риском переломов костей. Наиболее частыми и характерными являются возникающие после минимальных травматических воздействий переломы дистального отдела лучевой кости, проксимального отдела плечевой, шейки бедренной кости и тел позвонков. У пациентов с остеопорозом значительно чаще, чем у других, встречаются переломы и других костей: таза, дистального отдела бедренной кости, ребер, костей голени.

Остеопоротические переломы ведут к снижению качества жизни, а нередко, и к инвалидности. Однако, наиболее опасны переломы шейки бедренной кости, после которых треть пациентов становится инвалидами, а каждый пятый умирает в течение года после травмы. Пациенты с этими переломами в возрасте старше 45 лет составляют значительную часть стационарных больных, превосходя в этом отношении другие распространенные заболевания у женщин, такие как рак молочной железы и сахарный диабет (Kanis J.A., Delmas P., Burckbard P., 1997).

В популяции риск переломов шейки бедра очень высок и составляет: у женщин в постменопаузе 14%, а у мужчин 6%. Общий риск остеопоротических переломов существенно выше - 30-40%. Фактически, не менее трети взрослых женщин в течение оставшейся жизни могут перенести один и более остеопоротических переломов с достаточно тяжелыми с клинической точки зрения последствиями. У женщин в возрасте старше 50 лет риск остеопоротических переломов сопоставим с риском рака молочной железы (9-12%) и сердечно-сосудистых заболеваний (30-40%). У мужчин риск остеопоротических переломов примерно в 3 раза ниже, чем у женщин, но также достаточно высок. Результаты эпидемиологических исследований,

проведенных в Институте ревматологии РАМН (Михайлов Е.Е., 2001), свидетельствуют о том, что в Москве частота остеопоротических переломов костей периферического скелета, происшедших у лиц старше 50 лет, составила 29,9% у женщин и 11,6% у мужчин, а распространенность переломов позвоночника (по данным рентгеноморфометрии) была 11,8 и 2,2% соответственно. В многоцентровом исследовании, проведенном на популяции городского населения России (1 394 250 человек старше 50 лет, наблюдавшихся в течение 5 лет), установлено, что частота переломов проксимального отдела бедренной кости составляет в среднем 105,6, а переломов предплечья - 514,0 на 100 000 человеко-лет наблюдения. Эти показатели соответствуют распространенности остеопоротических переломов в некоторых странах Западной и Восточной Европы

Остеопороз и сопровождающие его переломы в настоящее время являются огромным бременем для системы медицинской помощи, но затраты возрастут ещё больше, так как увеличивается число пожилых людей, в связи со старением населения земли в целом. Например, в США ожидается, что число лиц в возрасте 65 лет и старше увеличится от 32 до 69 млн. в период от 1990 до 2050 г., в то время как число людей в возрасте 85 лет и старше вырастет с 3 до 15 млн. Так как показатели частоты перелома бедренной кости экспоненциально увеличиваются с возрастом. Эти демографические тенденции могут повысить число таких переломов во всем мире с 1,7 млн. в 1990 г. до предполагаемых 6,3 млн. в 2050 г (Cooper C., Shah S., Hand D.J., 1991).

Несмотря на то, что падения происходят часто, около 5% из них приводят к перелому и только 1% заканчивается переломом бедренной кости (Gibson M.J. 1987). Эпидемиологические данные указывают, что риск перелома зависит от плотности кости в месте перелома. Установлено, что плотность кости снижается в пожилом возрасте, особенно это характерно для женщин, поскольку женщины теряют кость с более высокой скоростью, хотя мужчины также теряют существенное количество костной ткани. Это

помогает объяснить связь переломов с возрастом и с принадлежностью к женскому полу. Различия в костной массе могут также объяснить расовые различия показателей риска перелома. Поэтому своевременная диагностика остеопороза с целью последующей профилактики и предупреждения переломов костей имеет большое значение в решении этой проблемы.

Основной показатель прочности кости - костная масса или плотность кости, она способна изменяться под влиянием механических (статических и динамических мышечных усилий) стимулов, причём не только в процессе роста и развития кости, но и у взрослых организмов (Оганов В.С. 2003). Известно, что физические нагрузки способствуют не только укреплению костей, но и благоприятно влияют на обмен веществ в организме, координацию, подвижность и активность пациента (Proctor D.N. Melton L.J. Krosla S. et al.). В связи с этим нами были разработаны рекомендации по применению комплекса безопасных физических упражнений для пожилого пациента с остеопорозом.

История изучения проблемы остеопороза

Первое научное определение остеопороза, направленное на отображение сути процесса, было сформулировано Г.А. Зедгенидзе в 1941г, он охарактеризовал **остеопороз** как **уменьшение количества костной ткани в единице объема кости** вследствие уменьшения толщины и количества костных балок без изменения количества извести в костной ткани, из которой построены костные балки.

Затем Albright F., Reifenshtein E. в 1948 г. дали принципиально сходное с предыдущим определение, согласно которому остеопороз характеризуется снижением массы костного вещества, которое обычно остается нормальным по химическому составу.

Уточняя эту формулировку Barnett E., Nordin B. (1960) подчеркнули, что следует различать остеопороз, характеризующийся уменьшением массы костного вещества, при сохранении нормального соотношения органического и неорганического компонентов и остеомалацию,

проявляющуюся относительным уменьшением лишь минерального компонента.

В дальнейшем детализировали признаки остеопороза В.С. Майкова-Строганова и Д.Г. Рохлин (1957), а также Н.С. Косинская (1966) и А.Е. Рубашева (1967). Они характеризовали остеопороз как разрежение костной ткани с частичным исчезновением или истончением «пластинок» губчатой кости при одновременном увеличении его ячеек – вместилищ костного мозга.

В.С. Майкова-Строганова и Д.Г. Рохлин (1957) отметили, что при остеопорозе не только уменьшается количество костных пластинок, (под пластинками они подразумевали костные балки) на единицу объёма кости, но также снижается и минеральный обмен, а в определенной мере и процесс кроветворения. Близкое к вышеприведенному определение остеопороза было дано С.А. Рейнбергом в 1964г.

Ш.Ш. Шотемор (1982) определил остеопороз, как процесс, который в «узком, морфологическом» значении, характеризуется уменьшением массы костной ткани в единице объёма кости. При этом сохраняющаяся кость имеет нормальное строение и химический состав, а её недостаток замещён жировым костным мозгом.

Указанные выше отечественные авторы разделяют понятия «остеопороз» и «атрофия», для которой в отличие от остеопороза, характерно уменьшение объёма кости. Поскольку потеря костного вещества ведёт к абсолютному уменьшению минеральных веществ в организме, то некоторые авторы неправомерно приравнивают остеопороз к деминерализации (Heuck F., 1970; Grossman G., 1973; Smith D., 1975; Riggs B., 1982; Raesetz L., 1984).

Термин «деминеализация» отображает лишь одну из сторон процесса потери костного вещества, поскольку при остеопорозе уменьшается не только минеральный, но и органический компонент кости (Т.П. Виноградова, 1974; В.А. Талантов, 1964).

Таким образом, в развитии терминологии, относящейся к остеопорозу можно проследить определённую разноречивость. В связи с этим был предложен собирательный термин «остеопения» (Bauer G. et al., 1960; Mundy G., 1976; Smith D., 1976; Lenza H., 1977; Abe R., 1984; Galus K., 1984; Hama M., 1986; Г.Д. Рохлин 1988), включающий как остеопороз, так и остеомалацию. Меета Н., в 1977 г. рекомендовал отдать предпочтение термину «остеопения» как практически более удобному в клинической практике и отображающему любую степень минерализации костной ткани, при уменьшении её массы – пониженную, нормальную и даже повышенную.

Рохлин Г.Д. (1988), рекомендует использовать термин «остеопеническая дистрофия» как более правильный и точнее отражающий суть процесса.

Талантов В.А. и Жарков П.Л. (1994) отмечают, что гистологическая, как и рентгенологическая картина остеопороза всегда одинаковы, независимо от этиологии процесса. В каждой костной балке содержится нормальное количество минеральных солей, так как зрелая кость разрушается остеокластами, и минералы высвобождаются по мере разрушения костных балок. Высвобождение минералов (халистероз) может быть только из незрелой кости.

В 1991г. рабочая группа ВОЗ рекомендовала называть остеопорозом «прогрессирующее системное заболевание скелета, характеризующееся снижением массы кости и нарушением структуры (микроархитектоники) костной ткани, с постоянным увеличением хрупкости кости и риска переломов» (World Health Organization. Consensus development conference, 1991).

В настоящее время вопрос об определении остеопороза продолжает обсуждаться на конгрессах и согласительных конференциях. В 1994-1996 гг., было выработано определение остеопороза как заболевания, которое характеризуется снижением костной массы в единице объёма кости по отношению к нормальному показателю у лиц соответствующего пола и

возраста, перестройкой микроархитектоники кости, что в совокупности приводит к снижению прочности костей и увеличению риска их перелома от минимальной травмы или без таковой (Kanis et al., 1994).

Пока это определение далеко от совершенства, так как термин «заболевание» достаточно широк. В современном представлении «заболеванию» присущи некоторые обязательные черты. А именно, в развитии болезни основную роль играет внешняя среда, и определение предусматривает наличие болезнетворного агента (БСЭ). Системный остеопороз, как правило, - процесс физиологический, обусловленный наследственными факторами, а именно старением организма, с нарушением эндокринных функций. Отсюда следует, что делить остеопороз на первичный и вторичный бессмысленно, так как этот процесс всегда вторичный, и обязательно обусловлен определённой причиной, он является показателем местного или общего неблагополучия в организме. Рассматривать остеопороз как самостоятельное заболевание, по нашему мнению ошибочно.

Строение кости

Кость – орган, состоящий из костной ткани, из которой строятся костные балки, костного мозга, эндооста, периоста, сосудов, а также нервов, лимфоидных и хрящевых элементов. Костная ткань представлена коллагеновым матриксом, который минерализован включениями кристаллов фосфата кальция. Такой состав костной ткани придает скелету прочность, сохраняя при этом некоторую эластичность (Зедгенидзе Г.А., Жарков П.Л., 1994).

Строение кости приспособлено к обеспечению всех её функций: опорной, рессорной, защитной, функции кроветворения, минерального обмена, рецепторной, фагоцитарной, иммунной. При формировании костной архитектоники наиболее чётко проявляются статодинамические факторы, хотя строение кости зависит и от остальных её функций. Хорошо известно как резко на структуре и даже форме кости отражаются эндокринные, вазомоторные и неврологические нарушения, заболевания кроветворной

системы, алиментарные, токсические и возрастные факторы (Зедгенидзе Г.А., Жарков П.Л. 1994г)

Грубоволокнистая и пластинчатая кость различаются структурными и физическими свойствами, которые обусловлены, главным образом, строением межклеточного вещества. Это обуславливает разницу в прочности волокон. В грубоволокнистой кости волокна, или фибриллы, могут быть изолированы, или пучками переплетаются друг с другом в различных направлениях. Грубоволокнистая кость встречается у детей, а у взрослых в местах прикрепления сухожилий к костям. Пластинчатая кость имеет тенденцию вытеснять волокнистую: где рассасывается волокнистая кость и возникает костномозговое пространство, там образуется пластинчатая кость. Волокнистая кость является как бы первичным твёрдым скелетом, состоящим из преформированной обызвестлённой соединительной ткани. Этот процесс происходит при заращении переломов и возрастной дифференцировке костей (F. Weidenreich, 1930).

Костные балки (трабекулы, перекладыны) костные балки состоят из остеонов. Костные балки формируют структуру губчатой и компактной кости. Промежутки между балками называются костномозговыми пространствами, и заполнены костным мозгом. Каждая балка покрыта одноклеточным покровом – эндостом. Снаружи кость покрыта надкостницей.

Структурные типы костей. У человека выделяют три структурных типа кости, различающихся архитектоникой и взаимоотношением костных балок (Г.А. Зедгенидзе, 1940).

I тип характеризуется выраженной костной структурой. Мощные костные балки, имеют главным образом продольное направление, параллельное кортикальному слою. Это основные балки. Между ними располагаются меньших размеров поперечные балки – анастомозы, образующие структуру спонгиозной кости. В центральных отделах трубчатых костей структура крупнопетлистая в отличие от периферии, где

структура мелкопетлистая. Кортикальный слой неоднороден, состоит из продольных и мощных балок, тесно прилежащих друг к другу.

III тип структуры является противоположностью первому структура кости слабо выражена. Кортикальный слой представлен утолщенными, грубыми и прямыми костными пластинами, от которых к центру тянутся единичные и короткие, такие же толстые и неуклюжие перекладины. Невозможно отличить основные продольные костные балки от поперечных. Межбалочные пространства округлой формы и небольших размеров. Спонгиозная костная структура в центре слабо выражена. У эпифизарного края межбалочные пространства практически отсутствуют и краевая замыкательная пластинка представлена гомогенным костным месивом.

II тип представляет собой среднюю форму, переходную между I и III типом.

Методы диагностики остеопороза

В последние 30 лет наблюдается стремительное развитие специальных неинвазивных методов исследования кости, которые в последнее время широко применяются для диагностики остеопороза. Они позволяют с высокой точностью определять костную массу и плотность кости как во всём скелете, так и в отдельных его участках. Измерение плотности кости считается в настоящее время наиболее надёжным методом оценки минерального состава кости и определения риска переломов. Определённое изменение в плотности кости может быть клинически важным показателем, указывающим на риск развития костной патологии. Остеопороз характеризуется снижением плотности кости (гидроксиапатита кальция), причём преимущественно губчатой, как метаболически более активной по сравнению с кортикальной. Поскольку прочность и, соответственно, резистентность кости к переломам примерно на 70% зависит от костной массы, определение последней, имеет важную прогностическое значение (Насонов Е.Л.,1997). Денситометрическое измерение плотности кости в большинстве случаев позволяет на ранних стадиях выявить снижение

минерализации костей и, следовательно, определить риск переломов (Nguyen T., Sambrook P., 1993).

Для оценки плотности кости в настоящее время используются рентгеновские, радиоизотопные и ультразвуковые денситометры, а также количественная компьютерная томография. Изотопные и рентгеновские денситометры подразделяются на моноэнергетические и двухэнергетические (табл. 1.1). Монохроматические рентгеновские и изотопные денситометры предназначены для определения показателей плотности в периферических отделах скелета (в основном в костях предплечья и пяточных костях). На двухэнергетических рентгеновских и радиоизотопных денситометрах можно проводить измерения не только в периферических, но и в центральных отделах скелета. Денситометрия поясничного отдела позвоночника и проксимального отдела бедренной кости относится к стандартным методам исследования костей на аппаратах этого типа. Использование специальных программ позволяет измерять плотность кости во всём скелете, а также проводить оценку количества мягких тканей, в том числе жировой.

В настоящее время, в большинстве руководств по остеопорозу рекомендуют проводить скрининговые денситометрические исследования женщинам в постменопаузальном периоде, пожилым людям для профилактики переломов, а также пациентам любого возраста с нарушением минерального обмена.

Моноэнергетическая и двухэнергетическая радиоизотопная денситометрия

В ряде руководств вместо термина «радиоизотопная денситометрия» фигурирует термин «фотонная денситометрия», что неточно, поскольку и радиоизотоп и рентгеновская трубка излучают фотоны, относящиеся к элементарным частицам. Поэтому правильнее называть способ по источнику излучения: в первом случае это изотоп, во втором рентгеновская трубка.

Моноэнергетическая радиоизотопная денситометрия (SPA) была впервые предложена J.R. Cameron и J. Sorensen в 1963г. На заре развития

этого метода в денситометрах использовался источник ионизирующего излучения с фиксированным уровнем мощности излучения: I-125, (28 keV) или Am-241, (60 keV). Основные физические характеристики этих аппаратов ограничивали их использование. Период полураспада радиоизотопного источника излучения I-125 составляет 60 дней, так что приходилось заменять его через каждые 4-6 месяцев эксплуатации. Кроме того, измерения можно было проводить только в периферических отделах скелета, которые следовало либо поместить в воду, либо обработать гелем или другими материалами с абсорбционными свойствами, эквивалентными мягкими тканями. В первых моделях изотопных денситометров оценка плотности кости производилась в дистальных отделах костей предплечья и в пяточных костях с помощью прямолинейного сканера. Исследование занимает от 5 до 15 минут. В подобных денситометрах отсутствует автоматическая система, позволяющая репозиционировать исследуемый участок кости, поэтому требовалось очень точное первичное позиционирование области исследования и значительные навыки врача в этом вопросе.

Существующие в настоящее время методы диагностики остеопороза представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

| | Метод оценки плотности кости | Область исследования | Тип кости | Воспроизводимость (CV*, %) | Ошибка измерения (%) | Время исследования (мин) | Источник ионизирующего излучения | Лучевая нагрузка (мЗв/1скан) |
|---|---|---|---|--|----------------------|--------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 1 | Моноэнергетическая изотопная денситометрия (SPA) | Дистальная 1/3 костей предплечья, пяточная кость. | Суммарно (трабекулярн. и кортикальная кость) | 1-3 | < 3% | 15 | Постоянный (I-125, 35 keV) | 0,05-0,1 |
| 2 | Моноэнергетическая рентгеновская денситометрия (SXA) | Дистальная 1/3 костей предплечья, пяточная кость. | Суммарно (трабекулярн. и кортикальная кость) | 0,5-1 | < 3% | 3-5 | R-трубка (40 kV) | 0,02 |
| 3 | Двухэнергетическая изотопная денситометрия (DPA) | Поясничный отдел позвоночника в прямой проекции, шейка бедренной кости. | Суммарно (трабекулярн. и кортикальная кость) | 2-4 | < 3% | 20-40 | Постоянный (Gd-153, 44 и 100 keV) | 0,05-0,1 |
| 4 | Двухэнергетическая рентгеновская денситометрия (DEXA) | Поясничный отдел позвоночника, шейка бедренной кости, всё тело, специализированные программы. | Суммарно (трабекулярн. и кортикальная кость) или отдельно трабекулярная кость | 0,8-1,5 (L ₁ -L ₄) 1,5-3,0 (бедро) | < 1% | 1-6 | R-трубка (70 и 140 kV) | 0,02-0,04 |
| 5 | Количественная компьютерная томография (QCT) | Поясничный отдел позвоночника (L ₂ -L ₄) | Отдельно (трабекулярн. и кортикальная кость) | 2-6 | От 5 до 10% | 10 | R-трубка (80 и 120 kV) | 2-10 |

В основе метода изотопной денситометрии лежит прямая зависимость изменения интенсивности пучка фотонов, степени их поглощения при сканировании, от костной массы. Костная плотность в месте прохождения излучения определяется по количеству поглощенных фотонов; интенсивность потока фотонов измеряется сцинтилляционным детектором. На основании полученных данных вычисляются следующие параметры: а) костная масса, выраженная в граммах на 1 см длины обследуемого участка кости. б) плотности кости, выраженная в граммах на 1 см² площади измеренного участка кости.

При двухэнергетической изотопной денситометрии (DPA) в качестве источника постоянного ионизирующего излучения применяется гадолиний-153, который выделяет фотоны двух энергетических уровней (44 и 100 keV). Период полураспада гадолиния-153 составляет 242 дня, поэтому, как и в моноэнергетических изотопных денситометрах, радиоизотопную трубку необходимо регулярно обновлять (каждые 1-1,5 года). Данный метод базируется на различии в поглощении излучения костной тканью и окружающими мягкими тканями. В то время как фотоны с высокой энергией проникают как через мягкие ткани, так и через кость, фотоны с низкой энергией проходят через мягкие ткани, но поглощаются в основном костью. Поскольку фотоны низкой энергии ослабляются в тканях в большей степени, чем фотоны высокой энергии, кость дает более высокую контрастность в поглощении лучей.

Двухэнергетические изотопные денситометры состоят из источника ионизирующего излучения, сканирующей системы, воспринимающего датчика, двухканального анализатора и компьютера с программным обеспечением. Источник радиоактивного излучения находится под столом денситометра, на котором лежит пациент, а воспринимающий датчик – над столом. Обычно сканируемая область включает, поясничный отдел позвоночника, и проксимальный отдел бедренной кости, которые более всего

подвержены переломам. Анализатор имеет два канала. Один настроен на прием низкоэнергетических фотонов, другой – высокоэнергетических.

Основной недостаток этих аппаратов в нестабильности работы радиоизотопа, который со временем теряет мощность в связи с распадом, что сказывается на результатах измерения. Плотность кости оказывается ложно завышенной.

Двухэнергетическая рентгеновская денситометрия (DEXA)

Появление метода двухэнергетической рентгеновской денситометрии (DEXA) явилось значительным прогрессом в развитии денситометрических методик. Источником фотонов, служит рентгеновская трубка, которая позволяет интенсифицировать поток излучения и в результате получать более четкое изображение и повысить точность измерений (см. табл. 1.1). Двухэнергетическая изотопная и двухэнергетическая рентгеновская денситометрия предоставляют одну и ту же информацию (Borders J., Kerr E., 1989; Feyerabend A.J., Lear J.L., 1993; Gluer C.C., Steiger P., 1990; Holbrook T.L., Barret-Connor E., 1994; Kelly T.L., Slovik D.M., 1988; et al), и результаты обычно выражены в граммах минералов на единицу сканированной области (г/см^2 - плотность кости). Однако предпочтение отдается методу DEXA из-за более высокой точности и скорости измерения. Так как в двухэнергетических рентгеновских денситометрах используется рентгеновское, а не радиоизотопное излучение, отсутствует необходимость в регулярной замене источника ионизирующего излучения (Kelly T.L., Slovik D.M., Neer R.M., 1989; Ross P.D., Wasnich R.D., Vogel J.M., 1988). В дополнение к этому, DEXA можно применять для определения состава мягких тканей (Jensen M.D, Kanaley J.A., Roust L.R., 1993).

Создание двухуровневого спектра излучения осуществляется одним из двух методов. Первый состоит в применении рентгеновской трубки, дающей перемежающуюся пульсацию волн низких и высоких энергий. Спектр низко- и высокоэнергетических фотонов в дальнейшем обрабатывается компьютером отдельно. Второй метод состоит в том, что создается мощный

постоянный поток рентгеновского излучения, из которого фильтр выделяет две узкие полосы с высокой и низкой энергией соответственно. Детектор с двухканальным анализатором подсчитывает результаты сканирования. Использование фотонов двух энергетических уровне, позволяет точнее измерять показатели плотности кости независимо от степени гомогенности мягких тканей. Как при изотопной денситометрии, в рентгеновской, костную массу и плотность выражают в г/см и г/см² соответственно.

DEXA по сравнению DPA, дает более четкое изображение сканируемой области и обеспечивает более четкую визуализацию межпозвонковых дисков при исследовании поясничного отдела позвоночника.

Количественная компьютерная томография (QCT)

Компьютерная томография позволяет с помощью специальной программы и калибровочного фантома (стандартный тест-объект) количественно определять степень поглощения рентгеновского излучения различными тканями, благодаря чему её можно использовать для анализа плотности кости. Этот метод получил название количественной компьютерной томографии (QCT). В компьютерном томографе рентгеновская трубка соединена с системой детекторов. Испускаемый трубкой рентгеновский пучок, проходя через исследуемый слой, ослабляется в определённой степени для каждой точки, улавливается детекторами и обрабатывается процессором. Таким образом, производится серия измерений всех точек объекта вдоль заданной линии. Математическая обработка, называемая реконструкцией, разделяет эти точки, и после преобразования выводит изображение на экран монитора. Существует два варианта количественной компьютерной томографии: одноэнергетическая (стандартная) и биэнергетическая. Результаты, полученные с помощью этих методов, хорошо коррелируют друг с другом. Поскольку при проведении стандартной КТ доза облучения ниже, его и используют для определения плотности кости. Данные выражаются в г/см³.

Количественная компьютерная томография применяется при исследовании поясничного отдела позвоночника, где позволяет определять плотность и массу как кортикальной, так и трабекулярной кости в телах позвонков, что делает её уникальной среди других денситометрических методов исследования костей. В то же время из-за высокой дозы облучения (суммарной поглощенной дозы), более высокого процента погрешности при измерении плотности кости, QСТ позвоночника не является методикой первого выбора для проведения скрининговых и серийных исследований.

Ультразвуковая денситометрия

С помощью ультразвуковой денситометрии исследуют пяточную кость, центральный отдел диафиза большеберцовой кости, кости дистальных фаланг пальцев рук, диафиз лучевой кости и надколенник. Ультразвуковая денситометрия производит оценку плотности костей по скорости прохождения ультразвуковой волны (SOS англ. speed of sound) и величины затухания ультразвуковой волны в кости (BUA от англ. broadband ultrasound attenuation). Рассчитывается унифицированный показатель "жесткость". Предполагается, что именно он лучше отдельных ультразвуковых показателей характеризует плотность кости (Jensen M.D, Kanaley J.A., 1993; Kang C., Paley M., Ordidge R., 1999; Lochmuller E.M, Eckstein F., Zeiler J.B., 1999; Trebacz H., Natali A., 1999). Ультразвуковая денситометрия представляет собой недорогой, свободный от лучевой нагрузки метод. Она не способна непосредственно оценить костную массу, но может давать информацию о механических свойствах кости (Walsh W.R., Labrador D.P., Kirn H.D., Guzelsu N. 1994) и риске переломов (Schott A.M., Weill-Engerer S., Hans D., Duboeuf F., 1995).

Проведенное в ряде работ сравнение данных ультразвуковой и рентгеновской денситометрии дало очень противоречивые результаты. Одни авторы пришли к выводу, что в отношении оценки риска переломов эти методы примерно равноценны (Buer D., Gluer C., Cauley J., 1997; Wahter H.W., Fogelman I., 1994). Другие выявили, умеренно высокую корреляцию

($r=0,6-0,8$) между результатами ультразвуковой и рентгеновской денситометрии (Gluer C.C., Vahlensieck M., Faulkner K.G., 1992; Karlsson M.K., Obrant K.J., 1998; Yeap S.S., Pearson D. 1998).

В то же время, по мнению многих авторов (Faulkner K.G., McClung M.R., 1994; Massie A., Reid D.M., Porter R.W. 1993; Чечурин Р.Е. Аметов А.С. Рубин М.П. 1999) результаты рентгеновской денситометрии поясничного отдела позвоночника, шейки бедренной кости и ультразвуковой денситометрии пяточной кости коррелируют слабо ($r<0,5$). В связи с этим исследователи делают вывод, что результаты ультразвуковой денситометрии пяточной кости не могут служить предиктом переломов в осевом скелете.

До введения в широкую практику радиоизотопной и рентгеновской денситометрии в диагностике остеопороза использовали **рентгеноморфометрическое исследование**. На данный момент разработано большое количество методик, но чаще всего используют методики рекомендованные ВОЗ для многоцентровых исследований R. Eastell и L.J. Melton, J.A. Kanis и E.V. McClosky и D. Felsenberg 1996, Н.Н. Белосельский 2000.

На боковых рентгенограммах грудного и поясничного отделов позвоночного столба, выполненных с соблюдением ряда требований (фокусное расстояние 120 см. центрация на T_6 в грудной части и на L_{2-3} в поясничном отделе, устранение сколиотической деформации, возникающей при укладке пациента), производят разметку и измерения, по которым определяют линейные размеры передних (А), средних (М) и задних (Р) отделов тел от уровня четвертого грудного до четвертого поясничного позвонков. Вычисляют отношения полученных величин - индексы тел позвонков: переднезадний (А/Р), средне-задний (М/Р) и задне-задний (Р/Рп - отношение реального размера заднего края к его величине в норме). Полученные значения индексов сопоставляют с их средними статистическими величинами в норме с учетом пола, возраста и особенностей популяции.

Принято считать, что для остеопороза позвоночника свойственно развитие деформаций, сопровождающихся определенными и закономерными сочетаниями измененных индексов. Это передняя клиновидная деформация - снижение высоты передних и в меньшей степени средних отделов. Задняя клиновидная деформация - уменьшение преимущественно задних отделов тел. Двояковогнутая деформация или деформация по типу "рыбьих позвонков" - снижение центральных отделов позвонков. Компрессионная деформация - относительно равномерное снижение высоты всего тела.

Данный метод диагностики остеопороза громоздок и мало надёжен, поскольку требует дифференциальной диагностики с врождённой дисплазией (диспластический кифоз). Кроме того, и в норме средние грудные позвонки имеют умеренно выраженную переднюю клиновидную форму. Если же клиновидная форма тела позвонка является результатом перелома, то на рентгенограммах должны отмечаться все его признаки: линия перелома, угловая деформация верхней площадки, смещение отломка за пределы передней линии позвоночного столба.

Применение костной денситометрии в клинической практике в качестве метода диагностики основывается на том факте, что при проведении большинства проспективных исследований были получены данные о наличии чёткой обратной связи между плотностью кости и риском переломов костей (Cummings S.R., Nevitt M.D., 1993; Gardsell P., Jbhnell O. 1991, Hui S.L., Sicmcnda C.W., 1988; Mazess R.B., Barden H., 1988; Washnich R.D., Ross P.I., 1985; Melton L.J., Kan S.H., 1988).

Денситометрическое исследование на всех типах денситометрах опирается на референтную базу данных, отражающую возрастные изменения минерализации костной ткани среди здорового населения. Все денситометры поставляются с готовой нормативной базой, поставляемой фирмой производителем, созданной на основе популяционных исследований плотности кости условно здоровых лиц той страны, где производился денситометр.

Для всех современных остеоденситометров существуют две основные характеристики, по которым судят о возможностях того или иного аппарата: степень точности и степень воспроизводимости. Степень точности (accuracy) для любых денситометров определяется как отклонение результатов, полученных посредством измерения плотности кости на денситометре, от "истинных" результатов. Разница между этими показателями определяется следующим образом: костная масса измеряется на предплечье трупа (кость *in situ*); после чего проводится химический анализ костей трупа, в которых измеряется количество гидроксиапатита. Разница между двумя измерениями является "истинной" ошибкой показателя точности. Точность важна, когда результаты исследования одного пациента сравниваются с реферативной базой данных. Помимо совершенства денситометра, величина ошибки зависит от правильности укладки и толщины мягких тканей в зоне измерения (табл. 1.1).

Степень воспроизводимости определяется как величина отклонения от результатов нескольких исследований при измерении стабильного объекта на протяжении определенного периода времени. Показатель воспроизводимости важен в том случае, когда пациент обследуется на протяжении определенного периода времени, например при мониторинге результатов лечения, или для слежения за спонтанным изменением костной массы. Для различных типов денситометров показатели воспроизводимости представлены в таблице 1.1.

В настоящее время в мире для диагностики системного остеопороза переходят к рентгеновской двухэнергетической денситометрии, так как этот метод обладает высокой заявленной точностью измерений (табл.1.1), а сам денситометр лёгок в управлении и прост в обслуживании.

В некоторых литературных источниках встречаются разрозненные сведения, о том, что определенные возрастные процессы в организме человека могут снижать заявленную точность измерения. Здесь упоминаются кальцинированные сосуды (Frye M.A., Melton L.J III, Bryant S.C. 1992;

Pouilles J.M., Tremollieres F, Louvet J.P., 1988) и костные остеофиты (Orwoll E.S., Oviatt S.K., Mann T. 1990; Reid I.R., Evans M.C. 1991; Ross P.D., Wasnich R.D., 1988).

Однако авторы не сообщают, насколько существенно могут изменяться показатели остеоденситометрии в отдельно взятых случаях. Источники не отмечают, при каких состояниях можно заподозрить ложно завышенные или наоборот заниженные показатели. В литературе также отсутствуют сведения о том, какие действия можно предпринять и возможно ли опираться на показатели плотности кости в таких случаях.

Поэтому целью настоящего исследования явилось изучение факторов влияющих на показатели рентгеновской остеоденситометрии, а также разработка рекомендаций и алгоритма действий при проведении остеоденситометрии у людей с подозрением на остеопороз.

Глава 2

Материал и методы исследования

2.1 Характеристика материала и технического оснащения

2.1.1 Характеристика материала

Всего обследовано 485 человек. Из которых 436 условно здоровые пациенты (124 мужчины и 312 женщин) в возрасте от 11 до 83 лет, которые были обследованы для определения возрастной динамики плотности поясничных позвонков. Эти испытуемые не страдали онкологической патологией, не отмечалось воспалительных заболеваний в опорно-двигательной системе, не болели сахарным диабетом, без заболеваний щитовидной железы, не лечившиеся глюкокортикостероидами в течение жизни, не злоупотреблявшие алкоголем.

Группа практически здоровых пациентов сформирована из числа направленных на остеоденситометрию, из поликлиник, консультационных центров, а также самостоятельно изъявивших желание обследоваться на денситометре. Из них сформировано восемь возрастных групп, с возрастной разницей в 10 лет: первая от 11 до 20 лет, вторая от 21 до 30 лет, третья от 31 до 40 лет, четвертая от 41 до 50 лет, пятая от 51 до 60 лет, шестая от 61 до 70 лет, седьмая от 71 до 80 лет, восьмая от 80 до 83 лет. Количественный состав пациентов по возрасту и полу представлен в таблице 2.1, и на графике рисунок 2.1.

У всех больных собирали анамнез, выясняли особенности питания, условия жизни, режим дня, вредные привычки. Предъявляемые жалобы фиксировались в истории болезни. Широкий возрастной диапазон обследованных продиктован тем, что одной из задач исследования являлось выяснение плотности нормальных поясничных позвонков L_1 , L_2 , L_4 , L_4 в различных возрастных группах российской популяции.

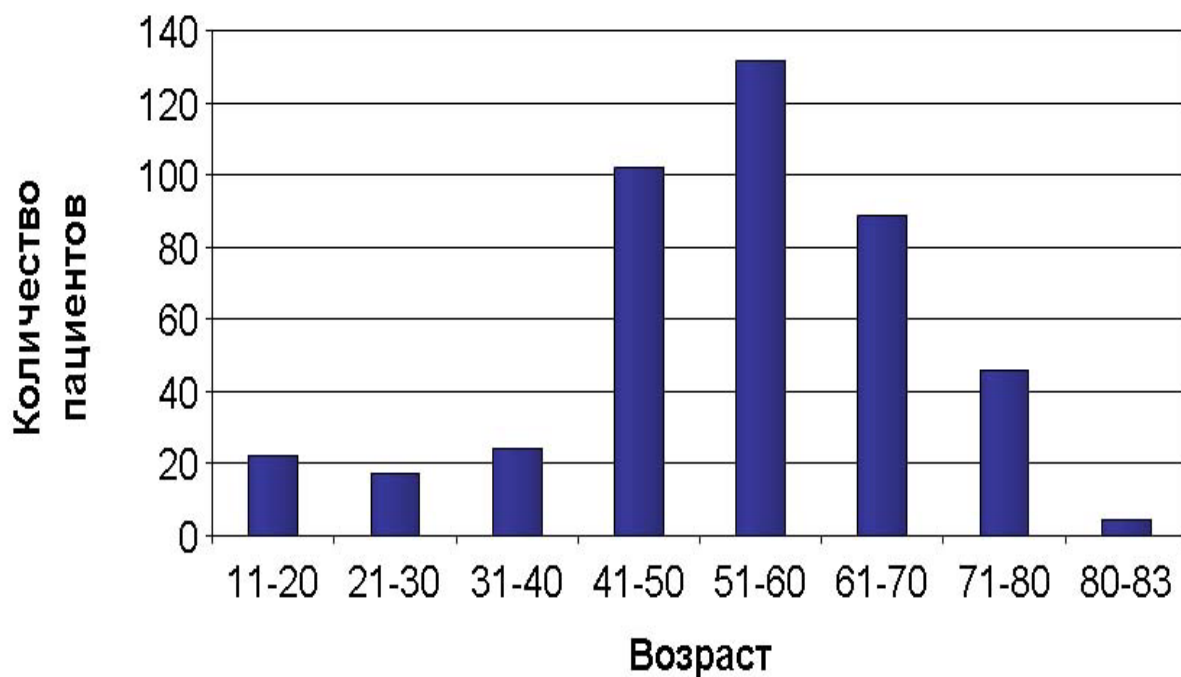


Рис. 2.1 Количество обследованных пациентов в различных возрастных группах.

Таблица 2.1

Распределение обследованных пациентов по возрасту и полу.

| Возраст \ Пол | 11-20 лет | 21-30 лет | 31-40 лет | 41-50 лет | 51-60 лет | 61-70 лет | 71-80 лет | 81-83 лет | Итого |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| Мужчин | 11 | 5 | 10 | 36 | 37 | 21 | 4 | 0 | 124 |
| Мужчин с метастазами | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 5 | 1 | 0 | 12 |
| Женщин | 11 | 12 | 14 | 66 | 95 | 68 | 42 | 4 | 312 |
| Женщин с метастазами | 0 | 0 | 4 | 9 | 17 | 6 | 1 | 0 | 37 |
| Всего пациентов | 22 | 17 | 28 | 112 | 154 | 100 | 48 | 4 | 485 |

Кроме этого, обследована группа больных из 49 человек (12 мужчин и 37 женщин) в возрасте от 33 до 79 лет с метастазами рака молочной, предстательной желез и легкого в поясничный отдел позвоночника.

Метастазы были выявлены при стандартной рентгенографии позвоночного столба, в двух проекциях и в ряде случаев при остеосцинтиграфии с последующей рентгенографией. По результатам рентгенографии эти пациенты разделены на две группы. Одна с остеопластическими метастазами составила 40 человек, другая с остеолитическими - 9 человек.

Каждому пациенту была выполнена остеоденситометрия поясничного отдела позвоночника. А в старшей возрастной группе (85 пациентов старше 65 лет) кроме того, и остеоденситометрия шеек бедренных костей. Всего было проведено 570 остеоденситометрических исследований. Пациентам старшей возрастной группы были выполнены снимки грудного и поясничного отделов позвоночника в прямой и боковой проекциях (170 снимков грудного отдела, 170 поясничного отдела позвоночника, 75 снимков шейки бедра). Всего было выполнено 415 рентгеновских исследований.

В группе больных с метастазами также выполнялись снимки позвоночного столба в двух проекциях, всего 196 рентгенограмм. Всего, было выполнено 866 остеоденситометрических исследований (табл. 2.2) и 719 рентгеновских снимков (табл. 2.3). Результаты остеоденситометрии во всех случаях сопоставлялись с рентгенологическими данными.

Таблица 2.2

Количество остеоденситометрических исследований.

| | ОДМ на уровне L ₁ -L ₄ | ОДМ шейки бедра | Всего ОДМ |
|--|---|-----------------------|-----------|
| Пациенты без воспалительной и опухолевой патологии | 351 | 250 | 601 |
| Старшая возрастная группа | 82 | 85 | 167 |
| Пациенты с метастазами | 49 | 49 | 98 |
| Итого исследований | 482 | 384 | 866 |

Таблица 2.3

Количество рентгенологических исследований.

| | Рентгенография грудного отдела | Рентгенография поясничного отдела | Рентгенография шейки бедра | Всего |
|---------------------------------|--------------------------------------|---|----------------------------------|-------|
| Старшая возрастная группа | 170 | 170 | 85 | 425 |
| Пациенты с метастазами | 98 | 98 | 98 | 294 |
| Итого исследований | 268 | 268 | 183 | 719 |

2.1.2 Характеристика технического оснащения

При выполнении работы использовано следующее оборудование:

1. Диагностическая рентгеновская установка «Компакт – Диагност» с возможностью выполнения рентгенограмм в вертикальном и горизонтальном положениях пациента. Аппарат представлен на рисунке 2.2



Рис 2.2 Рентгеновский аппарат «Компакт – Диагност».

2. Рентгеновский двухэнергетический денситометр «HOLOGIC®», модель QDR 4500C (рис 2.3)



Рис 2.3 Рентгеновский двухэнергетический остеоденситометр.

Сканирование производится веерным пучком рентгеновского излучения с использованием подвижного стола и подвижной «Г» – образной стойки с детектором и рентгеновской трубкой. В денситометре используется рентгеновское излучение двух энергетических диапазонов (80 и 100 или $140 \pm 10\%$ кВ управляемые программно). Анодный ток составляет $3 \text{ мА} \pm 35\%$. Детектор: многоэлементный полосковый. В аппарате используется автоматическая система самокалибровки с использованием автоматической внутренней референтной системы, автоматическая программа контроля качества прибора.

- Продолжительность сканирования составляет:
в поясничных позвонках в прямой проекции – 15 секунд
в проксимальном отделе бедренной кости – 120 секунд
- Лучевая нагрузка:
поясничные позвонки в прямой проекции – 5 мР

проксимальный отдел бедренной кости – 35 мР

- Точность измерения, заявленная компанией производителем 1%.

В связи с тем, что рентгенологическое исследование позвоночника требует наибольших доз лучевой энергии, защита обследуемых от ионизирующего излучения обеспечивалась снижением интегральной дозы облучения, путем максимально возможного диафрагмирования пучка излучения. При проведении исследования подбирали оптимальные условия рентгенографии, использовали высокочувствительную и контрастную плёнку. Высокая чувствительность плёнки позволяла уменьшить величину анодного тока или время экспозиции (mAS), а повышенная контрастность давала возможность применять более жёсткое, следовательно, менее вредное излучение. Работа с минимальным количеством брака позволяла избежать повторных исследований с дополнительным облучением. В дополнение к этому область таза и щитовидной железы обследуемого закрывали защитным фартуком из просвинцованной резины.

Лучевая защита персонала обеспечивалась защитой расстоянием и соблюдением правил эксплуатации рентгеновских кабинетов действующих в РФ. Во время съёмки наблюдение за больным осуществлялось через смотровое стекло со свинцовым стеклом. Поскольку в процессе исследования необходимо давать указания больному использовалась радиофикация кабинета, двери между процедурной и аппаратной закрывались.

Соблюдение правил радиационной защиты пациентов и персонала позволяло свести к минимуму вредное действие рентгенологических исследований и безопасно использовать этот ценный диагностический метод.

2.2 Методики исследования пациентов

2.2.1 Двухэнергетическая рентгеновская денситометрия

Для определения костной плотности использован наиболее современный на данный момент метод двухэнергетической рентгеновской денситометрии. Измерения проводились с помощью денситометра американской фирмы «HOLOGIC®», модель QDR 4500C, с готовой нормативной базой, созданной на основе популяционных исследований плотности кости в США.

Программа обследования пациентов включала:

- 1) остеоденситометрию тел позвонков поясничного отдела с первого по четвертый, в прямой проекции.
- 2) остеоденситометрию проксимального отдела бедренной кости.

Полученные данные позволяли определить в количественных показателях степень потери плотности кости, как в абсолютных величинах, так и в процентах по отношению к молодой норме, а также по отношению к возрастной норме.

Исследование включало измерение 2-х величин:

1. Площадь проекции исследуемого участка в см^2 (Area).
2. Содержание костного минерала на данной площади в граммах (BMC).

Из этих 2-х величин вычисляли клинически значимый параметр – проекционную минеральную плотность кости (BMD) выраженную в г/см^2 (BMC/Area). Степень снижения минеральной плотности кости оценивалась согласно принятой классификации ВОЗ по T – и Z – критериям.

T – критерий, это измерение разницы между плотностью кости конкретного пациента и среднего значения плотности молодых, здоровых взрослых людей в период до начала потери плотности кости того же самого пола и этноса. Результаты выражаются в стандартных отклонениях. Для

интерпретации данных денситометрии мы расценивали T-критерий, в соответствии с рекомендациями ВОЗ.

Z – критерий, это измерение разницы между костной плотностью конкретного пациента и средним значением плотности здоровых людей того же самого возраста, пола, и этноса.

- Нормальная плотность кости менее одного стандартного отклонения (SD) от среднего уровня для пика костной массы у женщин (T-критерий выше -1).
- Сниженная плотность кости (остеопения). Плотность кости между -1,0 и -2,5 SD ниже средней для пика костной массы (T-критерий между -1 и -2,5).
- Выраженное снижение плотности кости (остеопороз). Костная плотность ниже -2,5 стандартных отклонений от среднего пика костной массы (T-критерий -2,5 и менее). Лица входящие в эту группу и имеющие один перелом и более, считаются страдающими тяжелым остеопорозом.

Принимая во внимание то, что на результаты исследования могут воздействовать определенные факторы, мы обращали внимание, чтобы они отсутствовали в зоне исследования.

1. Контрастные материалы типа:

йод, барий, торий, рентгено непрозрачные катетеры и трубки.

2. Внешние объекты:

застежки/драгоценности, наконечники электрокардиографа

3. Внутренние объекты:

элементы металлоконструкций (винты, пластины), вводы электростимулятора сердца, радиоактивные капсулы, костные имплантаты, хирургические скрепки, инородные тела (шрапнель, дробь)

4. Другие факторы:

отравление свинцом, отравление ртутью, обработка кожных покровов коллоидным золотом

2.2.1.1 Методика денситометрического исследования поясничного отдела позвоночника.

При исследовании поясничного отдела позвоночного столба проводили денситометрию первых четырех поясничных позвонков, начиная с первого поясничного и заканчивая четвертым поясничным позвонком (L_1 - L_4).

Все пациенты женского пола детородного возраста опрашивались на предмет беременности до выполнения исследования. В случае беременности исследование рекомендовали отменить.

Перед обследованием из зоны сканирования удаляли все металлические предметы. Если во время сканирования выяснялось, что в проекции кости присутствует рентгеноконтрастный предмет, его удаляли, а сканирование выполнялось снова. Если предмет было невозможно удалить в проекции сканирования (например, элементы металлоконструкций) тогда дальнейшее исследование считается невозможным. В таких случаях денситометрию проводили, в какой либо другой из возможных областей исследования. Артефакт, присутствующий в области мягких тканей, в зависимости от плотности, может повлиять на результаты сканирования, поэтому обращали внимание на наличие таковых, при наличии значимых артефактов результаты анализа не подвергались обработке.

Пациента укладывают на стол в соответствии с разметкой на столе. Для правильного положения позвоночника выпрямляют поясничный лордоз, для чего ноги пациента укладывают на специальную подставку. Подставка помещается под голени пациента и перемещается до тех пор, пока бедра обследуемого не встанут настолько вертикально насколько это возможно. Пациенту предлагают плотно прижать поясницу к столу, под голову укладывают подголовник, руки укладывают выше головы или вдоль тела, так чтобы они располагались вне зоны исследования (рис 2.4).



Рис. 2.4. Правильная укладка для остеоденситометрии поясничного отдела позвоночника.

2.2.1.2 Методика денситометрического исследования проксимального отдела бедренной кости

Так же как при исследовании поясничного отдела позвоночника, при денситометрии проксимального отдела бедра убеждались, что пациент не имеет никаких устранимых металлических предметов в области исследования (застежки, ремни, драгоценности и так далее). Все женщины пациенты, детородного возраста опрашивались на предмет беременности.

Пациента размещают для сканирования в правильном положении, как показано на рисунке 2.5.

Пациента укладывают на спину с вытянутыми ногами. Исследуемую ногу обследуемого размещают на позиционирующем фиксаторе, который определяет ротацию ноги внутрь на 25° . Центр фиксатора следует выровнять по средней линии пациента. Крепящий ремень должен прочно удерживать стопу в этом положении, на стороне, которая будет исследована (рис 2.6). Руки располагают вне области сканирования, вдоль тела либо над головой.



Рис. 2.5. Укладка для остеоденситометрии шейки бедра слева. Левая нога пациента ротирована внутрь на 25° .



Рис. 2.6. Положение стопы при остеоденситометрии шейки бедра. Стопа с помощью ремней фиксируется на подставке.

2.2.2 Рентгенологическое исследование позвоночника

В процессе исследования было замечено, что у некоторых пациентов плотность отдельных позвонков значительно отличается от плотности остальных поясничных позвонков. Для выяснения причин таких отклонений мы прибегали к обычной рентгенографии поясничного отдела позвоночника.

Рентгенографическое исследование позвоночника нередко сопряжено с трудностями, обусловленными физиологическими искривлениями и патологическими деформациями, что особенно часто встречается у пожилых людей. Причина методических затруднений связана с тем, что в руководствах по рентгентехнике методика рентгенографии позвоночника представлена применительно к исследованию здоровых людей, без возрастных дистрофических изменений позвоночника. При этом не учитываются многие анатомические особенности, существенно сказывающиеся на качестве рентгеновского изображения. Интерпретация таких рентгенограмм может вести к диагностическим ошибкам.

2.2.2.1 Рентгенография грудного отдела позвоночника

Рентгенография грудного отдела позвоночника обычно начинается с исследования в прямой проекции. В грудном отделе всегда имеется в разной степени выраженный физиологический кифоз. Поэтому при положении больного на спине выпуклость дуги позвоночника обращена в сторону плёнки, что благоприятствует получению высококачественных рентгенограмм в прямой проекции. Для получения обзорной рентгенограммы всего грудного отдела, если отсутствуют большие кифотические искривления, больного укладывают на спину так, чтобы он соприкасался со столом наиболее выступающими участками позвоночника. Чтобы опора остистых отростков о стол не была болезненна, под них подкладывают ватные подушечки или спаренные валики по сторонам от них. При этой укладке обращали внимание на то, чтобы больной, даже незначительно не повернулся на бок, так как в таком случае позвоночник выглядит

искривлённым в ту или иную сторону, что может привести к выбору неправильной укладки для рентгенографии в боковой проекции. Для получения рентгенограммы всех грудных позвонков центральный луч направляют на шестой грудной позвонок (T_6). Расходящийся пучок лучей позволял получить раздельное изображение тел позвонков и расположенных между ними межпозвоночных дисков. Фокусное расстояние равно 1 метру. Кассета с плёнкой размещалась с таким расчетом, чтобы центральный луч пришёл в центр плёнки.

Для рентгенографии грудного отдела в боковой проекции больного укладывали на бок. Плечевой пояс максимально выводили вперед, соединяя предплечья согнутых рук перед грудной клеткой (рис. 2.7). Результаты этой укладки были тем лучше, чем больше был выражен кифоз. Наслаивающаяся иногда на изображение тел позвонков тень лопатки при удачном подборе технических условий не мешала трактовке рентгенограммы.

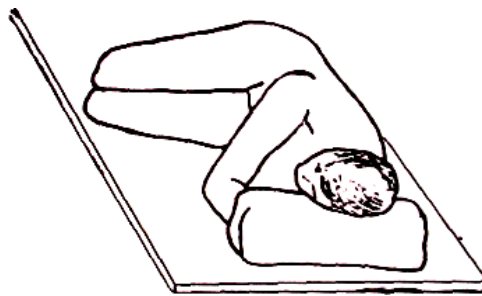


Рис. 2.7. Укладка для стандартной рентгенографии грудного отдела позвоночника в боковой проекции. Плечи выведены вперёд.

Для рентгенографии среднегрудного отдела позвоночника больного укладывали на тот бок, в сторону которого была обращена, выпуклость искривления, выявленного на рентгенограмме в прямой проекции. Если боковых искривлений не было, то при необходимости исследовать позвонки с T_3 по T_{9-10} больного укладывали на любой бок. Если же нужно было получить изображение и нижних грудных позвонков, прикрытых в боковой проекции печенью и куполами диафрагмы, то больного укладывали на левый

бок. При этом правая массивная доля печени удалялась от пленки, что вело к уменьшению контраста между позвонками, располагающимися выше и ниже правого купола диафрагмы. При укладке больного на бок позвоночник, как правило, располагается не параллельно поверхности стола. Верхний или нижний отдел его дальше отстоит от поверхности стола. В таких случаях мы стремились дугу исследуемого отдела позвоночника расположить симметрично по отношению к плоскости стола, что легко достигалось подкладыванием валиков под поясничный отдел или плечевой пояс и пальпаторным контролем местоположения остистых отростков верхних и нижних грудных позвонков (рис. 2.8). Центральный луч направляли вертикально на T_6 - T_7 грудные позвонки. Размер пленки и степень диафрагмирования подбирались в зависимости от желаемого размера изображения.

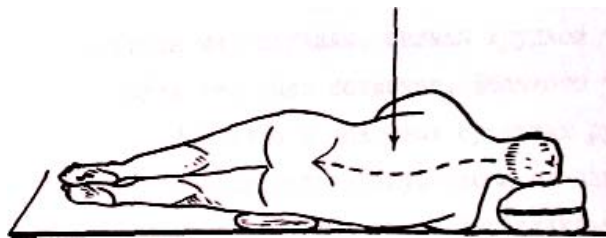


Рис. 2.8. Укладка для стандартной рентгенографии грудного отдела позвоночника в боковой проекции. Позвоночник расположен симметрично по отношению к столу и центральному лучу, направленному на T_6 - T_7 .

Исследование на глубоком вдохе позволяло получить более контрастное изображение позвонков при уменьшенных экспозиции и жесткости излучения. Кроме того, смещающаяся вниз диафрагма позволяла получить на фоне легочной ткани изображение T_{10} и даже T_{11} грудных позвонков. Но зато контраст изображения наддиафрагмальных и поддиафрагмальных позвонков резко возрастал. Наоборот, исследование на полном выдохе уменьшало вышеуказанный контраст, но одновременно ухудшалось качество изображения грудных позвонков из-за более

выраженного сосудистого рисунка легких и сужения межреберных промежутков. Кроме того, требовалось увеличение мощности рентгеновского излучения. Хорошие результаты давала рентгенография средних и нижних грудных позвонков без задержки дыхания. При такой методике размазывалось изображение ребер со стороны, обращенной к трубке, а также изображение легочных структур, благодаря чему изображение тел позвонков получалось гораздо более отчетливым. Движения ребер, прилежащих к столу, не происходило, и их изображение оставалось на пленке без изменений. Пользуясь таким способом, мы следили, чтобы дыхание не было слишком форсированным, иначе прижатая к столу половина грудной клетки начинала двигаться, изменял свое положение и позвоночник, что вело к получению нерезкого изображения. Время экспозиции при такой методике мы стремились довести до 3-5 секунд за счет одновременного уменьшения силы тока. Еще лучшие результаты мы получали, снимая грудной отдел позвоночника, в положении сидя, когда это было возможно. Больного усаживали, плотно прижав плечом к штативу. Согнутые в локтевых суставах руки выводили вперед. Центральный луч направляли перпендикулярно к пленке на тела T₆-T₇ позвонков. Проверив неподвижность позвоночника во время глубокого дыхания, производили съемку со временем в несколько секунд (от 3 до 5). При такой методике размазывалось изображение не только легочных структур, но и ребер с обеих сторон. В тех случаях, когда имели место S образные боковые искривления позвоночника, не удавалось получить удовлетворительное изображение всего грудного отдела позвоночника на одной пленке и приходилось снимать отдельно верхнюю и нижнюю части, укладывая больного так, чтобы исследуемый участок позвоночника был обращен выпуклой стороной к пленке.

2.2.2.2. Рентгенография поясничного отдела позвоночника

Исследование поясничного отдела позвоночника мы обычно начинали (так же как и грудного) с рентгенографии в прямой проекции. Для устранения проекционных искажений и получения отдельного изображения тел позвонков и межпозвонковых дисков при укладке больного мы всегда пытались выпрямить, насколько это было возможно, поясничный лордоз или даже добиться образования небольшого равномерного кифоза. Это достигалось сгибанием ног в тазобедренных и коленных суставах (рис. 2.9).

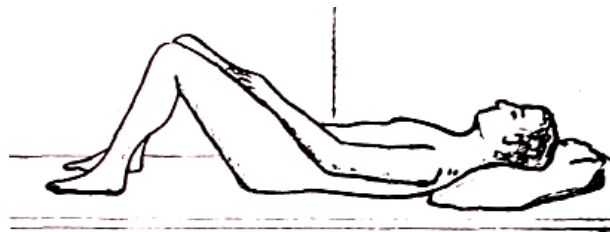


Рис. 2.9 Укладка для обычной рентгенографии поясничного отдела позвоночника в прямой проекции. Поясничный лордоз выпрямлен, поясница плотно прилежит к столу.

Иногда, чтобы достигнуть желаемого искривления позвоночника, приходилось прижимать разведенные и согнутые в коленных суставах ноги к животу. Центральный луч направляли на пупок перпендикулярно к пленке. Рентгенограмма в такой укладке позволяла получить достаточно высокое качество изображения первых четырех позвонков, верхней площадки пятого и дисков между ними. Для получения изображения смежных площадок тела L_5 поясничного позвонка, I крестцового сегмента и диска между ними приходилось делать дополнительную рентгенограмму. Её производили после изучения снимка в боковой проекции, по которому точно определяли степень необходимого наклона центрального луча. Такой наклон приходилось создавать всегда, поскольку вследствие физиологического лордоза и клиновидной формы L_5 получить изображение диска L_5-S_1 , вертикальным лучом невозможно. Больного укладывали на спину с разведенными и

согнутыми в тазобедренных и коленных суставах ногами. Центральный луч направляли под углом, определенный по боковой рентгенограмме, в точку над лонным сочленением. Обычно этот угол составлял около 25-30° (по отношению к вертикали).

При остеопорозе с кифотической деформацией грудного отдела в поясничном отделе, как правило, появляется компенсаторный гиперлордоз. При такого рода деформациях создаются неблагоприятные условия для рентгенографии в прямой проекции. В таких случаях хорошие результаты даёт исследование в заднее - передней проекции (в положении на животе). Если приходилось исследовать тучных людей с большим отложением жира в брюшной стенке и сальнике, мы всегда пытались прижать переднюю брюшную стенку к позвоночнику с помощью пояса - фиксатора и подложенного под него плотного ватного валика. Такая простая мера нередко позволяла значительно улучшить качество рентгенограмм. После того как была получена рентгенограмма поясничного отдела в прямой проекции и по ней установлено наличие или отсутствие боковых искривлений позвоночника, приступали к съемке в боковой проекции. При наличии бокового искривления больного укладывали так, чтобы выпуклая сторона искривленного позвоночника была обращена в сторону пленки. Если боковых искривлений не было, то больному предлагали лечь на любой бок. При укладке мужчин на бок верхние и нижние поясничные позвонки отстоят на одинаковое расстояние от стола. В таком случае центральный луч направляли перпендикулярно к пленке и получали желаемый снимок. При укладке женщин нижние поясничные позвонки вследствие большей ширины таза отстоят дальше от стола, чем верхние. При этом позвоночник изгибается в виде дуги, поясничная часть которой обращена вогнутой стороной к трубке и несколько краниально. При таких условиях центральный луч необходимо было направлять так, чтобы он проходил параллельно площадкам исследуемых позвонков. Кассету располагали с таким расчетом, чтобы центральный луч пришёл в центр пленки. Но чаще мы поступали так же, как

и при рентгенографии грудного отдела, а именно, подкладывали под боковую поверхность грудной клетки подушечки и валики до момента симметричного расположения исследуемого участка позвоночника по отношению к плоскости стола. Этот способ проще и дает лучшие результаты.

2.3 Методы анализа рентгенограмм

Оценку рентгенограмм начинали с качественного визуального их анализа. При этом оценивали:

1. Форму грудного и поясничного отделов позвоночного столба
2. Форму отдельных позвонков и межпозвонковых дисков
3. Плавность дуги грудного кифоза и поясничного лордоза
4. Наличие каких-либо изменений поясничных позвонков или в окружающих тканях в их проекции.

Такая оценка проводилась для выявления пациентов, позвоночник которых в чём-либо не соответствовал нормальному строению. При обнаружении на рентгенограммах отклонений от нормы: локальные дисплазии, диспластические сколиозы и кифозы, дистрофические изменения, метастазы и другая патология позвоночного столба это отмечалось в истории болезни пациента, и обязательно учитывалось при последующем анализе рентгенограмм.

2.4 Методы исследования препаратов

В работе были исследованы трупные препараты позвоночного столба человека с фиксирующим гиперостозом Форестье. Данная патология была выявлена ещё при жизни больного.

Перед освобождением от мягких тканей препарат подвергался рентгенографии в прямой и боковой проекции. Рентгенографическое исследование проводилось на обычном рентгеновском аппарате «Компакт – Диагност» без отсеивающей решетки.

Изготовление костных препаратов позвоночника начинали с удаления мышечной и жировой ткани механическим путём. Связки и межпозвоночные диски оставляли нетронутыми. После чего препарат промывали в проточной воде, которую в течение 2-3 суток меняли несколько раз.

Окончательное освобождение от мягких тканей производилось методом варки или мацерации.

При мацерации кости, очищенные от мягких тканей, помещали в банку с теплой водой (35-40°) сроком на 1-2 недели. После этого мягкие ткани, подвергшиеся гниению, с помощью скальпеля и пинцета отделялись от костей. Затем кости отмывали в проточной воде и подвергали окончательной обработке.

При вываривании костные препараты, предварительно освобожденные от мягких тканей, варились в 2-3 сменах воды, затем промывались и высушивались.

Обезжиривание костей проводилось подогретым 5-10% раствором соды в спирте.

Статистические методы

Статистическая обработка и графическое представление результатов исследования производились на персональном компьютере «Pentium Celeron 2000» с использованием компьютерных программ Microsoft Excel 2002(Microsoft Corporation) и Statistica 6.0 (Stat Soft, Inc.).

В результате анализа денситограмм был получен ряд числовых показателей плотности кости в поясничных позвонках и шейке бедренной кости в условных единицах (грамм на единицу площади - г/см²).

Для каждой возрастной группы без патологии была вычислена средняя плотность каждого позвонка в отдельности, средняя плотность поясничного отдела позвоночника с L₁ по L₄, плотность шейки бедренной кости. При этом соблюдались общие рекомендации для медицинских и биологических исследований. Кроме средних величин (M), определялись средне квадратичные отклонения (m). Для определения достоверности различий сопоставимых средних величин применяли критерий Стьюдента (t). При этом разница средних величин считалась достоверной при $p < 0,05$ (95% уровень значимости). Для изучения связи между изучаемыми показателями вычисляли коэффициенты корреляции (r) для прямолинейных связей и корреляционного отношения (η) для криволинейной регрессии.

Глава 3

Возрастная динамика

ПЛОТНОСТИ ПОЯСНИЧНЫХ ПОЗВОНКОВ

Старение организма человека в норме сопровождается потерей костной ткани, истончением и уменьшением количества костных балок, вследствие чего увеличивается хрупкость костей и возрастает риск переломов. Помимо этого в период старения изменяется осанка человека, сначала усиливается грудной кифоз, затем происходит перестройка всех физиологических изгибов позвоночного столба, формируется компенсаторный гиперлордоз. Такое изменение осанки весьма характерно для людей пожилого возраста. Само понятие старости во времена древнего Египта обозначалось иероглифом в виде сгорбленной человеческой фигуры, опирающейся на палку. В основе типичного старческого кифоза лежит атония мышц спины и остеопеническая дистрофия позвоночного столба. Мышцы спины при наличии атонии оказываются не в состоянии удерживать грудной отдел позвоночника в его нормальном состоянии, а ослабленные позвонки быстро подвергаются деформации. Поэтому возникает небольшая сутулость. В начальных стадиях она может быть устранена напряжением мышц спины и исчезает в положении лёжа, проявляясь в положении стоя. На боковых рентгенограммах в начальных стадиях типичного старческого кифоза отмечается уплощение передних участков грудных дисков. В положении лёжа, когда ликвидируется нагрузка на эти отделы, межпозвоночные диски вновь приобретают свою обычную форму.

В соответствии с задачами диссертации мы провели исследование условно здоровых пациентов, без онкологической и воспалительной патологии в опорно-двигательной системе, не страдающих сахарным

диабетом, без заболеваний щитовидной железы и не лечившихся глюкокортикостероидами. Были определены средние значения плотности поясничных позвонков с первого по четвертый и их стандартные отклонения для каждой из возрастных групп и суммарная плотность для всего поясничного отдела в целом.

Нам удалось выяснить, что достоверное снижение плотности поясничных позвонков у условно здоровых женщин начинается в возрасте после 41-50 лет, у мужчин после 61-70 лет, что согласуется с данными литературы по этому вопросу (Рожинская Л.Я., 2000; Риггз Б.Л., Мелтон А.Дж III., 2000). Полученные сведения о средней плотности L_1-L_4 были обобщены в таблицу 3.1. В ней приведена плотность для всех возрастных групп мужчин и женщин в отдельности. Наглядно иллюстрирует этот материал рисунок 3.1. На графике отмечается связь между возрастом и плотностью кости в поясничном отделе позвоночника суммарно с первого по четвертый поясничные позвонки, соответственно у мужчин и женщин.

Таблица 3.1

Средняя плотность позвонков в поясничном отделе (L_1-L_4), в различных возрастных группах у мужчин и женщин.

| Возраст, (лет) | Мужчины | | Женщины | |
|-------------------|----------------------|------|----------------------|------|
| | (г/см ²) | (%) | (г/см ²) | (%) |
| 11-20 | 0,8431 | 88,1 | 0,8600 | 90,0 |
| 21-30 | 0,9569 | 100 | 0,9534 | 99,8 |
| 31-40 | 0,9532 | 99,6 | 0,9365 | 98,0 |
| 41-50 | 0,9527 | 99,6 | 0,9557 | 100 |
| 51-60 | 0,9101 | 95,1 | 0,9094 | 95,2 |
| 61-70 | 0,8443 | 88,2 | 0,8530 | 89,3 |
| 71-80 | 0,8014 | 83,7 | 0,7728 | 80,9 |
| 80-83 | | | 0,7408 | 77,5 |

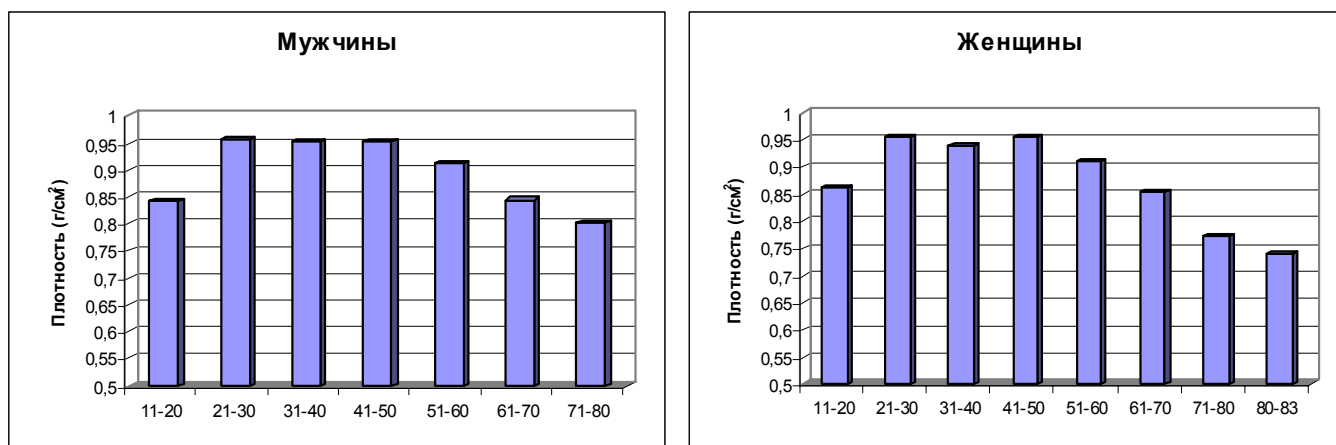


Рис. 3.1. Динамика среднего показателя плотности четырёх поясничных позвонков (L_1 - L_4) в зависимости от возраста у мужчин и женщин.

Из представленных данных следует, что плотность позвонков у мальчиков и девочек в возрасте 11-20 лет с практически одного уровня $0,840$ - $0,860$ г/см², нарастает становясь максимальной к 21-30 годам. Что соответствует показателям плотности $0,953$ - $0,957$ г/см². Далее до возраста 41-50 лет остается постоянной, одинаково как для мужчин, так и для женщин. Следует отметить, что мужчины и женщины имеют статистически сходную пиковую костную массу. С возраста 51-60 лет начинается постепенная потеря костной ткани, и плотность снижается. Причем у женщин потеря происходит интенсивнее, чем у мужчин, особенно после 60 лет, что связано с гормональными изменениями в организме женщины в этот период и снижением уровня эстрогенов. К 71-80 годам показатели плотности для мужчин равны $0,801$ г/см², а для женщин $0,773$ г/см². Ежегодная потеря плотности в возрасте от 51 до 60 лет составляет $0,45\%$ в год для мужчин (табл. 3.2) для женщин она более выражена и составляет $0,49\%$ в год. В возрасте 61-70 лет для мужчин ежегодная потеря плотности более значительна - $0,72\%$ в год, а для женщин $0,62\%$ в год. В возрастном периоде 71-80 лет потеря плотности у женщин больше, чем у мужчин и составляет $0,79\%$ и $0,37\%$ в год соответственно. Рис.3.2. К возрасту старше 80 лет потеря

минералов костью продолжает оставаться постоянной и даже несколько снижается, составляя 0,60% в год для женщин.

Таблица 3.2

Ежегодное изменение плотности поясничных позвонков (L_1-L_4) в различных возрастных группах у мужчин и женщин (% в год).

| Возраст, (лет) | мужчины | женщины |
|----------------|---------|---------|
| 11-20 | | |
| 21-30 | -1,26 | -1,04 |
| 31-40 | 0,04 | 0,18 |
| 41-50 | -0,01 | -0,22 |
| 51-60 | 0,45 | 0,49 |
| 61-70 | 0,72 | 0,62 |
| 71-80 | 0,37 | 0,79 |
| 80-83 | | 0,60 |

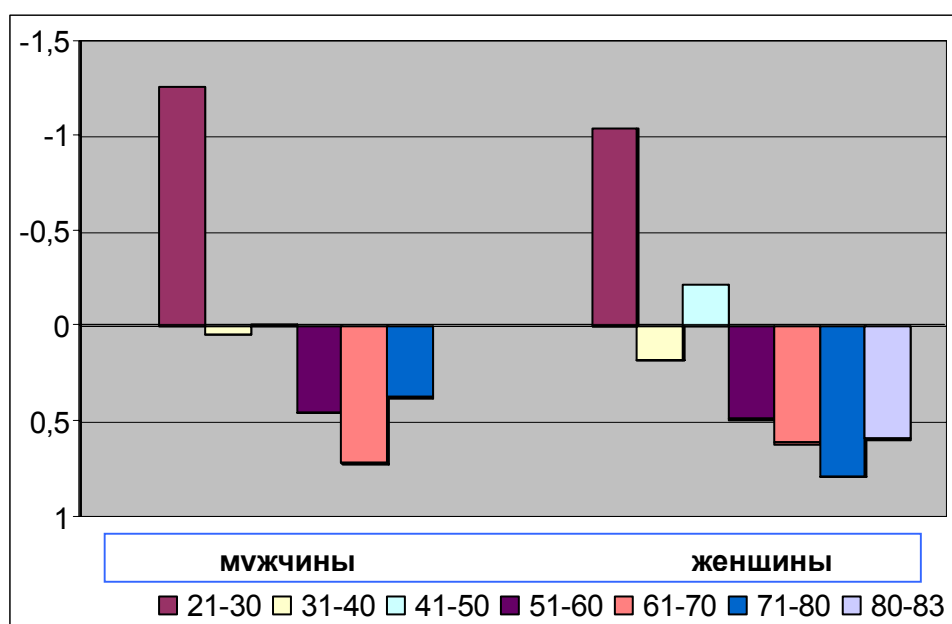


Рис. 3.3. Ежегодное изменение средней плотности (г/см^2) в зависимости от возраста и пола обследуемых (на графике по оси ординат используется обратная система координат).

В результате проведенных в диссертации исследований мы провели не только суммарный анализ плотности позвонков поясничного отдела, но и тела каждого позвонка в отдельности с первого по четвертый поясничные позвонки (табл. 3.3). В таблице и на рисунке 3.3 приведены сведения о

ежегодном изменении плотности позвонков в процентах в различные возрастные периоды жизни человека.

Таблица 3.3

Плотность отдельных позвонков поясничного отдела (L_1 , L_2 , L_3 , L_4), в различных возрастных группах у мужчин и женщин.

| Возраст, (лет) | L_1 BMD | | L_2 BMD | | L_3 BMD | | L_4 BMD | |
|-------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| | муж | жен | муж | жен | муж | жен | муж | жен |
| 11-20 | 0,7965 | 0,8094 | 0,8456 | 0,8607 | 0,8588 | 0,8814 | 0,9013 | 0,9062 |
| 21-30 | 0,9086 | 0,9040 | 0,9660 | 0,9629 | 0,9779 | 0,9756 | 0,9749 | 0,9712 |
| 31-40 | 0,8761 | 0,8635 | 0,9581 | 0,9431 | 0,9832 | 0,9667 | 0,9955 | 0,9728 |
| 41-50 | 0,8859 | 0,8923 | 0,9662 | 0,9626 | 0,9657 | 0,9710 | 0,9963 | 1,0002 |
| 51-60 | 0,8366 | 0,8348 | 0,9109 | 0,9100 | 0,9353 | 0,9358 | 0,9602 | 0,9596 |
| 61-70 | 0,7674 | 0,7764 | 0,8367 | 0,8454 | 0,8763 | 0,8841 | 0,9014 | 0,9109 |
| 71-80 | 0,7572 | 0,7333 | 0,8050 | 0,7802 | 0,8271 | 0,7974 | 0,8634 | 0,8337 |
| 80-83 | | 0,6590 | | 0,6985 | | 0,7735 | | 0,8320 |

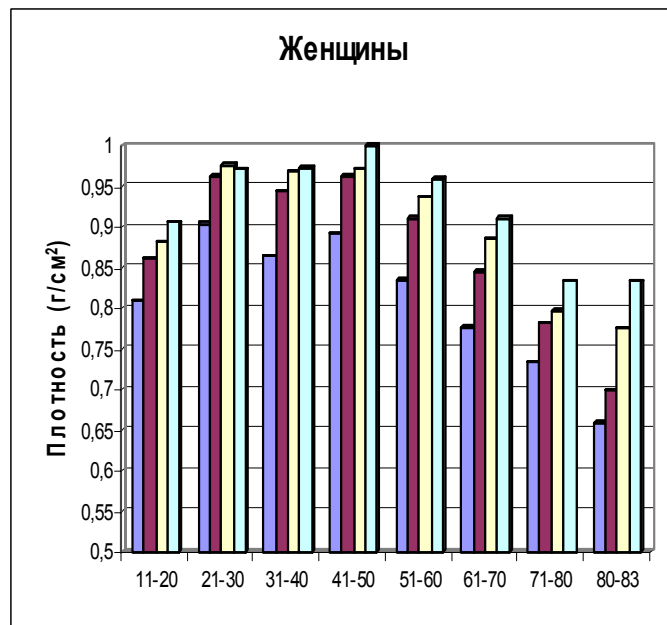
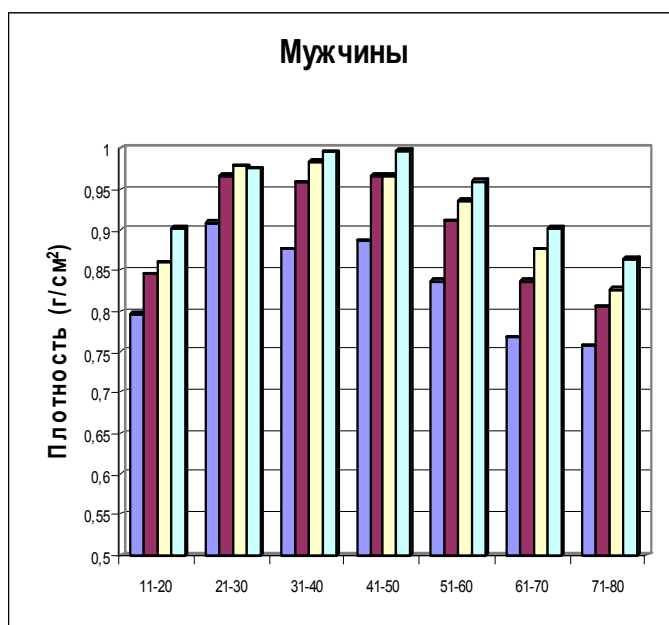


Рис. 3.3. Плотность каждого позвонка (г/см^2) в отдельности (L_1 - L_4) в зависимости от возраста у мужчин и женщин.

L_1 - , L_2 - , L_3 - , L_4 -

Итак, плотность позвонков в норме в поясничном отделе значительно разниться, даже в молодом возрасте. Она минимальна для первого позвонка, нарастает во втором и третьем поясничных позвонках, становясь максимальной в четвертом позвонке. Табл. 3.3. Материал, собранный в таблице иллюстрируют рисунок 3.3, соответственно для мужчин и женщин.

Различная плотность каждого позвонка в отдельности делает понятным трактовку данных остеоденситометрии. В литературе это явление не получило отражения, хотя разработчики аппаратов и программного обеспечения для рентгеновской денситометрии, по-видимому, его обнаружили. Иначе не были бы понятны соотношения показателей BMD в условных единицах (г/см^2), и в процентах в разных позвонках, что демонстрирует следующий пример (рис. 3.4).

BMD (L_1-L_4) = 1.028 г/см^2

| Region | BMD | T (30.0) | Z |
|-----------|-------|------------|------------|
| L_1 | 0.896 | -0.27 97% | +0.18 102% |
| L_2 | 1.097 | +0.62 107% | +1.12 113% |
| L_3 | 1.032 | -0.48 95% | +0.04 100% |
| L_4 | 1.068 | -0.44 96% | +0.10 101% |
| L_1-L_4 | 1.028 | -0.18 98% | +0.33 104% |

Рис. 3.4. Пример результатов остеоденситометрии.

Как видно на рисунке, при BMD 0,896 (г/см^2) в первом поясничном позвонке (L_1) потеря плотности составила 3%, тогда как в третьем (L_3) при большем значении BMD (1,032 г/см^2) потеря плотности составила 5%. Это может объясняться только тем, что отсчёт ведётся от разных исходных величин. Этот пример подтверждается всеми другими денситометрическими исследованиями. Следовательно, статистические нормативные базы данных денситометров, опираются на сведения о плотности каждого позвонка в отдельности. Исходя из этих данных, ведутся вычисления показателей результатов остеоденситометрии. Следует отметить, что производители

денситометров не отмечают этот факт ни в сопутствующей документации, ни в литературных источниках, хотя это имеет определённое практическое значение.

На основании анализа полученных данных мы сделали заключение, что в старших возрастных группах одновременно с естественной потерей минералов костью растёт разброс плотности в позвонках, то есть увеличивается разница между минимальным и максимальным значением плотности отдельно взятого позвонка. Разброс может быть весьма велик и в отдельно взятых случаях, достигает значительных цифр. Для проверки и доказательства этой гипотезы мы проанализировали данные плотности позвонков всей генеральной совокупности, используя метод однофакторного дисперсионного анализа. Рис. 3.5.

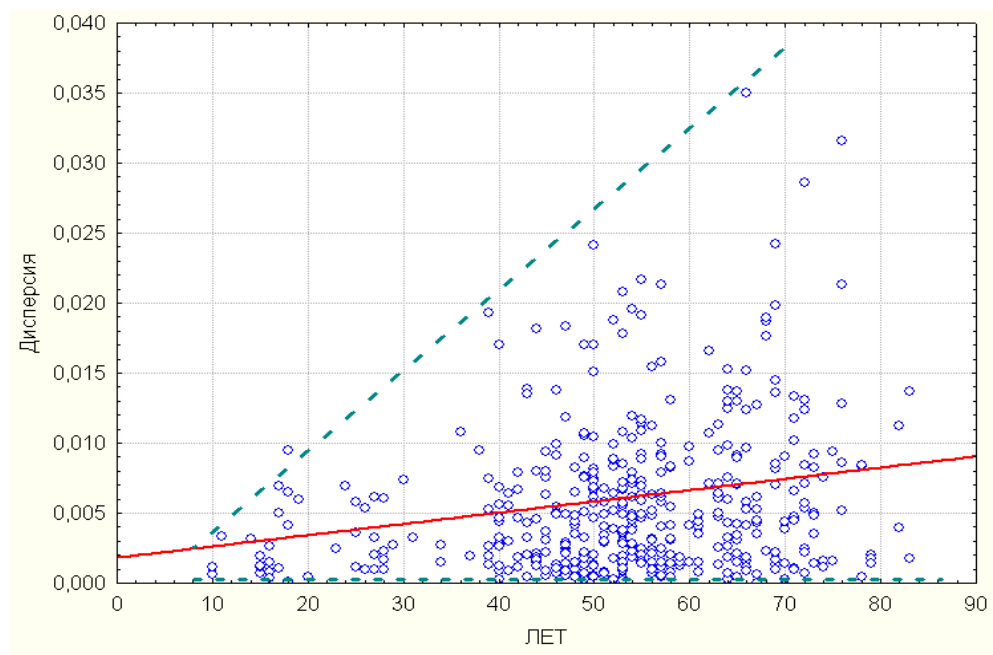


Рис. 3.5. По оси абсцисс - возраст, по оси ординат - коэффициент дисперсии. Красная линия - обобщающая регрессия.

Как следует из графика представленного на рисунке, во-первых, с увеличением возраста растет коэффициент дисперсии, о чем свидетельствует

положительный наклон линии регрессии. Уравнение регрессии описывается следующим уравнением:

$$D = 0,0018 + 8,0392E - 5 \cdot x \quad (3.1)$$

Где D – коэффициент дисперсии, X – возраст.

Во-вторых, разброс коэффициента дисперсии во всей генеральной совокупности особенно заметен у лиц старше 40 лет. Нарастание дисперсии в старших возрастных группах говорит о неравномерном распределении минералов во всей проекционной области, исследуемой остеоденситометром. Как было отмечено выше, примерно с этих лет начинается интенсивное снижение плотности позвонков. Однако рост коэффициента дисперсии мы связываем в первую очередь не с неравномерной потерей минералов костью, а с ростом частоты дистрофических изменений. А именно за счёт увеличения количества изменений паравертебральных мягких тканей и непосредственно в телах позвонков. Сюда мы относим различные формы дистрофических процессов локализованных в межпозвоночных дисках и дугоотростчатых суставах, подвязочные изменения на уровне одного или многих сегментов и в телах позвонков. Это остеохондроз позвоночника, спондилоз, спондилоартроз (артроз суставов позвоночного столба), фиксирующий гиперостоз, в том числе остеопеническая дистрофия позвоночника и дистрофические изменения сухожилий мышц (тендиноз) и связок (лигаментоз) позвоночника.

В соответствии с рекомендациями всемирной организации здравоохранения измерение плотности кости на практике проводят в двух клинически важных отделах скелета, а именно: в шейке бедренной кости с одной или обеих сторон и поясничном отделе позвоночника. Нами была обнаружена удовлетворительная положительная корреляция ($r=0,57$) между этими отделами скелета (Рис 3.6).

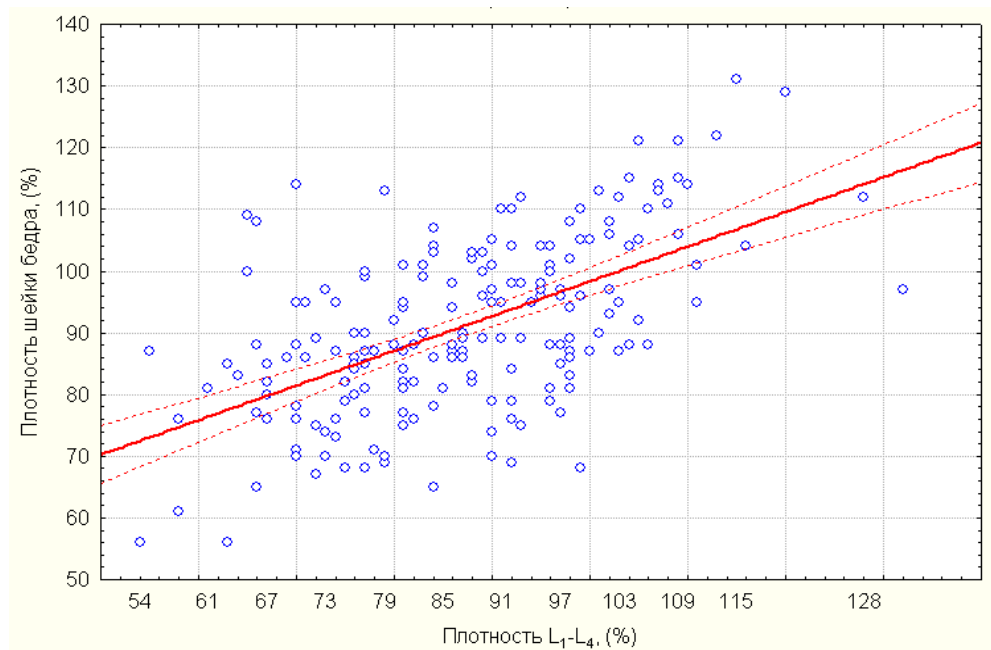


Рис. 3.6. Связь плотности в поясничном отделе позвоночника и шейке бедренной кости. По оси абсцисс отложена плотность поясничного отдела, по оси ординат плотность в шейке бедра. Красная линия - обобщающая регрессия.

Таким образом, при анализе полученного статистического материала нами были выявлены определённые особенности, в изменении плотности поясничных позвонков и шейки бедренной кости, связанные с возрастом и полом обследованных пациентов. А именно:

Общие особенности:

- Плотность позвонков в норме неодинакова. Она минимальна для первого позвонка, нарастает во втором и третьем поясничных позвонках, становясь максимальной в четвертом позвонке.
- Отмечена удовлетворительная положительная корреляция между данными плотности в шейке бедра и поясничном отделе позвоночника ($r=0,57$).

Особенности, связанные с возрастом:

- Достоверное снижение плотности кости у женщин начинается в возрасте после 41-50 лет, у мужчин после 61-70 лет ($p < 0,05$).
- Потеря плотности происходит неравномерно, с возрастом увеличивается разница между плотностью тел отдельных позвонков.
- В возрасте более 40 лет в общей популяции, увеличивается количество пациентов с неравномерным распределением плотности в области исследуемой остеоденситометром. Это свидетельствует о нарастании дистрофических изменений позвоночника и говорит о старении позвоночного столба.

Особенности, связанные с полом:

- Мужчины и женщины имеют статистически одинаковую пиковую костную массу.
- У женщин возрастная потеря минеральных солей костью происходит интенсивнее, чем у мужчин, что связано с периодом дефицита эстрогенов.

Глава 4

Факторы, влияющие на трактовку данных остеоденситометрии

Современная аппаратура для диагностики остеопороза непрерывно развивается и совершенствуется. С каждой новой моделью возрастает точность исследования, снижается время обследования пациента и обработки результатов. Однако в определённых случаях на результаты исследования оказывают влияние ряд внешних и внутренних факторов, которые пока невозможно учесть самой современной и дорогостоящей аппаратурой.

Рентгеновский денситометр измеряет проекционную плотность определённой области тела пациента. В проекционную зону могут попадать и соответствующим образом влиять на результаты денситометрии все минеральные отложения, образующиеся в паравертебральных мягких тканях. Этот процесс характерен для дистрофических процессов различного рода. Датчик денситометра приплюсовывает плотность этих минеральных отложений, к плотности костей, не вносящих вклад в реализацию опорной функции и не влияющие на механическую прочность кости. Либо наоборот, некоторые рассмотренные в работе процессы могут снижать показатели плотности, что следует учитывать при проведении остеоденситометрии на любом, в том числе самом современном оборудовании.

На спондилограммах грудного и поясничного отделов, выполненных в ходе рентгенодиагностического исследования рандомизированной популяционной выборки, помимо остеопороза нами были изучены признаки прочих дистрофических изменений позвоночного столба. При этом оценивались рентгенологические признаки хондроза и остеохондроза, смещение позвонков, признаки гиперфункции передней продольной связки

характерные для спондилоза и анкилозирующего гиперостоза, а также признаки наличия метастазов. Метастазы в свою очередь были разделены на остеопластические и остеолитические по данным рентгенологического исследования.

4.1 Факторы, увеличивающие результаты остеоденситометрии

В нашем исследовании удалось выяснить, что на увеличение показателей остеоденситометрии могут влиять все процессы, сопровождающиеся дополнительным патологическим костеобразованием, и как следствие увеличением массы костей. А именно: крупные остистые отростки, массивные дуги позвонков, фиксирующий гиперостоз Форестье, остеохондроз поясничного отдела позвоночника, спондилоартроз (артроз дугоотростчатых суставов), межостистые неоартрозы, остеопластические метастазы, переломы тел позвонков, обызвествление брюшной аорты, а также местная остеосклеротическая перестройка структуры кости. Все виды патологического костеобразования характерны для людей пожилого возраста. Шейка бедренной кости также зачастую подвержена дистрофическим изменениям, при коксартрозе (утолщение шейки за счёт периостальных наслоений и остеосклероз шейки).

4.1.1 Фиксирующий гиперостоз Форестье на поясничном уровне

Дополнительное костеобразование под передней продольной связкой позвоночника – весьма распространённое явление в возрасте старше 60 – 70 лет (см. гл. 3). В группе наших пациентов, с этой патологией, плотность позвонков, измеряемая методом рентгеновской остеоденситометрии, нормальная или несколько повышена. При обследовании, иногда, обращает на себя внимание снижение костной плотности в шейке бедренной кости.

При осмотре, характерна осанка больного и внешний облик пациента с остеопорозом. Вид пациента характеризуется снижением роста, кифотической деформацией грудного отдела (так называемый «вдовый горб») и компенсаторным гиперлордозом в поясничном отделе позвоночника.

Частью нашей работы было исследование трупных препаратов позвоночного столба с гиперостозом Форестье. Мацерация мягких тканей проводилась методом вываривания (гл. 2.4). Данный препарат представлен на рисунке 4.1. Рентгенограмма препарата с мягкими тканями приведена на рисунке 4.2. Стрелки на рисунках указывают на массивное костеобразование под передней продольной связкой. Ключевидные остеофиты, образующиеся на телах позвонков, огибают межпозвоночные диски и неизбежно дают увеличение результатов остеоденситометрии.

В таких случаях, при проведении исследования на реальном пациенте, выяснить истинную плотность тела позвонка, к сожалению, не представляется возможным как при исследовании в прямой, так и в боковой проекции, в связи с тем, что костные напластования окружают позвонки не только спереди, но и с боков. Однако, как видно из рисунка 4.1, боковые напластования значительно меньше напластований расположенных спереди, поэтому исследование в боковой проекции всегда предпочтительнее, если аппарат оснащён такой функцией.

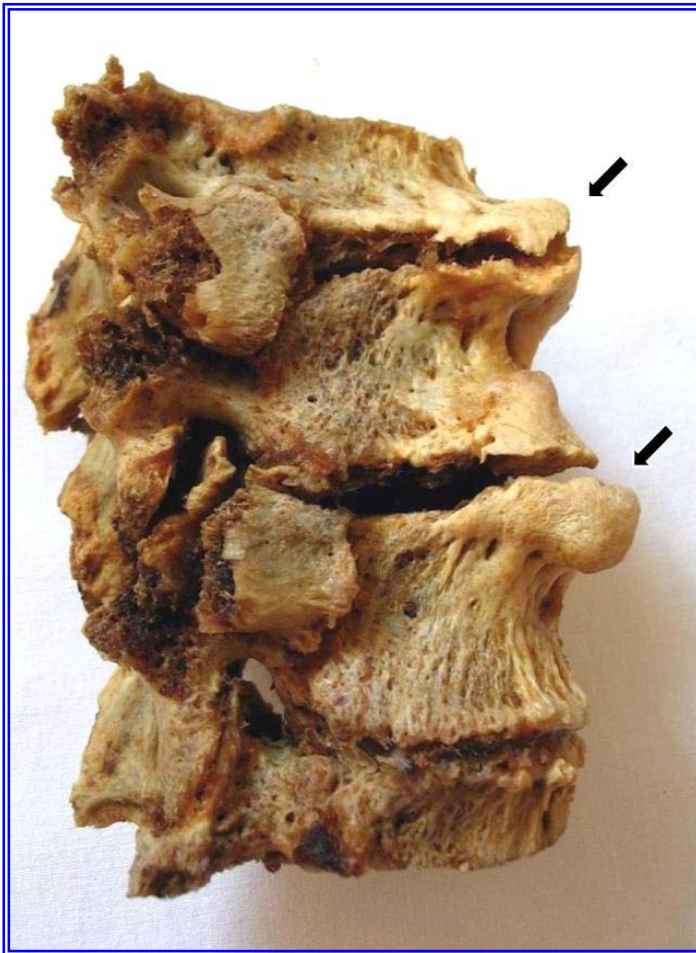


Рис. 4.1

Фотоснимок препарата поясничного отдела позвоночника. Вновь образованная под передней продольной связкой кость (стрелки). Мягкие ткани удалены.



Рис. 4.2

Рентгенограмма того же препарата поясничного отдела позвоночника. Выраженное подсвязочное костеобразование – синдром Форестье (стрелки).

Клиническое наблюдение.

Пациентка К., 67 лет, жительница г. Москва. Направлена в ФГУ РНЦРР Росздрава для проведения денситометрии. Предъявляет жалобы на боли в пояснице усиливающиеся после нагрузки, отмечает снижение роста за последний год на 4 см. Рентгеновская остеоденситометрия показала нормальную общую плотность в поясничном отделе позвоночника, которая составила 98% от молодой нормы (рис 4.3, 4.4). Однако обратило на себя внимание, что плотность поясничных позвонков колебалась от 94 до 102% по сравнению с «молодой» нормой. А именно: плотность первого поясничного позвонка (L_1) составила 101% ($0,935 \text{ г/см}^2$), второго (L_2) 97% ($0,998 \text{ г/см}^2$), третьего (L_3) - 102% ($1,105 \text{ г/см}^2$), четвёртого (L_4) - 94% ($1,048 \text{ г/см}^2$). Эти данные представляют значительный разброс для лиц данной возрастной группы (рис. 4.4) и не соответствуют нормальной разнице плотности отдельных позвонков.

Для выяснения причины различной плотности позвонков были выполнены рентгеновские снимки поясничного отдела позвоночника (рис. 4.5). На снимках определяются мощные костные разрастания под передней продольной связкой позвоночника как проявление фиксирующего гиперостоза Форестье. Стрелками показаны клювовидные остеофиты, расположенные по боковым и передним краям тел позвонков. Судя по сниженной плотности четвертого поясничного позвонка (94%) косвенно можно судить о сниженной плотности всех позвонков. Однако, и в L_4 показатель выше истинного за счёт имеющихся и на этом уровне подсвязочных костных напластований. Опираясь на этот факт можно утверждать, что плотность всех позвонков ниже 94% от молодой нормы. Поэтому при трактовке таких данных, следует опираться на минимальные значения плотности.

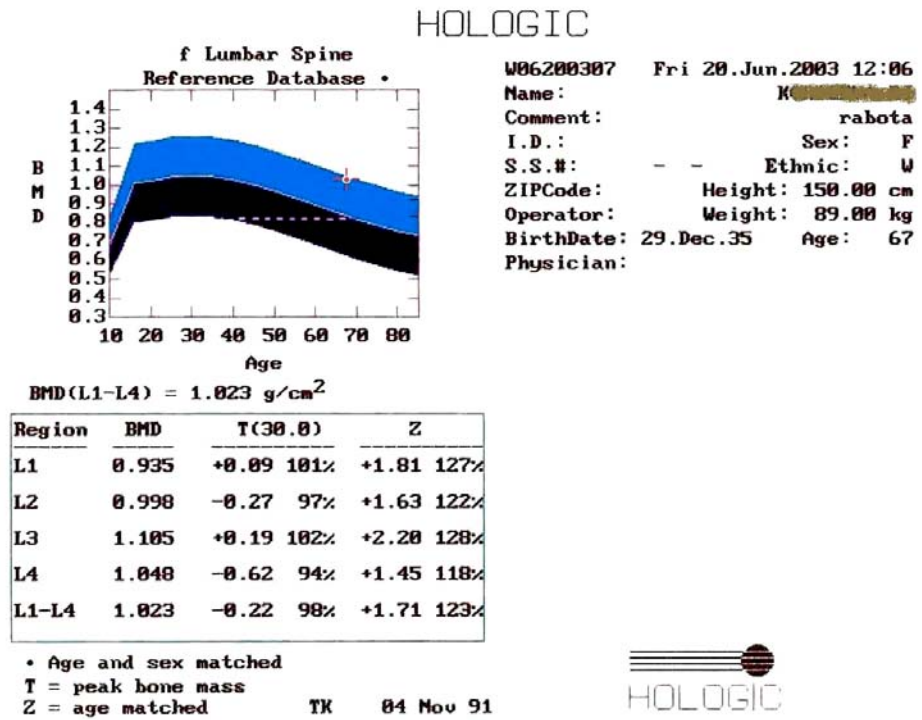


Рис 4.3. Остеоденситограмма поясничного отдела позвоночника пациентки К., 67 лет.

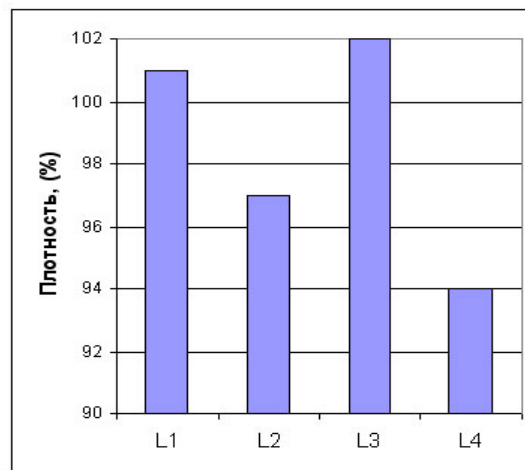


Рис 4.4. Та же пациентка. Гистограмма плотности каждого позвонка в отдельности с L₁ по L₄.

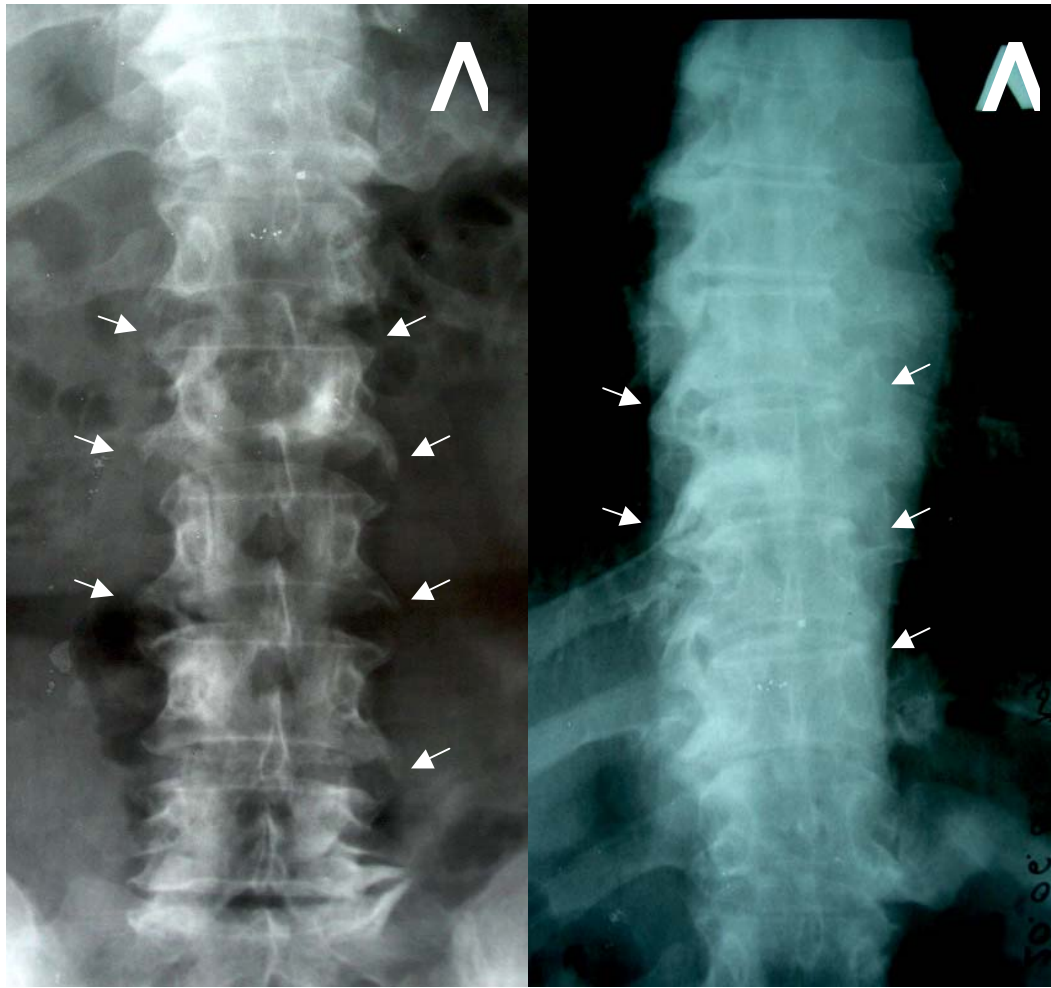


Рис 4.5 Рентгенограммы грудного и поясничного отделов позвоночника в прямой проекции той же пациентки. Фиксирующий гиперостоз Форестье. Костные остеофиты показаны стрелками.

4.1.2 Остеохондроз в поясничном отделе позвоночника

Несмотря на гипердиагностику остеохондроза, частота этого дистрофического процесса продолжает оставаться высокой. Остеохондроз чёткая патоморфологическая форма, сущность морфологических изменений сводиться к истончению хряща между позвонками, субхондральному остеосклерозу и краевым костным разрастаниям вдоль выпяченных дисков. Размеры костных разрастаний и субхондральный остеосклероз при остеохондрозе отличается широкая вариабельность, зависящая от глубины и продолжительности процесса. В далеко зашедших случаях костные остеофиты могут достигать размеров 5-8 мм.

В выборке пациентов с нераспространённым остеохондрозом среднее увеличение плотности в поражённых остеохондрозом сегментах, по нашим данным, составляло от 5.5% до 14.5% по сравнению с непоражёнными сегментами. В среднем по выборке увеличение составило 10% в отдельно взятом сегменте. Эти данные отражаются на результатах средней плотности позвонков с L_1 по L_4 .

Иллюстрацией может служить следующее наблюдение.

Клинический пример.

Пациентка Ф., 59 лет, жительница г. Москва. Наблюдается у невролога в районной поликлинике с диагнозом остеохондроз поясничного и грудного отдела позвоночника. Самостоятельно обратилась в ФГУ РНЦРР Росздрава для проведения остеоденситометрии.

Результаты рентгеновской остеоденситометрии представлены на рисунке 4.6, 4.7. Показатели плотности имеют значительный разброс и составляют в первом поясничном позвонке (L_1) 69% (0,639 г/см²), во втором (L_2) 61% (0,629 г/см²), в третьем (L_3) - 52% (0,567 г/см²), в четвёртом (L_4) - 59% (0,654 г/см²). Для выяснения причины различной плотности позвонков были выполнены рентгеновские снимки поясничного отдела позвоночника (рис 4.8). На рентгенограммах поясничного отдела позвоночного столба в прямой и боковой проекции определяются признаки выраженного остеохондроза в сегментах T_{12} - L_1 и L_1 - L_2 в виде сужения рентгеновской суставной щели, субхондрального остеосклероза и краевых костных разрастаний. Деструктивных изменений не определяется. Как следует из представленных рентгенологических данных, максимальные костные разрастания находятся в зоне межпозвоночного диска T_{12} - L_1 и менее выраженные в зоне диска L_1 - L_2 , что и обуславливает завышение показателей плотности в области второго и, особенно, первого поясничного позвонка (рис 4.7).

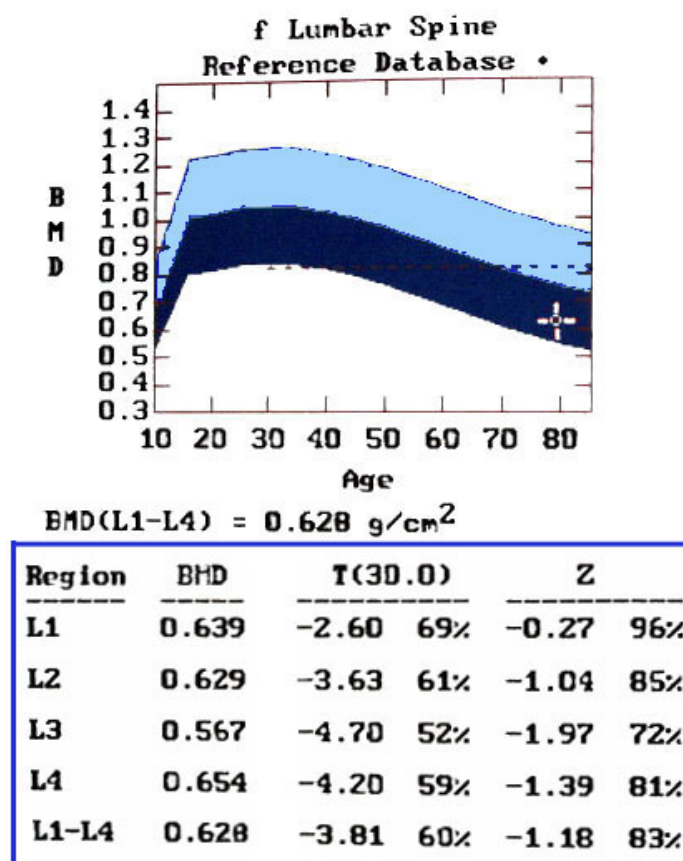


Рис 4.6 Остеоденситограмма поясничного отдела позвоночника пациентка Ф., 59 лет.

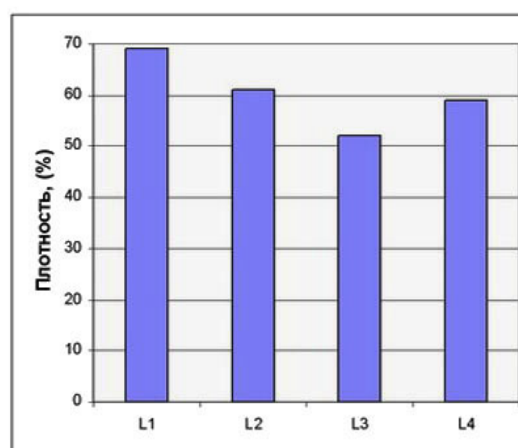


Рис 4.7 График плотности каждого отдельно взятого позвонка с L₁ по L₄, та же пациентка.



Рис 4.8 Спондилограмма поясничного отдела в боковой проекции, той же пациентки. Остеохондроз в сегментах T₁₂-L₁ и L₁-L₂.

4.1.3. Остеопластические метастазы

Проблема различных первичных раковых опухолей сейчас, как никогда ранее, стоит очень остро. Частота костных метастазов, в том числе в позвонки, достаточно велика. Наиболее часто, нам встречались, метастазы в скелет рака молочной и предстательной желёз, рака почки и лёгких. Метастазы рака молочной железы встречались нами в костях таза, в позвоночнике (чаще в поясничном отделе, реже в грудном и шейном), проксимальном отделе бедренной кости, плоских костях черепа, рёбрах и ключице.

Остеопластические раковые метастазы представляются на рентгенограммах весьма показательную картину. Пораженная кость, теряя структурный рисунок, даёт гомогенную очень интенсивную тень с неравномерными нечёткими контурами размерами от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров. Форма кости при этом не претерпевает никаких изменений, либо иногда контуры кости были немного шероховатыми. В других, менее выраженных случаях, затемнение носило не гомогенный характер, а выступало на фоне нормальной губчатой структуры в виде интенсивных затемнений округлой или неправильной формы, иногда сливающихся друг с другом, что встречается при большом количестве метастазов. Нередко метастазы поражали не один позвонок, а более, вплоть до поражения 5 – 8 тел позвонков подряд. Нередко остеопластические метастазы перемежаются с остеолитическими. В некоторых случаях метастатическое поражение сопровождалось патологическими переломами тел позвонков.

В группе пациентов с остеопластическими метастазами анализ данных остеоденситометрии показал увеличение плотности позвонков с метастазами от 2% в случаях ранней диагностики метастазов. И до 230% при запущенных вторичных поражениях позвонков. Увеличение плотности тел позвонков зависит от величины и количества метастазов, на что влияет скорость развития и давность процесса.

Для иллюстрации приведём случай из клинической практики, демонстрирующий влияние остеопластических метастазов на плотность позвонков. Пациентка С., 43 года, наблюдалась в ФГУ РНЦРР Росздрава с диагнозом: рак молочной железы. Жалуется на боли, умеренной интенсивности в области поясницы, усиливающиеся по ночам. Повышение температуры тела до 37°-37.5°С. В анализе крови анемия. Не была оперирована, не получала лучевое лечение.

Данные рентгеновской остеоденситометрии представлены на рисунке 4.9 и 4.10. Плотность первого поясничного позвонка (L₁) составила 96%

(1,087 г/см²), второго (L₂) 155% (1,862 г/см²), третьего (L₃) - 149% (1,786 г/см²), четвертого (L₄) - 95% (1,136 г/см²).

На рентгенограммах поясничного отдела позвоночника (рис. 4.11) в прямой и боковой проекциях, размеры и форма позвонков обычные. В телах второго и третьего поясничных позвонков выявлено множество интенсивных затемнений округлой или неправильной формы, сливающихся друг с другом, обусловленных остеопластическими метастазами тел L₂ и L₃.

Плотность пораженных позвонков более чем в полтора раза превышает плотность соседних позвонков, не затронутых метастазами. В целом по отделу это увеличило показатели денситометрии более чем на ¼.

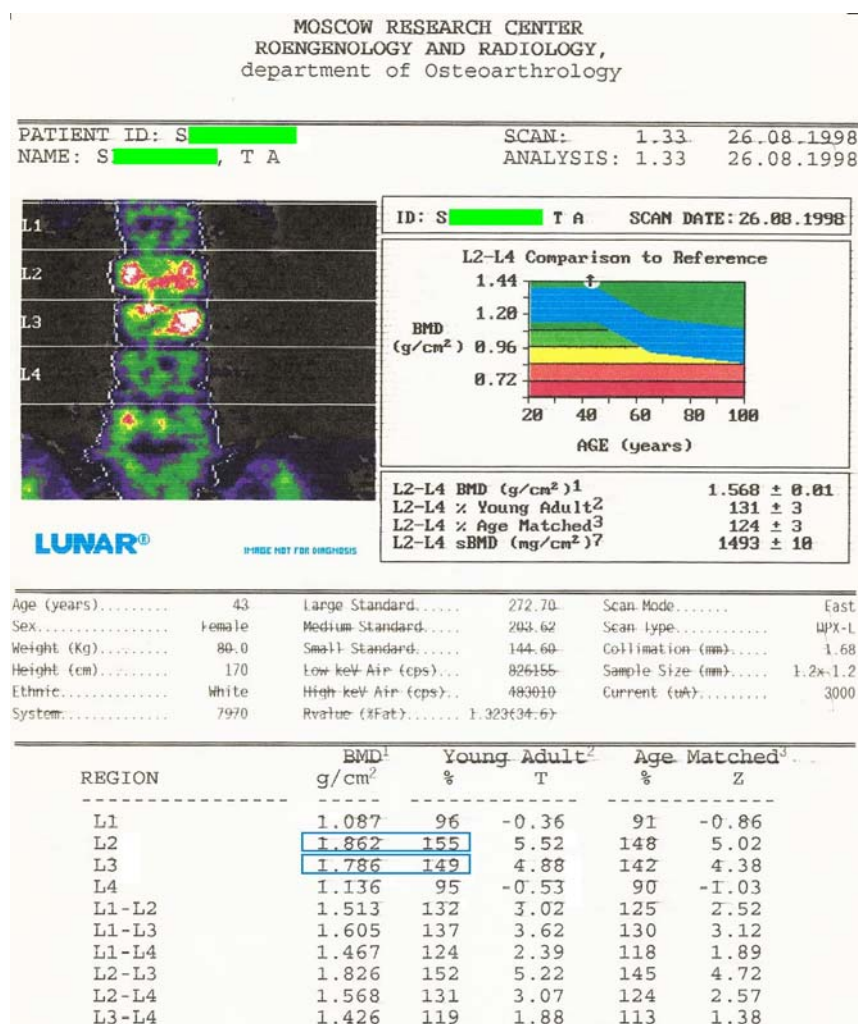


Рис 4.9 Результаты остеоденситометрии поясничного отдела позвоночника пациентка С., 43 года. Плотность позвонков с метастазами увеличена на 59% по сравнению с соседними позвонками.

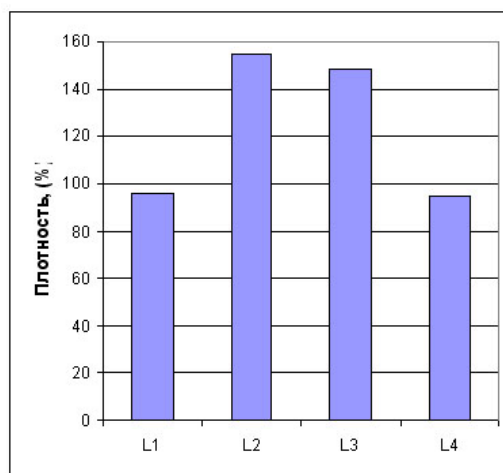


Рис 4.10 Гистограмма плотности с L₁ по L₄. Плотность позвонков L₂ и L₃ повышена более чем в полтора раза по сравнению с соседними позвонками.



Рис 4.11 Рентгенограмма поясничного отдела позвоночника в боковой проекции пациентки С., 43 лет. Метастатическое поражение тел L₂ и L₃.

4.1.4. Компрессионный перелом тела позвонка

Компрессионные переломы тел позвонков мы наблюдали после механической травмы спины, либо вследствие деструктивного воздействия на кость метастазом при раке с расположением первичной опухоли вне позвоночника. В обоих случаях признаками компрессионного перелома позвонка являлись следующие: Наличие линии перелома и смещение отломков, нарушение целостности верхней замыкательной пластины с её угловой деформацией так называемый «симптом ступеньки». Клиновидная форма тела позвонка с увеличением его переднезаднего размера. Нарушение целостности передней поверхности тела с выстоянием кпереди верхнего отломка. Неравномерная высота тела в прямой проекции и увеличение его поперечного размера. Увеличение расстояния между остистыми отростками на уровне перелома, снижение расстояния между задними отделами рёбер.

При переломе тела позвонка ломаются костные балки, в следствии этого нарушается анатомическая целостность позвонка и проекционно кость помещается в меньшую единицу площади. Это пропорционально отражается на результатах денситометрии, увеличивая удельную плотность тела сломанного позвонка.

Нами было отмечено увеличение плотности позвонков с компрессионными переломами от 6% до 29% по сравнению с неповреждёнными позвонками. Среднее увеличение плотности составило 18%.

Приведем клиническое наблюдение.

Пациентка К., 47 лет. Предъявляет жалобы на опоясывающие боли средней и сильной интенсивности в области поясницы. В анамнезе травма позвоночника три дня назад. При рентгенографии отмечаются признаки компрессионного перелома третьего поясничного позвонка в виде линии перелома, смещения отломков, нарушение целостности верхней замыкательной пластины с её угловой деформацией. Клиновидная форма тела позвонка с увеличением его переднезаднего размера.

При остеоденситометрии выявлен определённый разброс плотности тел позвонков (рис. 4.13). Плотность первого поясничного позвонка (L_1) составила 62% ($0,577 \text{ г/см}^2$), второго (L_2) 59% ($0,603 \text{ г/см}^2$), третьего (L_3) - 77% ($0,833 \text{ г/см}^2$), четвёртого (L_4) - 57% ($0,637 \text{ г/см}^2$) (рис. 4.14).



Рис 4.12 Пациентка К., 47 лет. Рентгенограммы поясничного отдела. Компрессионный перелом тела третьего поясничного позвонка (L_3).

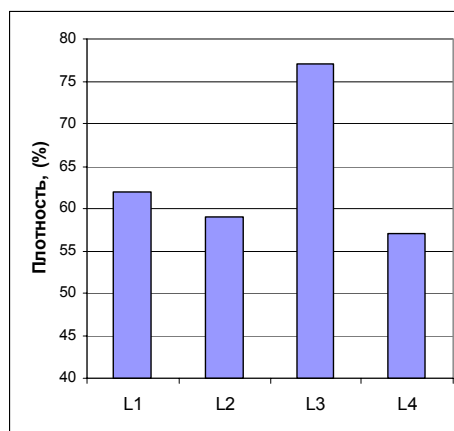


Рис 4.13. Та же пациентка. Гистограмма плотности поясничных позвонков L_1 - L_4 .

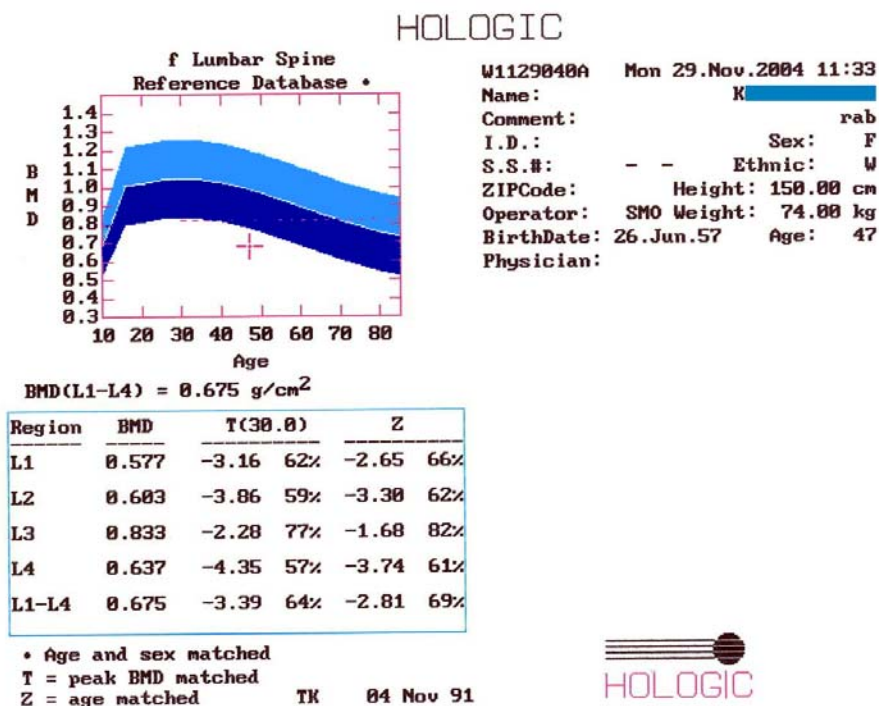


Рис 4.14. Та же пациентка. Данные денситометрии поясничного отдела.

4.1.5 Обызвествление брюшной аорты

При проведении остеоденситометрии поясничного отдела позвоночника используя прямую проекцию в область исследования проекционно накладывается брюшная аорта. У пожилых людей обызвествление брюшной аорты, на уровне нижнее грудного и поясничного отдела позвоночника, типичное явление, в некоторых случаях представляющее опасность для здоровья пациента. Морфологически обызвествление это отложение минеральных солей или извести в стенках сосудов. При проведении остеоденситометрии в прямой проекции эти отложения извести в сосудах учитывает приёмный датчик денситометра.

Клиническое наблюдение.

Пациентка Ш., 83 года. При остеоденситометрии выявлено плотность первого поясничного позвонка (L_1) составила 0,732 г/см², второго (L_2) 0,748 г/см², третьего (L_3) – 0,918 г/см², четвёртого (L_4) - 0,962 г/см² (рис 4.15).

Разброс показателей плотности в различных позвонках стал понятен только после рентгенографии, выявившей признаки обызвествления

брюшного отдела аорты на уровне поясничных позвонков (рис. 4.16). На рентгенограмме поясничного отдела позвоночника в боковой проекции отмечается обызвествление брюшного отдела аорты на уровне третьего поясничного позвонка и ниже.

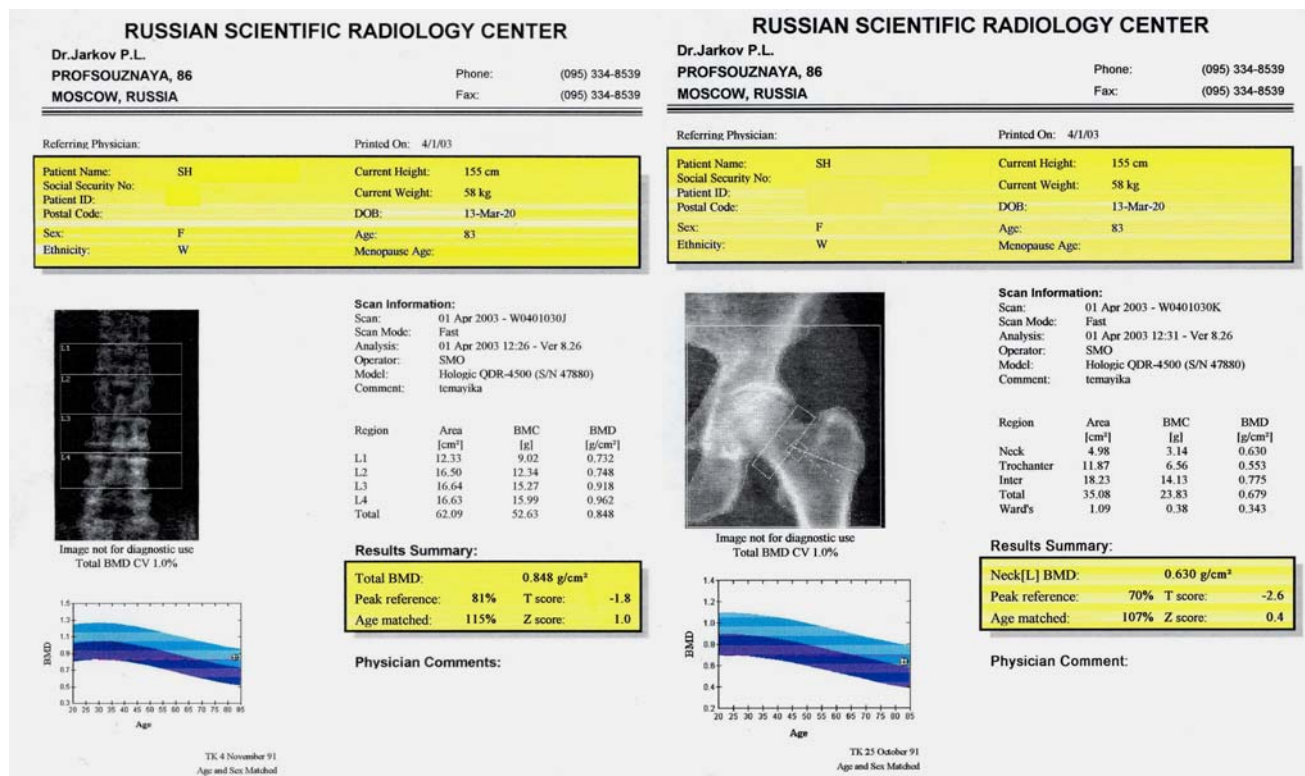


Рис 4.15. Пациентка Ш., 83 года. Данные остеоденситометрии в поясничном отделе позвоночника на уровне L₁ - L₄ (на рисунке слева). И в шейке левого бедра (на рисунке справа).

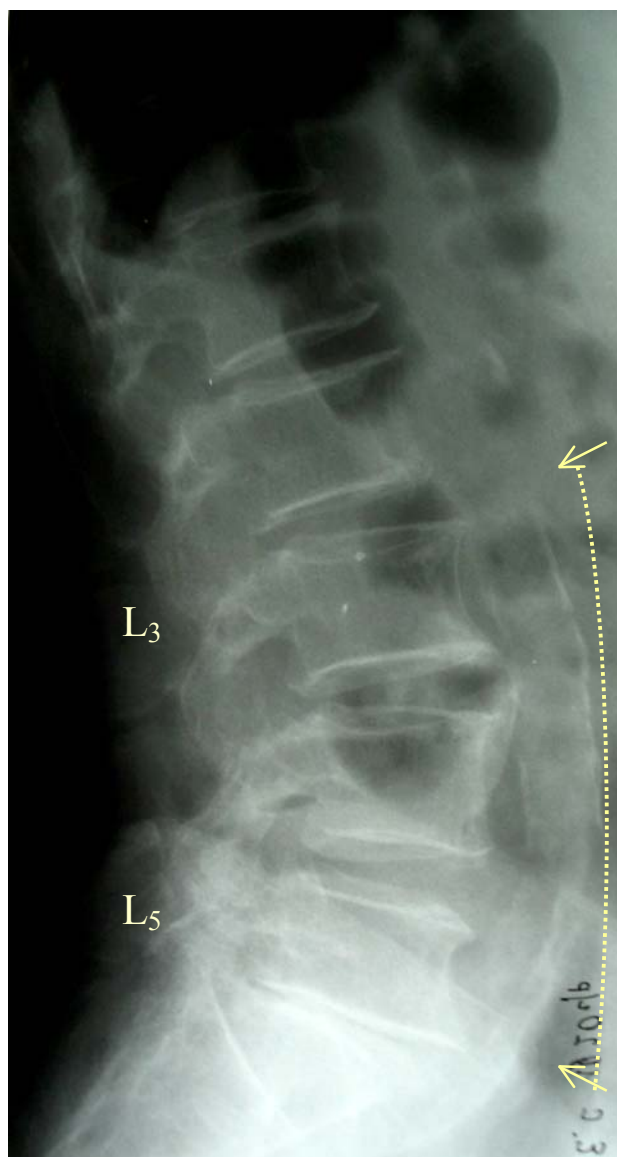


Рис 4.16. Та же пациентка. Рентгенограмма поясничного отдела позвоночника в боковой проекции. Обызвествление брюшного отдела аорты на уровне L₃, L₄, L₅.

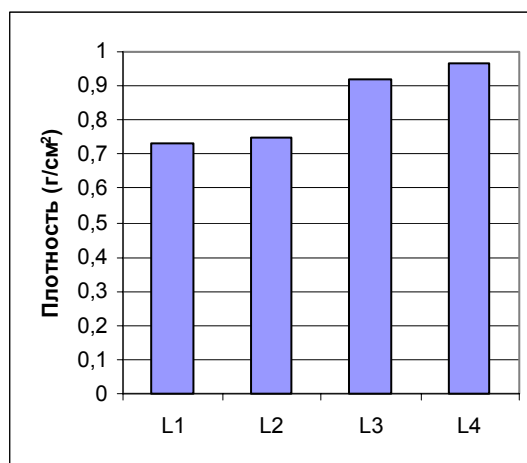


Рис 4.17. Гистограмма плотности позвонков поясничного отдела с L₁ по L₄.

4.1.6 Остеосклеротическая перестройка структуры бедренной кости (утолщение шейки за счёт зрелых периостальных наслоений при коксартрозе)

В ряду дистрофических заболеваний суставов поражение тазобедренного сустава в клиническом плане может быть поставлено на первое место. Коксартроз встречался нам во все возрастные периоды, за исключением раннего детского.

На ранних стадиях мы отмечали ограничение пассивных ротационных движений в тазобедренном суставе. Ни припухлости области сустава, ни выраженной атрофии мягких тканей при начальном артрозе не отмечалось. Постепенно, по мере прогрессирования артроза, боль и ограничение подвижности в суставе увеличивалась, появлялась хромота и сгибательно-приводящая контрактура. В этих случаях пациент вынужден прибегать к палочке и костылям, снижается или вовсе теряется трудоспособность. Рентгенологическая картина коксартроза весьма разнообразна, в связи с тем, что причина (дисплазия, травма, воспаление) накладывает свою печать на последовательность стадий развития дистрофического процесса в суставе.

Мы разделяли коксартроз на три клинко-рентгенологические стадии, в соответствии с предложением Н. С. Косинской. При первой стадии заболевания рентгенологически отмечается незначительное сужение высоты рентгеновской суставной щели и небольшие костные краевые разрастания (остеофиты) по краям суставной впадины. Ключовидный характер этих краевых разрастаний особенно заметен в верхнем отделе вертлужной впадины, что создает впечатление прогрессирующего углубления этой впадины. При наличии децентрации головки во впадине сужение суставной щели быстрее наступает в зоне концентрации нагрузки, в верхней части впадины. Здесь же начинается склероз субхондральной пластинки, как в зоне впадины, так и в зоне суставной головки бедренной кости. Краевые разрастания вокруг суставной поверхности головки в I стадии коксартроза встречались значительно реже, чем краевые разрастания вертлужной

впадины. При деформирующем артрозе I стадии, возникшем на почве какого-то другого патологического процесса, на рентгенограммах отмечались наслоения признаков закончившегося или перешедшего в хроническую или латентную форму первичного процесса. Например, воспаления и признаков развивающегося начального артроза, например сужение суставной щели, краевые остеофиты в сочетании с очагами деструкции в краевой или субхондральной зоне головки бедра или в зоне вертлужной впадины.

Во II стадии коксартроза, при нарастании ограничения движений в суставе и усилении болей, рентгенологически отмечается отчетливое сужение суставной щели, краевые разрастания вертлужной впадины и головки бедра прогрессируют, увеличивая, таким образом, площадь соединяющихся поверхностей. Нередко костные разрастания формируются в области нижнего края суставной впадины, как бы выталкивая головку бедра кнаружи и кверху, приводя ее в состояние подвывиха. По мере дислокации головки бедренной кости кнаружи и кверху в верхнем крае вертлужной впадины формируется за счет преимущественно костного остеофита, сливающегося в одно целое с крышей вертлужной впадины, своеобразный неоартроз. Головка бедренной кости в нижнем квадранте начинает грибовидно сплющиваться.

В III стадии деформирующего артроза тазобедренного сустава, когда клинические проявления приобретают максимальную выраженность (контрактура, сгибательно-приводящая установка бедра, потеря опорной функции конечности). Рентгенологически на первый план выступают деструктивные явления: суставная щель постепенно исчезает на всех участках, склерозированные костные поверхности сочленяющихся концов разделены тонкой, иногда изломанной щелью, суставная впадина и головка бедренной кости теряют свою округлую форму. Изменяется их костная структура: местами появляются участки груботрабекулярного строения костной ткани, кистозные просветления, участки склерозирования губчатой

кости. Общая масса костной ткани сустава за счет массивных костных краевых разрастаний значительно увеличивается по сравнению с нормой.

При артрозе тазобедренного сустава II-III степени с утолщением шейки бедра во всех случаях нами отмечалось увеличение плотности в этом отделе.

Клинический пример.

Пациентка П., 63 года. Остеоденситометрия поясничного отдела позвоночника показала уменьшение общей плотности позвонков с первого по четвёртый на 40%, шейки правой бедренной кости - на 36%, а левой бедренной кости - на 22%. Такая разница в плотности костей послужила поводом к рентгенографии обоих тазобедренных суставов. На рентгенограмме отмечаются признаки выраженного артроза левого тазобедренного сустава, в виде сужения рентгеновской суставной щели, краевых костных разрастаний, с утолщением кортикального слоя шейки бедренной кости и уплотнением её структуры (рис. 4.18), что обусловило повышенные показатели ОДМ.

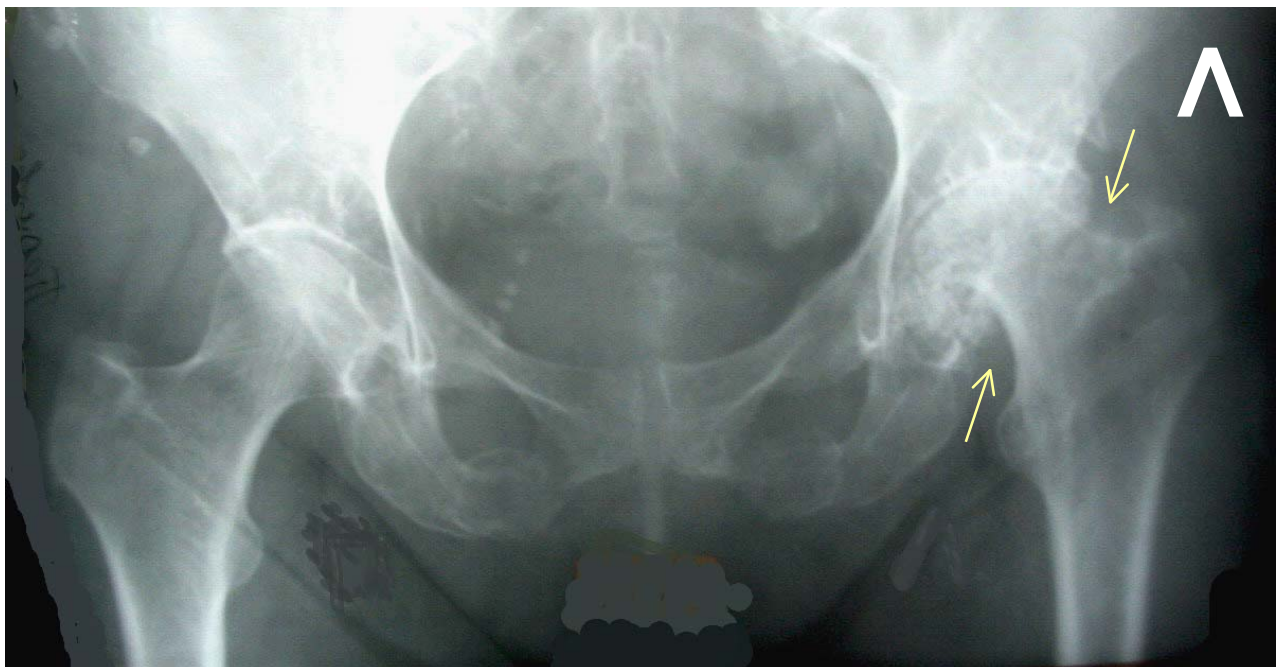


Рис. 4.18. Рентгенограмма обоих тазобедренных суставов пациентки П., 62 года. Артроз тазобедренного сустава слева с утолщением шейки бедренной

кости и уплотнением её структуры, обусловившим повышенные показатели остеоденситометрии.

4.1.7 Сосудистая дисплазия позвонка (гемангиома)

В нашей практике эта опухоль встречалась довольно редко, как правило, в телах позвонков и плоских костях черепа. Особенно предрасположены нижние грудные и поясничные позвонки. Во всех случаях гемангиомы протекали бессимптомно и были обнаружены случайно. Рентгенологическая картина гемангиомы при поражении позвонка была патогномонична. Вместо нормальной структуры выступали вертикально идущие и единичные горизонтальные, поперечные колонки и трабекулы.

В связи с тем опухоль раздвигает и теснит костные элементы, не имеет капсулы, а так же происходит остеокластическое рассасывание костных балок, нами первоначально было сделано ложное предположение, что гемангиома будет снижать данные денситометрии. Однако при детальном исследовании выяснилось обратное. По результатам рентгеновской остеоденситометрии гемангиома повышает плотность пораженного позвонка на 14-17%.

Клинический пример:

Пациентка С., 62 года. Жалоб не предъявляет. При выполнении рентгеновского исследования в прямой проекции по поводу сколиоза как случайная находка была выявлена гемангиома в третьем поясничном позвонке. Рентгенологически на снимках поясничного отдела в двух проекциях отмечается умеренный правосторонний сколиоз. В теле третьего поясничного позвонка изменено, отмечаются вертикально идущие и единичные горизонтальные, поперечные трабекулы. Левая боковая поверхность тела L₃ выпуклой формы. Межпозвоночные диски не изменены. (рис 4.19). При остеоденситометрии выявлено плотность первого поясничного позвонка (L₁) составила 0,762 г/см² (67%), второго (L₂) 0,822 г/см² (68%), третьего (L₃) – 0,963 г/см² (80%), четвёртого (L₄) - 0,920 г/см²

(77%) (рис 4.20). Гистограмма плотности представлена на рисунке 4.21. Итак, увеличение плотности позвонка с гемангиомой составило 9,4% по сравнению с неповрежденными позвонками.

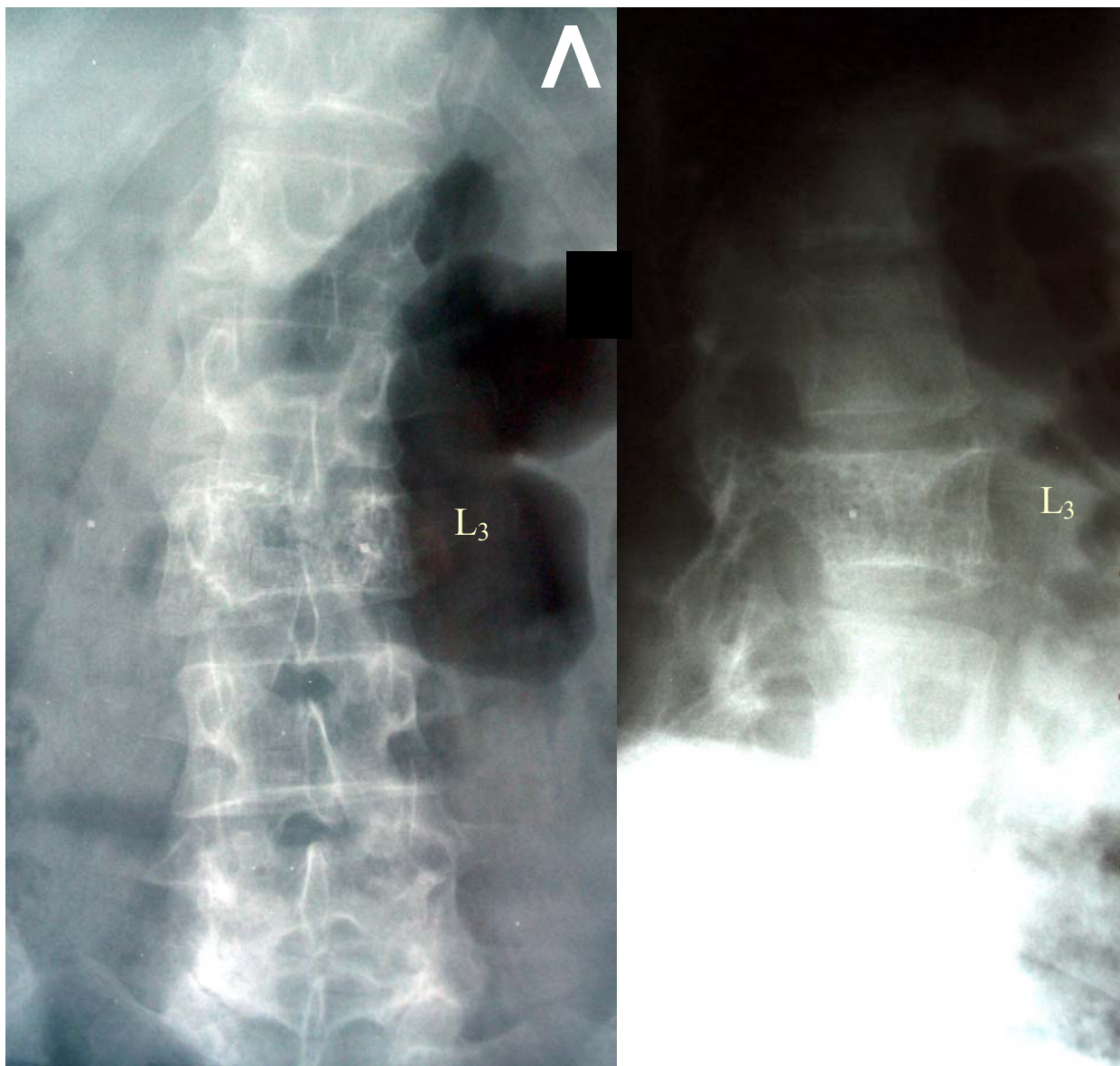


Рис. 4.19. Фрагмент рентгенограмм пациентки С., 62 года. Гемангиома тела третьего поясничного позвонка. На рисунке слева в прямой проекции, справа в боковой проекции.

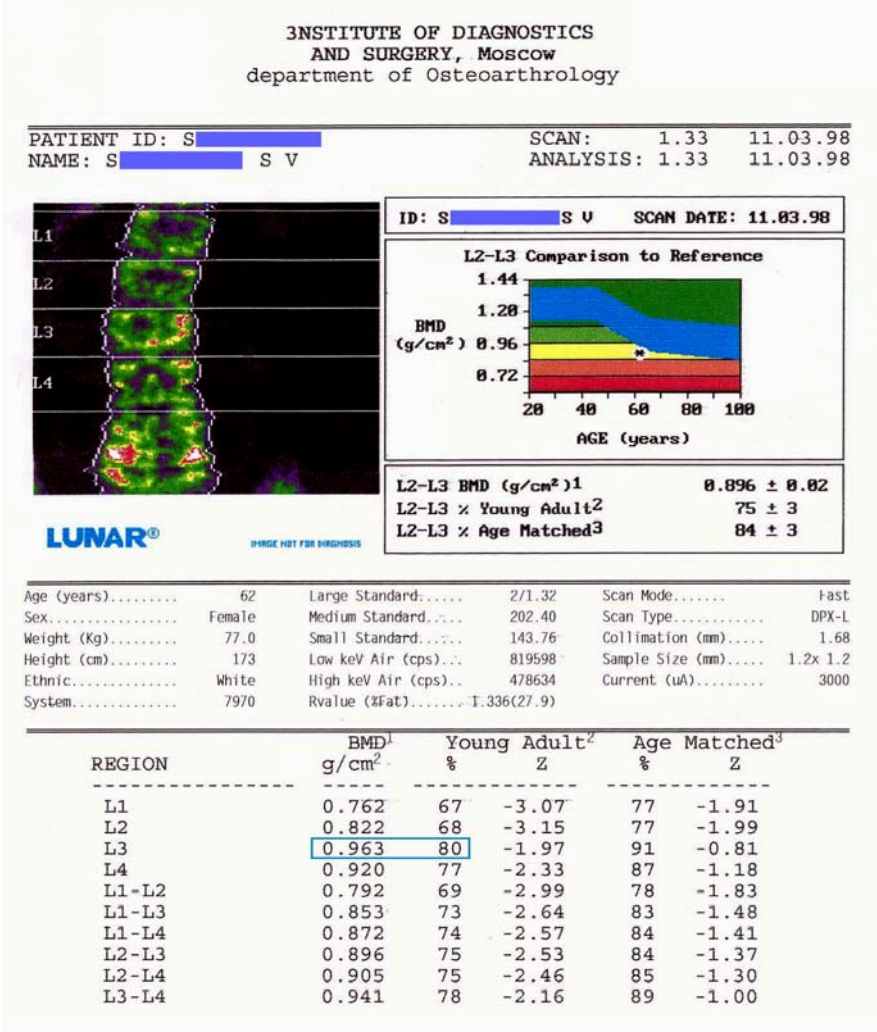


Рис 4.20 Данные остеоденситометрии в поясничном отделе позвоночника на уровне L₁ - L₄.

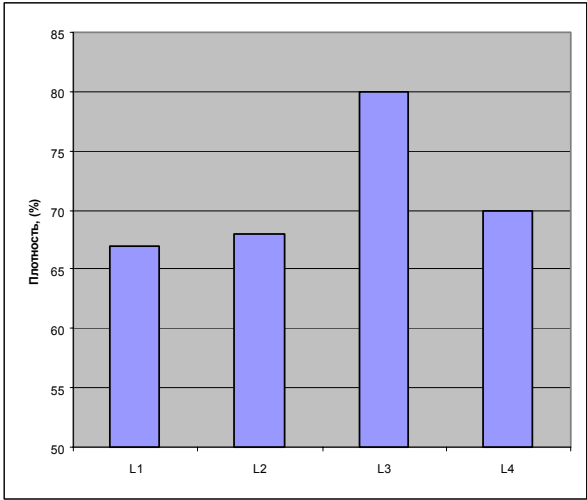


Рис 4.21 Гистограмма плотности позвонков с L₁ по L₄.

4.1.8. Индивидуальные анатомические особенности позвонков

Анатомическое строение позвонков имеет весьма широкую вариабельность в норме, что зависит от индивидуальных особенностей пациента, это крупные остистые отростки, массивные дуги позвонков, межостистые неоартрозы.

Данное клиническое наблюдение демонстрирует высокие показатели денситометрии в таком случае. Пациентка Г., 70 лет. Денситометрия показала среднюю плотность в поясничном отделе 111% (рис 4.22). Однако при рентгенографии тела позвонков обычной плотности и интенсивности. Мы связываем определённое повышение показателей остеоденситометрии с влиянием крупных остистых отростков (рис 4.23).

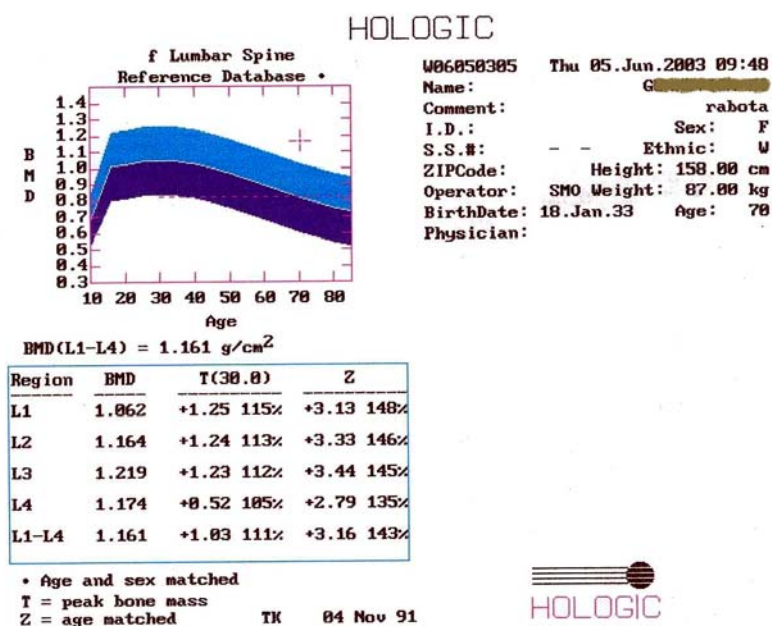


Рис 4.22. Остеоденситометрия поясничного отдела позвоночно столба, пациент Г., 70 лет.

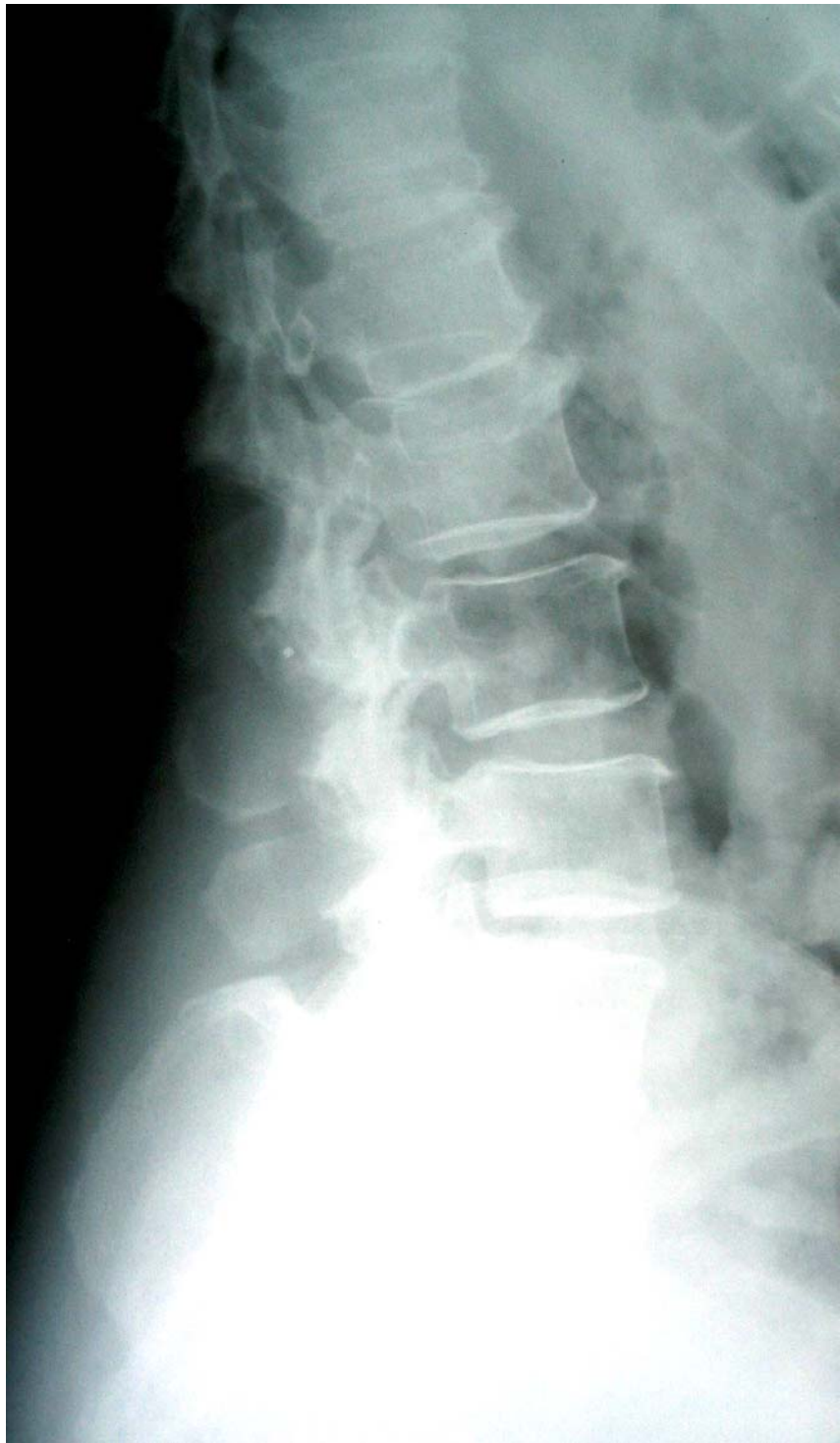


Рис 4.23. Пациент Г., 70 лет. Рентгенограмма позвоночного столба в боковой проекции.

4.2 Факторы, снижающие результаты остеоденситометрии

Некоторые патологические процессы снижают плотность отдельных позвонков, иногда не отражаясь на результатах общей плотности, к таковым мы относим, остеолитические метастазы, воспалительную и не воспалительную деструкцию, газ в кишечнике проекционно накладывающийся на поясничные позвонки и увеличение площади исследуемого участка за счёт незрелой кости, что встречается при коксартрозе.

4.2.1 Остеолитические метастазы

Чаще всего метастазы остеолитического характера встречались нами при раке лёгкого. При мелкоклеточном раке костные метастазы отличались множественностью поражения.

На рентгенограммах остеолитические метастазы характеризовались округлыми или овальными дефектами различной величины. Характерно центральное расположение очагов разрушения. Каждый отдельный дефект, как правило, давал, светлую гомогенную тень, так как раковый узел заменяет костную ткань и не содержит очагов обызвествления. Только изредка бывали случаи, когда крупный метастатический очаг обнаруживает не однородный изъян кости, а просветление, пронизанное редкими костными стропилами, придающими этому дефекту крупноячеистое, перегородчатое строение. Контуры дефекта резко ограничены, но не являются в соответствии с инфильтративным ростом метастаза гладкими, а имеют бахромчатый либо изъеденный характер. Отдельные узлы, частично могут сливаться, однако округлые очертания их на рентгенограммах остаются. В длинных трубчатых костях компактный корковый слой чаще всего неизменен, либо истончается из-за разрушения кости. Кортикальный слой в различных местах имел,

различную толщину. Поверхность кости была неровной либо слегка волнистой. В больших трубчатых костях типичным осложнением при остеолитических метастазах были надломы либо переломы, в телах позвонков они регулярно вели к компрессионным переломам.

По результатам математического анализа в группе больных с остеолитическими метастазами отмечалось снижение плотности позвонков от 6% до 24% по сравнению с непоражёнными позвонками.

Рассмотрим наблюдение из практики.

Пациентка П., 42 года, наблюдалась в ФГУ РНЦРР Росздрава с диагнозом: рак легкого. Предъявляет жалобы на кашель, приступообразного характера. От постоянного покашливания до тяжелого не приносящего облегчения надсадного кашля с цианозом и отдышкой. Небольшое количество слизисто – гнойной мокроты, кровохарканье. Боли в грудной клетке средней интенсивности. Повышение температуры тела до 38-38.5°C. В общем анализе крови анемия.

На рентгенограммах грудного и поясничного отделов позвоночника в прямой и боковой проекциях, размеры и форма позвонков обычные. В теле второго поясничного позвонка отмечается очаги деструкции в виде просветлений округлой формы, сливающихся друг с другом. Заключение: Остеолитический метастаз тела второго поясничного позвонка (рис. 4.24).

Данные рентгеновской остеоденситометрии представлены на рисунке 4.25. Плотность первого поясничного позвонка (L_1) составила 99% (1,115 г/см²), второго (L_2) 91% (1,087 г/см²), третьего (L_3) - 98% (1,175 г/см²), четвёртого (L_4) - 102% (1,228 г/см²).

Во втором поясничном позвонке отмечается отрицательный выброс плотности. График плотности представлен на рисунке 4.26.



Рис 4.24. Пациентка П., 42 года. Спондилограммы поясничного отдела в двух проекциях. Остеолитический метастаз тела второго поясничного позвонка.

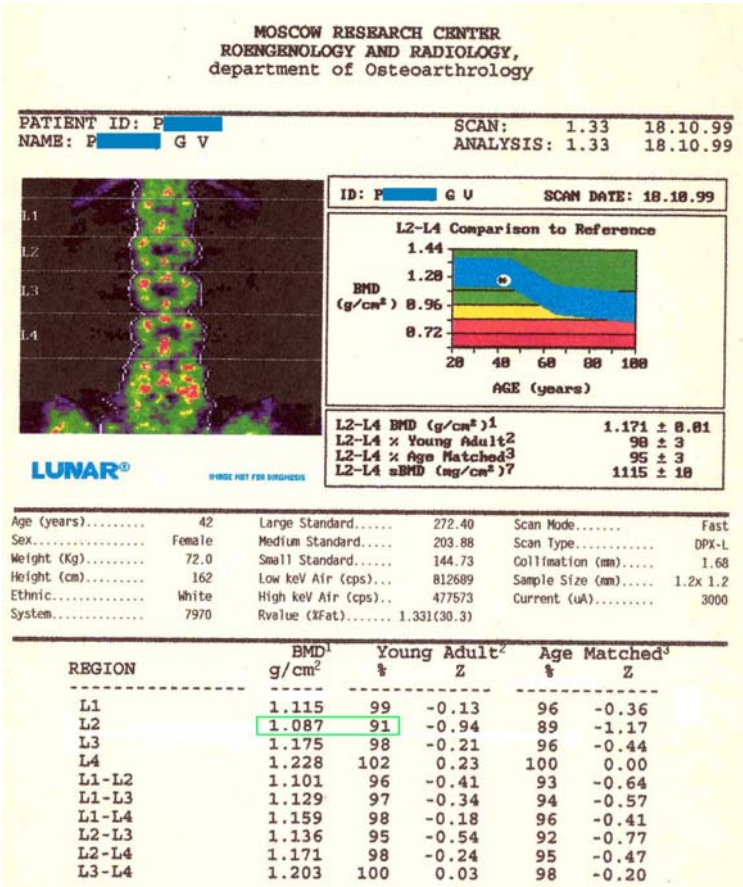


Рис 4.25. Та же пациентка. Денситометрия поясничного отдела позвоночника

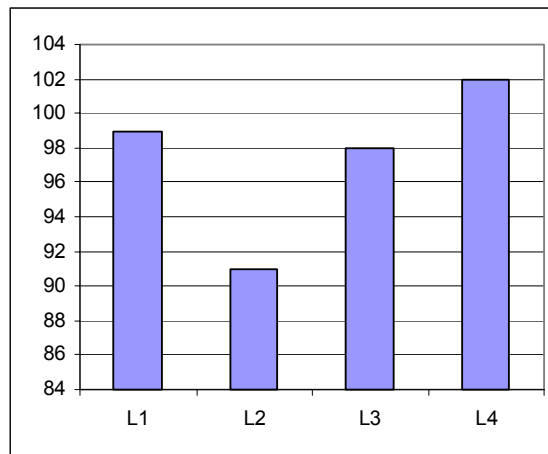


Рис 4.26. Та же пациентка. График сравнительной плотности поясничных позвонков. Значительное снижение плотности во втором поясничном позвонке, пораженным метастазом остеолитического характера.

4.2.2 Утолщение шейки бедренной кости за счёт незрелых периостальных наслоений (при коксартрозе)

Начальная стадия коксартроза проявляет себя только лишь сужением межсуставной щели. В дальнейшем сужение становится более заметным, проявляется остеосклероз головки бедренной кости и суставной впадины, а так же утолщение шейки бедра за счёт периостальной реакции. Образующиеся периостальные наслоения со временем обызвествляются и окостеневают, уплотняются и по типу манжеты опоясывают шейку бедренной кости. Особенность таких периостальных напластований в том, что в далеко зашедших случаях, они образованы зрелой, сформировавшейся костью, что увеличивает показатели плотности, этот процесс рассмотрен в разделе 4.1.6. Наоборот, во время развития коксартроза, когда периостальные наслоения, образованы незрелой костью, не до конца насыщенной минеральными солями, показатели плотности измеряемой денситометром снижаются. Это происходит за счёт проекционного утолщения шейки бедра и как следствие увеличения площади исследуемой зоны за счёт периостальных наслоений малой плотности.

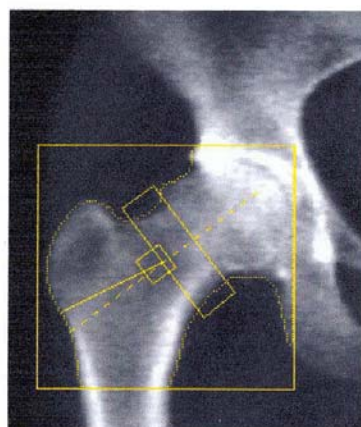
Приведём клиническое наблюдение. Пациентка П., 62 года. Направлена в ФГУ РНЦРР Росздрава из 10 городской больницы для уточнения диагноза. Жалобы на боли в правом тазобедренном суставе особенно при движении. При расспросе выявлено, что боли усиливаются в конце дня, после ходьбы и длительной нагрузки, тяжело стоять на правой ноге. По утрам больная чувствует скованность движений в суставе, ей необходимо подвигаться, «расходиться», после чего становится легче. Первоначально боль ощущалась в зоне коленного сустава справа. При осмотре особенностей не отмечается.

Остеоденситометрия продемонстрировала, что справа плотность шейки бедренной кости составляет 92% (0.825 г/см^2) от молодой нормы, а слева 102% (0.909 г/см^2), таким образом разница составила 10% (рис 4.27). Более полные данные остеоденситометрии показали (рис 4.28), что в связи с утолщением правой шейки за счёт не полностью минерализованных периостальных наслоений, прибором для анализа справа автоматически выделена большая площадь. Площадь исследуемой зоны справа составляет $5,51 \text{ см}^2$, тогда как слева – $4,46 \text{ см}^2$. Поэтому с этой стороны, показатель удельной плотности кости (ВМС, г/см^2), который рассчитывается как отношение содержания костного минерала на данной площади в граммах к площади проекции исследуемого участка, оказался заниженным.

Рентгенография обоих тазобедренных суставов (рис. 4.29) выявила признаки артроза правого тазобедренного сустава с утолщением шейки бедра за счёт незрелой кости (стрелка). Остеосклероза в шейке ещё нет. Увеличение исследуемой площади и обусловило уменьшенные показатели плотности по сравнению с левой бедренной костью.

| BMD(Neck[LL]) = 0.909 g/cm ² ЛЕВ | | | | BMD(Neck[RI]) = 0.825 g/cm ² ПРАВ | | | |
|---|-------|----------------------|------------|--|-------|---------------------|------------|
| Region | BMD | T | Z | Region | BMD | T | Z |
| Neck | 0.909 | +0.14 102% (22.0) | +2.10 130% | Neck | 0.825 | -0.69 92% (22.0) | +1.27 118% |
| Troch | 0.725 | +0.03 100% (30.0) | +1.36 120% | Troch | 0.604 | -1.31 84% (30.0) | +0.02 100% |
| Inter | 1.112 | -0.26 97% (29.0) | +1.05 115% | Inter | 1.051 | -0.69 92% (29.0) | +0.61 109% |
| TOTAL | 0.954 | -0.18 98% (28.0) | +1.19 118% | TOTAL | 0.881 | -0.78 90% (28.0) | +0.58 109% |
| Ward's | 0.699 | -0.88 88% (20.0) | +1.91 143% | Ward's | 0.640 | -1.42 80% (20.0) | +1.37 131% |

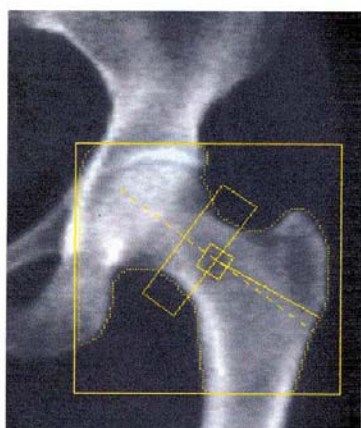
Рис. 4.27 Остеоденситограмма пациентка П., 62 года. При сравнении показателе слева и справа плотность шейки левой бедренной кости на 10% больше плотности шейки бедра справа.



Scan Information:

Scan: 14-Dec-04 - W1214040A ПРАВ
 Scan Mode: Fast
 Analysis: 14-Dec-04 13:14 - Ver 8.26
 Operator: SMO
 Model: Hologic QDR-4500C (S/N 47880)
 Comment: plan

| Region | Area [cm ²] | BMC [g] | BMD [g/cm ²] |
|------------|-------------------------|---------|--------------------------|
| Neck | 5.51 | 4.71 | 0.825 |
| Trochanter | 10.47 | 6.52 | 0.623 |
| Inter | 14.70 | 15.53 | 1.057 |
| Total | 30.68 | 26.76 | 0.872 |
| Ward's | 1.13 | 0.69 | 0.610 |



Scan Information:

Scan: 14-Dec-04 - W1214040C ЛЕВ
 Scan Mode: Fast
 Analysis: 14-Dec-04 13:20 - Ver 8.26
 Operator: SMO
 Model: Hologic QDR-4500C (S/N 47880)
 Comment: plan

| Region | Area [cm ²] | BMC [g] | BMD [g/cm ²] |
|------------|-------------------------|---------|--------------------------|
| Neck | 4.46 | 4.06 | 0.909 |
| Trochanter | 9.45 | 6.85 | 0.725 |
| Inter | 15.02 | 16.69 | 1.112 |
| Total | 28.93 | 27.60 | 0.954 |
| Ward's | 1.01 | 0.71 | 0.699 |

Рис. 4.28. Та же пациентка. Полные данные остеоденситометрии. Показатели плотности шейки бедра (Neck) справа и слева различные, вследствие различной толщины шейки бедра с обеих сторон.



Рис. 4.29. Та же пациентка. Рентгенография обоих тазобедренных суставов. Артроз правого тазобедренного сустава с утолщением шейки бедра за счёт незрелой кости (стрелка). Остеосклероза в шейке ещё нет.

4.2.3 Газ в кишечнике в проекции поясничных позвонков

При остеоденситометрическом исследовании в прямой проекции на проекцию позвоночного столба накладываются петли тонкой и толстой кишки. В них находится различное количество газа, что мы видим при рентгенографии и рентгеноскопии. Эти участки газа на пути рентгеновского излучения повышают рентгеновскую прозрачность этого участка, что показано в работах Я.Л. Шика. Этот феномен нашёл подтверждение и при денситометрии.

Мы провели исследование у шести пациентов с использованием фотоденситометрии рентгенограмм с помощью фотоденситометра ДП-1М. Случаи, когда газ занимал бы значительную долю площади от проекционной зоны поясничного отдела, нам не встретились. В наших наблюдениях пузыри газа занимали часть тела позвонка, что составляло от $\frac{1}{6}$ до $\frac{1}{8}$ от всей площади учитываемой денситометром. Снижение плотности в проекции пузырей газа составило в среднем 10%. В целом по исследуемой зоне

снижение плотности происходит на 1,3-1,7%. Можно сделать вывод, что участки газообразования в кишечнике незначительно влияют на показатели остеоденситометрии в целом по сегменту.

Пациентка Т., 68 лет. Рентгенография поясничного отдела позвоночника выявила газ в проекции правой половины тела L₃ (рис. 4.30), фотоденситометрия симметричных участков тела позвонка определила разницу в их плотности на 10,6%. Однако существенно это не отразилась на результатах остеоденситометрии (рис. 4.31).

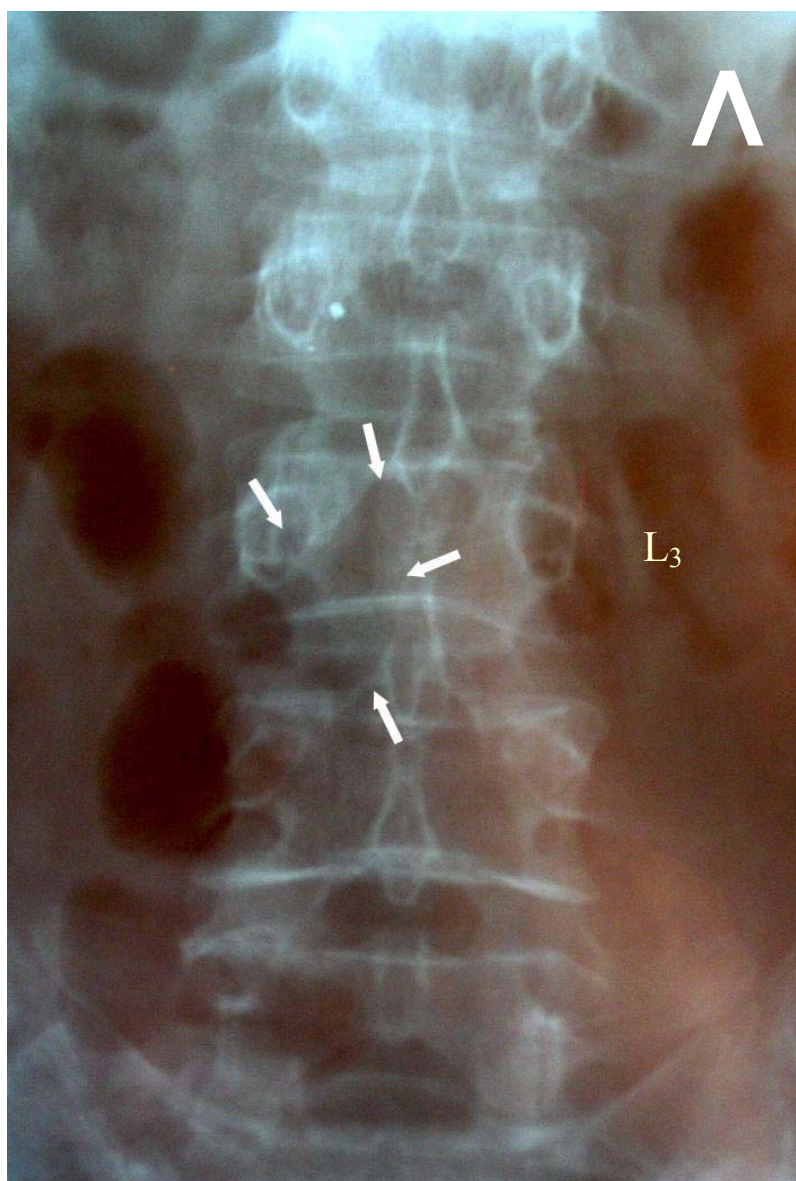
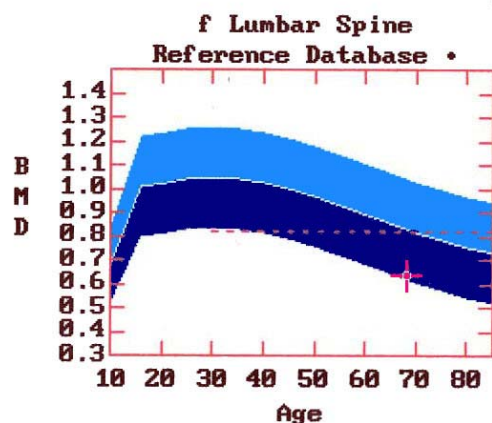


Рис. 4.30. Фрагмент рентгенограммы поясничного отдела позвоночного столба. Газ на уровне правой половины тела L₃ (стрелки).

HOLOGIC



BMD(L1-L4) = 0.629 g/cm²

| Region | BMD | T(30.0) | | Z | |
|--------|-------|---------|-----|-------|-----|
| L1 | 0.570 | -3.22 | 62% | -1.47 | 78% |
| L2 | 0.629 | -3.63 | 61% | -1.68 | 77% |
| L3 | 0.674 | -3.73 | 62% | -1.68 | 79% |
| L4 | 0.632 | -4.40 | 57% | -2.29 | 71% |
| L1-L4 | 0.629 | -3.80 | 60% | -1.82 | 76% |

* Age and sex matched

T = peak BMD matched

Z = age matched

TK 04 Nov 91

W09030406 Fri 03.Sep.2004 12:23
 Name: T
 Comment: rab
 I.D.: Sex: F
 S.S.#: - - Ethnic: W
 ZIPCode: Height: 160.00 cm
 Operator: SMO Weight: 62.00 kg
 BirthDate: 18.Jul.36 Age: 68
 Physician:

HOLOGIC

Рис. 4.31. Данные остеоденситометрии. Не отмечается значимого изменения плотности на уровне третьего поясничного позвонка.

Заключение

В современном мире появились отчётливые тенденции к увеличению средней продолжительности жизни населения планеты в целом. Согласно демографическим данным ВОЗ, в первой половине двадцать первого века предполагается значительное возрастание количества пожилых людей. Это неизбежно приведёт к увеличению частоты состояний и заболеваний, связанных с возрастом, в том числе такого распространённого состояния опорно-двигательной системы человека как системный остеопороз и связанная с ним угроза остеопоротических переломов.

В связи с этим, проблема комплексной лучевой диагностики остеопороза, на сегодняшний момент, является одной из наиболее актуальных тем в связи с опасностью остеопоротических переломов, которые влекут за собой снижение качества жизни, увеличение смертности таких больных и огромных затрат на лечение и реабилитацию.

Успехи современной медицины позволяют в определённой степени понять суть процессов происходящих при остеопорозе, осложнения и опасности этого процесса, разрабатывать методы профилактики и лечения. Однако многое что связано с остеопорозом требует пристального внимания и изучения, актуальны методы диагностики и пути предупреждения остеопоротических переломов.

В рамках нашего исследования были рассмотрены различные дистрофические процессы, искажающие результаты остеоденситометрии и возможные пути коррекции показателей. В работе была определена нормальная плотность каждого из поясничных позвонков и возрастные изменения плотности по данным денситометрии.

Анализ статистических данных остеоденситометрии в группе условно здоровых пациентов установил, что плотность кости у женщин начинает снижаться в возрасте 41-50 лет, а у мужчин – 61-70 лет. Также установлено, что плотность позвонков в норме различна. Она минимальна для первого

позвонка, нарастает во втором и третьем поясничных позвонках, становясь максимальной в четвертом позвонке. С возрастом плотность кости снижается. Установлено что мужчины и женщины имеют статистически одинаковую пиковую костную массу. Нами отмечена положительная корреляционная связь между показателями плотности кости в шейке бедра и поясничном отделе позвоночника ($r=0,57$).

Использование метода рентгеновской остеоденситометрии было продиктовано тем, что на текущий момент это самый современный метод, обладающий высокой точностью и безопасностью, по праву называющийся «золотым стандартом» в диагностике остеопороза. Другие существующие методы диагностики, такие как стандартная рентгенография, рентгеноморфометрическое исследование, ультразвуковая денситометрия и другие обладают малой степенью точности, поэтому малонадежны, а иногда и сложны в выполнении.

Современный метод диагностики остеопороза – рентгеновская остеоденситометрия позволяет определять плотность различных тканей, в том числе костей, с высокой точностью. Однако это таит в себе опасность и возможных ошибок в случае каких-либо привходящих изменений самих костей и окружающих тканей. Так средняя плотность поясничных позвонков может оказаться нормальной или даже повышенной за счёт дополнительного костеобразования вокруг позвонков, тогда как сами позвонки резко порозны.

Выяснению факторов завышающих или занижающих показатели остеоденситометрии посвящена настоящая работа.

Нами были получены сведения об основных возрастных и патологических процессах, происходящих в опорно-двигательной системе, влияющих на показатели рентгеновской остеоденситометрии, сведения о которых в литературе разрознены и практически отсутствуют.

Мы выяснили, что в поясничном отделе позвоночника может значительно искажать результаты денситометрии распространенное костеобразование под передней продольной связкой, - фиксирующий

гиперостоз Форестье. Показатели остеоденситометрии, в известной мере зависят также от индивидуальных особенностей каждого позвонка, а именно от размеров остистых и суставных отростков, толщины дуги позвонка.

В практике при интерпретации результатов остеоденситометрии, заключение о наличии или отсутствии остеопороза, как правило, основывается на среднем арифметическом показателе по сумме первых четырёх поясничных позвонков. При этом повышенная плотность одного из них может нивелировать пониженную плотность другого. В этом случае, результаты по поясничному отделу в целом могут быть благоприятны. Поэтому при значительном разбросе плотности тел позвонков, для избежания ошибочной трактовки мы рекомендуем сопоставлять данные остеоденситометрии с рентгенологическими данными.

Не исключены ошибки и при остеоденситометрии шейки бедренной кости. Так артроз тазобедренного сустава, сопровождающийся утолщением шейки за счет зрелых периостальных наслоений, увеличивает показатели денситометрии. В случае же начального артроза, при незрелых наслоениях, можно получить сниженные показатели плотности. Это связано с проекционным утолщением шейки бедра и как следствие, увеличением площади исследуемой зоны за счёт периостальных наслоений малой плотности, по сравнению с остальной костью.

Проведённое исследование позволило установить следующие факторы, повышающие показатели остеоденситометрии:

- Костные наслоения под передней продольной связкой позвоночника (фиксирующий гиперостоз Форестье).
- Остеохондроз поясничного отдела позвоночника за счёт краевых костных разрастаний и субхондрального остеосклероза сопровождается увеличением плотности от 5.5 до 14.5% по сравнению с невовлеченными в процесс позвонками.

- Компрессионные переломы тел позвонков повышают плотность от 6 до 29%.
- «Гемангиома» в теле позвонка давала увеличение плотности от 8 до 12%.
- Остеопластические метастазы увеличивали плотность позвонков от 2 до 230% в зависимости от их величины, количества и плотности самого опухолевого костеобразования.
- Обызвествление брюшной аорты может не отражаться на результатах остеоденситометрии, однако обызвествление её на уровне $L_1 - L_4$ во многих случаях вносит увеличение плотности позвонков от 2 до 27%.
- Выраженный деформирующий артроз с утолщением шейки бедренной кости и остеосклерозом её структуры завышает показатели остеоденситометрии.

Работа выявила определённые факторы, снижающие показатели остеоденситометрии:

- В группе больных с остеолитическими метастазами отмечалось снижение плотности позвонков от 6 до 24% по сравнению с непоражёнными позвонками.
- При начальном артрозе тазобедренного сустава может происходить снижение показателя плотности кости на 6-10% вследствие увеличения площади за счёт незрелых периостальных наслоений на нижней поверхности шейки бедренной кости.
- Участки газообразования в кишечнике незначительно влияют на показатели остеоденситометрии, имеет место снижение плотности позвонков на 1.3-1.7%.

- Остеоденситометрия шейки бедренной кости у пожилых людей, если шейка не изменена, даёт более точное представление о степени остеопороза.

Таким образом, вариабельность величины плотности кости весьма высока, различается как пиковая костная масса, так и костная плотность в течение жизни человека. Низкие значения помещают пациента в область повышенного риска перелома. Остеопоротические переломы являются огромным бременем для системы медицинской помощи и затраты возрастают так как в большинстве регионов мира увеличивается число пожилых людей. В современной медицине достигнут заметный прогресс в разработке методов определения костной массы. Это имеет огромное значение для определения риска будущих переломов, такая информация особенно, важна для клиницистов, ведущих пациентов с высоким риском переломов, с целью его снижения. Точное и своевременное определение плотности кости необходимо, так как ни один альтернативный подход к определению риска переломов не является более точным и экономически эффективным.

Выводы

1. Плотность поясничных позвонков в норме неодинакова и нарастает сверху вниз (от L₁ к L₄).
2. Мужчины и женщины имеют статистически одинаковую пиковую костную массу.
3. Достоверное снижение плотности кости у женщин начинается в возрасте 41-50 лет, у мужчин – 61-70 лет ($p < 0,05$).
4. При получении значительного разброса показателей плотности поясничных позвонков при остеоденситометрии для выяснения причины этого необходима рентгенография поясничного отдела позвоночника в двух проекциях.
5. Завышают показатели плотности костей все процессы, сопровождающиеся костеобразованием или обызвествлением как внутри кости, так и вокруг неё.
6. Снижают показатели остеоденситометрии не только остеопороз, но и любое другое разрушение костных структур (остеолитические метастазы, воспалительная и не воспалительная деструкция).
7. Остеоденситометрия нормальной шейки бедренной кости у пожилых людей даёт более точные данные о степени остеопороза всего скелета (по сравнению с остеоденситометрией поясничных позвонков).
8. Для гарантии правильной трактовки данных остеоденситометрии следует учитывать состояния, повышающие или снижающие показатели плотности кости, которые особенно часто встречаются у пожилых пациентов. Для этого необходимо учитывать не только денситометрическую, но и рентгенологическую картину исследуемой области.

Практические рекомендации

1. Для получения более точных данных остеоденситометрию поясничного отдела позвоночника предпочтительнее проводить в боковой проекции.
2. При получении значительного разброса показателей плотности поясничных позвонков при остеоденситометрии для выяснения причины этого необходима рентгенография поясничного отдела позвоночника в двух проекциях.
3. При завышенных показателях остеоденситометрии отдельных позвонков для суждения о наличии остеопороза следует опираться на плотность позвонков с минимальными показателями.
4. Исследование нормальной шейки бедренной кости даёт более точные данные, поскольку её переломы, значительно опаснее остеопоротических переломов тел позвонков.

Библиографический указатель

1. *Аврунин А.С., Корнилов Н.В., Суханов А.В., Емельянов В.Г.* Формирование остеопоротических сдвигов в костной ткани. Санкт-Петербург, 1998, 68с
2. *Акопова Н.Б.* Возможности рентгеновской денситометрии в диагностике инволюционно-атрофических и гиперпластических процессов у женщин в постменопаузальном периоде. Диссертация к.м.н. Москва, 2002
3. *Аширафян Л.А., Харченко Н.В., Акопова Н.Б., Ивашина С.В. и др.* Изменение показателя минеральной плотности костной ткани в постменопаузе. // Материалы VIII Всероссийского съезда рентгенологов и радиологов «Алгоритмы в лучевой диагностике и программы лучевого и комплексного лечения больных», Москва, 2001, с.14-15
4. *Аширафян Л.А., Титова В.А., Харченко Н.В., Акопова Н.Б., Ивашина С.В.* Двухфотонная рентгеновская абсорбциометрия в дифференцировании типа постменопаузы у женщин. // Тезисы докладов научной конференции «Лучевая диагностика и лучевая терапия на пороге третьего тысячелетия» I Российского научного форума с международным участием – Радиология 2000, Москва, июнь, 2000, с.49-50
5. *Бакунин А.В., Оганов В.С., Фельдеш И.* Исследования функциональной адаптации кости при отсутствии механической нагрузки. // В кн.: Биоспутники «Космос», Межд. симп. Ленинград, 12-15 августа 1991, М., 1991; с 14-15
6. *Белосельский Н.Н., Еришова О.Б., Прибытков Ю.Н., Бессараб А.В.* Рентгеноморфометрическая характеристика позвоночника у лиц 50 лет и старше. // Терапевтический архив, 1997, № 5, с 55-58

7. *Белосельский Н.Н., Ершова О.Б.* Рентгенодиагностическое и рентгеноморфометрическое исследование позвоночного столба при остеопорозе. // Научно – практическая ревматология, 2000, №3, с 4-11
8. *Белосельский Н.Н.* Остеопороз позвоночного столба (комплексная лучевая диагностика). Диссертация д.м.н. Ярославль, 2000
9. *Беневоленская Л.И.* Остеопороз - актуальная проблема медицины. // Научно-практ. мед. журнал. – 1998, № 1, с 4 - 7
10. *Беневоленская Л.И., Михайлов Е.Е.* Социальные аспекты остеопороза. // Мед. визуализация. – 1996, № 3, с 4 - 8
11. *Берестовая Н.А.* Диагностика остеопороза методом двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии в условиях многопрофильной клинической больницы. Диссертация к.м.н. М. 2001
12. *Виноградова Т.П.* Опухоли костей. – М.: Медицина, 1973, 336с
13. *Ершова О.Б.* Клинико-эпидемическая характеристика остеопороза. Диссертация к.м.н. Ярославль, 1998
14. *Жарков П.Л.* Остеохондроз и другие дистрофические изменения позвоночника у взрослых и детей. – М.: Медицина, 1994. – 240с
15. *Жарков П.Л.* Характеристика затихания костно-суставного туберкулёза в рентгеновском изображении. Диссертация д.м.н. Л. 1968
16. *Жарков П.Л., Мартиросов Э.Г., Жарков А.П.* Лечение движением (кинезитерапия) в домашних условиях и в лечебном учреждении при болях в опорно-двигательной системе. Москва, 2002, 160с
17. *Жарков П.Л., Смолев Д.М.* Рекомендации пациенту с остеопорозом. // Остеопороз и остеопатии. 2004. № 3. с. 46-48
18. *Жарков П.Л., Смолев Д.М., Магомедов М.К., Зуева А.В.* Зависимость результатов остеоденситометрии от возрастных особенностей скелета при поиске системного остеопороза. Вестник ФГУ РНЦРР Росздрава. 2005. №4. (http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v4/papers/zueva_v4.htm)

19. *Жарков П.Л., Смолев Д.М., Магомедов М.К., Зуева А.В.* Влияние возрастных особенностей скелета на результаты остеоденситометрии при поиске системного остеопороза. // Вопросы курортологии физиотерапии и лечебной физической культуры. 2005, №2, с. 30-34
20. *Жарков П.Л., Смолев Д.М.* К методике трактовки остеоденситометрических данных. Тезисы докладов V научно-практической конференции «Современные тенденции комплексной диагностики и лечения заболеваний скелетно-мышечной системы» Москва, Российский Университет Дружбы Народов, 2004
21. *Зедгенидзе Г.А., Жарков П.Л.* Клиническая рентгенорадиология. – М.: Медицина, 1984. – Т. 3
22. *Зедгенидзе Г.А.* Новые данные о структуре и росте костей. В кн.: Сборник трудов больницы им. Свердлова. Л., 1940, т 2, с 301-308
23. *Зедгенидзе Г.А.* Основы рентгенодиагностики заболеваний и повреждений костей и суставов. В кн.: Многотомное руководство по ортопедии и травматологии. М.: Медицина, 1967, т 1, с.107-149
24. *Зедгенидзе Г.А.* Рентгенодиагностика повреждений костей и суставов. – М.: Медгиз, 1944. Изд. Второе, 314с
25. *Зедгенидзе Г.А.* Рентгенодиагностика травматических и огнестрельных повреждений костей и суставов. – Л.: , 1941
26. *Зедгенидзе Г.А.* Справочник по рентгенологии и радиологии. – М., 1972
27. *Зедгенидзе Г.А., Жарков П.Л.* Методики рентгенологического и радиологического исследования позвоночника и крупных суставов. – Ташкент: Медицина, 1979, - 207с
28. *Зедгенидзе Г.А., Линденбратен Л.Д.* Неотложная рентгенодиагностика. - Л.: Медгиз, 1957. - 395с
29. *Ивашина С.В.* Значение двухфотонной периферической рентгеновской абсорбциометрии и уровня эстроген - рецепторов в тканях мишенях в

определении патогенетического варианта постменопаузы.

Диссертация к.м.н. Москва, 2002

30. *Косинская Н.С.* Дегенеративно-дистрофические поражения костно-суставного аппарата. – Л.: Медгиз, 1961. – 202с
31. *Косинская Н.С.* Патология костно-суставного аппарата. – Л.: Медг-из, 1960, - 166с
32. *Косинская Н.С., Рохлин Г.Д.* Рабочая классификация и общая характеристика поражений костно-суставного аппарата. – Л.: Медицина, 1966.- 310с.
33. *Косинская Н.С.* Фиброзные дисплазии и дистрофии костей. Л., Медицина, 1973. - 419с.
34. *Котова С.М., Карлова В.А., Максимцева И.М., Жорина О.М.* Формирование скелета у детей и подростков в норме и патологии. – Санкт-Петербург, 2002.
35. *Лагунова И.Г.* Рентгеноанатомия скелета. – М.: Медицина, 1981. – 368с.
36. *Лагунова И.Г.* Рентгеновская семиотика заболеваний скелета. – М.: Медицина, 1966. – 156с.
37. *Лепарский Е.А., Смирнов А.В., Мылов Н.М.* Современная лучевая диагностика остеопороза. // Мед. визуализация, 1996, № 3, С. 9 - 17.
38. *Майкова-Строганова В.С., Финкельштейн М.А.* Кости и суставы в рентгеновском изображении. Туловище. – Л.: Медгиз, 1952. – 236с.
39. *Марова Е.И.* Классификация остеопороза. // Научно-практ. мед. журнал. - 1998. - № 1. - С. 8 - 12.
40. *Михайлов Е.Е., Беневоленская Л.И., Аникин С.Г. и др.* Частота основных переломов основных локализаций среди городского населения России. // Научно – практическая ревматология, 2001, № 3, 75.
41. *Михайлов Е.Е., Беневоленская Л.И., Аникин С.Г.* // Остеопороз и остеопатии, 1999; № 3: 2-6.

42. *Мылов Н.М.* Рентгенологическая диагностика остеопороза при эндокринных и ряде других заболеваний. // Остеопороз и остеопатии, 1998; № 3: 7-9.
43. *Насонов Е.Л.* Остеопороз и остеоартроз: взаимодополняющие или взаимоисключающие болезни? // Консилиум 2000; 2: 248-250.
44. *Насонов Е.Л.* Остеопороз: стандарты диагностики и лечения. // Издание: Институт ревматологии РАМН, Москва.
45. *Насонов Е.Л., Скрипникова И.А., Насонова В.А.* Проблема остеопороза в ревматологии. – М.: СТИН, 1997. – 329с.
46. *Некачалов В.В.* Патология костей и суставов. – Санкт Петербург: Сотис, 2000.
47. *Оганов В.С.* Костная система, невесомость и остеопороз. М., 2003
48. *Писаревская М.А.* Прогнозирование и ранняя диагностика остеопороза у женщин с хирургической и естественной менопаузой. Диссертация к.м.н. М. 1998.
49. *Пуртова Г.С.* Возможности рентгеновской денситометрии скелета у ликвидаторов аварии на ЧАЭС и лиц, проживающих на контролируемых территориях. Диссертация к.м.н. М. 1996.
50. *Рахманов А.С., Бакунин А.В.* Костная денситометрия в диагностике остеопороза. // Остеопороз и остеопатии, 1998; №1: 28-30.
51. *Ревел П.А.* Патология кости. – М.: Медицина, 1993, 267с.
52. *Рейнберг С.А.* Рентгенодиагностика заболеваний костей и суставов. – М.: Медицина, 1964, Т. 1 – 530с., Т. 2 – 572с.
53. *Риггз Б.Л., Мелтон А.Дж III.* Остеопороз: этиология, диагностика, лечение. Пер. с англ. М-СПб, Бином, Невский диалект, 2000
54. *Родионова С.С., Рекина И.В., Морозов А.К.* Почки и остеопороз. // Научно-практ. мед. журнал. - 1998. - № 1. - с. 22 - 23.
55. *Рожинская Л.Я.* Остеопенический синдром при нейроэндокринных заболеваниях. // В кн.: Нейроэндокринология, под ред. Е.И. Маровой. Ярославль, 1999; с.423-484.

56. *Рожинская Л.Я.* Системный остеопороз. – М.: Издатель Мокеев, 2000. – 196с.
57. *Рожинская Л.Я., Марова Е.И., Бухман А.И.* Минеральная костная плотность при эндогенном и экзогенном гиперкортицизме. // Остеопороз и остеопатии, 2000; № 2: 12-17.
58. *Рохлин Г.Д.* Диагностическое и прогностическое значение остеопении при некоторых видах патологии по данным рентгенологического исследования. Диссертация д.м.н., Л. 1988
59. *Рохлин Д.Г.* Болезни древних людей. Л., Медгиз, 1955, 303с.
60. *Русаков А.В.* Многотомное руководство по патологической анатомии. – М.: Медгиз, 1959. т 5 – 536с.
61. *Русаков А.В.* Патологическая анатомия болезней костной системы. – М.: Медгиз, 1969.
62. *Русаков А.В., Виноградова Т.П.* Патологическая анатомия костной системы. – М.: Медгиз, 1959.
63. *Силман А.* Европейское исследование остеопороза позвоночника. // Матер. 1-го Рос. симпозиума по остеопорозу. - М. - 1995. - С. 56 - 57.
64. *Сиповский П.В.* Компенсаторные и репаративные реакции костной ткани. – Л. Медгиз, 1961. – 232с.
65. *Сиповский П.В.* Морфологическая характеристика приспособительных (компенсаторных) и репаративных изменений костной ткани. – Л. Медгиз, 1963. – 231с.
66. *Талантов В.А.* Морфологическая характеристика туберкулёзного коксита. // Вестник хирургии, 1959; №3, 45с.
67. *Франке Ю., Рунге Г.* Остеопороз. М., Медицина, 1995; 299с.
68. *Харченко В.П., Рожкова Н.И., Zubовский Г.Ф. и др.* Дигитальная остеоденситометрия. // Вестник рентгенологии и радиологии. - 1993, № 2, с 4-8

69. *Хлыстов В.А.* Об изучении содержания минеральных солей в костной ткани при остеомиелите (рентгеноденситометрическое исследование). // Вестник рентгенологии. 1970, № 3, с 21-25
70. *Черновой Т.О.* Школа для пациентов с остеопорозом. Роль физических упражнений для профилактики и лечения остеопороза (Пер. с англ.). // Остеопороз и остеопатии, 1999, № 3, с. 41-43
71. *Чечурин Р.Е., Аметов А.С., Рубин М.П.* Сравнительная оценка рентгеновской денситометрии осевого скелета и ультразвуковой денситометрии пяточной кости. // Остеопороз и остеопатии, 1999; № 4
72. *Шик Я. Л.* Скиалогия в рентгенодиагностике. Л. Медицина, 1967
73. Школа для пациентов с остеопорозом. Что вы должны знать об остеопорозе (Пер. с нем.). Материалы MMI - Medizinische Medien Informations 9mbH; KRAMES COMMUNICATIONS 1996г. "Остеопороз и остеопатии", 2000, № 1, с. 45-48
74. *Шотемор Ш.Ш.* К дифференциальной диагностике остеопороза позвоночника. // Вестник рентгенорадиологии. 1975, № 5, с. 79-88
75. *Шотемор Ш.Ш.* Клиническая рентгенодиагностика метаболических заболеваний скелета. // М. ЦИУВ. 1982, 50с.
76. *Шотемор Ш.Ш.* Метаболические заболевания скелета как общемедицинская проблема. // В кн.: Метаболические остеопатии. Мат. конф. ЦИТО, 1993; с. 1-10
77. *Шотемор Ш.Ш.* Метаболические заболевания скелета, основные положения, группировка, терминология. // Вестник рентгенологии. 1982, № 3, с.5-13.
78. *Шотемор Ш.Ш.* Современные представления о перестройке в костном скелете и их значение в рентгенодиагностике. // Вестник рентгенологии. 1987, № 6, с. 5-15.

79. *Adams J.E.* Single and dual energy X-ray absorptiometry. // *European Radiology*, 7 (Suppl. 2), 1997; S20-S31
80. *Adran G.M.* Bone destruction not demonstrable by radiography. // *Br. J. Radiol.* 1951; 24:107
81. *Aloia J.F., Cohn S.H., Vaswani A., et al.* Risk factors for postmenopausal osteoporosis. // *Am J Med.* 1985; 78: 95-100
82. *Black D.M., Cummings S.R., Genant H.K., Nevitt M.C., Palermo L., Browner W.* Axial and appendicular bone density predict fractures in older women. // *J Bone Miner Res* 1992; 7: 633-638
83. *Borders J., Kerr E., Sartoris D.J., Stein J.A., Ramos E., Moscona A.A., Resnick D.* Quantitive dual-energy radiographic absorptiometry of the lumbar spine: in vivo comparison with dual-photon absorptiometry. // *Radiology* 1989; 170:129-131
84. *Buer D., Gluer C., Cauley J., et al.* Broadband ultrasound attenuation predicts fractures strongly and independently of densitometry in older women. // *Archives of Internal Med.* 1997; 157 (№ 24): 629-634
85. *Cameron J.R., Sorensen J.* Measurement of bone mineral in vivo: an improved method. // *Science*, 1963; 142: 230-232
86. *Compston J.E.* Bone densitometry and clinical decision making. // *J of Clin Dens.* 1999; V. 2, № 1. P 5-9
87. *Compston J.E., Cooper C., Kanis J.A.* Bone densitometry in clinical practice. // *BMJ* 1995; 310: 1507-1510
88. Consensus development conference. *Am J Med* 1991; 90: 170-210. World Health Organization. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal Osteoporosis. Technical report series 843. Geneva: WHO, 1994
89. Consensus development conference: diagnosis prophylaxis and treat med of osteoporosis. // *Amer. J. of Medicine.* 1996, № 90. P. 107 - 110.

90. *Cooper C., Shah S., Hand D.J., Adams J., Compston J., Davie M., Woolf A.* The Multicentre Vertebral Fracture Study Group: screening for vertebral osteoporosis using individual risk factors. // *Osteoporosis Int* 1991;2:48-53
91. *Cummings S.R., Nevitt M.D., Browner W.S. et al.* Bone density at various sites for prediction of hip fracture. // *Lancet* 1993; 341: 72-75
92. *De-Luca H.* Osteoporosis and the metabolites of vitamin D. // *Med. Clin. Exper.* 1990; V. 39. Suppl. 1. P. 3 - 9.
93. *Doyle F.H., Gutteridge D.H., Joplin G.F., Fraser R.* An assessment of radiological criteria used in the study of spinal osteoporosis. // *Br J Radiol* 1967; 40: 241-250
94. *Faulkner K.G., Gluer C.C., Majumdar S., Lang P., Engelke K., Genant H.K.* Non invasive measurements of bone mass, structure and strength: current methods and experimental techniques. // *Am J Radiol* 1991; 157: 1229-1237
95. *Faulkner K.G., McClung M.R.* Quality control of DXA instruments in Multicentre trials. // *Osteoporosis Int* 1995;5: 218-227
96. *Faulkner K.G., McClung M.R., Coleman L.J. et al.* Quantitative ultrasound of the heel: Correlation with densitometric measurements at different skeletal sites. // *Osteoporosis Int.*, 1994; 4: 42-47
97. *Faulkner K.T., McClung M., Cummings S.E.* Automated evaluation of hip axis length of predicting hip fracture. // *J Bone Miner Res* 1994; 9:1065-1070
98. *Felsenberg D., Growin W., Diesel E., Armburst S., Mews J.* Recent developments in DXA quality of new DXA/MXA devices for densitometry and morphometry. // *Eur J Radiol* 1995; 20:179-184
99. *Felsenberg D., Growin W.* Prevalence of vertebral osteoporosis fractures in males. World Congress on Osteoporosis. 1996; abstracts on disk.
100. *Feyerabend A.J., Lear J.L.* Regional variations in bone mineral density as assessed with dual-energy photon absorptiometry and dual X-ray absorptiometry. // *Radiology* 1993; 186:467-469.

101. *Finsen V., Anda S.* Accuracy of visually estimated bone mineralization in routine radiographs of the lower extremity. // *Skeletal Radiol.* 1988; 17:270-275.
102. *Frye M.A., Melton L.J III, Bryant S.C., Fitzpatrick L.A., Wahner H.W., Swchartz R.S., Riggs B.L.* Osteoporosis and calcification of the aorta. // *Bone Miner* 1992; 19:185-194.
103. *Gardsell P., Jbhnel O., Nilsson B.* The predictive value of bone loss for fragility fracture-, in women: longitudinal study over 15 years. // *Calcif Tissue Int* 1991; 49:90-94
104. *Garnero P., Hausherr E., Chapuy M-C., et al.* Markers of bone resorption predict hip fracture in elderly women: the EPIDOS prospective study. // *J Bone Miner Res* 1996; 11:1531-1538.
105. *Genant H.K., Block J.E., Steiger P., et al.* Appropriate use of bone densitometry. // *Radiology* 1989; 170: 817-822
106. *Gibson M.J.* The prevention of falls in later life. // *Dan Med Bull.* 1987; 34 (Suppl 4): 1-24.
107. *Gluer C.C., Steiger P., Selvidge R., Elliesen-Kliefoth K., Hayashi C., Genant H.K.* Comparative assessment of dual-photon absorptiometry and dual energy radiography. // *Radiology* 1990; 174:223-228.
108. *Gluer C.C., Vahlensieck M., Faulkner K.G., et al.* Site-matched calcaneal measurement of broadband ultrasound attenuation and single X-ray absorptiometry: Dothey measure different skeletal properties? // *J. Bone Miner. Res.*, 1992; 7: 1071-1079
109. *Grampp S., Jergas M., Lang P., Genant H.K, Gluer C.C.* Quantitative assessment of osteoporosis: current and future trends. In: Sartoris DJ (ed) *Osteoporosis: diagnosis and treatment.* // Marcel Dekker, New York, 1996; 232-265
110. *Gugliclmi G., Gluer C.C, Majumdar S., Blunt B., Genant H.K.* Current methods and advances in bone densitometry. // *Eur Radiol* 1995; 5:129-139

111. *Ho C.P., Kim R.W., Schaffler M.B., Sartoris D.J.* Accuracy of dual-energy radiographic absorptiometry of the lumbar spine: cadaver study. // *Radiology* 1990; 176: 171-173
112. *Holbrook T.L., Barret-Connor E., Klauber M., Sartoris D.* A population-based comparison of quantitative dual-energy X-ray absorptiometry with dual-photon absorptiometry of the spine and hip. // *Calcif Tissue Int.* 1994; 49: 305-307.
113. *Homer K., Devlin H., Alsop C.W., Hodgkinson I.M., Adams J.E.* Mandibular bone mineral density as a predictor of skeletal osteoporosis. // *Br J Radiol.* 1996; 69: 1019-1025
114. *Hui S.L., Slemenda C.W., Johnston C.C.* Age and bone mass as predictors of fracture in a prospective study. // *J Clin Invest* 1988; 1804-1809
115. *Iskrant A.P., Smith R.W.* Osteoporosis in women 45 years and over related to subsequent fractures. // *Public Health Rep* 1969; 84:33-38.
116. *Jackson JA., Kleerekoper M.* Osteoporosis in men: diagnosis, pathophysiology, and prevention. // *Medicine.* 1990; 69: 137-152
117. *Jensen M.D., Kanaley J.A., Roust L.R., O'Brien P.C., Braun J.S., Dunn W.L., Wahner H.W.* Assessment of body composition with use of dual-energy X-ray absorptiometry: evaluation and comparison with other methods. // *Mayo Clin Proc*, 1993; 68: 867-873
118. *Johnston C.C.Jr., Melton L.J. III.* Bone density measurement and the management of osteoporosis. In: Favus MJ (ed) *Primer on the metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism.* Raven Press, New York, 1993, 137-146
119. *Johnston C.C., Jr. Slemenda C.W., Melton LJ III.* Clinical use of bone densitometry. // *N Engl J Med* 1991; 324: 1105-1109
120. *Kang C., Paley M., Ordidge R., Speller R.* In vivo MR1 measurements of bone quality in the calcaneus: a comparison with DXA and ultrasound. // *Osteoporosis Int.* 1999; 9: 65-74

121. *Kanis J.A.* The diagnosis of Osteoporosis. // J. of Bone and Mineral Research, 1994, № 9, P. 1137 - 1141.
122. *Kanis J.A., Delmas P., Burckbard P., et al.* // Osteoporosis Int. 1997; 7: 390-406
123. *Karlsson M.K., Obrant K.J., Nilsson B.E., Johnell O.* Bone mineral density assessed by quantitative ultrasound and dual energy X-ray absorptiometry. // Ada Orthop Scand, 1998; 69:189-193
124. *Kellie S.E.* Questions and answers: diagnostic and therapeutic technology assessment (DATTA). JAMA 1992; 267:286-294
125. *Kelly T.L., Slovik D.M., Neer R.M.* Calibration and standardization of bone mineral densitometers. // J Bone Miner Res. 1989; 4:663-669.
126. *Kelly T.L., Slovik D.M., Schoenfeld D.A., Neer R.M.* Quantitative digital radiography versus dual-photon absorptiometry of the lumbar spine. // J Clin Endocrinol Metab. 1988; 67:839-844.
127. *Kelsey J.L.* Osteoporosis: prevalence and incidence. In: Osteoporosis. Proceedings of the NIH Consensus Development Conference. April 2-4, 1984; 25-28.
128. *Kelsey J.L., Hoffmann S.* Risk factors for hip fractures. // N Engl. J Med 1987; 316: 404-406
129. *Laval-Jeantet A.M., Bergol C., Williams M., Davidson K., Laval-Jeantet M.* Dual-energy X-ray absorptiometry of the calcaneus: comparison with vertebral X-ray absorptiometry and quantitative computed tomography. // Calcif Tissue Tnt 1995; 56: 14-18
130. *Lilley J., Walters B.C., Heath D.A., Drotc Z.* In vivo and in vitro precision of bone density measured by dual energy X-ray absorptiometry. // Osteoporosis Int 1991; 1:141-146
131. *Lochmuller E.M, Eckstein F., Zeiler J.B., Steldinger R., Putz R.* Comparison of quantitative ultrasound in the human calcaneus with mechanical failure loads of the spine and hip. // Ultrasound Object Gynecology 1999; 13: 1- 9

132. *Massie A., Reid D.M., Porter R.W.* Screening for osteoporosis: Comparison between dual energy X-ray absorptiometry and broadband ultrasound attenuation in 1000 postmenopausal women. // *Osteoporosis Int.*, 1993; 3: 107-110
133. *Mazess R.B., Chesnut C.H. III, McClung M., et al.* Enhanced precision with dual-energy X-ray absorptiometry. // *Calcif Tissue Int.* 1992; 51:14-17
134. *Mazess R.B., Barden H.S., Ettinger M., Schuiz E.* Bone densitometry of the radius, spine and proximal femur in osteoporosis. // *J Bone Miner Res.* 1988; 3:13-18
135. *Mazess R.B., Barden H.S.* Measurement of bone by dual photon absorptiometry (DPA) and dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA). // *Ann Chir Gynecology* 1988; 77: 197-203
136. *McClosky E.V., Spector T.D., Eyres K.S., et al.* The assessment of vertebral deformity: A method for use in population studies and clinical trials. // *Osteoporosis Int.* 1993; 5: 138-147
137. *Melton L.J.* Osteoporosis: Magnitude of the problem: Worldwide and Future. 4th international Symposium. - Washington. June 4 – 7, – 1997; P.23
138. *Melton L.J., Kan S.H., Wahner H.W., et al.* Lifetime fracture risk: an approach to hip fracture risk assessment based on bone mineral density and age. // *J. Clin. Epidemiol.*, 1988; 41: 985-994
139. *Melton L.J. III, Kan S.H., Fryc M.A., et al.* Epidemiology of vertebral fractures in women. // *Am J Epidemiol.* 1989; 129: 1000-1011
140. *Mundy G.R.* Bone remodeling and its disorders. - London. - Martin Dunitz Ltd. - 1995.
141. *Nelson D.A., Bown E.B., Flynn M.J., Cody D.D., Shaffer S.* Comparison of dual photon and dual-energy X-ray bone densitometers in a clinic setting. // *Skeletal Radiol* 1991; 20: 591-595

142. *Nguyen T., Sambrook P., Kelly P., et al.* Prediction of osteoporotic fractures by postural instability and bone density. // *Brit Med J.*, 1993; 307: 1111-1115
143. *Nilas L., Borg J., Gotfredsen A., Christiansen C.* Comparison of single and dual-photon absorptiometry in post menopausal bone mineral loss. // *J Nucl Med* 1985; 26: 1257-1262
144. *O'Neill T.W., Silman A.J.* Definition and diagnostic of vertebral fractures. // *J. Rheumatol.*, 1997; 24(6): 1208-1211.
145. *Orwoll E.S., Oviatt S.K., Mann T.* The impact of osteophytic and vascular calcifications on vertebral mineral density measurements in men. // *J Clin. Endocrinol. Metab.* 1990; 70:1202-1207
146. Osteoporosis. Diagnosis and treatment. // *Ed. By David J. Sartoris.* - Marcel. - 1966.
147. *Pearson J., Ruegsegger P., Dequeker J., Henley M., Bright J., Reeve J., Kalender W., Felsenberg D., Laval-Jeantet A.M., Adams J.E. et al.* European semi-anthropomorphic phantom for the cross-calibration of bone densitometers: assessment of precision, accuracy and stability. // *Bone Miner* 1995; 27:109-120
148. *Pouilles J.M., Tremollieres F., Ribot C.* Spine and femur densitometry at the menopause: are both sites necessary in the assessment of the risk of osteoporosis. // *Calcif Tissue Int* 1993; 52: 344-347
149. *Pouilles J.M., Tremollieres F., Louvet J.P., Fournie B., Morlock G., Ribot C.* Sensitivity of dual-photon absorptiometry in spinal osteoporosis. // *Calcif. Tissue Int.* 1988; 43:329-334
150. *Praemer A., Furner S., Rice D.P.* Musculoskeletal conditions in the United States. Park Ridge, IL: American Academy of Orthopedic Surgeons, 1992
151. *Reid I.R., Evans M.C., Ames R., Wattie D.J.* The influence of osteophytes and aortic calcification on spinal mineral density in postmenopausal women. // *J Clin. Endocrinol. Metab.* 1991; 72:1372-1374

152. *Ross P.D., Wasnich R.D., Vogel J.M.* Detection of prefracture spinal osteoporosis using bone mineral absorptiometry. // *J Bone Miner Res* 1988; 3:1-11
153. *Ross P.D., Wasnich R.D., Vogel J.M.* Precision error in dual-photon absorptiometry related to source age. // *Radiology*. 1988; 166:523-527
154. *Sartoris D.J.* Clinical value of bone densitometry. // *AJR* 1994;163:133-135
155. *Sartoris D.J., Resnick D.* Dual-Energy Radiographic Absorptiometry for Bone Densitometry: Current Status and Perspective. // *AJR*. 1989; Feb 152: 241-246.
156. *Schenk R., Eggli P., Fleisch H. et al.* Quantitative morphometric evaluation of the inhibitory activity of new aminobisphosphonates on bone resorption in the rat. // *Calcif Tissue Int*. 1986;38: 342-349
157. *Schnitzler C.M., Pitchford D., Willis E.M.* Comparison of the radiographic vertebral trabecular pattern with vertebral fracture prevalence and spinal bone density. // *Osteoporos Int* 1993; 3: 293-299
158. *Schott A.M., Weill-Engerer S., Hans D., Duboeuf F., Delmas P.D., Meunier P.J.* Ultrasound discriminates patients with hip fracture equally well as dual energy x-ray absorptiometry and independently of bone mineral density. // *J Bone Miner Res* 1995; 10:243-249
159. *Smith-Rindman R, Cummings SR, Steiger P, et al.* A comparison of morphometric definitions of vertebral fracture. // *J Bone Miner Res* 1991; 6: 25-34
160. *Stevenson J.C., Lees B., Devenport M., et al.* Determinants of bone density in normal women: risk factors for future osteoporosis? // *BMJ* 1989;298: 924-928
161. *Treback H, Natali A.* Ultrasound velocity and attenuation in cancellous bone samples from lumbar vertebra and calcaneus. // *Osteoporos Int*. 1999; 9: 99-105
162. *Wahner H.W., Dunn W.L., Mazess R.B.* Dual photon (Gd-153)

- absorptiometry of bone. // *Radiology* 1985; 156: 203-206
163. *Wahner H.W., Looker A., Dunn W.L., Walters L.C., Hauser M.F., Novak C.* Quality control of bone densitometry in a National Health Survey (NHANES III) using three mobile examination centers. // *J Bone Miner Res* 1994; 9: 951-960
 164. *Wahner H.W., Fogelman I.* The evaluation of osteoporosis: Dual energy X-ray absorptiometry in clinical practice. // In: *Metabolic Bone Disease*, Fogelman I. ed. London: Martin Dunitz Ltd. 1994; 296
 165. *Walsh W.R., Labrador D.P., Kirn H.D., Guzelsu N.* *Annals of Biomedical Engineering* 1994; 22: 404-415
 166. *Washnich R.D., Ross P.I., Heilbrun L.K., Vogel J.M.* Prediction of postmenopausal fracture risk with bone mineral measurements. // *Am J Object Gynecology* 1985; 745-751
 167. *Washnich R.D.* Bone mass measurement: prediction of risk. // *Am J Med* 1993; 95: 65-105
 168. *Wilson C.R., Fogelman I., Blake G.M., Rodin A.* The effect of positioning on dual-energy X-ray absorptiometry of the proximal femur. // *Bone Miner* 1991; 13: 69-76
 169. *Yeap S.S., Pearson D., Cawte S.A., Hosking D.J.* The relationship between bone mineral density and ultrasound in postmenopausal and osteoporotic women. // *Osteoporosis Int* 1998; 8: 141-146