

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

На правах рукописи

Волков Алексей Александрович

КОМПЛЕКСНОЕ РЕНТГЕНОВСКОЕ И АБСОРБИОМЕТРИЧЕСКОЕ
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИ СОЧЕТАННЫХ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ И
ДИСТРОФИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ ПОЗВОНОЧНОГО СТОЛБА У ЖЕНЩИН

14.01.13- Лучевая диагностика, лучевая терапия

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель –
доктор медицинских наук,
профессор Н.Н. Белосельский

ЯРОСЛАВЛЬ, 2019 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Список сокращений.....	6
Введение.....	7
ГЛАВА 1. Современное состояние изучаемой проблемы.....	15
1.1 Понятие качества кости и способы ее оценки.....	15
1.2 Понятие о дистрофических изменениях позвоночного столба.....	20
1.3 Лучевая диагностика дистрофических изменений позвоночного столба.....	23
1.4 Минеральная плотность кости.....	28
1.5 Рентгенологические проявления снижения минеральной плотности.....	30
1.6 Морфометрия тел позвонков.....	31
1.7 Методы морфометрии межпозвонковых дисков.....	33
1.8 Особенности сочетанных дистрофических изменений позвоночного столба.....	35
ГЛАВА 2. Материалы и методы исследования.....	38
2.1 Характеристика обследованных пациентов.....	38
2.2 Характеристика методов исследования.....	41
2.2.1 Методика абсорбциометрического исследования позвоночного столба.....	41
2.2.2 Рентгеноморфометрическое исследование позвоночного столба.....	44

2.2.3 Рентгенодиагностическое исследование позвоночного столба.....	51
---	----

ГЛАВА 3. Результаты исследования. Общие результаты комплексного рентгеновского исследования позвоночного столба.....	55
--	----

3.1.1 Общие абсорбциометрические данные.....	55
--	----

3.1.2 Общие результаты рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба.....	58
--	----

3.1.3 Общие рентгенодиагностические данные.....	62
---	----

3.2 Результаты комплексного лучевого исследования в зависимости от возраста.....	63
--	----

3.2.1 Данные абсорбциометрического исследования в зависимости от возраста.....	63
--	----

3.2.2 Результаты рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба в зависимости от возраста.....	69
--	----

3.2.3 Результаты рентгенодиагностического исследования позвоночного столба в зависимости от возраста.....	75
---	----

ГЛАВА 4. Результаты комплексного исследования позвоночного столба при различных дистрофических изменениях.....	78
--	----

4.1 Результаты комплексного лучевого исследования в зависимости от величины минеральной плотности кости.....	78
--	----

4.1.1 Результаты абсорбциометрического исследования в зависимости от величины минеральной плотности кости.....	78
--	----

4.1.2 Результаты рентгеноморфометрического исследования в зависимости от величины минеральной плотности кости.....	83
--	----

4.1.3 Результаты рентгенодиагностических данных в зависимости от величины минеральной плотности кости.....	89
4.2 Результаты лучевого исследования в зависимости от степени дистрофических изменения межпозвонковых дисков.....	91
4.2.1 Результаты абсорбциометрического исследования в зависимости от степени дистрофических изменения межпозвонковых дисков.....	92
4.2.2 Результаты рентгеноморфометрического исследования в зависимости от степени дистрофических изменения межпозвонковых дисков.....	96
4.2.3 Результаты рентгенодиагностического исследования в зависимости от степени дистрофических изменений межпозвонковых дисков.....	102
4.3 Результаты комплексного исследования в зависимости от степени дистрофических изменений передней продольной связки.....	104
4.3.1 Результаты абсорбциометрического исследования в зависимости от степени дистрофических изменений передней продольной связки.....	104
4.3.2 Результаты рентгеноморфометрического исследования в зависимости от степени дистрофических изменений передней продольной связки.....	109
4.3.3 Результаты рентгенодиагностического исследования в зависимости от степени дистрофических изменений передней продольной связки.....	113
ГЛАВА 5. Заключение.....	116
5.1 Материалы и методы исследования.....	118
5.2 Общие результаты комплексного лучевого исследования.....	122
5.3 Результаты комплексного лучевого исследования в зависимости от возраста.....	125

5.4 Результаты комплексного лучевого исследования в зависимости от величины минеральной плотности кости.....	130
5.5 Результаты комплексного лучевого исследования в зависимости от степени дистрофических изменения межпозвонковых дисков.....	137
5.6 Результаты комплексного лучевого исследования в зависимости степени дистрофических изменения передней продольной связки.....	143
Выводы и практические рекомендации.....	148
Список литературы.....	151
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	173
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	181

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

БФ - болезнь Форестье

ИРРП - индекс различия размеров тел позвонков

КРКТ - количественная рентгеновская компьютерная томография

МПК - минеральная плотность кости

ОХ - остеохондроз

ПИГ/ПИК - плотностной интервал губчатой/кортикальной кости

РД - рентгенодиагностическая оценка остеопороза и остеопении

СВР - симптом выравнивания размеров

СКГИ - средний кортикально-губчатый индекс

СКГР - среднее кортикально-губчатое различие

СОПГ/СОПК - среднее отклонение плотности губчатой/кортикальной костной ткани

СП - спондилоз

СПГ/СПК - средняя плотность губчатой/кортикальной кости

СПР - симптом парадоксальных размеров

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы и степень ее разработки

За последние два десятилетия особую актуальность при исследовании метаболических и дистрофических заболеваний скелета приобрела проблема изучения влияния на их развитие и течение состояния качества костной ткани (Рожинская Л. Я. 2016; Fonseca H. 2014; Ito M. 2016; Saito M 2016). Само по себе качество кости определяется совокупностью множества ее характеристик - микроархитектоникой, минерализацией, микроповреждениями, составом костного матрикса, изучаемых с помощью сложных лабораторных и инструментальных методов (Donnelly E. 2011). Так, в частности, было показано, что как в норме с возрастом, так и при разного рода заболеваниях скелета, происходят существенные и закономерные изменения качественного состояния кости (Perilli E. 2016; Thomsen J. S. 2013). Сложная взаимосвязь различных параметров качества кости, множество вариантов их соотношения делают проблему ее исследования при остеопении, остеопорозе и других дистрофических заболеваниях позвоночного столба актуальной и практически значимой.

Одним из наиболее доступных методов изучения некоторых показателей, обуславливающих прочность кости является абсорбциометрия при количественной компьютерной томографии (Морозов С. П. 2017). Метод доказал свою высокую эффективность при оценке величины минеральной плотности кости, однако его возможности для характеристики некоторых качественных параметров состояния костной ткани в настоящее время практически не реализуется.

В свою очередь, не менее значимой проблемой является исследование комплексных дистрофических изменений позвоночного столба. различные сочетания изменений межпозвонковых дисков, костной структуры тел позвонков, связочного и суставного аппарата позвоночного столба проявляются у 45-65% людей среднего возраста и до 85% пожилого населения (Суслова Г. А., Стебунов Б. А. 2010; Каурова Т. А. 2012). Сопровождаясь развитием закономерных комплексных преобразований, влияющих друг на друга, они также тесно

связанны с состоянием качества кости. Так, в частности, немалое количество споров вызывает вопрос о сочетании остеопороза и иных дистрофических изменений позвоночного столба (Капустина Е. В. 2013; Кривенцов А. 2014; Романов Г. Н. 2012; Ding Y. 2014; Li Z. 2012; Mattei T. A. 2013). «Остеопороз – заболевание, характеризующееся снижением костной массы и структурными ухудшениями костной ткани, которая ведет к увеличению подверженности переломам» (определение ВОЗ). В рубрикации МКБ -10 остеопороз относится к болезням костно-мышечной системы и соединительной ткани, метаболическим и обменным заболеваниям.

Нарушение ремоделирования кости при остеопорозе, сопровождающееся определенными качественными ее изменениями, оказывает влияние на все стороны обменных процессов и, следовательно, влечет за собой изменения проявлений других заболеваний скелета, в том числе и дистрофических поражений позвоночного столба (Аврунин А. С. 2014; Владимиров В. А. 2013; Долгова Е. Н. 2015; Корж Н. А. 2013; Кривенцов А. 2014; Маличенко С. Б. 2012; Поворознюк В. В. 2013; DeDecker S. 2015; Ding Y. 2014).

Исследование особенностей этих изменений в условиях возрастного и патологического снижения минеральной плотности кости с учетом некоторым качественных ее характеристик, полученных на основе количественной рентгеновской компьютерной томографии, имеет большое значение для изучения как остеопороза, так и других дистрофических заболеваний позвоночного столба и представляет собой, тем самым, большой научный интерес и высокую практическую значимость.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение рентгеновских, рентгеноморфометрических, абсорбциометрических количественных и качественных проявлений дистрофических изменений позвоночного столба у женщин при различной величине минеральной плотности кости.

ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Выполнить оценку размеров и формы межпозвонковых пространств, комплексных дистрофических изменений межпозвонковых дисков и передней продольной связки позвоночного столба, минеральной плотности кости с учетом качественных ее показателей на основе рентгеноморфометрических, рентгенодиагностических и абсорбциометрических данных.

2. Изучить характер, распространенность, соотношение признаков сочетанных проявлений дистрофических изменений костной структуры тел позвонков, межпозвонковых дисков и передней продольной связки с учетом качественных показателей кости, определенных при количественной рентгеновской компьютерной томографии у женщин различного возраста в норме.

3. По данным абсорбциометрического исследования изучить особенности состояния минеральной плотности кости с учетом некоторых качественных ее характеристик при дистрофических изменениях межпозвонковых дисков и передней продольной связки различной степени выраженности.

4. Исследовать характер проявлений дистрофических изменений межпозвонковых дисков по типу хондрома и остеохондрома при различной степени снижения минеральной плотности кости с учетом качества кости.

5. Изучить особенности патологических дистрофических изменений передней продольной связки в виде спондилоза и болезни Форестье при различной величине минеральной плотности кости с учетом некоторых качественных ее состояний.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА

Впервые выполнена оценка ряда качественных характеристик состояния минеральной плотности кости по данным количественной рентгеновской компьютерной томографии у женщин различного возраста, при разной степени минеральной плотности кости, при разной степени дистрофических изменений межпозвонковых дисков и передней продольной связки;

Впервые исследован комплекс рентгеновских и рентгеноморфометрических данных при дистрофических изменениях межпозвонковых дисков и передней продольной связки позвоночного столба у женщин различного возраста в зависимости от величины минеральной плотности кости с учетом некоторых ее качественных состояний, определенных при количественной рентгеновской компьютерной томографии в норме и при патологическом снижении костной массы.

Впервые на основе результатов количественной компьютерной томографии проанализированы количественные и некоторые качественные характеристики состояния костной ткани при сочетанных дистрофических изменениях межпозвонковых дисков и передней продольной связки у женщин.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

Полученные данные о возможности неинвазивной абсорбциометрической оценки ряда характеристик минеральной плотности кости могут быть широко использованы на практике при дифференциальной диагностике и прогнозировании количественных и качественных преобразований костной ткани.

ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Использованные методики оценки результатов рентгеновского, рентгеноморфометрического и абсорбциометрического исследований с определением качественных показателей состояния кости (соотношение минеральной плотности кортикальной и губчатой кости, плотностный диапазон структуры, характеризующий как наиболее, так и наименее минерализованные ее элементы), способны объективно отразить проявления дистрофических изменений костной структуры, межпозвонковых дисков и передней продольной связки в комплексе.

2. Возрастные изменения позвоночного столба сопровождаются развитием закономерных и взаимосвязанных дистрофических нарушений минеральной плотности кости, межпозвонковых дисков и передней продольной

связки с некоторыми качественными особенностями состояния костной ткани (увеличение доли компактной костной ткани, сохранение или даже увеличение плотностного интервала между наиболее и наименее минерализованными структурами кости).

3. Такие заболевания позвоночного столба как остеопороз, остеохондроз, болезнь Форестье, связаны с развитием закономерных сочетанных и характерных для каждой болезни рентгенодиагностических, рентгеноморфометрических и абсорбциометрических проявлений, включая и состояние качества кости, значительно отличающихся между собой и от возрастных изменений.

СТЕПЕНЬ ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Степень достоверности полученных результатов в исследовании основана на статистической обработке данных согласно принципам доказательной медицины и с помощью методов описательной статистики.

ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящее время результаты работы используются в учебном процессе кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ФГБОУВО «Ярославский государственный медицинский университет». Лечебно-диагностическом процессе в ГАУЗ ЯО «Клиническая больница скорой медицинской помощи имени Н. В. Соловьева» и ГБУЗ ЯО ЯОКГВВ-МЦ «Здоровое долголетие» г. Ярославль.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Теоретической основой работы послужили труды отечественных и иностранных ученых, посвященных исследуемым проблемам.

На втором этапе работы производились сбор и оценка экспериментального материала в виде рентгенограмм грудного и поясничного отделов позвоночного столба в боковой проекции, результатов абсорбциометрического исследования в

виде количественной компьютерной томографии тел 2, 3, 4 поясничных позвонков 127 пациенток различного возраста.

На третьем этапе исследования проводился анализ полученных данных методами обобщения и сравнения.

АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ

Материалы диссертации представлены на заседаниях:

1. Ярославского областного общества врачей лучевых диагностов (Ярославль, декабрь 2012 г., декабрь 2014, март 2016 г.).

2. Ярославского-Костромского-Вологодского научного общества травматологов ортопедов (Ярославль, март 2016г.).

3. Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых ученых с международным участием «Актуальные вопросы медицинской науки» (Ярославль 2016г.).

4. Диагностической секции Российского конгресса по остеопорозу, остеоартрозу и другим метаболическим заболеваниями скелета (Казань, 8-10 сентября 2016 г.).

ЛИЧНЫЙ ВКЛАД ДИССЕРТАНТА В ВЫПОЛНЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Автором разработаны дизайн исследования, цель, задачи диссертационной работы, методический подход к их выполнению, положения, выносимые на защиту, спланированы и разработаны первичные учетные документы. Автором составлена электронная база данных комплексного лучевого исследования позвоночного столба 127 женщин различного возраста [Электронный ресурс], свидетельство о регистрации электронного ресурса № 21941 (ИНИПИ РАООФЕРНиО от 23.06.2016).

Автор самостоятельно статистически обработал опытные данные. Весь материал, представленный в диссертации, обработан и проанализирован лично автором. Автором лично проводилась подготовка публикаций по теме диссертации.

СООТВЕТСВИЕ ДИССЕРТАЦИИ ПАСОРТУ ИССЛЕДОВАНИЯ

По своей структуре и содержанию диссертация полностью соответствует паспорту научной специальности 14.01.13 – лучевая диагностика, лучевая терапия.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Работы, опубликованные в журналах, рекомендуемых ВАК.

1. Волков А. А. Рентгеновская морфометрия межпозвонковых пространств позвоночного столба в норме и при дистрофических изменениях межпозвонковых дисков / А. А. Волков, Н. Н. Белосельский, Ю. Н. Прибытков // «Вестник рентгенологии и радиологии». -2015. -№3. -С. 23-30.

2. Волков А. А. Рентгеновские признаки дистрофических изменений позвоночного столба в условиях нормальной и сниженной минеральной плотности кости / А. А. Волков, Н. Н. Белосельский // Российский электронный журнал лучевой диагностики. -2016. -№1. -С. 55-64.

3. Волков А. А. Качество костной ткани по данным количественной рентгеновской компьютерной томографии при различной величине минеральной плотности кости / А. А. Волков, Н. Н. Белосельский // Медицинская визуализация. -2019. -Т. 23. -№1. С 106-111.

Работы, опубликованные в других изданиях

4. Волков А. А. Абсорбциометрическая оценка некоторых количественных и качественных характеристик костной ткани при снижении минеральной плотности кости / А. А. Волков, Н. Н. Белосельский // Остеопороз и остеопатии. -2015. -№2. -С. 3-5.

5. Волков А. А. Особенности дистрофических изменений передней продольной связки у женщин в зависимости от величины минеральной плотности кости / А. А. Волков, Н. Н. Белосельский // Остеопороз и остеопатии: тезисы докл. Росс. конгр. по остеопорозу, остеоартрозу другим метаболическим заболеваниям скелета (РКОО) (Казань 8-10 сент. 2016г.). -2016. №2. -С. 38.

6. Волков А. А. Особенности состояния минеральной плотности кости по данным количественной рентгеновской компьютерной томографии у женщин в зависимости от возраста / А. А. Волков, Н. Н. Белосельский // Остеопороз и

остеопатии: тезисы докл. Росс. конгр. по остеопорозу, остеоартрозу другим метаболическим заболеваниям скелета (РКОО) (Казань 8-10 сент. 2016 г.). -2016. №2. -С. 38.

7. Волков А. А. Особенности дистрофических изменений межпозвонковых дисков у женщин в зависимости от величины минеральной плотности кости / А. А. Волков, Н. Н. Белосельский // Остеопороз и остеопатии: тезисы докл. Росс. конгр. по остеопорозу, остеоартрозу другим метаболическим заболеваниям скелета (РКОО) (Казань 8-10 сент. 2016 г.). -2016. №2. -С. 41.

8. Волков А. А. Рентгеновские признаки дистрофических изменений позвоночного столба в условиях нормальной и сниженной минеральной плотности кости у женщин / А. А. Волков // Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых ученых с международным участием "Актуальные вопросы медицинской науки". -Ярославль. -2016г. - С. 214.

9. Волков А. А. Некоторые дистрофические изменения позвоночного столба у женщин в зависимости от величины минеральной плотности кости / А. А. Волков //Материалы IV съезда врачей лучевой диагностики СФО. -Омск.-2016г. - С. 38-40.

ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИССЕРТАЦИИ

Диссертация изложена на 188 страницах машинописного текста, состоит из 5 глав, выводов, практических рекомендаций и приложения. Работа иллюстрирована 35 таблицами, 70 рисунками. Указатель литературы включает в себя 199 работ отечественных и иностранных авторов.

ГЛАВА 1

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧАЕМОЙ ПРОБЛЕМЫ

1.1 Понятие качества кости и способы ее оценки

Учитывая, что в настоящей работе особое значение отводится исследованию некоторых параметров состояния качества кости, считаем необходимым в первую очередь кратко оценить здесь основные литературные данные по этому вопросу.

Термин "качество кости" стал активно использоваться в 90-ых годах XX века, когда в ходе лечения остеопороза стало понятно, что сама по себе костная масса еще не гарантирует прочности кости, которая во многом зависит также и от качественного ее состояния. В целом качество кости это понятие, включающее в себя факторы, определяющие способность костной ткани противостоять повреждениям. К ним обычно относят особенности микроархитектоники кости, костный матрикс, минерализацию и микрповреждения, ремоделирование [14, 25, 29, 39].

Существует несколько групп методов оценки качества кости. Механические методы заключаются в испытание образцов костной ткани на сжатие, кручение и сгибание. Мерой оценки прочности при этом является та конечная энергия, которую образец выдерживает перед разрушением. Такие данные можно получить как для кортикальной и губчатой кости на цельном анатомическом препарате или его фрагменте, так и в отдельности, изготавливая кубики или цилиндры определенного размера (Bulk Tissue Specimen Testing). Последний способ исключает влияния геометрического строения целостной кости, давая возможность оценить ее пористость. Microbeamtesting - тест на сгибание и растягивание микроскопических пучков трабекулярной или губчатой ткани используется для изучения пластичности кости. Способ микроиндентирования позволяет характеризовать твердость отдельных трабекул или остеона. Индентор при этом с известной силой оказывает давление на образец, а твердость объекта оценивается как отношение силы к площади отпечатка, оставленного индентором. Сообщалось также о применении микроиндентирования *in vivo*, путем введения

индентора резкожно в области передней поверхности диафиза большеберцовой кости. Существует также метод наноиндетирования, аналогичный по смыслу предыдущему, позволяющий изучить твердость отдельных костных пластин [98]. Однако в целом эти методики являются экспериментальными, исследовательскими и не могут быть широко использованы в реальной клинической практике.

Методы оценки микроструктуры, количественного и морфометрического анализа основаны на применении ионизирующих излучений, приводятся здесь в порядке возрастания разрешающей способности. Все они при этом имеют возможность морфометрической оценки размеров и соотношений кортикальной и губчатой кости, а также количественной оценки плотности костной ткани.

Количественная рентгеновская компьютерная томография (КРКТ) обладает наименьшей разрешающей способностью и несколько уступает в отображении пространственного расположения костных трабекул нижепредставленным методам. Впервые КРКТ была использована для абсорбциометрии в середине семидесятых годов двадцатого века и стала единственным методом, который оценивает минеральную плотность костной ткани в единице объема кости в мг/мл [22, 33, 79, 90, 153]. Чувствительность этого метода определения костной массы выше, чем при двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии [22, 134] и, в отличие от нее, позволяет отдельно анализировать состояния как кортикальной, так и трабекулярной костной ткани [21, 22, 23, 24, 33, 36, 45, 79, 88, 129]. Несомненным преимуществом метода перед остальными является короткое время сканирования и возможность исследовать крупные объекты.

Согласно рекомендациям Международного общества клинической денситометрии (ISCD), плотность трабекулярной кости, определенной при КРКТ, ниже 80 мг/мл соответствует остеопорозу, в диапазоне 80-120 мг/мл - остеопении.

В ходе множества исследований была определена корреляция частоты возникновения переломов тел позвонков, лучевой и бедренной костей с данными о состоянии плотности костной ткани, полученными при КРКТ [1, 3, 14, 72, 126, 137, 144, 151, 153, 161, 167, 197]. Вместе с тем, каких либо отличительных особенностей возрастной остеопении и снижения минеральной плотности кости на первых этапах развития остеопороза с помощью этого метода до сих пор не установлено [5].

Периферическая количественная компьютерная томография, не имеющая, впрочем, широкого практического применения, позволяет создавать более точные трехмерные модели костной ткани, но только периферических отделов скелета. Существенным плюсом метода можно считать низкую лучевую нагрузку, способность отдельного анализа кортикальной и губчатой ткани в дистальных отделах лучевой кости и высокую воспроизводимость (0,3%) по сравнению с обычной КРКТ. Степень разрешения периферической КРКТ второго поколения при размере вокселя 6 мкм коррелирует с аналогичными данными, полученными при микрокомпьютерной томографии [145].

Микрокомпьютерная томография и нанокомпьютерная томография, благодаря высочайшей разрешающей способности применяются для неразрушающего анализа различных биологических объектов. Эти виды компьютерной томографии могут оценивать, помимо площади поверхности и объем образца исследования, среднюю толщину трабекул, пространство между трабекулами или среднюю толщину полости костного мозга, количество трабекул на единицу случайного линейного пути, пространственную ориентацию трабекул, поперечную или продольную их ориентацию, выпуклость или вогнутость трабекул, количество соединений трабекул в исследуемом объекте.

Исследование трабекулярной структуры тел поясничных позвонков с помощью этих методов у мужчин и женщин показали, что у обоих полов в зависимости от возраста происходит существенное уменьшение объема костной ткани и объемной доли вертикально и горизонтально ориентированных трабекул. При этом показатели состояния объема и площади объекта уменьшались с

возрастом существенно быстрее у женщин. Кроме того, было отмечено возрастное истончение горизонтальных трабекул с компенсаторной гипертрофией вертикально-расположенных костных элементов у мужчин [183]. В 2015 году Thomsen J. и соавторы, исследовав биоптаты L₂ и гребня подвздошной кости, установили уменьшение плотности соединения трабекул и увеличение средней толщины полости костного мозга с возрастом для мужчин и женщин [183,184]. В 2014 году были опубликованы данные микрокомпьютерной томографии замыкательных пластин тел позвонков, подверженных изменениям по Modic. Авторы показывают значительное увеличение объема костной ткани в биоптате, увеличение толщины трабекул при развитии субхондрального остеосклероза, при этом размер средней толщины полости костного мозга, число трабекул и соответствующие индексы статистически не отличались [163]. При анализе микроархитектоники дистальных отделов лучевой кости у женщин в постменопаузе с остеопоротическими переломами тел позвонков различной степени тяжести было выявлено, что выраженные и множественные остеопоротические деформации тел связаны со значительно большим истончением кортикального слоя и сокращением его объемной плотности, чем при минимальных и умеренных деформационных изменениях. У пациенток со множественными глубокими остеопоротическими деформациями тел позвонков трабекулярная плотность была меньше, в то время как другие показатели трабекулярной кости в зависимости от тяжести переломов практически не изменялись.

Вместе с тем, оценивая значение эти методов, необходимо отметить, что их недостатками являются невозможность исследовать объекты относительно больших размеров *in vivo*, длительность сканирования, большая лучевая нагрузка. Все это делает применение микро и нанокомпьютерной томографии при оценке качества кости в реальных клинических условиях весьма ограниченным.

При магнитно-резонансной томографии высокого разрешения изображение микроархитектоники трабекулярной костной ткани строится на основе разницы концентрации ядер водорода в костных трабекулах и окружающих их структурах.

Одним из преимуществ этого метода является возможность анализа трехмерной реконструкции участка трабекулярной кости без использования ионизирующего излучения. При этом была доказана взаимосвязь данных о строении трабекулярной кости дистальных отделов луча, полученных при магнитно-резонансной томографии, и величины минеральной плотности кости и особенностей ее структуры, выявленных при периферической количественной компьютерной томографии (Majumdar S. 1997 г.). Кроме того, был разработан метод, позволяющий с помощью ультракоротких T2 импульсов, оценить объем кортикальной воды (Techawiboonwong 2008 г.). Вода в кортикальной кости существует в двух состояниях, подвижном, в гаверсовых каналах и порах, и в связанном с коллагеном. Считается, что из всего массива сигнала воды в кортикальной кости $\frac{2}{3}$ ее объема обусловлено связанным состоянием, а $\frac{1}{3}$ свободной водой. При этом скорость движения молекул в связанной и в свободной воде различаются. Кроме того отличается и их T2 релаксация, около 400 мкс при связанном состоянии и от 1 до 1000 мкс при свободной воде соответственно. Характерно настроенные импульсные последовательности дают возможность косвенно судить о пористости компактной кости. Получены данные, свидетельствующие об увеличении объема свободной кортикальной воды с возрастом и об уменьшении ее количества при снижении минеральной плотности кости [136].

Методы лабораторного анализа состояния качества костной ткани за счет оценки ее метаболизма включают в себя анализ состояние минерального обмена, характеризующийся показателями количества кальция, фосфора, магния в биологических жидкостях. В сыворотке крови или в моче оценивается концентрация паратиреоидных гормонов, кальцитонина, кальцитриола, маркеров костного метаболизма - щелочной фосфатазы, остеокальцина, пропептидапроколлагена I типа, оксипролина, коллагеновых поперечные соединения, тартатрезистентной кислой фосфатазы, галактозилоксилезина [13, 14, 16, 25, 38, 39, 43, 64, 72, 84, 92, 97].

Отдельного внимания заслуживают методики радионуклидной диагностики при оценке состояния костного метаболизма, которые основаны на внутривенном применении Tc^{99m} , когда объем накопления радифармацевтического препарата прямопропорционален скорости кровотока и активности остеобластических процессов. В норме через 2 часа после введения препарата 60-80% дозы накапливается в костях, величина которой в течение 72 часов остается неизменной. Для остеопений характерно неспецифическое диффузно повышенное накопление изотопа, в то время как при остеопорозе накопление препарата, по сравнению с остеопенией, значительно снижается. В литературе имеются данные о достоверной взаимосвязи степени накопления Tc^{99m} с лабораторными показателями состояния костного метаболизма и величиной минеральной плотности кости, выявленной при абсорбциометрии [186].

Завершая этот раздел обзора необходимо заметить, что практическое исследование состояния качества кости, несмотря на большое значение этого показателя, остается все еще не вполне доступным для реальной клинической практики. В связи с этим любые разработки в этой области смогли бы существенно расширить диагностические возможности при диагностике остеопороза и других дистрофических заболеваний.

1.2 Понятие о дистрофических изменениях позвоночного столба

Существенное значение в настоящем исследовании было отведено изучению рентгенодиагностических, рентгеноморфометрических и абсорбциометрических данных исследования при дистрофических изменениях позвоночного столба. Считаем необходимым в связи с этим кратко представить здесь основные литературные данные по этому вопросу.

Позвоночный столб - сложно организованная аксиальная часть скелета, претерпевающая нормальные, патологические и сочетанные изменения межпозвонковых дисков, связочного аппарата, костной ткани.

Дистрофические изменения, по определению А. И. Струкова и В. В. Серова [72], это патологический процесс, в результате которого ткань теряет или

накапливает вещества, что способствует изменению функция органа. В развитии дистрофии межпозвонковых дисков многие авторы отводят большую роль нарушению баланса между анаболизмом и катаболизмом в клетках пульпозного ядра и фиброзного кольца [18, 87, 93, 114, 120, 192]. Регуляция этих процессов сложна и обеспечивается различными цитокинами, факторами роста, ферментами и ферментными ингибиторами. Анаболические регуляторы включают полипептидные факторы роста, трансформирующий фактор роста, костно-морфогенетические белки и другие «малые» молекулы. Катаболический процесс опосредуется такими ферментами, как матриксные металлопротеазы и некоторыми цитокинами. Не меньшее значение имеют внеклеточные причины дегенерации, обусловленные нарушением в системе транспорта продуктов метаболизма (кровеное и лимфатическое микроциркуляторное русло), системе межклеточных структур мезенхимального происхождения и системе нейроэндокринной регуляции обмена веществ [18, 125, 176]. К «механическим» причинам дистрофических изменений дисков относят длительные, чрезмерные нагрузки, дисбаланс в развитии различных групп мышц, что приводит к неравномерному распределению нагрузок и снижению функции [8, 42, 76, 128]. По мере развития дистрофических изменений межпозвонковых дисков присоединяются морфологические и анатомические изменения в телах позвонков: нарушения микроархитектоники, замыкательных пластин, продольных связок, дугоотростчатых суставов, имеющие характерные лучевые симптомы [18, 28, 30, 50, 71]. Считаю необходимым представить основные определения тех состояний, которые были изучены в этом исследовании.

«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». Такая стадийность процесса была подтверждена еще в 1933 году Huberbrandt. Причины возникновения дистрофических изменений в межпозвонковых дисках были описаны выше.

«Остеохондроз позвоночного столба - это дистрофические изменения межпозвонкового диска и прилежащих к нему тел позвонков. Рентгенологически проявляется специфическими краевыми костными разрастаниями, служащими продолжением площадок тел позвонков. Эти разрастания расположены перпендикулярно продольной оси позвоночника, вдоль выпятившегося диска. При этом также обязательно присутствие признаков и хондроза» [18, 30].

Спондилоз - одна из форм локального дистрофического поражения позвоночника. Заболевание проявляется костеобразованием под передней продольной связкой, специфика которого заключается в том, что образующаяся костная скоба огибает межпозвонковый диск. Окостенение начинается у места отрыва передней продольной связки от тела позвонка. Процесс ограничен одним, редко двумя, сегментами. Килиан, Роберт и Ламбл впервые описали спондилоз как сопровождение спондилолистеза в еще середине XIX века. К концу его сформировалось мнение, что оценить все причины, приводящие к спондилозу, можно только при патологоанатомическом исследовании. По мнению Schmorl C.G. (1932), Yunghans H. (1957) и Жарков П. Л. (1994) в основе возникновения спондилеза лежит один принцип – травмирование передней продольной связки, современные же авторы отмечают многофакторность этиологии этих изменений [102, 132, 160, 165,172].

«Фиксирующий гиперостоз (анкилозирующий гиперостоз, болезнь Форестье) - распространенное костеобразование под передней продольной связкой позвоночника, встречающееся в пожилом возрасте» [11, 122, 132, 157, 172]. Изменения в каждом из пораженных сегментов соответствуют аналогичным проявлениям при спондилозе. Этиологические факторы заболевания точно не установлены. Состояние это обычно встречается в возрасте от 60 лет и старше. Вместе с тем, связь развития болезни Форестье со снижением минеральной плотности кости, также, впрочем, как и взаимосвязь ее с дистрофическими изменениями межпозвонковых структур, до настоящего времени остаются недостаточно изученными.

1.3 Лучевая диагностика дистрофических изменений позвоночного столба

Несмотря на множество этиологических факторов развития дистрофических изменений позвоночного столба, лучевые симптомы этого состояния в отечественной и иностранной литературе представлены достаточно и известны широкому кругу специалистов. На наш взгляд, проблема диагностики дистрофии заключается именно в выборе метода или группы методов, которые позволят максимально эффективно объяснить клинические признаки. Мы не ставили перед собой задачу обсуждать здесь историю развития методов лучевой диагностики, их принципы и дальнейшие перспективы. Возможности и особенности перечисленных и кратко охарактеризованных ниже методов в диагностике дистрофических изменений позвоночного столба, нашли многочисленные отражения в работах отечественных и иностранных авторов [28].

Рентгенография, ввиду повсеместного распространения, относительно низкой лучевой нагрузки, остается первостепенным или, по крайней мере, первоочередным диагностическим средством выявления дистрофических изменений позвоночного столба. Возможность одновременного прямого анализа состояния костной структуры, формы и размеров костей, косвенного анализа межпозвонковых дисков и передней продольной, связки при обзорных и функциональных исследованиях делают этот метод незаменимым [28, 30, 71].

Рентгеновская компьютерная томография - метод, обладающий рядом принципиальных отличий, таких как отсутствие суммационного эффекта и проекционного увеличения, более высокой разрешающей способностью, возможностью полипозиционного анализа изображения, количественной характеристикой плотностных особенностей и рядом других показателей. В настоящее время к рентгеновской компьютерной томографии предъявляют ряд дополнительных требований, так как она является высокоспецифичным методом оценки размеров и степени сужения межпозвонковых отверстий, каналов позвоночных артерий, ширины и угла наклона щелей дугоотростчатых суставов [79].

Сравнительно новым методом лучевой диагностики является томосинтез, метод, объединяющий в себе возможности линейной рентгеновской томографии с современными цифровыми алгоритмами обработки изображения. По мнению Masanari Taniguchi (2011 г.) томосинтез занимает промежуточное положение между рентгенографией и рентгеновской компьютерной томографией. В работах Geijer M. [112], Титова Ю. И., Сумина Д. Ю., Максьюшиной Т. Д. (2016 г.) описываются преимущества метода перед рентгеновской компьютерной томографией в виде отсутствия артефактов от металлических конструкций в исследуемом объекте. Однако чувствительность и специфичность томосинтеза в выявлении, например, травматических повреждений позвоночного столба по отношению к рентгеновской компьютерной томографии существенной ниже и составляет только 54, а не 80 %. Работ, посвященных этому методу, при диагностике дистрофических изменений позвоночного столба, нам найти не удалось.

Магнитно резонансная томография наиболее достоверный метод оценки состояния межпозвонковых дисков, связочного комплекса, а также элементов центральной и периферической нервной системы, которые неизбежно страдают при развитии дистрофии [69].

Колосков Ж. С. (2014 г.) [30], сравнивая возможности методов лучевой диагностики остеохондроза позвоночного столба, пришел к выводу, что магнитно-резонансная томография более информативный метод для оценки изменений непосредственно межпозвонковых дисков, в то время как рентгенологические методики информативнее в выявлении остеопороза, обызвествления связок и нестабильности при функциональных пробах. Аналогичное мнение отмечено также Улаевой В. В. (2015г.).

Хондроз и остеохондроз, как уже отмечалось ранее, представляют собой последовательные стадии развития дистрофических изменений межпозвонковых дисков [18, 54, 55]. Всем известные лучевые проявления этих изменений являются прямым и закономерным отображением морфологических изменений, сопровождающих эти заболевания. На начальных этапах дистрофии возникает

снижение тонуса диска вследствие уменьшения тургора фиброзного кольца и желатинозного ядра, обусловленных различными патогенетическими процессами [87, 114, 125, 128, 138, 164, 175, 176, 180, 188, 192, 194, 196]. Этот симптом достоверно определяется при магнитно-резонансной томографии в виде снижения интенсивности сигнала от межпозвонковых дисков по T2 [54, 117]. В классификации дистрофических изменений межпозвонковых дисков (Осна А. И., 1973г.) первая стадия изменений сопровождается появлением патологического внутридискового перемещения ядра. Дальнейшее прогрессирование дегидратации приводит ко второй стадии, возникновению трещин фиброзного кольца. Третья стадия связана с образованием грыж и их секвестрацией через полный разрыв фиброзного кольца. Заключительная стадия характеризуется поражением прочих элементов межпозвонкового диска с присоединением спондилеза, спондилоартроза. Новосельцев С. В. в 2011 году называет образование экстртрузий последствиями острой травмы на фоне ослабленного дистрофией диска, а появление спондилоартроза считает процессом, возникающим вторично, на фоне развивающейся дистрофии межпозвонковых дисков [48]. Курилина Л. Р. (2013 г.) указала на регресс клинической и магнитно-резонансной картины протрузий, экстртрузий и секвестров межпозвонковых грыж [35].

Во всех работах, посвященных лучевой диагностике дистрофических изменений межпозвонковых дисков, отмечено, что одновременно со снижением гидрофильности диска происходит уменьшение его высоты.

Вместе с тем, минимальные рентгенологические проявления этого признака на начальных стадиях развития хондроза представляют собой наибольшие сложности из-за недостаточной их объективности.

По мере дальнейшего развития дистрофических изменений, на фоне более выраженного сужения межпозвонковых пространств, к проявлениям хондроза добавляется комплекс костных изменений в виде субхондрального остеосклероза и костных разрастаний по краям тел позвонков, расположенных перпендикулярно продольной оси позвоночного столба. Авторы обращают внимание на то, что субхондральный склероз далеко не всегда бывает хорошо выражен, даже при

значительном сужении межпозвонковых пространств [71]. Вместе с тем, как полагают, субхондральный остеосклероз является компенсаторной реакцией костной ткани тел позвонков на повышение функциональной нагрузки вследствие снижения эластических свойств дисков [123, 158, 198]. Костные разрастания по краям тел также связаны со снижением буферной функции межпозвонковых дисков [71]. При анализе этого симптома выявлено, что полной взаимосвязи между сужением межпозвонковых пространств, то есть косвенными признаками дистрофических изменений дисков, и размерами костных разрастаний не определяется [10]. В ряде случаев костные разрастания при умеренном сужении межпозвонкового пространства бывают представлены наиболее ярко, а в других, напротив, выражены минимально, несмотря на значительное уплощение диска [71]. Сами по себе краевые костные разрастания могут становиться причинами неврологических, сосудистых расстройств, дисфагии. Одновременно с развитием дистрофии межпозвонковых дисков в смежных поверхностях тел позвонков могут выявляться изменения магнитно-резонансных сигналов, классифицируемых по Modic. Первый тип характеризуется появлением трабекулярного отека, второй свидетельствует о замещении красного костного мозга жировой тканью, третий и последний определяется при развитии склеротических изменений и деформации замыкательных пластин. Считается, что названные изменения являются стадиями одного и того же процесса, в основе которого, лежит повреждение замыкательных пластин тел с последующим аутоиммунным ответом на материал диска [106]. Huang Z. и соавторы, изучая распространенность Modic изменений, выявил, что чаще всего они встречаются в L₄-S₁ сегментах, кроме того имеется корреляция между их локализацией и биомеханической нагруженностью сегмента позвоночного столба [124].

Вялов С. С. (2013 г.) показал, что признаки остеохондроза, выявленные с помощью рентгеновской компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии, зачастую не соответствуют клиническим периодам ремиссии и обострения болевого синдрома. Однако известно, что процесс обострения дистрофии межпозвонковых дисков сопровождается воспалительными явлениями

и неоваскулогенезом со стороны продольных связок позвоночного столба и эпидуральной клетчатки. В свою очередь Свищенко А. В. с соавторами в 2015 году предложили использовать парамагнетик для выявления этих процессов. На уровне обострения, за счет большего притока крови, происходит интенсивное накопления контрастного препарата, что проявляется в виде усиления сигнала на T1 взвешенных изображениях. При этом авторы использовали общепринятые, протоколы сканирования [69].

Таким образом, известные лучевые симптомы дистрофических изменений межпозвонковых дисков являются достаточно противоречивыми и требуют дальнейшего изучения.

Костные разрастания под передней продольной связкой, возникающие при спондилозе и болезни Форестье, представляют собой, по сути, единственный лучевой симптом этих заболеваний. Как считается, основным патогенетическим механизмом развития этих изменений является повреждение передней продольной связки в месте прикрепления ее к телу позвонка в области лимбуса. И если такие, в основном локальные, повреждения при спондилозе обычно связывают с травмой связки в результате чрезмерного переразгибания позвоночного столба, то при болезни Форестье патогенетического объяснения развития распространенных костных разрастаний не существует. Вместе с тем, некоторыми исследователями подчеркивается связь болезни Форестье с изменением минеральной плотности кости [102, 122, 132, 165], а также с увеличением угла кифоза грудного отдела [157].

Возрастные изменения позвоночного столба дистрофической природы, связанные с состоянием межпозвонковых дисков, представлены в доступной нам литературе довольно широко, но в тоже время не вполне определено [18, 30, 55, 71]. Так, в частности, отмечается, что после 50 лет у пациентов нередко выявляются небольшие костные разрастания соответствующей формы по краям тел позвонков. Сужения межпозвонковых пространств при этом обычно не отмечается [11]. Эти изменения, не сопровождающиеся реальными клиническими проявлениями, считаются убедительным подтверждением идеи о том, что

«остеохондроз» в заключении врача лучевого диагноста является следствием выявления морфологических проявлений дистрофии межпозвонковых дисков, а не клиническим диагнозом (Вялов С. С. 2013 г.). Вместе с тем, какой-либо определенной связи этих изменений с возрастом или полом не отмечается.

Дистрофические изменения передней продольной связки, связанные с возрастом, также отмечаются нередко. Соответствующие распространенные минимальные по размерам костные разрастания, не сопровождающиеся заметными клиническими проявлениями, отмечаются довольно часто. В большинстве случаев их расценивают как начальные проявления болезни Форестье [17].

1.4 Минеральная плотность кости

Остеопения - (от греч. *penia* - бедность, недостаток) - уменьшение плотности кости любой природы. Этот термин применяют для обозначения как остеопоротических процессов, так и остеомалации, когда имеется разрежение кости неясной природы [5]. Как уже отмечалось выше, величина минеральной плотности кости в диапазоне 80-120 мг/мл по данным КРКТ или в пределах $-1,0$ до $-2,5$ SD для двухэнергитической абсорбциометрии соответствует остеопении.

Остеомалация это размягчение кости вследствие нарушения обменных процессов в костной ткани. Она образуется в процессе перестройки кости, когда остеидная ткань не пропитывается минеральными солями в достаточной мере. Для возникновения остеомалации необходимо отсутствие хотя бы одного фактора, участвующего в остеогенезе, например нормальной внеклеточной концентрации кальция и фосфата или нормальной pH в месте кальцификации (Russell J. A. 1994). Стоит отметить, что концентрация кальция и фосфора обеспечиваются витамином D, который оказывает определенное воздействие на желудочно-кишечный тракт, почки, кости и паращитовидные железы. Превращение в активные формы витамины D происходит последовательно в печени и почках, дисфункция этих этапов превращения приводит к остеомалации и вторичному гиперпаратиреозу [1, 2, 75, 97, 109, 155, 175].

Остеопороз это – системное метаболическое заболевание, характеризующееся снижением костной массы по отношению к нормальному показателю у лиц соответствующего возраста и пола. При остеопорозе происходит изменение микроархитектоники костной ткани, что приводит к уменьшению ее прочности [2, 7, 20, 33, 34, 40, 43, 74, 83, 100, 111, 119, 121, 141, 144, 152].

Само «существование» здоровой костной ткани зависит от непрекращающегося процесса ремоделирования – разрушения и созидания, обусловленного балансом между остеокластами и остеобластами, деятельность которых регулируется такими гормонами как эстроген, паратиреоидный гормон и тестостерон, а так же посредством «общения» клеток между собой путем высвобождения различных сигнальных молекул. Процессы ремоделирования костной ткани остаются до конца неизученными и рассматриваются с точки зрения генетики, молекулярной биологии, механики [25, 29, 49, 52, 58, 66, 75, 89, 92, 95, 96, 103, 105, 110, 113, 149, 150, 155, 156, 159, 171, 174, 178, 182].

Нарушение взаимодействия остеобластов и остеокластов в пользу последних приводит к остеопорозу. Помимо уровня максимального накопления костной массы («пик» костной массы), возраст является определяющим фактором величины минеральной плотности кости в норме [5, 19, 21, 60]. Максимальная плотность кости достигается к 25-30 лет жизни [41]. Уровень ее пикового значения определяется комбинацией генетических, механических, диетических и гормональных факторов. Моисеев Т. Ю. и соавторы (2000 г.) установили, что в разных частях скелета накопление минеральной плотности происходит с разной скоростью, в том числе после прекращения роста костей. Так, по данным Parson и соавторов (2008 г.), в работах Горощовой Н. В. (2008 г.) костная масса всех отделов скелета у мужчин и женщин продолжает медленно увеличиваться до 28 лет.

Плотность костной ткани постепенно уменьшается с возрастом, начиная с 40-50 лет. В поясничных позвонках у женщин в пременопаузальном периоде, по данным разных авторов, она составляет от 1,0% - 1,3% до 0,73% - 0,86% в год [2,

7, 9, 20, 22, 43, 47, 57, 59, 67, 74, 116]. В работах Л. И. Беневоленской Л. Я. [7] подчеркивается, что возрастная потеря минеральной плотности у женщин и мужчин отличается; выделены группы с быстро и медленно теряющих костную массу женщин.

Таким образом, естественное снижение минеральной плотности кости происходит с возрастом и у мужчин и у женщин, но значительно отличается среди индивидуумов, приводя остеопорозу. Эти явления зависят от ряда факторов, к которым относят пол [4, 9, 32, 39, 67], состояние репродуктивной функции [9, 37, 38, 57, 65, 82, 126], наследственность [81], особенности антропометрических показателей и ряд других показателей [13, 15, 16, 39, 47, 51, 62, 63, 77, 91, 115, 133, 144].

1.5 Рентгенологические проявления снижения минеральной плотности кости

При анализе исследований, в которых уделяется внимание рентгенодиагностическим симптомам остеопении и остеопороза позвоночного столба, можно выделить ряд основных его рентгеновских признаков.

Увеличение рентгеновской прозрачности тел позвонков

Возрастное снижение плотности кости обычно начинается с разряжения структуры тел позвонков без видимых изменений их формы и состояния межпозвонковых пространств [11, 122]. Известный рентгеновский симптом «рубашки регбиста» при снижении минеральной плотности, объясняется вовлечением в процесс в первую очередь, тех костных структур, которые несут меньшую физиологическую нагрузку [56]. При дальнейшем развитии деминерализации продольная исчерченность исчезает, а контуры позвонков становятся видны особенно отчетливо, приобретая вид «рамы», (симптом «оконной рамы») [70]. При такой величине минеральной плотности обычно начинается формирование характерных для остеопороза деформаций тел.

Деформационные изменения тел позвонков

При достижении остеопении деформации тел обычно встречаются в нижней грудной части позвоночного столба. Тела позвонков приобретают клиновидную форму, в некоторых позвонках этот процесс происходит быстрее. Это объясняется распределением физиологической нагрузки. Отмечается, что возрастные деформационные изменения тел позвонков у женщин развиваются быстрее, чем у мужчин, а степень этих нарушений формы увеличиваются с возрастом [32, 41, 53, 78, 82, 84, 107]. Кроме клиновидной деформации возникает и деформация по типу “рыбьих позвонков” или двояковогнутая, описанная впервые в 1932 году Schmorl. Частота и степень деформационных изменений нарастает в каудальном направлении при равномерной минеральной плотности тел всего позвоночника, что объясняется физиологической нагрузкой. Важным клиническим и рентгенологическим признаком остеопороза и остеопении позвоночника является прогрессирующее с потерей костной массы развитие кифотической деформации позвоночного столба. При выраженном кифозе в поясничной части позвоночного столба может формироваться компенсирующий гиперлордоз [132, 165].

1.6 Морфометрия тел позвонков

Выше было отмечено, что наиболее объективными рентгенодиагностическими признаками остеопенических преобразований позвоночника, являются деформационные изменения, свойственные снижению минеральной плотности костной ткани [5, 6, 46, 68, 80, 134, 162, 166, 179]. Степень деформационных изменений оценивает методика рентгеновской морфометрии позвоночника [101, 170].

Выполненные ранее широкомасштабные эпидемиологические исследования для изучения остеопороза, потребовали применения специальных, унифицированных укладок для рентгенографии грудного и поясничного отделов позвоночника, минимизирующие проекционные искажения.

Известно несколько методических подходов при выполнении рентгеновской морфометрии позвоночного столба, предложенных различными авторами [6, 170]. В настоящее время применяются методические приемы, апробированные в результате многоцентровых работ по изучению остеопороза, проводимых в течение нескольких лет в Европе, в которых при измерении, расчетах и анализе полученных данных используются методики, предложенные Eastell и соавт. (1989г.), McClosky и Felsenberg (1991 г.), основанная на определении высоты в передних (На), средних (Нм) и задних (Нр) отделов тел от уровня четвертого грудного до четвертого поясничного позвонков и для каждого из них рассчитывается отношения - индексы тела - На/Нр, Нм/Нр, Нр/Нр верхняя и Нр/Нр нижняя. (Нр верхняя и нижняя - задняя высота выше и ниже расположенных позвонков). Чувствительность и специфичность метода составляет 88-93 % [173]. Полученные данные сопоставляются с возрастной нормой. В результате проведенных исследований популяционных выборок были определены средние величины исследуемых параметров, характерные для всей популяции различных регионов Европы, в том числе и в рандомизированной популяционной выборке жителей г. Ярославле в возрасте 50 лет и старше [5, 6]. Полученные данные стали основой для сравнения результатов измерения и расчетов при дальнейших рентгеноморфометрических исследованиях, в том числе и при выполнении настоящей работы.

Основная задача применяемого в настоящее время рентгеноморфометрического исследования заключается в выявлении наиболее выраженных деформационных изменений тел позвонков, так называемых остеопоротических переломов, при которых снижение индексов тел происходит на 3,5 и более стандартных отклонения от известной нормы для конкретной популяции [6]. По данным зарубежных авторов такой метод определения деформации тел позвонков обладает наибольшей чувствительностью и специфичностью [173].

Применяемые сегодня модификации оценки рентгеноморфометрических данных могут быть условно подразделены на два вида – определение глубины (степени) деформаций и оценка их распространенности.

В 1993 Genant и соавторы предложили систему оценки деформации позвонков, которая основывается на выделении передней и задней клиновидной и двояговогнутой форм. Дефицит высоты тела в 20-25% соответствовал 1 степени, 25-40% - 2 степени и более 40% - 3 степени.

В Европейской программе EVOS были изучены результаты рентгеноморфометрического исследования 14284 человек в возрасте 50 лет и старше из 19 стран, выявлено, что распространенность переломов тел позвонков в среднем составляет 11,1% у мужчин и 14,7% у женщин. Был отмечен также большой разброс полученных данных в разных регионах Европы – от 12% до 26% у женщин и от 8% до 21% у мужчин.

В ходе комплексного использования рентгеновской морфометрии позвоночного столба и абсорбциометрических методов была получена корреляция результатов этих исследований с данными количественной компьютерной томографии и двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (DEXA).

1.7 Методы морфометрии межпозвонковых дисков.

На сегодняшний день существует несколько методик анализа высоты межпозвонковых дисков по данным боковых спондилограмм. Метод Farfan основан на измерении перпендикуляров, проведенных из передних и задних углов смежных тел к линиям, проходящим через передний и задний края замыкательной пластины. В этом случае высота межпозвонкового диска (H) определяется по формуле - $(H1+H2+H3+H4)/4$. Авторы отмечают несовершенство этого метода, так как неправильная укладка или небольшой разворот пациента относительно приемника изображения могут исказить результаты [131]. В 1997 году Frobin модифицировал методику: на боковых спондилограммах через середины высот

передней и задней поверхности тел смежных позвонков проводятся линии именуемые Midline, между ними, на одинаковом расстоянии друг от друга через межпозвонковый диск проходит третья линия - bisector. Высота межпозвонкового диска определяется как сумма высот перпендикуляров, опущенных из углов тел позвонков к bisector, деленная на 2. Исследования Мишель Канас показали надежность обоих методов.

Eun-Su Moon M. D. с соавторами в 2007 году опубликовали результаты сравнительного анализа данных морфометрии нормальных межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночного столба по результатам боковой спондилографии и магнитно-резонансной томографии (МРТ). Высота дисков измерялась в передних, средних и задних отделах как расстояние между соответствующими точками на замыкательных пластинах. Величина этого показателя по данным рентгенографии была несколько больше, чем при МРТ, в среднем до 20% в сегменте L₁-L₂ и до 11% в L₄-L₅.

В 2010 году Chang Hwa Hong и соавторы аналогичным образом производили измерения нормальных межпозвонковых дисков на магнитно-резонансных изображениях 178 пациентов в возрасте 15-25 лет. Анализируя полученные ими данные, отметим, что у мужчин межпозвонковый диск L₁-L₂ имел двояковыпуклую форму, за счет преобладания высоты в средних отделах, высота передних и средних отделов дисков L₂-L₄ была примерно одинаковая, в то время как высота задних отделов была существенно ниже. L₄-S₁ имеют заднюю клиновидную форму, при этом общая высота L₅-S₁ была несколько меньше, чем у вышерасположенного диска. У женщин в L₁-L₃ отмечено преобладание средних размеров, в сегментах L₃-S₁ высота передних и средних отделов была схожа, высота задних отделов была существенно меньше. В целом у мужчин и женщин отмечается довольно равномерное увеличение этого показателя от L₁-L₂ до L₄-L₅.

Fletcher J. G. с соавторами в 2015 году опубликовали результаты морфометрии межпозвонковых пространств на рентгеновских компьютерных томограммах грудного отдела позвоночного столба 128 недавно умерших мужчин и женщин в возрасте 20-79 лет, не страдавших при жизни заболеваниями

позвоночника [109]. Измерения проводились в передних, средних и задних отделах межпозвонкового пространства. Автор сообщает, что размеры дисков у мужчин были существенно больше, чем у женщин; высота дисков увеличивается в каудальном направлении, у мужчин в сегменте T₄-T₅ она составила $2,7 \pm 0,7$ мм в сегменте T₁₀-T₁₁ $5,4 \pm 1,2$ мм, у женщин $2,6 \pm 0,8$ и $5,1 \pm 1,3$ мм соответственно. С возрастом высота передних отделов диска увеличивалась, а средних и задних статистически не отличались.

1.8 Особенности сочетанных дистрофических изменений позвоночного столба

Особенности сочетания различных дистрофических изменений позвоночного столба при анализе литературных данных видятся недостаточно изученными. С одной стороны, достаточно подробно представлены данные о сочетании проявлений остеохондроза и спондилоза. Так, в частности, отмечается, что имеются определенные закономерности этих проявлений. Во-первых, патогенетические факторы травматического характера, приводящие к развитию спондилоза, могут способствовать также и повреждению межпозвонкового диска с последующим развитием его дистрофических изменений [160]. С другой стороны, выраженные проявления остеохондроза за счет значительных костных разрастаний могут привести к повреждению передней продольной связки в местах ее прикрепления к телам позвонков с последующим формированием спондилоза. Значение болезни Форестье в связи с сочетанием дистрофических изменений кажется неопределенным. Каких-либо данных о взаимосвязи фиксирующего гиперостоза, остеохондроза и спондилоза не выявляется. Отмечается, впрочем, что принципиальным отличием болезни Форестье и спондилоза является распространенность патологических изменений. Спондилоз, в силу своей этиологической природы, имеет ограниченное представительство в одном, реже двух, трех несмежных участках позвоночного столба, а болезнь Форестье, напротив, всегда связана с патологическими изменениями нескольких или часто и многих соседних позвоночных сегментов [11, 157, 172].

Вместе с тем, данные о сочетании дистрофических изменений межпозвонковых дисков и передней продольной связки с остеопенией и остеопорозом до недавнего времени представлялись противоречивыми. Было принято полагать, что частота патологического снижения минеральной плотности кости при выраженных проявлениях остеохондроза, как впрочем и артроза других, прежде всего крупных суставов, ниже, чем при отсутствии этих изменений. Более того, считалось, что косвенным рентгенодиагностическим признаком остеопороза позвоночного столба может считаться невысокая степень развития иных дистрофических изменений в виде остеохондроза и изменений, связанных с передней продольной связкой. В связи с этим остеопороз и остеоартроз рассматривались как взаимоисключающие заболевания [142, 192]. Это связывается с тем, что, во-первых, у больных остеохондрозом, по сравнению с пациентами с остеопорозом, имеется ряд антропометрических различий, а именно существенное увеличение индекса массы тела, подкожно-жировой клетчатки и мышечного слоя [26, 28]. Во-вторых, у женщин с рентгенологическими признаками остеохондроза, остеоартроза тазобедренных суставов и мелких суставов кистей отмечается увеличение минеральной плотности костной ткани позвоночного столба и проксимального отдела бедренной кости [167]. Напротив, рядом авторов установлено обратное пропорциональное соотношение степени выраженности остеопороза и остеохондроза [142, 146, 148]. Другими авторами на экспериментальных животных было установлено, что остеопороз усугубляет дистрофические процессы в межпозвонковых дисках [104]. Тем не менее, эта важная особенность для оценки комплексных проявлений дистрофических изменений позвоночного столба различной природы представляется сегодня еще в значительной мере неизученной. Именно поэтому, полученные в последнее время данные, касающиеся связи между повышением минеральной плотности кости у больных с остеохондрозом и риска остеопоротических переломов костей скелета, более противоречивы [32, 123]. В одних популяционных исследованиях (MEDOS) показано, что у пациентов с остеоартрозом тазобедренных суставов риск

перелома шейки бедра был ниже. С другой стороны, несмотря на увеличение минеральной плотности костной ткани у пациентов с коксартрозом риск переломов выше по сравнению с группой контроля (Study of Osteoporotic Fractures Research Group). Надо учитывать при этом также то, что существует целый ряд общих факторов, предрасполагающих к развитию обоих заболеваний. К ним, в частности, относятся женский пол, пожилой возраст, генетическая предрасположенность, дефицит эстрогенов и витамина D и некоторые другие [32].

Следует также принимать во внимание, что данные о минеральной плотности кости у больных остеохондрозом подвержены определенному влиянию артефактов, обусловленных дистрофическими изменениями передней продольной связки, костными разрастаниями, характерными для остеохондроза и спондилоза, перестройкой костной ткани [134].

Таким образом, при анализе всего комплекса литературных данных, касающихся настоящего исследования, есть основания утверждать, что тема настоящего исследования сочетанных проявлений дистрофических изменений позвоночного столба различной природы с анализом рентгенодиагностических, рентгеноморфометрических и абсорбциометрических данных имеет существенный научный интерес и большую практическую значимость.

ГЛАВА 2

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Характеристика обследованных пациентов

Для решения поставленных задач были изучены результаты комплексного рентгеновского исследования 127 женщин различного возраста, обследованных на базе Ярославской областной клинической больницы в течение 2008-09 годов по поводу гипертонической болезни 2 стадии без кризового течения, средний возраст обследованных составил $62,8 \pm 2,34$ года. База данных зарегистрирована в ИНИПИ РАО ОФЕРНиО № 21941 [12].

В таблице 1 приведены общие сведения о возрасте обследованных пациенток.

Таблица 1

Распределение обследованных пациенток по возрасту

Возрастные группы	До 50	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75 и более
Абс.	10	21	22	22	23	14	15
%	7,9	16,5	17,3	17,3	18,1	11,0	11,8

Как следует из этих данных, большинство обследованных женщин (92,1%) были в возрасте 50 лет и старше, то есть в том возрастном периоде жизни, когда дистрофические изменения позвоночного столба получают наиболее яркое развитие.

У 42 из них в качестве сопутствующего заболевания фигурировал остеохондроз различной стадии и локализации.

По результатам абсорбциометрии в виде КРКТ и рентгенодиагностического исследований, из общего состава обследованных были сформированы три группы пациенток: в зависимости от величины минеральной плотности кости губчатой ткани тел поясничных позвонков, с рентгеновскими проявлениями остеохондроза позвоночного столба и с рентгенодиагностическими признаками дистрофических изменений передней продольной связки по типу спондилоза и болезни Форестье.

В таблице 2 представлены сведения о среднем возрасте и количестве больных с разной величиной минеральной плотности кости.

Таблица 2

Распределение обследованных в зависимости величины МПК

МПК	125и более мг\мл	100-124 мг\мл	75-99 мг\мл	50-74 мг\мл	Менее 50 мг\мл	Всего
Абс.	23	23	40	27	14	127
%	18,1	18,1	31,5	21,3	11,0	100,0
Средний возраст	53,4±4,48	60,7±4,26	62,7±5,82	67,6±3,26	69,5±3,18	62,8±2,34

Как следует из этих данных, 63,8% обследованных имели уровень МПК менее 100 мг/мл. Вместе с тем, число пациенток с минеральной плотностью кости выше 100 мг/мл было также достаточным для достоверного анализа характера рентгеновских изменений дистрофических болезней позвоночного столба в условиях нормального или более высокого, чем в норме, уровня костной массы. Обращает на себя внимание прямая взаимосвязь уровня МПК и среднего возраста больных в каждой группе, особенности которой будут детально проанализированы далее.

В таблице 3 приведены данные о числе и среднем возрасте пациенток с различными по степени рентгеновскими проявлениями дистрофических изменений межпозвонковых дисков.

Таблица 3

Распределение пациенток в зависимости от степени выраженности признаков остеохондроза позвоночника

	1-2 балла	3-4 балла	5-6 баллов	Всего
Абс.	30	59	36	125
%	23,6	46,5	28,3	98,4
Средний Возраст (лет)	62,1±3,14	61,3±2,12	63,7±3,14	62,8±2,64

При этом определяется, что отсутствие рентгеновских признаков этого рода дистрофических проявлений (0 баллов) было отмечено только у двух обследованных. Обращает на себя внимание также и то, что пациентки с минимальными (1-2 балла) и умеренными (3-4 балла) проявлениями дистрофических изменений межпозвонковых дисков имели практически одинаковый средний возраст, а больные с наиболее выраженными симптомами этого вида были старше остальных только на 2,5-3 года. В целом количественный состав каждой из подгрупп позволяет получить достоверные сведения о комплексе изменений при остеохондрозе различной степени выраженности.

В состав третьей группы вошли пациентки с рентгеновскими проявлениями дистрофических изменений передней продольной связки. Из приведенных в таблице 4 данных следует, что общее число обследованных с этими проявлениями составило 37% от общего состава, причем половина этих пациенток имели умеренно выраженные симптомы этого вида дистрофических изменений. Средний возраст обследованных с умеренными и выраженными проявлениями спондилоза и болезни Форестье существенно не отличался.

Таблица 4

Распределение обследованных в зависимости от степени выраженности дистрофических изменений передней продольной связки

Баллы	1-2 балла	3-4 балла	5-6 балла	Всего
Абс.	13	24	10	47
%	10,2	18,9	7,9	37,0
Средний возраст	58,9±4,26	65,0±3,86	66,6±4,24	63,5±2,64

Таким образом, представленные выше данные дают основание считать, что количественный и качественный состав обследованных пациенток с учетом возраста и частоты исследуемых изменений, позволяет решить поставленные в настоящем исследовании задачи.

2.2 Характеристика методов исследования

Комплекс лучевых диагностических методов, использованных в настоящей работе, включал в себя абсорбциометрию в виде количественной компьютерной томографии, рентгеноморфометрическое, и рентгенодиагностическое исследования позвоночного столба.

2.2.1 Методика абсорбциометрического исследования позвоночного столба

Для изучения минеральной плотности кости проводилась абсорбциометрическое исследование поясничного отдела позвоночного столба в виде количественной рентгеновской компьютерной томографии. Исследования выполнялись на компьютерном томографе Somatom фирмы «Siemens» и аналитической программой OSTEO.

Пациентка укладывалась поверх калиброванного фантома и томографировалась вместе с ним. Толщина срезов составляла 10 мм через срединные отделы 2, 3, 4 поясничных позвонков. Доза облучения составляла 2 мЗв. Данные о минеральной плотности анализировались в мг/мл, анализировались и вычисленные программой T и Z критерии.

Необходимо отметить, что средняя величина минеральной плотности в зоне измерения оценивается по наиболее часто встречаемой в изображении интенсивности пикселя, калиброванной по фантому с известной плотностью в мг/мл. Однако в зоне измерения несколько менее часто встречались пиксели с большей и меньшей интенсивностью. Диапазон между средним и минимальным, средним и максимальным значениями интенсивности у производителя данного томографа именуется стандартным отклонением пикселей (Рис. 1). Фактически это означает, что количественная компьютерная томография, помимо определения среднего значения костной массы, оценивает плотность как минимально, так и максимально минерализованных компонентов костной ткани. С определенной долей условности к первым можно отнести «костный матрикс», межтрабекулярное пространство, а ко вторым непосредственно минерализованные элементы, то есть костные балки и пластины.

OSTEO- Evaluation Summary			
704			Female, 60 Y
Bone Mineral Density [mg Ca-HA /ml] (and Pixel Standard Dev			
Vertebra	Scan Number	Trabecular	Cortical
	2	79.2 (79.0)	189.0 (108.8)
	3	73.2 (67.2)	212.4 (121.1)
	4	72.1 (55.2)	211.1 (116.5)
Average		74.8 (67.1)	204.1 (115.5)

Рис. 1. Фотография результатов количественной рентгеновская компьютерная томография поясничных позвонков при определении минеральной плотности кости

При анализе результатов количественной компьютерной томографии учитывался ряд показателей, характеризующих особенности состояния минеральной плотности кости.

Первая группа показателей - средние данные о костной массе.

1. Средняя минеральная плотность губчатой ткани тел трех поясничных позвонков в мг/мл (СПГ).

2. Среднее отклонение плотности губчатой ткани тел позвонков (СОПГ) в мг/мл - разница между средней, максимальной и минимальной плотности кости в зоне измерения. СОПГ дает представление о различии плотности наиболее и наименее минерализованных участков. Учитывая, что диагностическое значение величины этого диапазона при разном уровне минеральной плотности кости бывает различным, есть смысл выразить этот показатель в виде как максимального значения костной массы (СПГmax) в мг/мл, так и минимальной ее величины (СПГmin) в мг/мл.

Вторая группа исследованных параметров состояния костной ткани представляет аналогичные сведения о кортикальной кости.

3. Средняя минеральная плотность кортикальной ткани (СПК) тел трех поясничных позвонков мг/мл. Показатель дает представление об общем состоянии костной массы периферических, кортикальных отделов исследуемых позвонков L₂₋₄.

4. Среднее отклонение плотности кортикальной ткани в зоне измерения (СОПК) в мг/мл характеризует среднюю разницу плотности кортикальной кости позвонка в области исследования и, также как и для губчатой ткани, может быть представлено в виде СПК_{max} и СПК_{min}.

Третья группа показателей имеет сравнительный характер за счет сопоставления приведенных выше параметров, характеризующих состояние губчатой и кортикальной кости.

5. Различие средней минеральной плотности кортикальной и губчатой костной ткани в мг/мл – среднее кортикально-губчатое различие (СКГР). Показатель дает представление о различии костной массы кортикальных и губчатых отделов тел позвонков. С учетом известных данных, эта характеристика может отражать особенности снижения минеральной плотности кости при начальных проявлениях первичного или при некоторых формах вторичного остеопороза, учитывая, что изменения губчатой кости обычно возникают раньше и выражены больше, чем преобразования кортикала.

6. Это же значение, но более приемлемое для сравнительного анализа, имеет средний кортикально-губчатый индекс (СКГИ) – отношение костной массы кортикальной и губчатой кости. Показатель позволяет оценить важный параметр качества кости - соотношение минеральной плотности компактной и трабекулярной ткани трех поясничных позвонков как в целом, так и для каждого из них в отдельности.

Четвертая группа параметров имеет интегральное значение за счет сопоставления выявленной костной массы со средней ее величиной, соответствующей норме:

7. Состояние минеральной плотности кости по T-критерию (T) – характеризует состояние МПК по отношению к известной максимальной минеральной плотности с учетом пола. Измеряется в стандартных отклонениях (SD).

8. Состояние минеральной плотности кости по Z- критерию (Z) характеризует состояние МПК по отношению к нормальной минеральной плотности с учетом возраста и пола. Измеряется в стандартных отклонениях (SD).

Кроме того, аналогичные общим данным показатели были получены для каждого из трех тел позвонков в отдельности. Эти данные могут иметь дифференциально-диагностическое значение при оценке системности и равномерности снижения минеральной плотности кости при остеопении и остеопорозе.

Таким образом, использованный комплекс показателей, полученных на основе стандартных результатов КРКТ, позволяет охарактеризовать не только количественные, но и некоторые качественные показатели состояния минеральной плотности кости.

2.2.2 Рентгеноморфометрическое исследование позвоночного столба

Рентгенодиагностическое и рентгеноморфометрическое исследования проводилось по результатам боковой спондилографии грудного и поясничного отделов, выполненной с соблюдением ряда правил, способствующих их стандартизации:

- рентгенография строго в левой боковой проекции,
- фокусное расстояние 120 см,
- центрация на область T₆ в грудном отделе и на зону L₃ в поясничной части позвоночного столба.

В целом рентгеноморфометрическое исследование позвоночника проводилось за несколько этапов: разметка, измерения, расчеты, анализ полученных данных. По результатам разметки, помимо морфометрии тел

позвонков, выполнялось также и морфометрическое исследование межпозвонковых пространств. Учитывая важность полученных при рентгеновской морфометрии данных, считаем необходимым в этой главе более подробно изложить методические особенности исследования.

Рентгеновская морфометрия тел позвонков

На боковых спондилограммах грудного и поясничного отделов, выполненных по методике, приведенной выше, определяются линейные размеры передних, средних и задних отделов тел позвонков на протяжении от Т₄ до L₄. Для этого на отображении каждого из тел позвонков определяется 6 точек, соответствующих передним, средним и задним отделам тел по их верхнему и нижнему контурам (Рисунок 2).

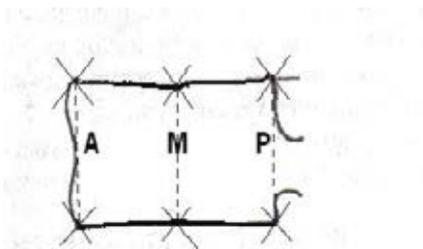


Рис. 2. Разметка передних, средних и задних отделов тел позвонков в норме
Передние и задние края определялись в местах пересечения плоскости замыкательных площадок и переднего или заднего контуров тел (Рисунок 3).

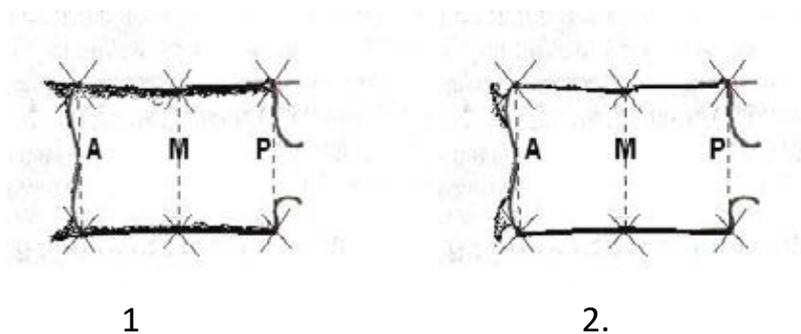


Рис. 3. Разметка передних, средних и задних отделов тела позвонка при остеохондрозе (1) и при спондилезе (2)

При наличии костных разрастаний по передним краям тел позвонков, связанных с проявлениями остеохондроза, точки, соответствующие границам переднего края тела, определяются по такому же принципу и обычно находятся в

основании костного разрастания (Рисунок 3.1). При изменениях спондилозного характера граница тела определялась между основанием разрастания и замыкательной площадкой (Рисунок 3.2).

Определение средних размеров тел позвонков зависело от проекционных особенностей отображения на рентгенограмме замыкательных площадок. В зоне центрального луча, то есть в центральной части снимка, замыкательная площадка в норме отображается в виде слегка вогнутой сплошной линии. В этом случае точки разметки средних размеров ставятся на наиболее близкие друг к другу участки замыкательных площадок.

В случае расположения тела позвонка вне зоны центрального луча замыкательные площадки обычно представляются в виде правильных двояковогнутых линз. В этом случае точки разметки ставились на уровне наиболее широкой части «линзы». Часто при этом на фоне «линзы» за счет особенностей скиалогического отображения замыкательной площадки тела позвонка отмечается линейная тень. В этом случае точка разметки среднего размера ставилась на этой линии.

После разметки проводилось измерение линейных размеров передних, средних и задних отделов тел позвонков в миллиметрах. Линии, соединяющие соответствующие точки разметки, могли быть как параллельны, так и не параллельны друг другу. Таким образом, в результате измерения для каждого из тринадцати тел позвонков определяется три размера – передний (А), средний (М) и задний (Р).

Величина линейных размеров тел позвонков, как известно, при их определении на рентгенограмме зависит от ряда факторов: пола (размеры тел позвонков у мужчин в среднем больше, чем у женщин), роста (у более рослых людей тела позвонков, как правило, выше), от возраста (в результате развития возрастной остеопении размеры тел позвонков уменьшаются), от размеров туловища обследованного во фронтальной плоскости на уровне грудного и поясничного отделов позвоночника, определяющих дистанцию «объект-пленка»

(проекционное увеличение размеров позвонка у полных пациентов больше, чем у худых).

Для исключения влияния на полученные данные отмеченных факторов рассчитывались отношения размеров тела каждого позвонка – индексы тел: «переднезадний» (A/P) – отношение величины переднего края тела к его задним размерам, «среднезадний (M/P)» – отношение величины средних отделов к размерам заднего края тела позвонка и «заднезадний» (P/P_n) – отношение реальных размеров заднего края тела к его величине в норме. Размеры заднего края в норме определялись как полусумма соответствующих размеров двух выше и двух ниже расположенных тел позвонков. Первые два индекса полностью корректируют отмеченные выше особенности. Третий индекс (заднезадний) в полной мере исключить эти влияния не может, поскольку определение размеров заднего края в норме не может быть идеально точным. Таким образом, в результате для каждого из тел позвонков определяется три цифровых значения, характеризующих их размеры и форму.

Как было установлено в результате европейского многоцентрового исследования EVOS\EPOS, нормальные размеры тел позвонков зависят от возраста, пола, национальности и региона проживания. При использовании этой методики полученные значения индексов тел сопоставляются с их величиной в популяционной норме. Изменение индексов при этом фиксируются в стандартных отклонениях (SD) ($1SD$ обычно составляет 0,05). Закономерные для остеопороза деформационные изменения тел позвонков сопровождаются характерными изменениями индексов тел. Для передней клиновидной деформации (Рис.4.1) характерно уменьшение A/P и в меньшей степени M/P при неизменном P/P_n . При двояковогнутом нарушении формы A/P и P/P_n не изменены, отмечается уменьшение M/P (Рис.4.2). При задней клиновидной деформации всегда отмечается уменьшение индекса P/P_n (Рис. 4.3).

При компрессионной деформации, сопровождающейся уменьшением размеров тела позвонка во всех его отделах, M/P и A/P могут быть близки к

нормальным показателям, но при этом значительно уменьшается P/P_n (Рисунок 4.4).

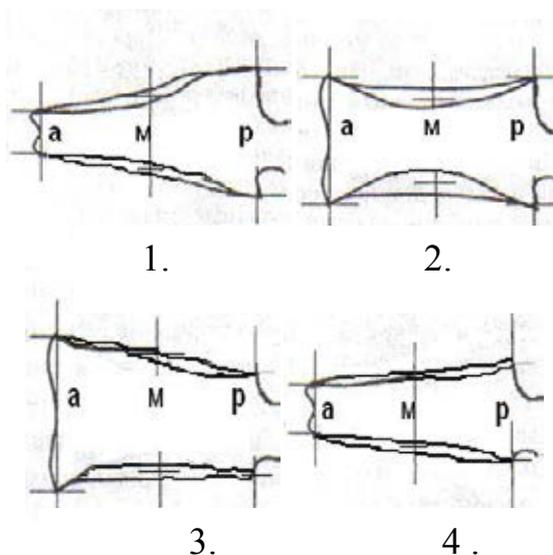


Рис. 4. Передняя клиновидная деформация (1), двояковогнутая деформация (2), задняя клиновидная деформация (3), компрессионная деформация (4)

Наиболее выраженные деформации, соответствующие так называемым остеопоротическим переломам тел, определяются тогда, когда отмечается изменение индексов тел на 3,5 и более SD. Диагностическое значение менее выраженных изменений индексов в настоящее время продолжает оставаться не до конца изученным. В настоящем исследовании фиксировались случаи со снижением индексов на 2, 3, 4 и более стандартных отклонения.

Представленная методика, таким образом, рассчитана на анализ размеров и формы тел каждого из тринадцати позвонков грудного и поясничного отделов позвоночного столба в отдельности.

С целью исследования начальных и малых деформаций тел позвонков была использована предложенная и апробированная ранее методика дополнительного анализа результатов измерений. По полученным при стандартной рентгеноморфометрии позвоночного столба данным рассчитывался ряд показателей.

Индекс различий размеров позвонков (ИРРП) - среднее различие размеров тел позвонков (h) в диапазоне от T₇ до T₁₁. Определяется в миллиметрах отдельно для передних (А), средних (М) и задних (Р) отделов тел по формуле:

$$\text{ИРРП} = (h_{T_8} - h_{T_7}) \pm (h_{T_9} - h_{T_8}) \pm (h_{T_{10}} - h_{T_9}) \pm (h_{T_{11}} - h_{T_{10}}) / 4$$

(hT – высота тела позвонка).

В норме ИРРП - 1-2 мм. Снижение индекса (уменьшение различий размеров) характеризует начальные деформационные изменения тел позвонков нижней половины грудного отдела позвоночного столба.

При начальных проявлениях деформационных изменений отмечается уменьшение значения индекса. Необходимо иметь ввиду, что при выраженных и распространенных деформациях этот индекс теряет свое диагностическое значение из-за грубого нарушения закономерностей соотношения размеров тел грудных позвонков.

Симптом «выравнивания» размеров тел позвонков (СВР) характеризует более выраженные деформационные изменения. СВР определяется при наличии равенства размеров двух или более соседних позвонков, в передних, средних или задних их отделах тел. Определяется в виде числа тел соседних позвонков с равными размерами в диапазоне позвоночного столба T₄-L₄. В норме СВР – 0.

Симптом максимальных различий размеров позвонков (СМР). Симптом отражает распространенные минимальные деформационные изменения соседних позвонков. В результате снижения высоты и выравнивания размеров нескольких соседних тел увеличивается различие их размеров по сравнению с недеформированным нижележащими позвонками.

В норме, как уже отмечалось, нижерасположенное тело на 1-2 мм больше, чем находящееся выше. За счет множественных и небольших по объему деформаций соседних позвонков эти различия могут увеличиваться и составлять 4-5 мм. Симптом оценивался в мм по величине наибольшего различия высоты в диапазоне позвоночного столба T₄-L₄. В норме СМР – 1-2 мм. Учитывались случаи с величиной более 3 мм.

Симптом «парадоксальных размеров» (СПР) выявлялся в тех условиях, когда размеры нижележащего тела позвонка были меньше, чем у позвонка, находящегося выше. Симптом «парадоксальных размеров» (СПР) характеризует наиболее выраженные малые деформации позвонков, при которых размеры нижерасположенного тела становятся меньше, чем аналогичные размеры позвонка, находящегося выше. Симптом определяется в виде двух вариантов СПР-1 – (максимальное по величине несоответствие размеров нижележащего тела в одном из сегментов в мм) и СПР-2- (число сегментов с подобными нарушениями размеров позвонков). В норме СПР = 0.

Рентгеноморфометрическое исследование межпозвонковых пространств

Ранее уже было отмечено, что при рентгеноморфометрической разметке на отображении замыкательных площадок каждого из тел позвонков в диапазоне T₄-L₄ определялись закономерно расположенные точки, ограничивающие тело и соответствующее передним, средним и задним их отделам. Таким образом, расстояние между смежными точками двух соседних тел закономерно отображает ширину межпозвонковых пространств.

Для оценки ширины и формы межпозвонковых пространств нами была использована оригинальная методика оценки рентгеноморфометрических данных позвоночного столба. На выполненных спондилограммах на основании уже описанной выше разметки определялась в мм ширина передних, средних и задних отделов тринадцати межпозвонковых пространств в диапазоне позвоночного столба от сегмента T₄-T₅ до L₄-L₅. Несоответствие результатов измерений истинным размерам межпозвонкового пространства могло возникнуть только при наличии смещения тел позвонков. При выявлении этого признака в измененном сегменте измерения не производились.

2.2.3 Рентгенодиагностическое исследование позвоночного столба

Рентгенодиагностическое исследование позвоночного столба проводилось с помощью полуколичественных методик, позволяющих на визуальном и частично количественном уровне зафиксировать основные рентгеновские симптомы изменений позвоночника, характерные для дистрофических изменений костной структуры, межпозвонковых дисков, передней продольной связки. Методика полуколичественной оценки проявлений остеопении и остеопороза широко применялась на практике ранее.

Методика полуколичественной оценки проявлений остеопении и остеопороза

Снижение высоты тела одного или нескольких позвонков до $1/3$, выявленное визуально соответствовало 1 степени деформации и оценивалось в 1 балл; 2 степени (до $1/2$ высоты тела позвонка) в 2 балла; 3 степени (более $1/2$ высоты) в 3 балла. В случае наличия множественности изменений этот показатель определяется по наиболее деформированному телу позвонка.

При наличии 2-3 деформированных позвонков к оценке глубины деформации прибавлялся 1 балл, 4-5 тел с измененными размерами и формой – 2 балла, 6 и более тел – 3 балла. Оценка деформационных изменений тел позвонков, таким образом, могла составить от 0 до 6 баллов.

Минимальное увеличение рентгеновской прозрачности тел позвонков, выявленное на спондилограмме, соответствовало 1 баллу, изменения средней степени (наличие продольной исчерченности костной структуры) - 2 баллам, выраженное увеличение (симптом «оконной рамы») – 3 баллам. Оценка этого признака, таким образом, могла составить от 0 до 3 баллов.

Для определения степени кифоза грудного отдела позвоночного столба на его боковой рентгенограмме проводились дополнительные разметка и измерение. При этом определялись две дистанции (А и В) и их отношение (индекс кифоза – ИК – V/A). Линия А (расстояние от переднего верхнего края тела T_3 до переднего нижнего края тела T_{12} , и линии В – максимальное расстояние от линии А до

переднего контура тел грудных позвонков. Оценка полученных данных проводилась по результатам ранее выполненного исследования. Начальные явления кифоза при ИК 0,09-0,129 оценивались в 1 балл, значения 0,130-0,169 в 2 балла, выраженные изменения при ИК 0,169 и более оценивались в 3 балла. Таким образом, оценка величины кифоза могла составить от 0 до 3 баллов.

Суммарная рентгенодиагностическая оценка проявлений остеопении и остеопороза, таким образом, могла составлять от 0 (изменений нет) до 12 баллов (изменения выражены в наибольшей степени).

Оценка от 0 до 6 баллов оценивалась как возрастная остеопения, 7-8 баллов как патологическая остеопения, или начальный остеопороз, 9-10 баллов умеренный остеопороз позвоночного столба, 11-12 баллов – выраженные остеопоротические изменения позвоночника.

Методика оценки дистрофических изменений межпозвонковых дисков

Для характеристики рентгенодиагностических признаков дистрофических изменений межпозвонковых дисков была использована полуколичественная методика оценки в баллах костных разрастаний с учетом их глубины и распространенности. Минимальные костные разрастания по передним краям тел позвонков определялись в 1 балл, остеофиты до 5 мм, являющиеся продолжением плоскости замыкательных площадок, оценивались в 2 балла, более 5 мм – в 3 балла (Рис. 5). При наличии подобных проявлений в 2-3 сегментах к оценке костных разрастаний добавлялся 1 балл, в 4-5 сегментах – 2 балла, в 6 и более - 3 балла. Общая оценка костных разрастаний остеохондрозной природы, таким образом, могла быть от 0 (изменений нет) до 6 баллов (изменения выражены в полной мере).

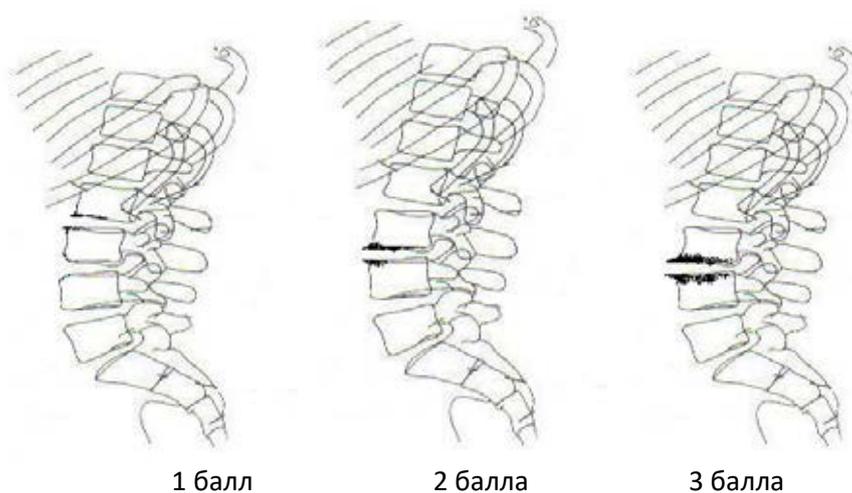


Рис. 5. Полуколичественная методика оценки дистрофических изменений межпозвонковых дисков

Помимо этого фиксировались случаи хрящевых узлов и смещение тел позвонков (листеzy). Необходимо иметь в виду, что оценка полученных данных при этом проводилась вместе с анализом ширины межпозвонковых пространств.

Методика оценки дистрофических изменений передней продольной связки

Для оценки характерных для спондилоза и болезни Форестье костных разрастаний под передней продольной связкой была применена дополнительная полуколичественная методика, основанная на принципах классификации Косинской.

В случаях, когда характерные разрастание не выходили за уровень замыкающей площадки позвонка (1 степень изменений), они оценивались в 1 балл. Изменения, при которых отмечался выход остеофита за уровень лимбуса вплоть до тела смежного позвонка с возможным образованием неоартрозов, определялись (2 степень) в 2 балла. При слиянии костных разрастаний смежных участков соседних тел с их фиксацией оценивались в 3 балла (Рис. 6). При наличии подобных изменений в 2-3 сегментах к оценке их глубины добавлялся 1 балл, в 4-5 – 2 балла, в 5 и более – 3 балла. Общая оценка, таким образом, могла составлять от 0 до 6 баллов.

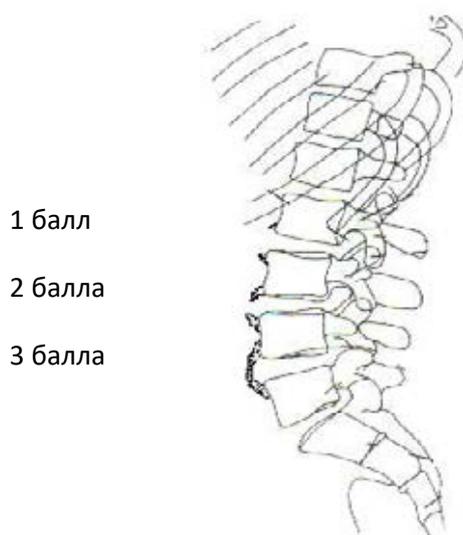


Рис. 6. Полуколичественная методика оценки дистрофических изменений передней продольной связки

Таким образом, в целом есть основание считать, что использованные в представленной работе методические приемы абсорбциометрического, рентгеноморфометрического и рентгенодиагностического исследований позволяют в необходимом объеме изучить состояние позвоночного столба и проанализировать исследуемые его патологические изменения.

Статистические методы обработки данных

Оценка изучаемых параметров производилась с помощью методов описательной статистики - вычисления среднего значения, ошибки среднего, интервалов, минимальных и максимальных значений. Статистически значимые различия между анализируемыми параметрами в различных группах определялись t-критерием Стьюдента. В качестве методов визуализационного представления данных использовались таблицы, графики и гистограммы.

ГЛАВА 3

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. ОБЩИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ
КОМПЛЕКСНОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЗВОНОЧНОГО
СТОЛБА

3.1.1 Общие абсорбциометрические данные

В таблице 5 приведены общие средние результаты абсорбциометрического исследования 127 пациенток.

Таблица 5

Общие средние абсорбциометрические данные (M±m)

СПГ (мг/мл)	101,5±4,18
СОПГ (мг/мл)	48,7±1,26
СПГ max (мг/мл)	150,2±2,58
СПГ min (мг/мл)	52,8±2,22
СПК (мг/мл)	277,3±3,24
СОПК (мг/мл)	113,4±1,12
СПК max (мг/мл)	390,1±1,66
СПК min (мг/мл)	163,9±1,84
СКГР (мг/мл)	168,5±1,12
СКГИ	3,41±0,12
T-критерий SD	-1,36±0,08
Z-критерий SD	-0,61±0,08

Как следует из представленных материалов, средняя суммарная минеральная плотность губчатой кости (СПГ) составила почти 100 мг/мл, что является нормальным значением для среднего возраста обследованных. Диапазон различий плотности в структуре губчатой части исследованных позвонков (СОПГ) был около 50 мг/мл. Иными словами, в составе позвонка, в зоне

измерения МПК губчатой ткани, находились структуры, плотность которых была от 50 до 150 мг/мл.

Средняя суммарная плотность кортикальной кости (СПК) составила 277,3 мг/мл, диапазон плотностных различий (СОПК) был 113,4 мг/мл, то есть 44,9% от среднего значения в зоне измерения, а минимальная плотность была 163,9 мг/мл.

Средняя величина различия плотности кортикальной и губчатой ткани (СКГР) составила 168,5 мг/мл, а характеризующий эту величину кортикально-губчатый индекс (СКГИ) был 3,41, то есть плотность компактной кости в составе тел позвонков в среднем была почти в три с половиной раза выше, чем плотность губчатой ткани.

Все это в целом, как следует из представленных данных, соответствует начальной остеопении по Т-критерию (-1,36 SD) и норме по Z-критерию (-0,61 SD). В таблице 6 приведены аналогичные средние данные для каждого из исследуемых позвонков в отдельности.

Из представленных сведений следует, что наибольшая плотность губчатой ткани была во втором поясничном позвонке, а минимальная в четвертом. Обращает на себя внимание также и то, что, несмотря на эти отличия, отклонение плотности во всех позвонках был практически одинаковым. Достоверно более высокая кортикальная плотность была характерна для тела L₃, тогда как плотность компактной кости второго и четвертого позвонков была практически одинаковой. На рисунке 7 приведены данные о соотношении плотности кортикальной и губчатой костной ткани тел поясничных позвонков.

Общие абсорбциометрические данные для тел поясничных позвонков
(M±m)

	Средние данные	L ₂	L ₃	L ₄
СПГ (мг/мл)	101,5±3,22	110,1±3,15	101,5±2,95*	89,3±2,95*
СОПГ (мг/мл)	48,7±1,34	49,6±1,23	48,0±1,23	47,6±1,13
СПГmax(мг/мл)	150,2±1,33	159,7±1,84	149,5±1,93*	136,9±1,93*
СПГmin (мг/мл)	52,8±1,32	60,5±1,64	53,5±1,64*	41,7±1,64*
СПК (мг/мл)	277,3±3,23	261,0±2,14	281,2±2,23*	260,6±2,13*
СОПК (мг/мл)	113,4±1,15	97,9±0,94	110,8±0,82*	123,3±0,84*
СПКmax(мг/мл)	390,7±1,23	358,9±1,64	392,0±1,73*	383,9±1,60*
СПКmin (мг/мл)	163,9±1,22	163,1±1,63	170,4±1,65*	137,3±1,60*
СКГР (мг/мл)	168,5±1,13	150,9±1,13	179,7±0,94*	171,3±0,94*
СКГИ	3,41±0,13	2,89±0,24	3,31±0,13*	3,27±0,13
T-индекс SD	-1,36±0,10	-	-	-
Z-индекс SD	-0,61±0,10	-	-	-

*p< 0,05. M - выборочное среднее, m - ошибка среднего, p - уровень значимости, n - число наблюдений

Таким образом, на этом этапе работы было установлено, что средняя суммарная минеральная плотность кости поясничных позвонков обследованных пациенток в целом соответствовала возрасту 62,8±2,34 года. При этом были выявлены некоторые особенности соотношения костной массы кортикальной и губчатой ткани, а также некоторые данные о качестве кости, которые в дальнейшем будут подвергнуты дополнительному сравнительному анализу.

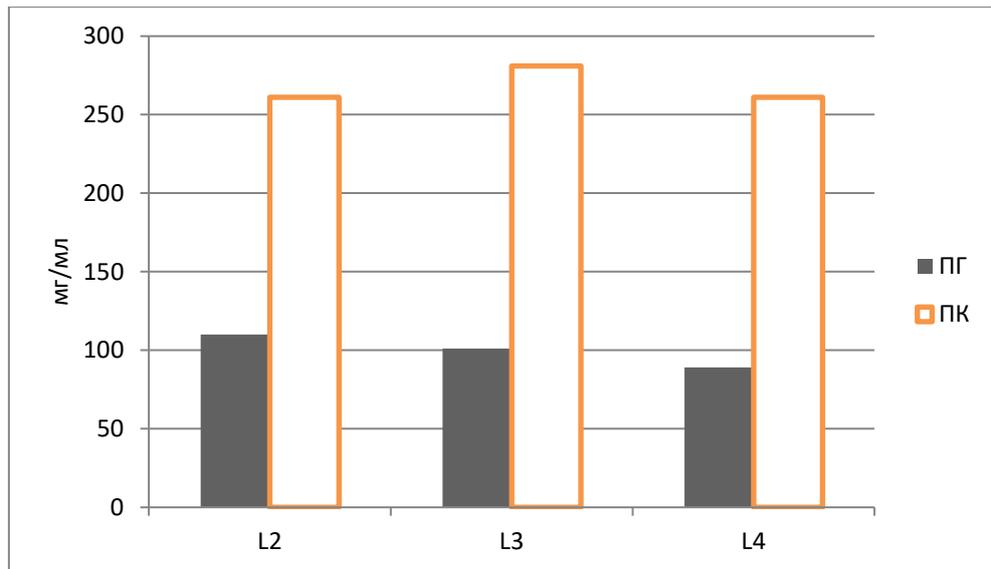


Рис. 7. Соотношение минеральной плотности кортикальной (ПК) и губчатой (ПГ) кости тел поясничных позвонков (мг/мл)

3.1.2 Общие результаты рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба

В таблице 7 приведены средние результаты рентгеноморфометрического исследования позвоночника обследованных пациенток. Как следует из этих данных, среднее различие размеров нижних грудных позвонков (ИРРП) в передних, средних и задних отделах тел соответствовало норме и было около 1 мм. Средняя величина симптома выравнивания размеров (СВР) составила 7, симптома максимальных различий (СМР) 5,3, а симптома парадоксальных размеров (СПР 1 и 2) – 2,9 и 4,8 соответственно.

Частота наиболее глубоких деформационных изменений, соответствующих по своему объему остеопоротическим переломам, составила 0,2 случая на одну пациентку, умеренных, со снижением рентгеноморфометрических индексов от двух до трех стандартных отклонений, 0,8 случая на одну обследованную.

Общие рентгеноморфометрические данные исследования
тел позвонков ($M \pm m$)

Рентгеноморфометрический показатель	Всего:
-1-1,9 SD	0,8±0,14
-2,0-2,9 SD	0,8±0,16
-3,0 и более SD	0,2±0,04
ИРПП А (мм)	1,04±0,14
ИРПП М(мм)	0,99±0,10
ИРПП Р(мм)	1,03±0,12
СВР (тела позвонков)	7,0±1,14
СПР 1 (мм)	2,9±0,32
СПР 2 (сегменты)	4,8±0,68
СМР (мм)	5,3±0,46

M - выборочное среднее, m- ошибка среднего

В таблице 8 и на рисунке 8 представлены общие результаты рентгеноморфометрии межпозвонковых пространств исследованного диапазона позвоночного столба. Как следует из этих данных, во всех исследованных участках позвоночника отмечается ряд общих закономерностей, связанных с размерами и формой межпозвонковых пространств.

1. Ширина межпозвонкового пространства нижерасположенного сегмента в большинстве случаев была больше, чем в сегменте, находящемся выше. Наиболее ярко эта особенность представлена в их передних отделах.

2. Различие ширины межпозвонковых пространств смежных сегментов в нижележащих участках позвоночного столба было больше, чем в находящихся выше. Так, в частности, в средней части грудного отдела (T_{4-8}) отличие составляет 0,2-0,3 мм, в области T_{8-11} - 0,4 - 0,5 мм, а в поясничном отделе – от 0,8 до 1,5 мм.

Общие рентгеноморфометрические данные исследования межпозвонковых пространств в передних (А), средних (М) и задних (Р) отделах ($M \pm m$) (мм)

Сегмент	А	М	Р
T ₄₋₅	3,3±0,12	4,4±0,10	3,7±0,10
T ₅₋₆	3,5±0,08	4,7±0,08	3,6±0,10
T ₆₋₇	3,7±0,12	4,4±0,12	4,1±0,10
T ₇₋₈	3,9±0,12	4,7±0,10	4,1±0,12
T ₈₋₉	4,4±0,08	4,9±0,12	4,1±0,10
T ₉₋₁₀	4,8±0,08	5,2±0,12	4,4±0,10
T ₁₀₋₁₁	5,3±0,10	5,6±0,10	4,4±0,12
T ₁₁₋₁₂	6,1±0,12	6,3±0,10	4,7±0,08
T _{12-L₁}	7,2±0,12	7,2±0,12	5,5±0,10
L ₁₋₂	8,7±0,10	8,5±0,12	6,2±0,10
L ₂₋₃	10,8±0,12	10,3±0,08	7,4±0,12
L ₃₋₄	13,2±0,12	11,4±0,10	7,8±0,08
L ₄₋₅	14,0±0,10	11,5±0,08	8,0±0,08

М - выборочное среднее, m- ошибка среднего

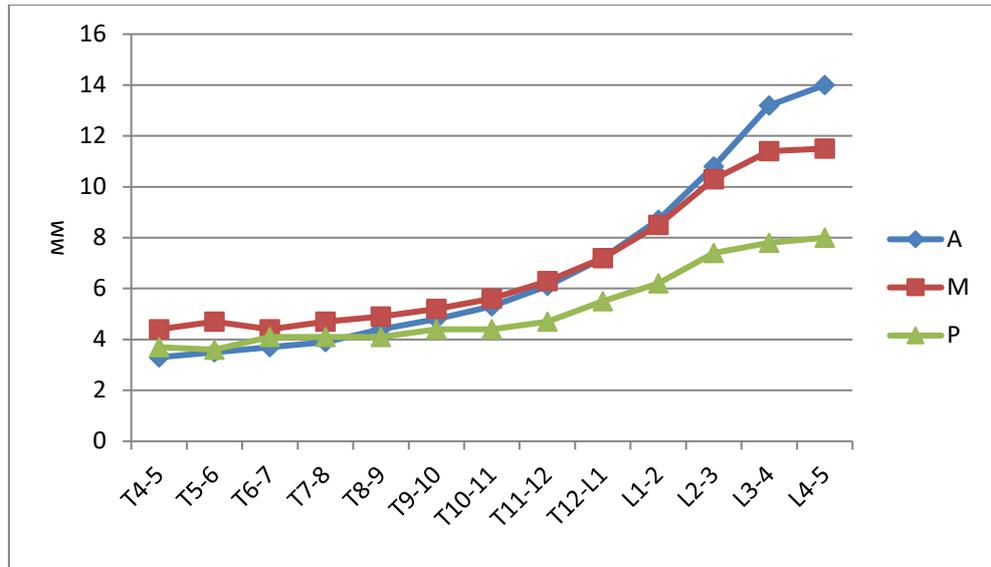


Рис. 8. Изменение размеров межпозвонковых пространств в разных отделах позвоночного столба (А, М, Р) (мм)

3. Ширина средних отделов межпозвонковых пространств (М) в зоне Т₄-Т₁₂ была больше, чем размеры передних и задних отделов, в верхних поясничных сегментах она была равна размерам передних отделов (А), а в нижних поясничных сегментах становилась меньше, чем ширина передних отделов межпозвонковых пространств.

4. Размеры задних отделов межпозвонковых пространств в сегментах Т₄₋₇ были несколько больше, чем передние. В нижележащих сегментах величина Р была меньше, чем А и М, причем это различие в нижележащих участках позвоночного столба постепенно становилось более выраженным.

Таким образом, с учетом полученных сведений можно выделить два участка позвоночника, в которых соотношение размеров межпозвонковых пространств, характеризующих их форму, существенно различается от других отделов. В диапазоне Т₄₋₁₀ межпозвонковые пространства имеют двояковыпуклую форму, а в нижерасположенных сегментах – все более выраженную заднюю клиновидную форму.

3.1.3 Общие рентгенодиагностические данные

В таблице 9 приведены средние данные рентгенодиагностического исследования позвоночного столба.

Значение рентгенодиагностической оценки проявлений остеопении и остеопороза было 5,4 балла, что соответствует явлениям возрастной остеопении для возраста 60-65 лет. Проявления дистрофических изменений межпозвонковых дисков в целом составили несколько более 4 баллов, а передней продольной связки – 1,2 балла.

Таблица 9

Общие средние рентгенодиагностические данные исследования
позвоночного столба ($M \pm m$)

Рентгенодиагностический показатель	Всего:
РД (баллы)	5,4±0,88
ОХ (баллы)	3,4±0,14
СП (баллы)	0,9±0,10
БФ (баллы)	0,3±0,06

Таким образом, в целом на этом этапе исследования был установлен ряд общих особенностей состояния позвоночного столба обследованных пациенток:

- величина минеральной плотности костной ткани в среднем соответствовала нормальным показателям, характерным для женщин в возрасте 60-65 лет;

- распространенность деформационных изменений тел позвонков различной глубины отображает возрастное состояние размеров и формы тел грудных и поясничных позвонков;

- выявлены некоторые особенности размеров и формы межпозвонковых пространств грудного и поясничного отделов позвоночного столба;

- определена общая распространенность в обследованной группе рентгеновских симптомов дистрофических изменений межпозвонковых дисков, передней продольной связки и костной структуры.

3.2 Результаты комплексного лучевого исследования в зависимости от возраста

На следующем этапе работы полученные результаты комплексного исследования были проанализированы с учетом возраста. При этом были выделены четыре возрастные группы с неравным числом обследованных в них. Необходимо отметить, что количество пациенток в первой группе, то есть в возрасте менее 50 лет, было недостаточным для получения полностью репрезентативных результатов. Этот факт будет учтен при анализе полученных на этой стадии работы данных.

3.2.1 Данные абсорбциометрического исследования в зависимости от возраста

В таблице 10 приведены общие результаты абсорбциометрического исследования в зависимости от возраста. Отмечается, что большинство анализируемых абсорбциометрических показателей подвержены определенным и закономерным возрастным отличиям.

Так, в частности, средняя плотность губчатой костной ткани (СПГ) у самых старших пациенток была почти в два раза ниже, чем в группе 50 лет и младше.

При этом определяется также некоторое менее выраженное, чем снижение минеральной плотности, неравномерное сокращение плотностного интервала между наименее и наиболее минерализованными участками губчатой кости в зоне

измерения. В целом уменьшение СОПГ составило около 12%. Обращает на себя внимание также и то, что этот показатель имел наибольшее значение не в самой младшей возрастной группе, а в возрасте 50-59 лет (Рисунок 9).

Отмечено также существенное общее снижение средней плотности кортикальной кости (СПК) от 322 мг/мл в самой младшей возрастной группе до 262 мг/мл в возрасте 70 лет и старше, что в целом составило 22,8% (Рисунок 10). При этом в самой старшей группе по сравнению с возрастом 60-69 лет, выявлено достоверное повышение кортикальной костной массы на 4,6%.

Таблица 10

Абсорбциометрические данные в зависимости от возраста (M±m)

	До 50 лет	50-59 лет	60-69 лет	70 лет и старше
n	n-10	n-43	n-45	n-29
СПГ (мг/мл)	143,2±6,18	111,4±2,44*	81,8±2,24*	69,9± 2,88*
СОПГ (мг/мл)	52,0±2,68	55,1±1,18	40,5±1,16*	44,1±1,26
СПГ max (мг/мл)	195,2±1,88	166,5±1,80*	122,3±1,66*	114,0±1,8*
СПГ min (мг/мл)	91,2±1,68	56,3±1,46*	41,3±1,44*	25,8±1,60*
СПК (мг/мл)	322,3±7,12	273,5±2,84*	250,9±2,22*	262,5±2,4*
СОПК(мг/ мл)	102,0±4,28	115,3±0,86*	110,9±1,44	125,7±1,6*
СПК max (мг/мл)	424,3±1,88	388,8±1,66*	361,8±1,66*	388,2±1,8*

Продолжение таблицы 10

	До 50 лет	50-59 лет	60-69 лет	70 лет и старше
n	n-10	n-43	n-45	n-29
СПК min (мг/мл)	220,3±1,86	158,2±1,68*	140,0±1,86*	138,4±1,88
СКГИ	2,36±0,44	2,55±0,14	3,92±0,16*	4,84±0,44*
СКГР (мг/мл)	129,0±4,78	128,1±1,88	98,8±1,66*	111,6±1,6*
T-индекс	-0,58±0,12	-0,41±0,08*	-1,22±0,08*	-3,25±0,08*
Z-индекс	+0,30±0,12	-0,05±0,02*	-0,77±0,08*	-0,09±0,08*

* $p < 0,05$. М - выборочное среднее, m - ошибка среднего, р - уровень значимости, n - число наблюдений

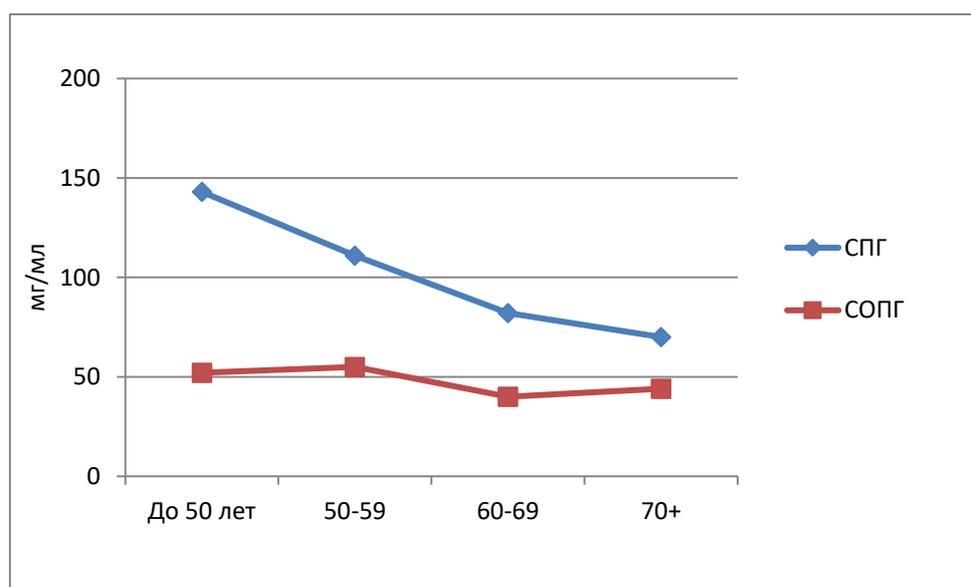


Рис. 9. Изменение СПГ и СОПГ в зависимости от возраста (мг/мл)

Вместе с тем, в отличие от губчатой костной ткани, в возрастные периоды 60-69 лет и 70 лет и старше определено достоверное увеличение среднего отклонения плотности кортикальной кости (СОПК) на 13%. Таким образом, в целом величина этого показателя, в отличие от губчатой ткани, с возрастом не уменьшалась, а, напротив, увеличивалась (Рисунок 10).

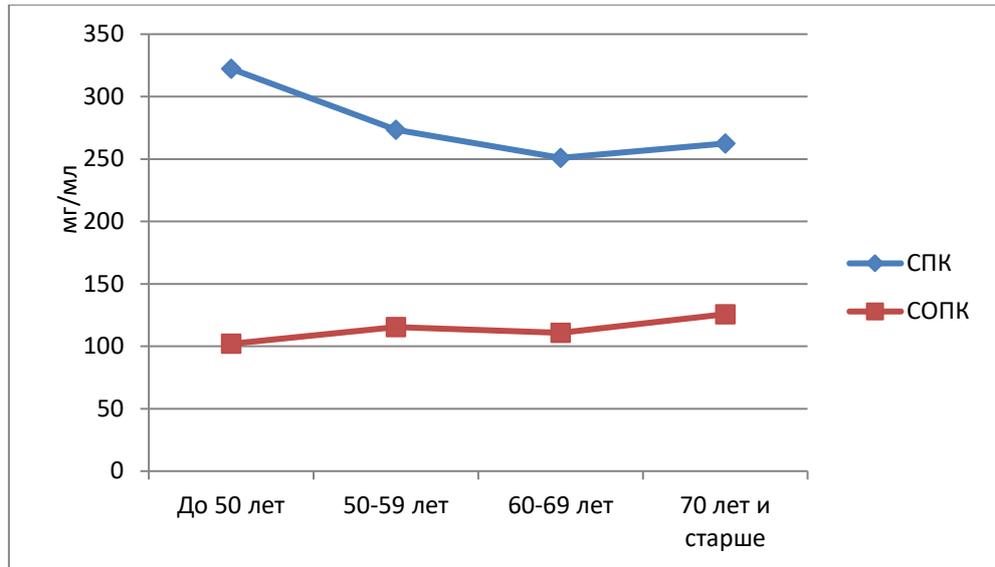


Рис. 10. Изменение СПК и СОПК в зависимости от возраста (мг/мл)

Определено также выраженное и достоверное увеличение значения среднего кортикально-губчатого индекса, отображающего повышение роли компактной кости в общей минерализации тел позвонков, от 2,4 в возрасте до 50 лет до 4,8 в самой старшей группе при среднем значении этого показателя 3,4 (Рисунок 11).

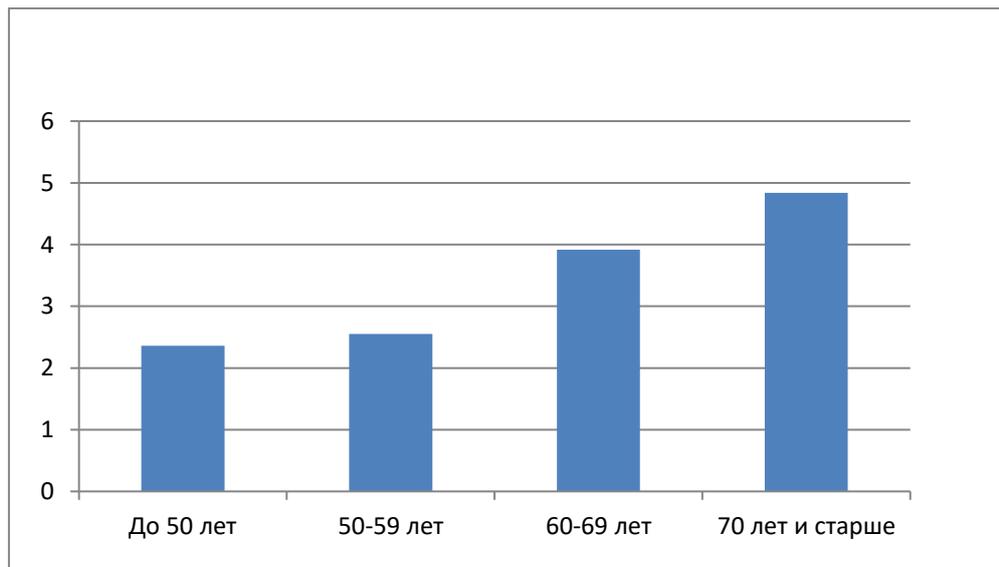


Рис. 11. Изменение среднего кортикально-губчатого индекса (СКГИ) с возрастом

В соответствии с данными о значении T-критерия, отмечается постепенное развитие остеопении до возраста 60 лет с последующим формированием остеопоротических проявлений в возрастной группе 70 лет и старше. Значение Z-критерия при этом во всех возрастных группах соответствовало возрастной норме (Рисунок 12).

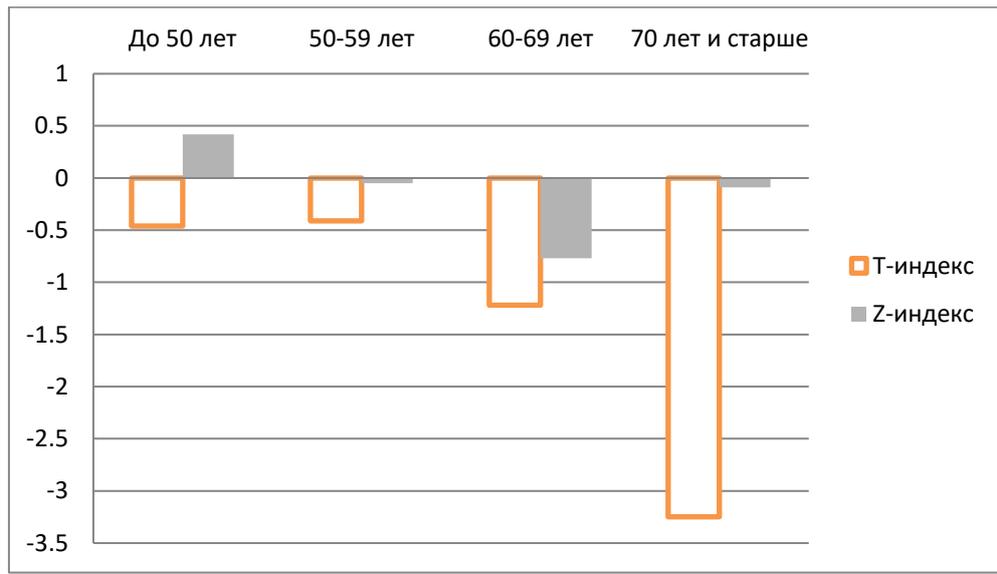


Рис. 12. Изменение T и Z индексов в зависимости от возраста

В таблице 11 (Приложение 1) представлены аналогичные абсорбциометрические данные об исследованных телах поясничных позвонков в отдельности.

Как следует из этих результатов, отмечается соответствующее средним показателям снижение плотности губчатой кости (ПГ) в каждом из трех тел позвонков в отдельности. Однако наиболее заметным это уменьшение было в телах L_{2,3}. По сравнению с возрастом до 50 лет, в самой старшей возрастной группе минеральная плотность снизилась здесь в 2-3 раза. Состояние плотностного интервала губчатой ткани в зоне измерения во всех телах позвонков, так же как и в целом, соответствовало средним результатам, то есть постепенно снижалось до возраста 69 лет и несколько возрастало в самой старшей группе.

Степень снижения минеральной плотности кортикальной кости была наиболее выражена в возрастной группе 60-69 лет.

В возрасте 70 лет и старше во всех телах позвонков отмечено равномерное и достоверное увеличение минеральной плотности кортикала, составившее 13-15 мг/мл, а также некоторое увеличение отклонения кортикальной плотности (ОПК), степень которого была также более выражена в теле третьего поясничного позвонка.

В результате неравномерного снижения плотности кортикальной и губчатой кости определено характерное для всех тел позвонков, но более выраженное в L₂, существенное возрастное увеличение кортикально-губчатого индекса (КГИ), значение которого приобрело наибольшую величину в теле L₂ в самой старшей возрастной группе.

Таким образом, в целом на этом этапе работы были выявлен ряд особенностей состояния минеральной плотности кости в зависимости от возраста.

1. Отмечено выраженное и равномерное возрастное снижение костной массы губчатой кости, наиболее ярко представленное в возрасте до 70 лет. Уменьшение минеральной плотности кости связано как с наиболее минерализованными структурами кости, так и со структурами, имеющими наименьшую плотность.

2. Определено гораздо менее интенсивное, чем для трабекулярной кости, возрастное уменьшение костной массы кортикальной костной ткани в возрасте до 70 лет с достоверным ее увеличением в возрастной группе 70 лет и старше. Максимальная плотность в самой старшей возрастной группе достоверно возрастала, а минимальное ее значение постепенно и достоверно снижалась во всех возрастных группах. При этом отмечено расширение плотностного интервала, возможно, за счет дополнительной минерализации кортикальной кости вследствие остеосклероза.

3. За счет выявленных особенностей изменений минеральной плотности кости определяется достоверное возрастное уменьшение СОПГ (диапазон плотности губчатой ткани в зоне измерения) и выраженное увеличение СОПК

(диапазон плотности кортикальной кости в зоне измерения). Вероятнее всего это связано с изменением характера ремоделирования кортикальной и губчатой кости с возрастом в виде развития определенных явлений остеомалации (сужение СОПГ) в губчатой кости и дополнительной минерализации в кортикале (расширение СОПК) вследствие субхондрального остеосклероза.

4. Значение суммарного кортикально-губчатого индекса (СКГИ), отображающего соотношение плотности кортикальной и трабекулярной костной ткани, значительно увеличивалось с возрастом, отображая возрастное повышение роли кортикальной костной ткани в структуре тела позвонка в целом.

5. Отмеченные выше особенности были наиболее ярко представлены в структуре тела второго поясничного позвонка

3.2.2 Результаты рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба в зависимости от возраста

В таблице 12 приведены данные рентгеноморфометрического исследования размеров и формы тел позвонков. Возрастного изменения распространенности деформаций со снижением рентгеноморфометрических показателей на 1-2 SD (минимальные деформационные изменения) не выявляется.

Вместе с тем, отмечается достоверный рост с возрастом частоты умеренных деформаций с уменьшением индексов на 2-3 SD от 0,1 на одного пациента в возрасте менее 50 лет до 0,7 в 70 лет и старше. Наиболее выраженные деформационные изменения, в том числе и соответствующие по степени остеопоротическим переломам, чаще всего отмечались в возрастной группе 50-59 лет (0,9) и в возрасте 60-69 лет (0,5). Частота этих нарушений формы в самой младшей и самой старшей группах была минимальной (Рисунок 13). Рентгеноморфометрические показатели, отображающие начальные и минимальные изменения, также как и выраженные нарушения размеров и формы, чаще всего отмечались в возрастных группах от 50 до 69 лет. Так, в частности, определено достоверное увеличение значения симптома выравнивания размеров

от 6,3 балла в самой младшей группе до 7,0 баллов в возрасте 50-59 лет. Аналогичная особенность отмечается также и для симптома парадоксальных размеров (СПР-1, 2).

Таблица 12

Данные рентгеноморфометрического исследования тел позвонков
в зависимости от возраста (M±m)

	До 50 лет	50-59 лет	60-69 лет	70 лет и более
n	n-10	n-43	n-45	n-29
-1-2 SD	0,9±0,16	0,7±0,16	0,9±0,14	0,7±0,16
-2-3 SD	0,1±0,08	0,4±0,14*	0,5±0,12	0,7±0,16
-3+ SD	0	0,9±0,04*	0,5±0,04*	0,1±0,04*
ИРРП А (мм)	0,92±0,22	1,04±0,10	1,04±0,08	1,12±0,10
ИРРП М (мм)	1,03±0,20	0,88±0,08	1,03±0,08	1,06±0,12
ИРРП Р (мм)	0,86±0,20	0,68±0,10	1,03±0,10*	1,46±0,14*
СВР (тела позвонков)	6,3±2,14	7,0±1,08	6,3±1,08	7,1±1,48
СПР 1 (мм)	2,0±0,68	2,9±0,26*	3,3±0,24	3,1±0,56
СПР 2 (сегменты)	4,1±1,24	5,1±0,56	4,9±0,60	4,9±1,16
СМР (мм)	5,3±1,14	5,4±0,40	5,1±0,36	5,6±0,86

*p< 0,05. М - выборочное среднее, m - ошибка среднего, p - уровень значимости, n - число наблюдений

В целом необходимо отметить, что наиболее ярким возрастным изменениям были подвержены значения оценок, характеризующих минимальные (СПР1-2) и умеренные (-2-3 SD) деформационные изменения тел позвонков (Рисунки 13, 14).

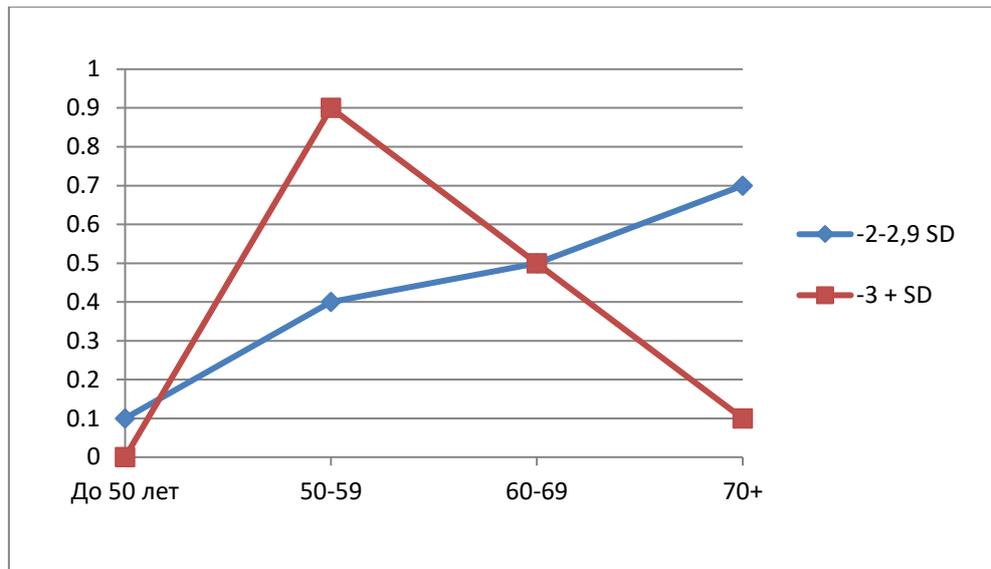


Рис. 13. Изменение с возрастом частоты умеренных и выраженных деформационных изменений тел позвонков с возрастом

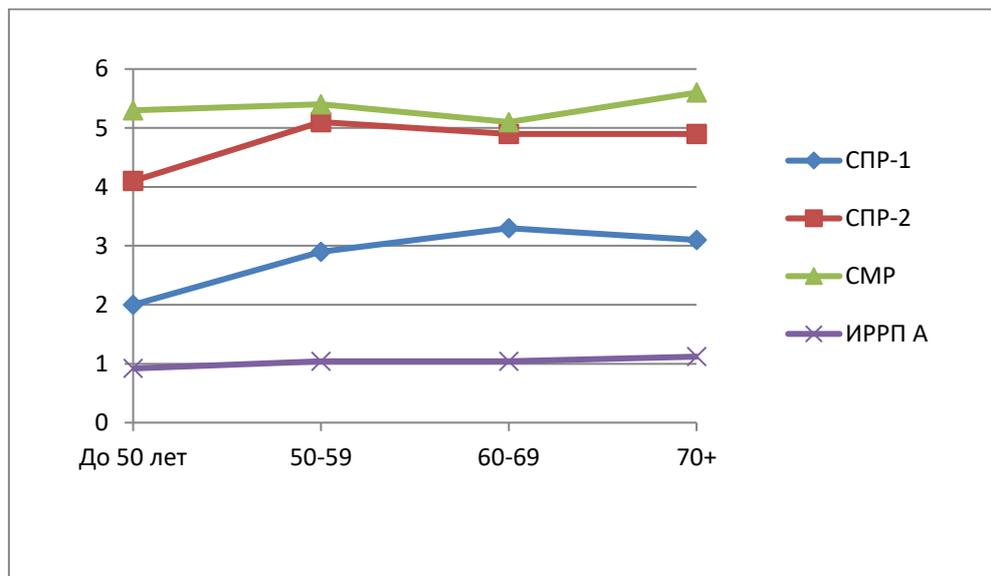


Рис. 14. Изменение с возрастом рентгеноморфометрических показателей начальных и малых деформационных изменений тел позвонков

В таблице 13 (Приложение 1) и на серии диаграмм приведены данные о ширине межпозвонковых пространств в зависимости от возраста. Из представленных сведений следует, что этот показатель также подвержен определенным возрастным особенностям.

Во-первых, отмечается, что заметного сужения межпозвонковых пространств с возрастом не происходит.

Во-вторых, выявленные ранее данные о соотношении межпозвонковых размеров, характеризующих форму пространств, с годами остаются также неизменными. Так, в частности, во всех возрастных группах размеры нижележащих пространств были больше, чем у расположенных выше, и они при этом имели двояковыпуклую или клиновидную форму.

При анализе результатов измерения в передних отделах межпозвонковых пространств определяется, что, хотя существенного возрастного изменения размеров и не происходит, отмечается достоверное увеличение некоторых показателей в возрасте 70 лет и старше по сравнению со средними данными и данными более молодых возрастных групп (Рисунок 15). Так, в частности, определяется умеренное увеличение высоты передних отделов межпозвонковых пространств в сегментах T₅₋₆, T₆₋₇ и в нижних сегментах грудного отдела. Однако в целом возрастные изменения этого показателя не представляются достаточно убедительными.

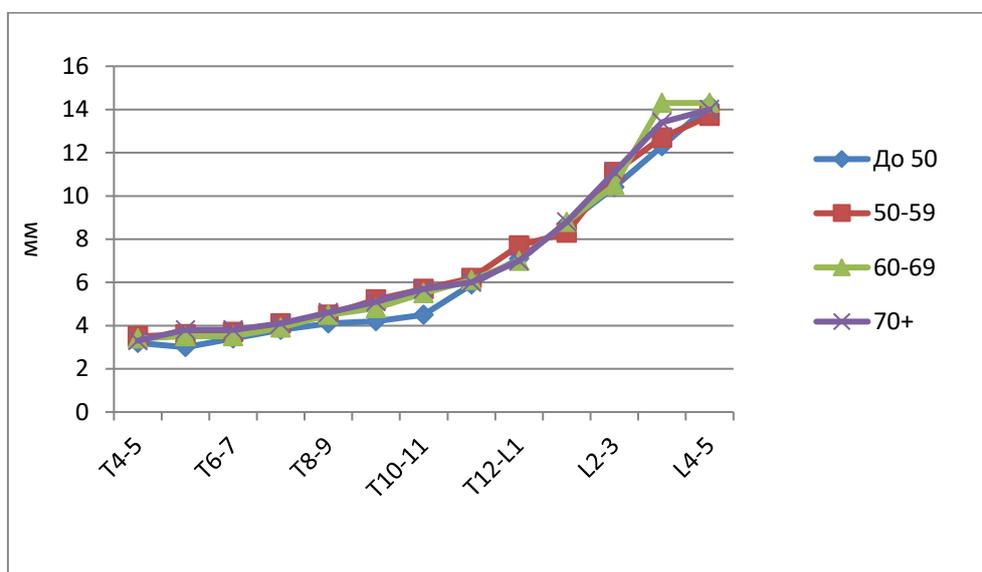


Рис. 15. Размеры передних отделов межпозвонковых пространств (А) в различных отделах позвоночного столба в зависимости от возраста

На рисунке 16 в графическом виде приведены сведения о ширине средних отделов межпозвонковых пространств (М). Из этих данных следует, что в грудном отделе позвоночного столба существенных различий размеров средней части пространств в зависимости от возраста отмечено не было, тогда как в

поясничной части выявлено некоторое увеличение их ширины по сравнению со средними данными в возрасте 50-59 лет.

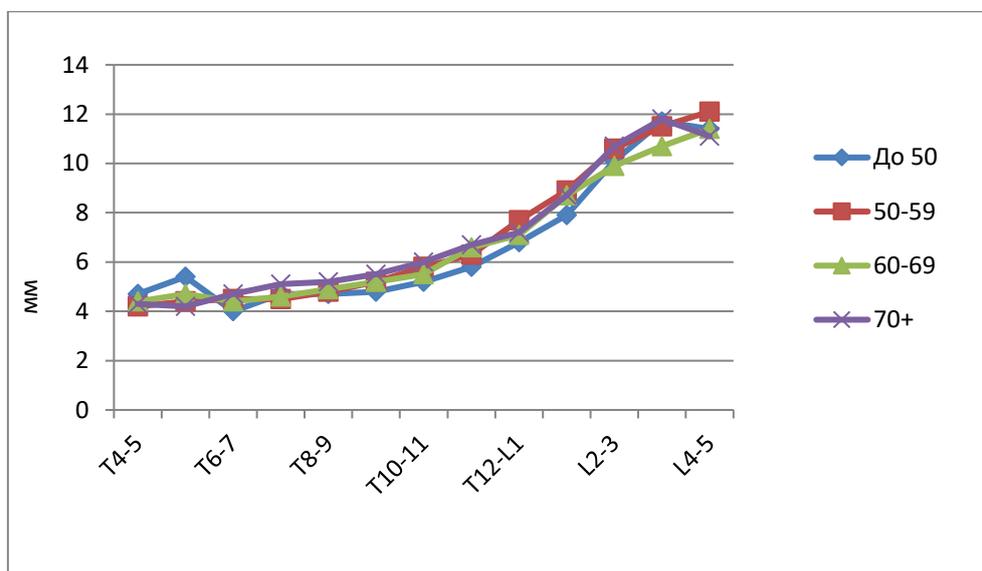


Рис. 16. Размеры средних отделов межпозвонковых пространств (М) в различных отделах позвоночного столба в зависимости от возраста

На рисунке 17 отображены данные о размерах задних отделов межпозвонковых пространств, из которых следует, что они наиболее существенно изменяются с возрастом. Эта особенность хорошо заметна во всех отделах позвоночного столба, но особенно ярко она представлена в грудной его части.

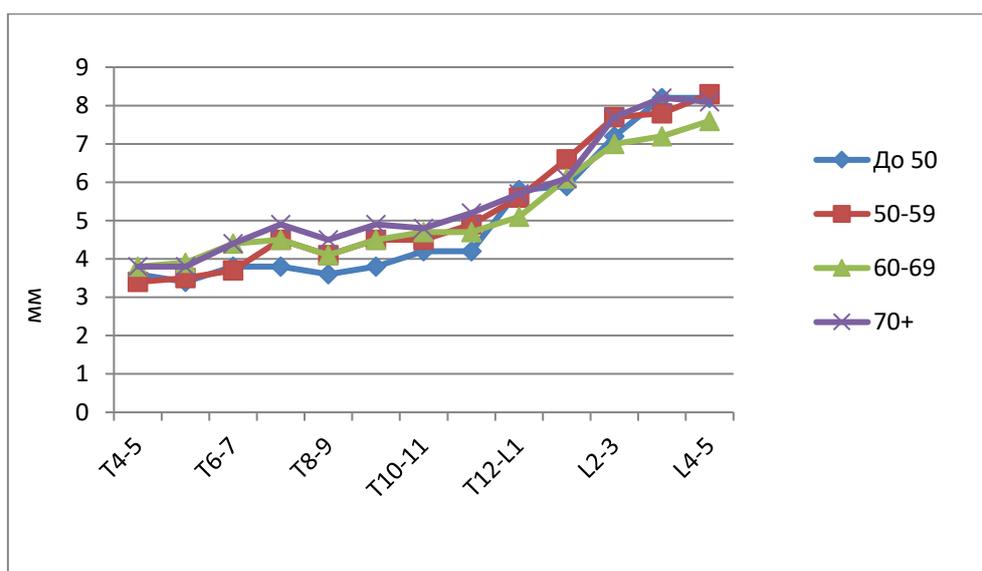


Рис. 17. Размеры задних отделов межпозвонковых пространств (Р) в различных отделах позвоночного столба в зависимости от возраста

На рисунке 18 отображены размеры межпозвонковых пространств в возрасте 50-59 лет. Величина этого показателя, отображающая ширину межпозвонковых дисков, фактически соответствовала средним данным, представленным выше (Рис. 8).

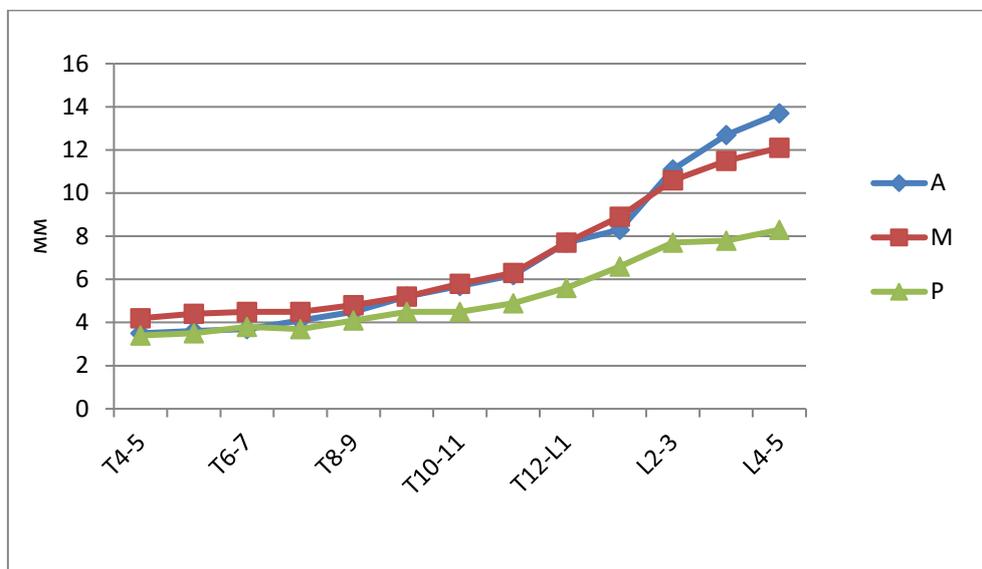


Рис. 18. Размеры межпозвонковых пространств в передних (А), средних (М) и задних(Р) отделах в возрасте 50-59 лет (мм)

На рисунке 19 представлены аналогичные результаты в возрасте 70 лет и старше.

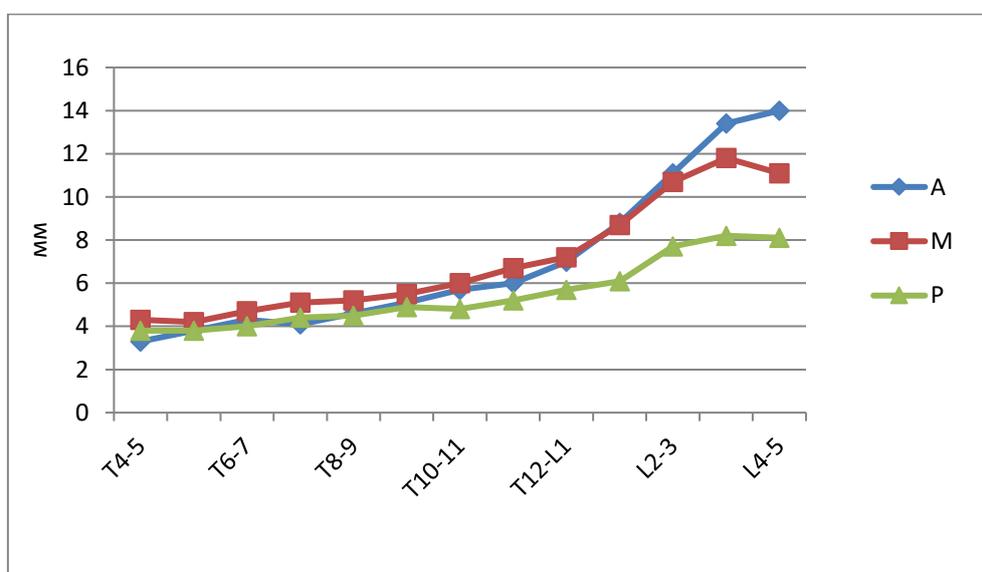


Рис. 19. Размеры межпозвонковых пространств в передних (А), средних (М) и задних (Р) отделах в возрасте 70 лет и старше (мм)

Как следует из этих сведений, существенных изменений ширины межпозвонковых пространств в самой старшей возрастной группе, по сравнению со средними данными, не отмечается.

Таким образом, в целом при анализе результатов рентгеноморфометрического исследования межпозвонковых пространств с учетом возраста можно отметить следующие особенности.

Во-первых, заметного сужения межпозвонковых пространств с возрастом не отмечается.

Во-вторых, выявленные ранее закономерности соотношения межпозвонковых размеров, характеризующие их форму, с возрастом сохраняются. Так, в частности, во всех возрастных группах размеры нижележащих пространств были больше, чем у расположенных выше, и они при этом имели двояковыпуклую или заднюю клиновидную форму.

В-третьих, при анализе данных о размерах межпозвонковых пространств определяется достоверное увеличение некоторых показателей в возрасте 70 лет и старше, по сравнению со средними данными и данными более молодых возрастных групп. Так, в частности, выявлено умеренное увеличение высоты межпозвонковых пространств в сегментах T₅₋₆, T₆₋₇ и в нижних сегментах грудного отдела.

3.2.3 Результаты рентгенодиагностического исследования позвоночного столба в зависимости от возраста

В таблице 14 и на рисунке 20 приведены данные рентгенодиагностического исследования позвоночного столба в зависимости от возраста. При этом выявляется достоверное возрастное увеличение рентгеновской оценки остеопенических изменений позвоночника от 4,4 балла в возрасте до 50 лет до 6,4 балла в самой старшей возрастной группе. Наибольшее увеличение оценки отмечено в возрасте 60-69 лет (на 1,8 балла).

Данные рентгенодиагностического исследования позвоночного столба в зависимости от возраста (M±m) (баллы)

	До 50 лет	50-59 лет	60-69 лет	70 лет и более
n	n-10	n-43	n-45	n-29
РД	4,4±1,56	4,6±0,70	6,4±0,66*	6,4±0,78
ОХ	3,1±0,28	3,3±0,10	3,6±0,10	3,6±0,12
СП	0,5± 0,20	1,0±0,08*	0,8±0,08	1,3±0,14
БФ	0	0,25±0,04*	0,5±0,04*	0,5±0,08
СП+БФ	0,5±0,18	1,5±0,06*	1,3±0,06	1,8±0,10

*p< 0,05. М - выборочное среднее, m - ошибка среднего, р - уровень значимости, n - число наблюдений

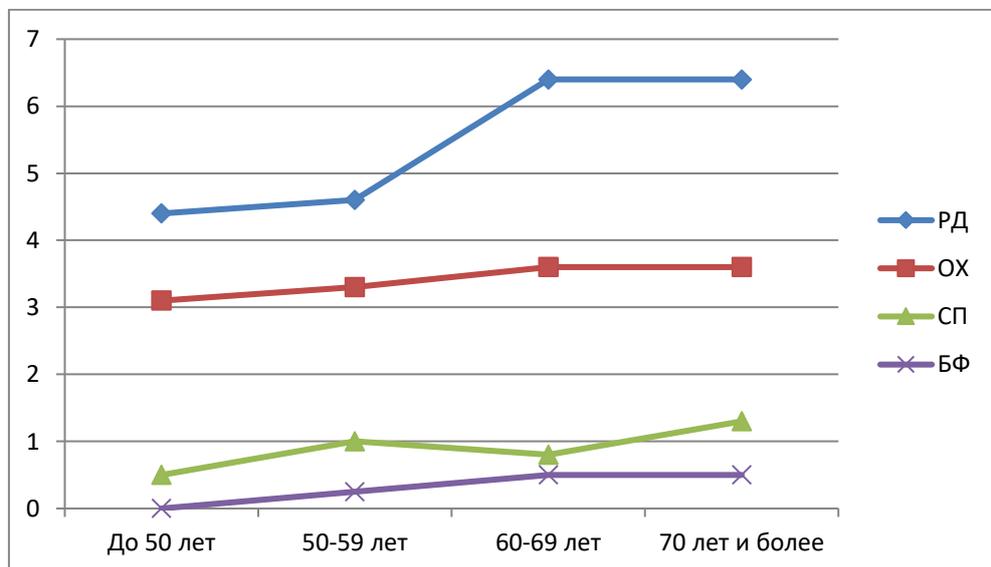


Рис. 20. Возрастное изменение распространенности рентгеновских признаков дистрофических изменений межпозвоноковых дисков (ОХ), передней продольной связки (СП, БФ) и остеопении (РД)

Определено также менее убедительное равномерное увеличение оценки проявлений дистрофических изменений межпозвонковых дисков от 3,1 до 3,6 баллов в возрастном периоде до 69 лет.

Кроме того, выявлено достоверное возрастное увеличение распространенности признаков дистрофических изменений передней продольной связки от значения оценки 0,5 в возрасте 50 лет и младше до 1,8 балла в самой старшей возрастной группе. Заметной возрастной зависимости частоты признаков хрящевых узлов и смещения тел позвонков не отмечено.

Таким образом, исходя из всего комплекса полученных данных в зависимости от возраста обследованных, представленных в этой главе, отмечены следующие основные особенности:

1. Неравномерное возрастное снижение минеральной плотности кости как губчатой, так и кортикальной ткани, наиболее выраженное в возрасте 60-69 лет. Увеличение кортикальной плотности в возрастной группе 70 лет и старше.
2. Умеренное, неравномерное снижение величины диапазона плотности губчатой кости в зоне измерения (ОПГ) и выраженное, существенное увеличение этого показателя для кортикальной ткани (ОПК).
3. Увеличение распространенности начальных и минимальных деформационных изменений тел позвонков остеопенической природы.
4. Стабильное возрастное состояние в целом размеров и формы межпозвонковых пространств.
5. Увеличение распространенности рентгеновских признаков остеопении, дистрофических изменений межпозвонковых дисков и передней продольной связки.

Более детально эти результаты будут проанализированы в заключении с учетом всего объема полученных данных.

Приводим в качестве примера комплекс абсорбциометрических, рентгеноморфометрических и рентгенодиагностических данных о состоянии позвоночного столба пациентки В-ой 53 лет (Приложение 2).

ГЛАВА 4

РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЗВОНОЧНОГО
СТОЛБА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ДИСТРОФИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ4.1 Результаты комплексного лучевого исследования в зависимости от величины
минеральной плотности кости

На следующем этапе исследования полученные данные были проанализированы в зависимости от величины минеральной плотности кости.

Все пациентки, как уже было отмечено ранее, на основе величины минеральной плотности кости были разделены на 5 подгрупп от максимальной величины костной массы 125 мг/мл и более (23 пациентки) до минимальной, менее 50 мг/мл (14 больных). Численный состав подгруппы при минимальной костной массе был недостаточен для полноценной статистической характеристики. Этот факт учитывался при общей оценке анализируемых данных. Средний возраст пациенток при меньшей костной массе был ожидаемо больше, чем при больших значениях минеральной плотности.

4.1.1 Результаты абсорбциометрического исследования в зависимости от
величины минеральной плотности кости

В таблице 15 и на рисунках 21 и 22 представлены абсорбциометрические данные количественной компьютерной томографии в зависимости от величины минеральной плотности кости в целом. При этом отмечено, что снижение минеральной плотности при развитии патологической остеопении и остеопороза, в отличие от уменьшения костной массы возрастной природы, сопровождается важными отличительными особенностями.

Во-первых, при распределении исследуемых в зависимости от средней величины МПК, отмечено, что минимальное значение костной массы было существенно ниже, чем аналогичное в самой старшей возрастной группе при распределении по возрасту. В целом это различие составило почти 20 мг/мл для

губчатой кости и почти 60 мг/мл для кортикальной костной ткани. При этом различие степени снижения диапазона плотности губчатой и кортикальной ткани в зоне измерения было заметно меньше и составило только 4-5 мг/мл для губчатой и 20-25 мг/мл для кортикальной кости. В связи с этим, средние значения минимальной и максимальной величины минеральной плотности в зоне измерения при костной массе 50 и менее мг/мл значительно снижались до 5 мг/мл и 100,8 мг/мл соответственно.

Во-вторых, выявленное ранее в самой старшей возрастной группе (70 лет и более) увеличение кортикальной плотности по сравнению с группой 60-69 лет при снижении костной массы за счет остеопении и остеопороза не определяется.

Отмеченные выше обстоятельства, по всей вероятности, связаны с существенными качественными различиями состояния кости при возрастном и патологическом снижении минеральной плотности.

Таблица 15

Средние результаты абсорбциометрического исследования в зависимости от величины МПК ($M \pm m$)

МПК мг/мл	+ 125 мг/мл	100-124 мг/мл	75-99 мг/мл	50-74 мг/мл	-50 мг/мл
n	n-23	n-23	n-40	n-27	n-14
Средний возраст	53,4±2,26	60,7±2,44	62,7±2,32	67,6±2,38	69,5±2,68
СПГ (мг/мл) %	148,4±2,1	109,7±2,2* -26%	85,7±1,22* -22%	66,6±21* -22%	41,5±3,0* -38%*
СОПГ (мг/мл) %	55,8±2,18	57,20±1,4 ±2,5%	40,8±1,48 -29%	37,4±16 -8%	36,3±2,80 -3%
СПГmax (мг/мл) %	204,2±3,1	166,9±1,3* -18%	126,5±1,3* -24,5%	104,0±1,6* -17,5%	77,8±2,5* -25%

Продолжение таблицы 15

МПК мг/мл	+ 125 мг/мл	100-124 мг/мл	75-99 мг/мл	50-74 мг/мл	-50 мг/мл
n	n-23	n-23	n-40	n-27	n-14
Средний возраст	53,4±2,26	60,7±2,44	62,7±2,32	67,6±2,38	69,5±2,68
СПГmin (мг/мл) %	92,6±2,28	53,9±1,9*	44,9±1,7	27,3±1,9*	5,2±2,7*
		-42%	-2%	-40%	-81,5%
СПК (мг/мл) %	351,5±3,1	274,2±3,2*	252,1±3,3*	242,5±3,2	203,1±4,4*
		-22%	-8%	-4%	-16%
СОПК (мг/мл) %	115,2±2,7	115,1±2,46	109,6±2,5	104,2±2,4	102,3±4,4
		0	-5%	-5%	-2%
СПКmax (мг/мл) %	466,7±3,2	389,3±3,48*	361,7±3,5	346,7±3,3	305,4±5,6*
		-17%	-7%	-5%	-12%
СПКmin (мг/мл) %	236,3±2,3	158,9±2,26*	142,5±3,3*	138,3±3,5	100,8±5,2*
		-33%	-11%	-3%	-27,5%
СКГИ %	2,27±0,12	2,49±0,14	2,84±0,18	3,90±0,18*	5,59±0,22*
		+10%	+14%	+37%	+70%
T-индекс	-0,28±0,06	-1,31±0,06	-2,55±0,1	-3,10±0,2	-4,42±0,5
Z-индекс	+1,22±0,1	+0,57±0,1	-0,63±0,1	-1,14±0,1	-1,75±0,5

*p < 0,05. M - выборочное среднее, m - ошибка среднего, p - уровень значимости, n - число наблюдений

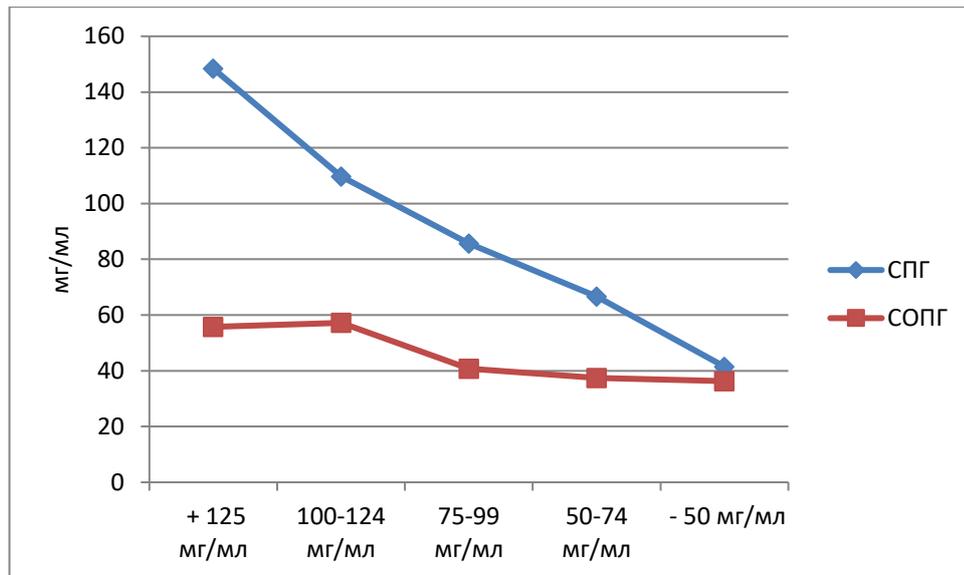


Рис. 21. Изменение средней суммарной плотности губчатой ткани и среднего отклонения плотности губчатой ткани в зависимости от костной массы

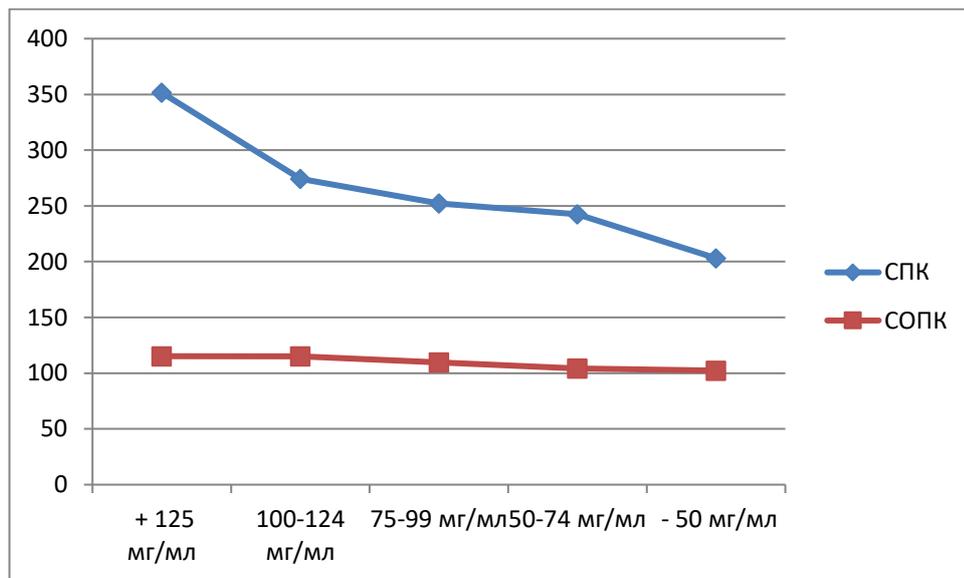


Рис. 22. Изменение средней суммарной плотности кортикальной ткани и среднего отклонения плотности кортикальной ткани в зависимости от костной массы

В-третьих, определяются также и различия в состоянии Т и Z критериев (Рис. 23). Так, в частности, при уменьшении костной массы вследствие остеопении и остеопороза снижение Z критерия, отображающего снижение костной массы по сравнению с возрастной нормой, было значительно большим.

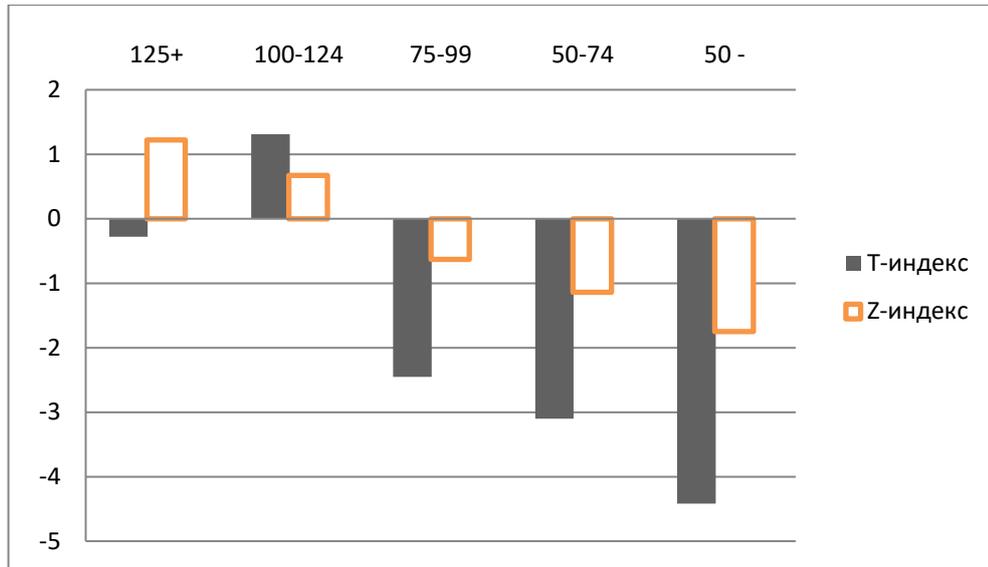


Рис. 23. Изменение T и Z-индексов в зависимости от величины минеральной плотности кости

Таблица 16

Результаты абсорбциометрического исследования тел поясничных позвонков в зависимости от величины минеральной плотности кости ($M \pm m$)

МПК мг/мл	+ 125 мг/мл	100-124 мг/мл	75-99 мг/мл	50-74 мг/мл	-50 мг/мл
n	n-23	n-23	n-40	n-27	n-14
Средний возраст	53,4±2,26	60,7±2,44	62,7±2,32	67,6±2,38	69,5±2,68
ПГ L ₂ (мг/мл)	157,7±3,40	115,9±3,28	90,3±3,12	61,7±2,62	44,1±2,66
ПГ L ₃ (мг/мл)	140,1±2,20	108,4±2,46	84,4±2,18	61,7±1,30	41,4±1,26
ПГ L ₄ (мг/мл)	155,8±2,40	109,6±2,14	83,1±1,44	63,6±1,28	39,3±1,22
ОПГ L ₂ (мг/мм)	55,6±1,32	56,7±1,12	47,9±1,18	35,8±1,32	39,7±1,34
ОПГ L ₃ (мг/мл)	55,7±1,34	57,4±1,36	39,3±1,10	35,0±1,18	35,8±1,12
ОПГ L ₄ (мг/мл)	56,1±1,32	57,5±1,32	41,4±1,12	35,6±1,32	33,4±1,10
ПК L ₂ (мг/мл)	326,9±3,28	250,4±3,44	247,8±3,2	227,5±3,1	195,2±3,1

Продолжение таблицы 16

МПК мг/мл	+ 125 мг/мл	100-124 мг/мл	75-99 мг/мл	50-74 мг/мл	-50 мг/мл
n	n-23	n-23	n-40	n-27	n-14
Средний возраст	53,4±2,26	60,7±2,44	62,7±2,32	67,6±2,38	69,5±2,68
ПК L ₃ (мг/мл)	356,1±2,12	277,9±2,18	258,6±1,1	242,9±1,1	203,0±1,1
ПК L ₄ (мг/мл)	370,4±2,18	292,4±2,06	255,1±1,1	257,2±1,2	211,0±1,1
ОПК L ₂ (мг/мл)	99,4±1,28	100,3±1,12	100,5±1,1	99,4±1,1	94,2±1,0
ОПК L ₃ (мг/мл)	112,6±1,26	121,0±1,20	102,7±1,2	101,3±1,1	103,0±1,1
ОПК L ₄ (мг/мл)	131,6±1,16	125,3±1,24	121,2±1,1	111,9±1,1	109,8±1,1
КГИ L ₂	2,05±0,16	2,20±0,16	2,76±0,12	3,39±0,10	4,87±0,08

M - выборочное среднее, m - ошибка среднего, n- число наблюдений

Все отмеченные выше особенности определяются также и при анализе состояния костной массы каждого из поясничных позвонков в отдельности (Таблица 16).

4.1.2 Результаты рентгеноморфометрического исследования в зависимости от величины минеральной плотности кости

При оценке результатов рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба был также выявлен ряд важных особенностей состояния размеров и формы тел позвонков при снижении минеральной плотности вследствие остеопении и остеопороза (Табл. 17, Рис. 24, 25). Так, в частности, определено достоверное увеличение частоты умеренных деформаций со снижением индексов тел на 2-3 стандартных отклонения при минеральной плотности выше 50 мг/мл со значительным снижением ее при костной массе менее 50 мг/мл в связи с преобразованием их в более выраженные нарушения размеров и формы.

Данные рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба в зависимости от величины минеральной плотности кости ($M \pm m$)

МПК мг/мл	+ 125 мг/мл	100-124 мг/мл	75-99 мг/мл	50-74 мг/мл	-50 мг/мл
n	n-23	n-23	n-40	n-27	n-14
Средний возраст	53,4±3,24	60,7±2,44	62,7±2,32	67,6±2,38	69,5±2,68
-1,0-1,9 SD	0,7±0,12	0,2±0,22	1,1±0,06	0,5±0,10	1,6±0,18
-2,0-2,9 SD	0,1±0,06	0,2±0,06	0,7±0,10	0,8±0,10*	0,4±0,18*
3+SD	0	0,5±0,08	0,2±0,02	0,3±0,02	0,8±0,02*
ИРРП А (мм)	1,03±0,10	0,94±0,12	1,23±0,14	1,00±0,16	1,2±0,18
ИРРП М (мм)	0,97±0,10	0,85±0,12	1,09±0,10	0,87±0,10	1,1±0,08
ИРРП Р (мм)	0,89±0,14	0,73±0,12	1,10±0,10	0,92±0,10	1,1±0,08
СВР (тела)	6,5±1,08	6,7±1,10	7,0±1,14	8,9±1,12	5,6±1,10*
СПР 1 (мм)	2,2±0,34	2,6±0,30	3,2±0,32	3,4±0,34	3,9±0,30*
СПР 2 (сегменты)	5,0±0,66	4,7±0,62	4,6±0,70	4,8±0,70	6,4±0,68*
СМР (мм)	4,9±0,50	4,6±0,48	5,0±0,46	6,2±0,44	6,6±0,44*

* $p < 0,05$. М - выборочное среднее, m - ошибка среднего, p - уровень значимости, n - число наблюдений

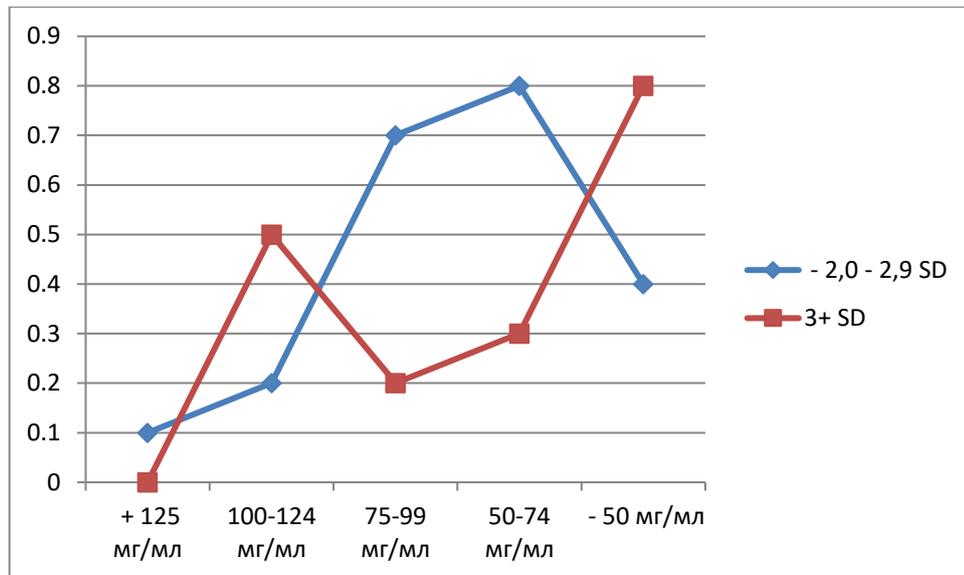


Рис. 24. Изменение частоты умеренных и выраженных деформационных изменений тел позвонков при снижении минеральной плотности кости

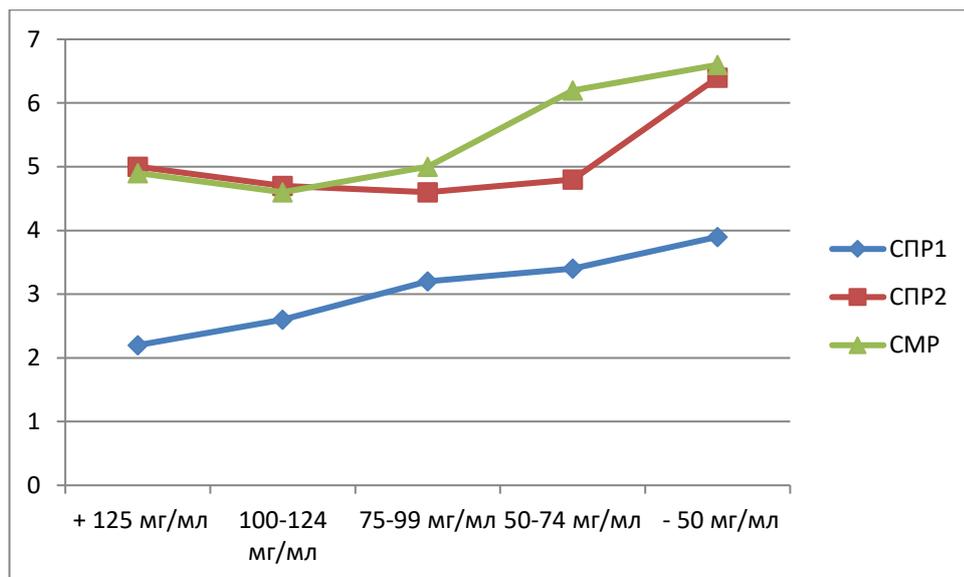


Рис. 25. Изменение рентгеноморфометрических показателей начальных и малых деформационных изменений тел позвонков при снижении минеральной плотности кости

Вместе с тем, наиболее выраженные деформационные изменения имели два «пика» наибольшей распространенности - при костной массе 100-124 мг/мл, а также при наименьшей минеральной плотности кости. Первый пик обычно связывают с посттравматическими или диспластическими изменениями, а второй

- с выраженным снижением минеральной плотности кости и развитием, так называемых, остеопоротических переломов тел позвонков.

Частота начальных и минимальных деформаций (симптом парадоксальных размеров и симптом максимальных различий), которые обычно предшествуют более выраженным нарушениям размеров и формы, в отличие от возрастных особенностей, также достоверно возрастала по мере уменьшения минеральной плотности кости.

При исследовании результатов рентгеноморфометрического исследования межпозвонковых пространств в зависимости от проявлений остеопении и остеопороза определяется несколько особенностей состояния их размеров и формы (Табл. 18 (Приложение 1), Рис. 26, 27, 28, 29, 30, 31).

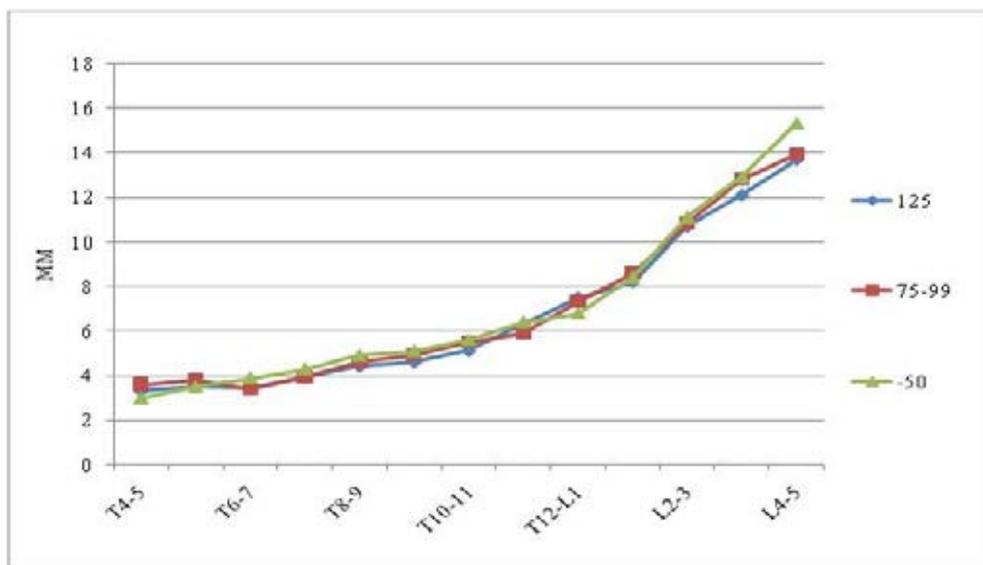


Рис. 26. Размеры передних отделов межпозвонковых пространств (А) в зависимости от величины минеральной плотности кости

Во-первых, определено достоверное расширение межпозвонковых пространств в поясничных сегментах при величине костной массы менее 75 мг/мл, более выраженное в передних и средних отделах.

Во-вторых, при этом отмечено развитие более выраженной, чем при нормальной костной массе, задней клиновидной формы.

Эти особенности, вероятнее всего, объясняются снижением прочности костной ткани тел позвонков при уменьшении минеральной плотности с развитием деформационных изменений под влиянием давления межпозвонковых дисков.

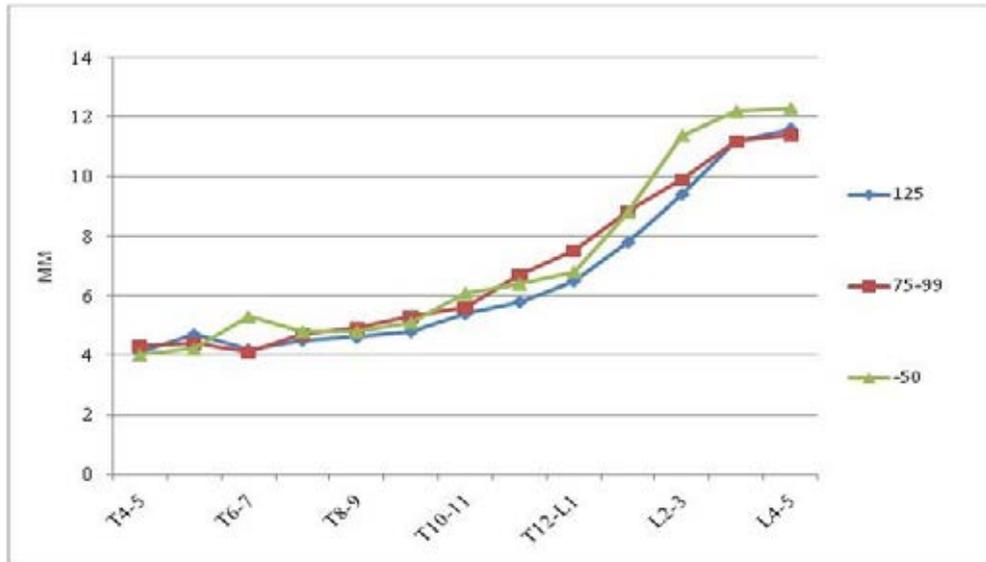


Рис. 27. Размеры средних отделов межпозвонковых пространств (М) в зависимости от величины минеральной плотности кости

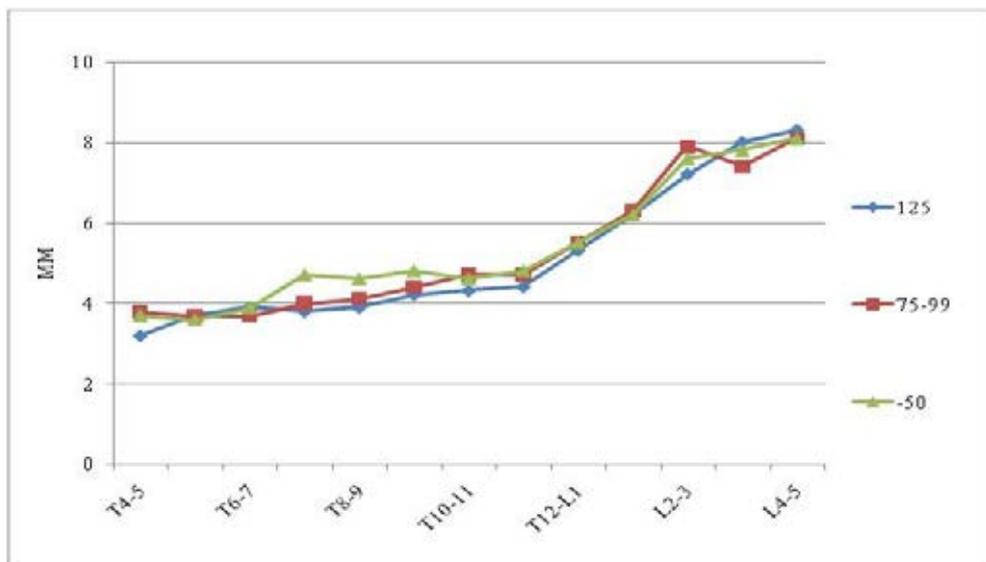


Рис. 28. Размеры задних отделов межпозвонковых пространств (Р) в зависимости от минеральной плотности кости

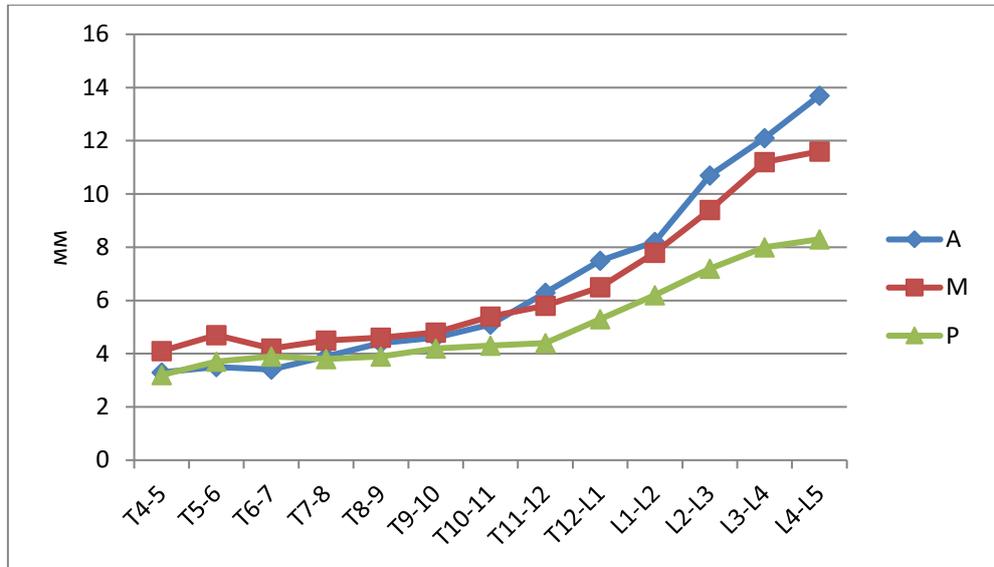


Рис. 29. Размеры межпозвоночных пространств в передних (А), средних (М) и задних (Р) отделах при минеральной плотности кости 125 мг/мл и более

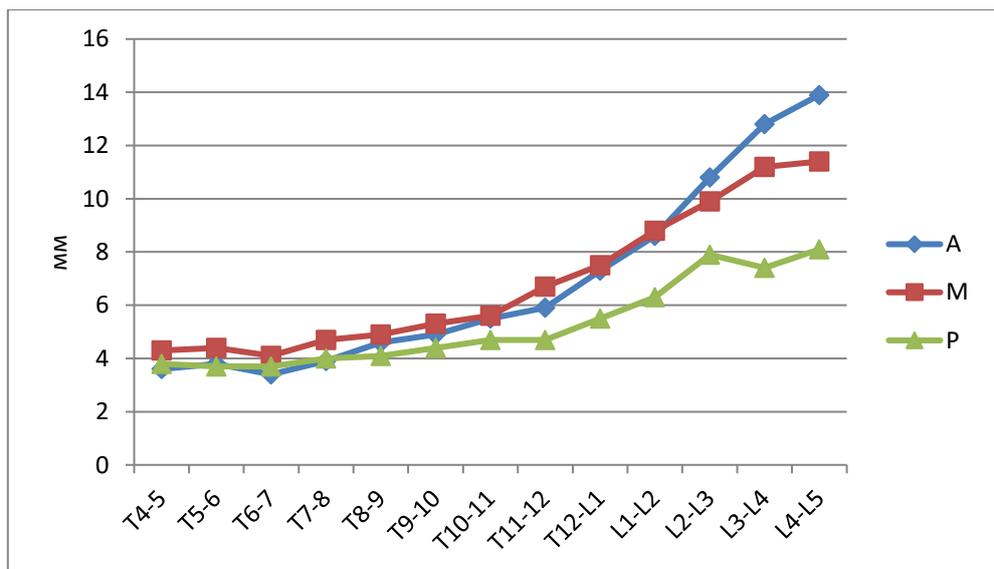


Рис. 30. Размеры межпозвоночных пространств в передних (А), средних (М) и задних (Р) отделах при минеральной плотности кости 75-99 мг/мл

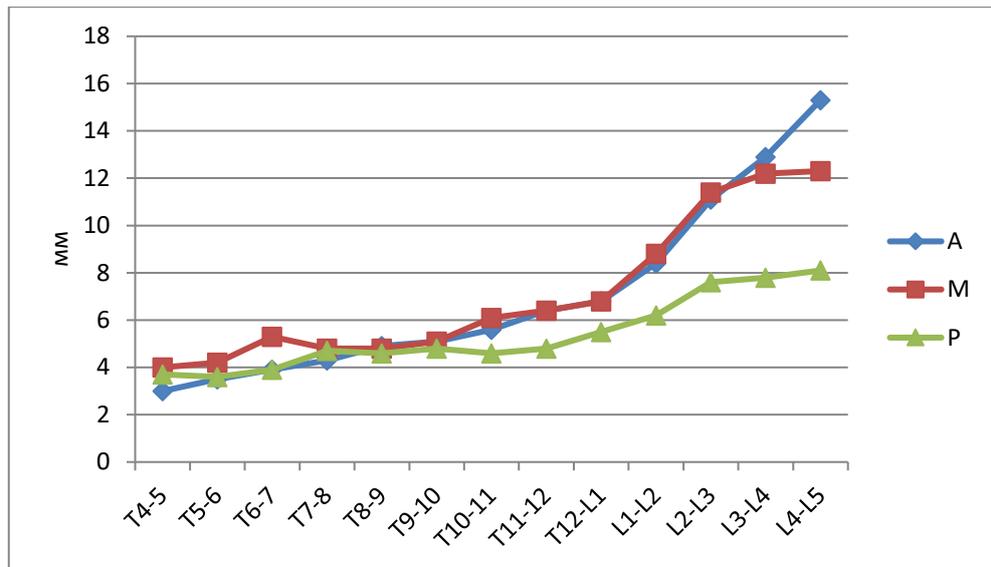


Рис. 31. Размеры межпозвоночных пространств в передних (А), средних (М) и задних (Р) отделах при минеральной плотности кости менее 50 мг/мл

4.1.3 Результаты рентгенодиагностических данных в зависимости от величины минеральной плотности кости

При анализе рентгенодиагностических данных в зависимости от величины минеральной плотности кости, представленных в таблице 19 и на рисунках 32, 33, выявлены следующие основные особенности.

Во-первых (Рис. 32), отмечено последовательное и достоверное увеличение значения рентгенодиагностической оценки проявлений остеопении и остеопороза от 3,9 балла при максимальной костной массе и до 7 баллов при минеральной плотности менее 50 мг/мл.

Во-вторых (Рис. 33), по мере уменьшения костной массы до уровня 50 мг/мл определено достоверное увеличение частоты рентгеновских симптомов распространенных дистрофических изменений передней продольной связки в сочетании со значительным снижением частоты признаков локальных изменений этого рода по типу спондилоза.

Из-за малого числа обследованных при минимальной минеральной плотности (менее 50 мг/мл) достоверно судить об этих особенностях не представляется возможным.

Данные рентгенодиагностического исследования позвоночного столба в зависимости от величины минеральной плотности кости ($M \pm m$) (баллы)

МПК мг/мл	+ 125 мг/мл	100-124 мг/мл	75-99 мг/мл	50-74 мг/мл	-50 мг/мл
n	n-23	n-23	n-40	n-27	n-14
Средний возраст	53,4±2,26	60,7±2,44	62,7±2,32	67,6±2,38	69,5±2,68
РД	3,9±0,66	4,2±0,82*	5,7±0,84*	5,8±0,88	6,9±0,98*
ОХ	3,8±0,12	3,4±0,12	3,7±0,14	2,8±0,12*	3,7±0,18
СП	1,1±0,08	0,9±0,10	1,0±0,08	0,4±0,10	0,9±0,14
БФ	0,3±0,06	0,3±0,08	0,4±0,08	0,6±0,06	0,3±0,12
СП+БФ	1,4±0,08	1,2±0,08	1,4±0,10	1,0±0,06	1,2±0,12

* $p < 0,05$. М - выборочное среднее, m - ошибка среднего, p - уровень значимости, n - число наблюдений

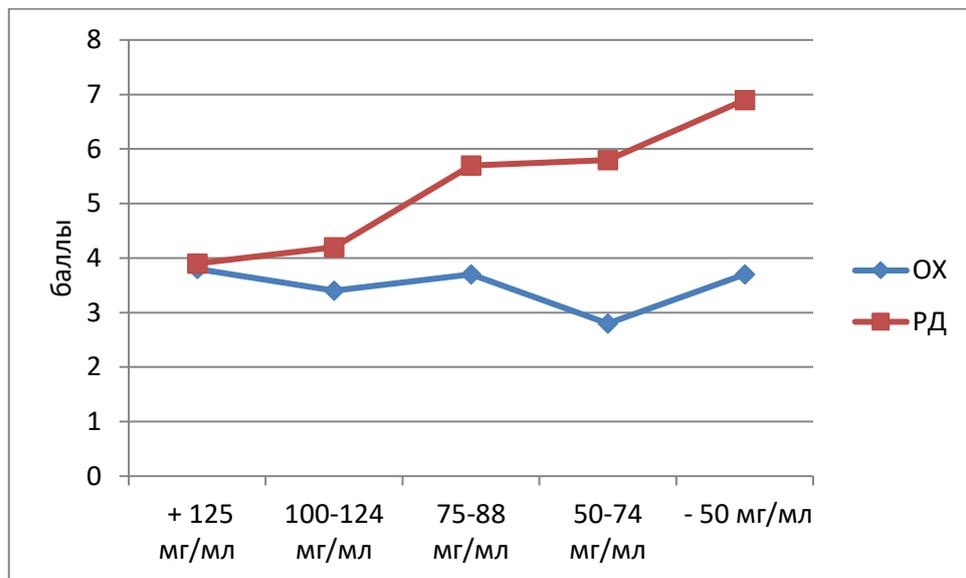


Рис. 32. Изменение распространенности рентгеновских признаков остеопении о остеопороза (РД), дистрофических изменений по типу остеохондроза (ОХ) в зависимости от минеральной плотности кости

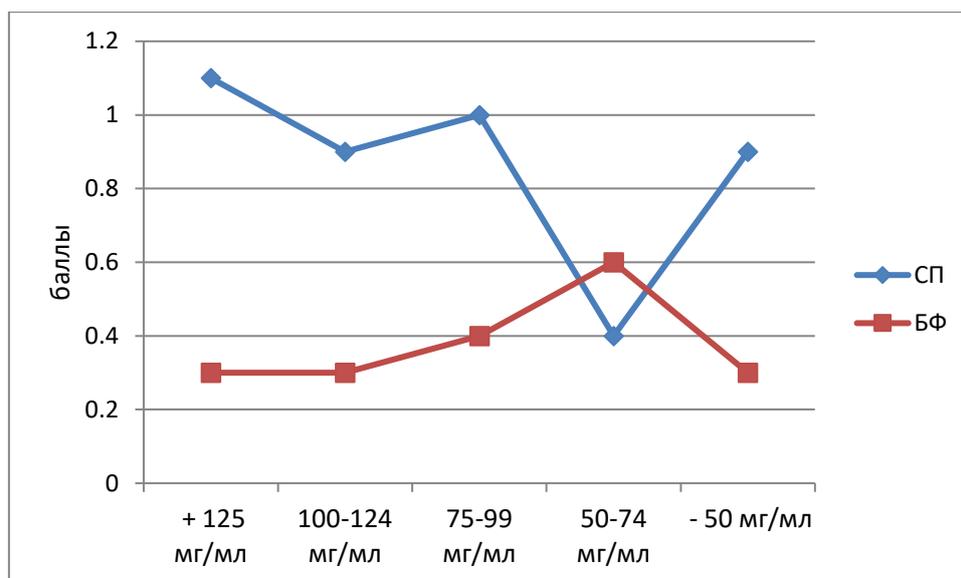


Рис. 33. Изменение распространенности рентгеновских признаков дистрофических изменений передней продольной связки по типу спондилоза (СП) и болезни Форестье (БФ) в зависимости от минеральной плотности кости

Таким образом, в целом, на этом этапе исследования отмечены важные особенности снижения костной массы при развитии остеопении и остеопороза, а также выявлена достоверная взаимосвязь степени распространенности рентгеновских признаков дистрофических изменений межпозвонковых дисков и передней продольной связки с величиной минеральной плотности кости. Приводим в качестве примера комплекс абсорбциометрических, рентгеноморфометрических и рентгенодиагностических данных о состоянии позвоночного столба пациентки К-ой 46 лет (Приложение 2).

4.2 Результаты комплексного лучевого исследования в зависимости от степени дистрофических изменений межпозвонковых дисков

На следующем этапе работы результаты комплексного исследования позвоночного столба были проанализированы в зависимости от характера дистрофических изменений межпозвонковых дисков по типу остеохондроза. Ранее уже отмечалось, что эти проявления оценивались в баллах на основании степени выраженности и распространенности их рентгенодиагностических симптомов. В целом все обследованные пациентки были разделены в зависимости от значения оценки в баллах на три группы с неравным по числу, но

репрезентативным количеством обследованных женщин в каждой из них. Средних возраст пациенток в каждой из групп отличался незначительно.

4.2.1 Результаты абсорбциометрического исследования в зависимости от степени дистрофических изменений межпозвонковых дисков

В таблице 21 приведены сведения о суммарных средних результатах абсорбциометрического исследования трех поясничных позвонков в зависимости от оценки дистрофических изменений межпозвонковых дисков во всем исследованном диапазоне позвоночного столба. На рисунке 34 показано изменение состояния минеральной плотности губчатой костной ткани при различной степени выраженности дистрофических изменений этого рода. Как следует из этих данных, отмечается достоверно и не связанное с возрастом более высокое значение минеральной плотности кости при выраженных проявлениях остеохондроза. Так, в частности, величина МПК губчатой ткани при 3-4 баллах оценки была выше, чем при 1-2 баллах, на 15%.

Таблица 21

Результаты абсорбциометрического исследования в зависимости от степени дистрофических изменений межпозвонковых дисков (M±m)

	1-2 балла	3-4 балла	5-6 баллов
n	n-30	n-59	n-36
Средний возраст	62,1 лет	61,3 лет	63,7 лет
СПГ (мг/мл)	84,8±4,24	100,9±4,06*	99,8±3,60*
СОПГ(мг/мл)	39,2±1,38	43,3±1,36	51,9±1,40*
СПГ max(мг/мл)	124,0±2,42	144,2±2,18*	151,7±2,22*
СПГ min(мг/мл)	45,6±2,12	57,6±2,34*	47,9±2,18*
СПК (мг/мл)	263,0±3,28	263,9±3,22*	310,0±3,26*
СОПК (мг/мл)	106,0±1,18	106,2±1,14	122,5±1,16*

	1-2 балла	3-4 балла	5-6 баллов
n	n-30	n-59	n-36
Средний возраст	62,1 лет	61,3 лет	63,7 лет
СПКmax(мг/мл)	369,0±2,14	370,1±2,14	432,5±2,88*
СПКmin(мг/мл)	157,0±2,86	157,7±2,46	187,5±2,68*
СКГИ	2,84±0,12	2,70±0,16	2,97±0,14
T-индекс	-2,25±0,12	-1,92±0,12*	-1,36±0,14
Z-индекс	-0,65±0,14	±0,52±0,12	±0,56±0,14

* $p < 0,05$. М - выборочное среднее, m - ошибка среднего, p - уровень значимости, n - число наблюдений

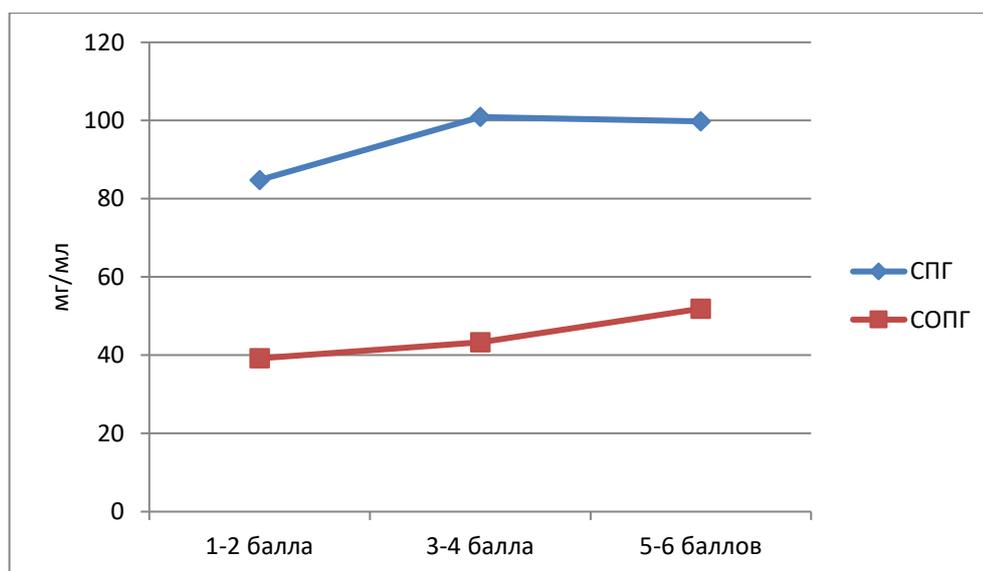


Рис. 34. Изменение суммарной плотности губчатой ткани (СПГ) и среднего отклонения плотности губчатой ткани (СОПГ) в зависимости от степени выраженности дистрофических изменений межпозвонковых дисков

Диапазон плотности губчатой кости в зоне измерения (СОПГ) при наиболее выраженных дистрофических изменениях также было наибольшим (Рис. 34). При 5-6 баллах величина этого показателя была на 16% выше, чем при меньших значениях. При этом следует заметить, что наиболее ярко такое увеличение отмечалось при умеренно выраженных дистрофических изменениях.

На рисунке 35 в графическом отображении представлены аналогичные данные, связанные с кортикальной костью. При росте оценки до 5-6 баллов отмечено существенное достоверное увеличение минеральной плотности кортикальной кости (СПК) на 16% по сравнению с группами с менее выраженными дистрофическими изменениями. Аналогичное по характеру увеличение на 15% было отмечено и для СОПК.

Величина суммарного кортикально-губчатого индекса, отображающего соотношение губчатого и кортикального элементов кости, была достоверно ниже, чем в норме и практически не зависела от значения оценки дистрофических изменений.

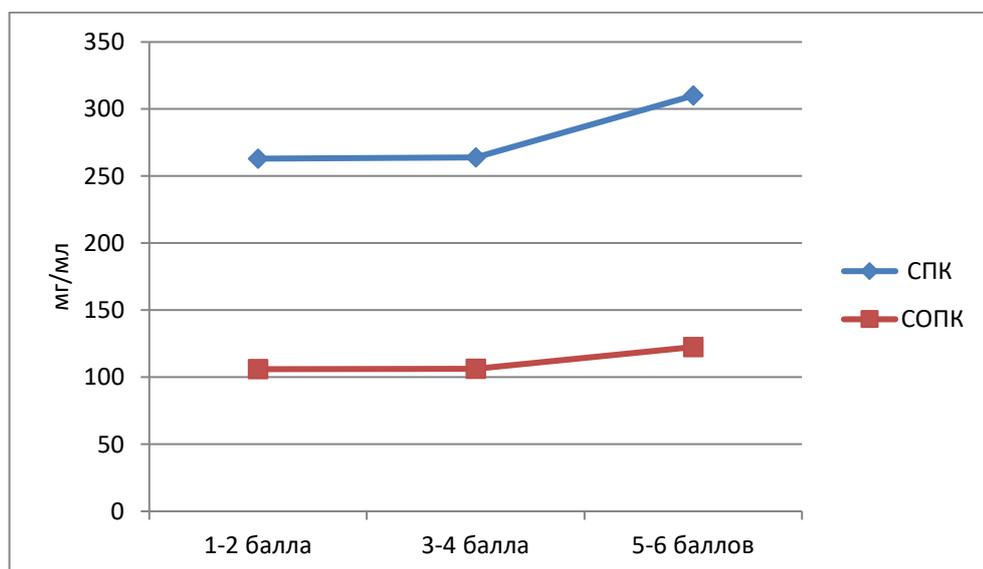


Рис. 35. Изменение суммарной плотности кортикальной ткани (СПК) и среднего отклонения плотности кортикальной ткани (СОПК) в зависимости от степени выраженности дистрофических изменений межпозвонковых дисков

На рисунке 36 показаны изменения значений T и Z критериев, характеризующих состояние минеральной плотности по отношению к ее нормальному максимальному значению и к возрастной норме. Как следует из этих материалов, у пациенток с наименее выраженными рентгеновскими проявлениями дистрофических изменений межпозвонковых дисков минеральная

плотность кости соответствовала остеопени, а при более существенных проявлениях значения индексов была значительно выше, чем в норме.

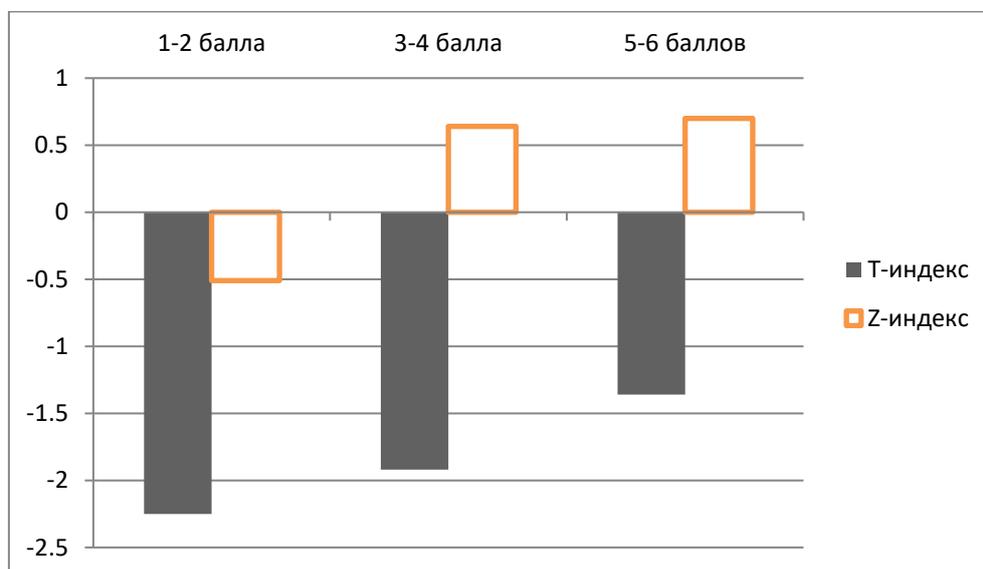


Рис. 36. Изменение T-критерия и Z-критерия в зависимости от степени выраженности остеохондроза

В таблице 22 приведены основные данные абсорбциометрического исследования каждого из трех поясничных позвонков в отдельности.

Обращает на себя внимание то, что отмеченные выше особенности среднего состояния минеральной кости губчатой ткани при выраженных дистрофических изменениях межпозвонковых дисков более ярко представлены в структуре второго поясничного позвонка, а проявления, связанные с кортикальной костью, напротив, более заметны в телах L_{3,4}.

Таким образом, достоверно установлено, что в целом для наиболее выраженных дистрофических изменений межпозвонковых дисков характерна наибольшая минеральная плотность кости в сочетании с изменением качественного ее состояния по остеосклеротическому типу.

Результаты абсорбциометрического исследования в зависимости от степени дистрофических изменений межпозвонковых дисков ($M \pm m$)

	1-2 балла	3-4 балла	5-6 баллов
n	n-30	n-59	n-36
Средний возраст	62,1 лет	61,3 лет	63,7 лет
ПГ L ₂ (мг/мл)	94,4±3,22	104,0±3,28	103,5±3,26*
ПГ L ₃ (мг/мл)	92,8±0,96	97,7±1,44	97,8±1,32
ПГ L ₄ (мг/мл)	93,5±1,40	99,1±1,24	93,0±1,26
ОПГ L ₂ (мг/мл)	41,4±1,22	43,4±1,28	52,0±1,32*
ОПГ L ₃ (мг/мл)	38,1±1,28	44,9±1,30	50,8±1,32*
ОПГ L ₄ (мг/мл)	37,9±1,28	43,9±1,22	50,8±1,26*
ПК L ₂ (мг/мл)	243,8±3,20	248,8±3,22	292,2±3,24*
ПК L ₃ (мг/мл)	258,1±1,14	268,0±1,14	315,3±1,12*
ПК L ₄ (мг/мл)	285,9±1,22	274,7±1,26	321,4±1,28*
ОПК L ₂ (мг/мл)	93,3±1,18	95,1±1,18	108,3±1,16*
ОПК L ₃ (мг/мл)	99,1±1,22	104,8±1,20	115,7±1,20*
ОПК L ₄ (мг/мл)	121,7±1,16	118,9±1,14	130,1±1,18*
КГИ L ₂	2,7±0,12	2,4±0,14	2,8±0,12
КГИ L ₃	2,8±0,10	3,1±0,08	3,1±0,08*
КГИ L ₄	3,1±0,10	2,9±0,08	3,0±0,08*

* $p < 0,05$. М - выборочное среднее, m - ошибка среднего, p - уровень значимости, n - число наблюдений

4.2.2 Результаты рентгеноморфометрического исследования в зависимости от степени дистрофических изменений межпозвонковых дисков

На следующем этапе работы были изучены данные рентгеноморфометрического исследования тел позвонков с учетом проявлений дистрофических изменений межпозвонковых дисков.

В таблице 23 представлены результаты рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба в зависимости от степени выраженности дистрофических изменений межпозвонковых дисков.

Таблица 23

Данные рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба в зависимости от степени выраженности дистрофических изменений межпозвонковых дисков ($M \pm m$) (баллы)

	1-2 балла	3-4 балла	5-6 баллов
n	n-30	n-59	n-36
Средний возраст	62,1 лет	61,3 лет	63,7 лет
-1,0-1,9 SD	0,5±0,16	1,1±0,16	0,8±0,18
-2,0-2,9 SD	1,0±0,18	0,4±0,14*	0,4±0,16
3±SD	0,4±0,04	0,3±0,06	0,1±0,04*
ИРП А (мм)	0,89±0,12	1,21±0,14	1,00±0,14
ИРП М (мм)	0,90±0,12	1,10±0,14	0,93±0,12
ИРП Р (мм)	0,90±0,12	0,87±0,16	1,00±0,14
СВР (тела)	7,8±1,10	6,8±1,14	7,1±1,14
СПР 1 (мм)	2,7±0,28	3,1±0,34	2,9±0,34
СПР 2 (сегменты)	3,7±0,66	4,9±0,70	5,4±0,66
СМР (мм)	5,2±0,44	5,0±0,50	5,3±0,48

* $p < 0,05$. М - выборочное среднее, m - ошибка среднего, p - уровень значимости, n - число наблюдений

При анализе этих данных обращает на себя внимание то, что распространенность умеренных деформационных изменений тел позвонков со снижением индексов тел на 2-2,9 SD, а также значительных нарушений формы (3SD и более) при оценке 1-2 балла была достоверно выше, чем при более выраженных дистрофических изменениях. Так, в частности, деформации со снижением рентгеноморфометрических индексов на 3 и более стандартных

отклонения при минимально выраженных проявлениях отмечались в четыре раза чаще, чем при оценке в 5-6 баллов. Показатели, характеризующие начальные и минимальные деформации, при изменении рентгеновской оценки этого вида дистрофических изменений существенно не изменялись.

В таблице 24 (Приложение 1) представлены результаты рентгеноморфометрического исследования межпозвонковых пространств при различной степени дистрофических изменений межпозвонковых дисков. На рисунке 38 приведены результаты измерений передних отделов межпозвонковых пространств. В верхних отделах позвоночного столба, в диапазоне T₄₋₉ изменений не отмечается. В зоне нижних отделов позвоночника (T_{10-L3}) при умеренно выраженных дистрофических изменениях определяется сужение межпозвонковых пространств.

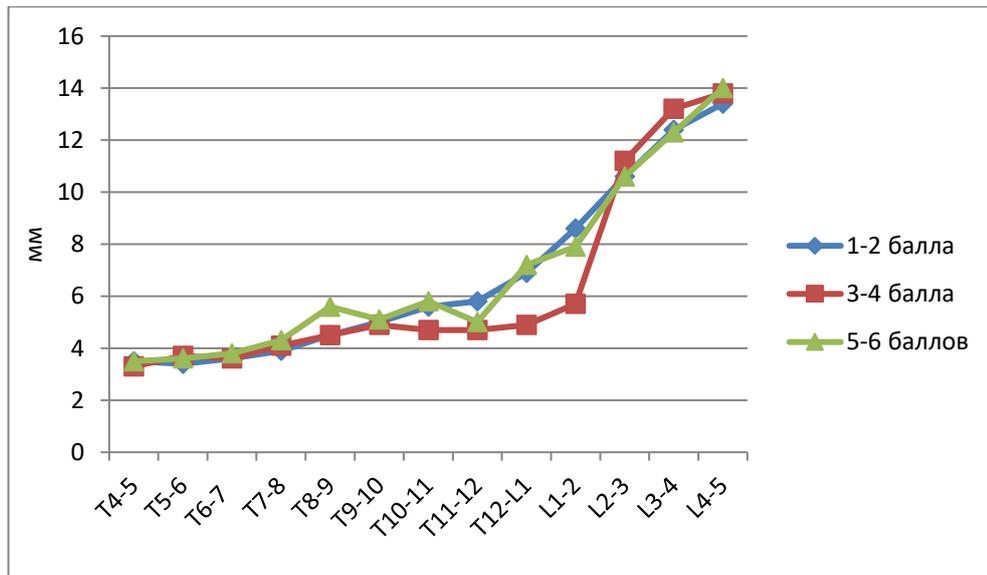


Рис. 38. Ширина передних отделов межпозвонковых пространств (А) в зависимости от степени выраженности дистрофических изменений межпозвонковых дисков

На рисунке 39 приведены аналогичные данные, касающиеся средних отделов межпозвонковых пространств. Здесь также в верхних отделах ширина межпозвонковых пространств в зависимости от степени проявлений остеохондроза не изменялась, а в нижних - отмечено их умеренное сужение,

наиболее заметное в зоне сегментов T₁₀-L₂ и представленное в равной степени как при умеренных (3-4 балла), так и при выраженных (5-6 баллов) проявлениях дистрофических изменений.

На рисунке 40 представлены сведения о ширине задних отделов межпозвонковых пространств при разной глубине дистрофических изменений межпозвонковых дисков. Как следует из этих данных, при умеренных изменениях в диапазоне сегментов T₁₀-L₃ определено увеличение ширины пространств, а при наиболее выраженных – менее выраженное сужение их в этой же зоне.

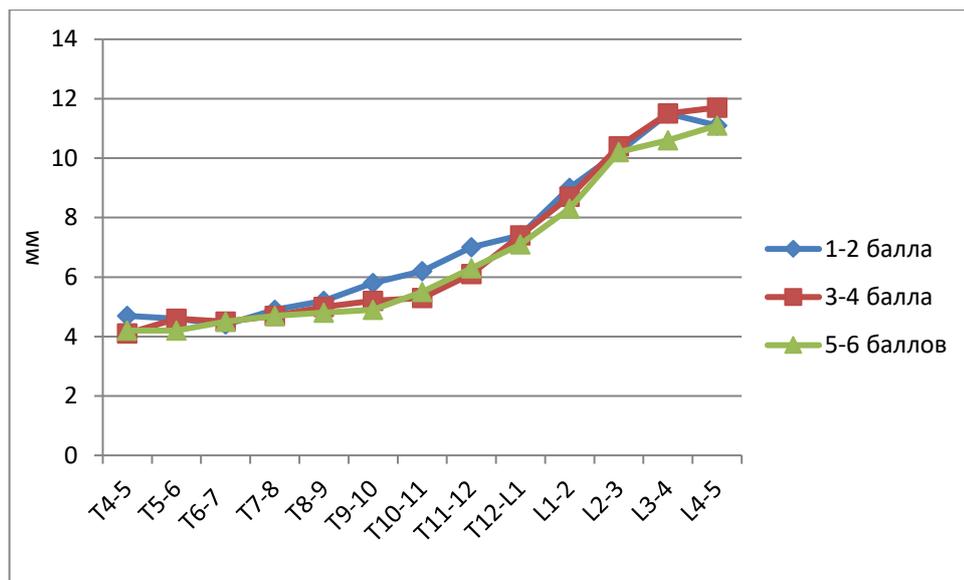


Рис. 39. Ширина средних отделов межпозвонковых пространств (М) в зависимости от степени выраженности дистрофических изменений межпозвонковых дисков

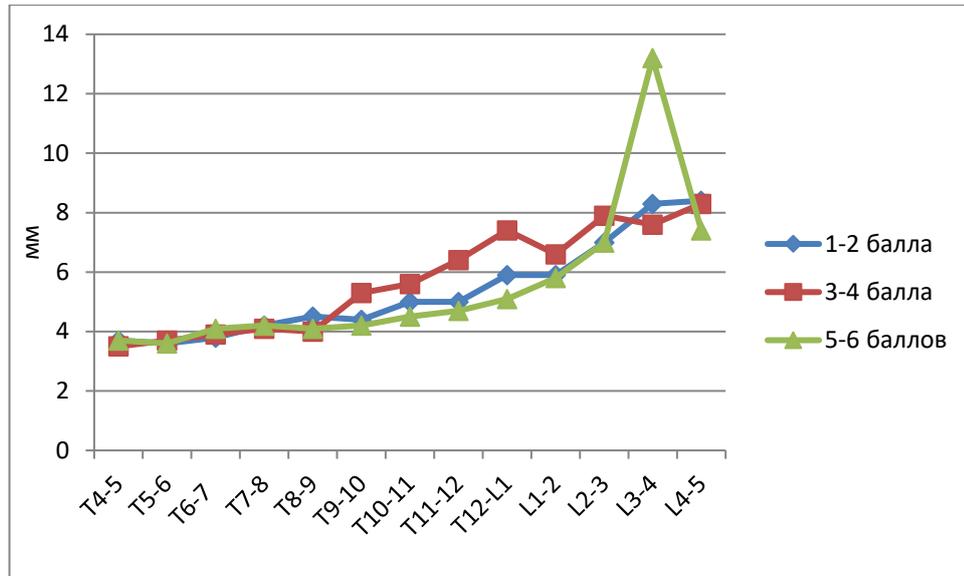


Рис. 40. Ширина задних отделов межпозвонковых пространств (P) в зависимости от степени выраженности дистрофических изменений межпозвонковых дисков

В целом при минимальных дистрофических изменениях (1-2 балла) (Рис. 41) соотношение размеров межпозвонковых пространств соответствовало норме (общим средним данным).

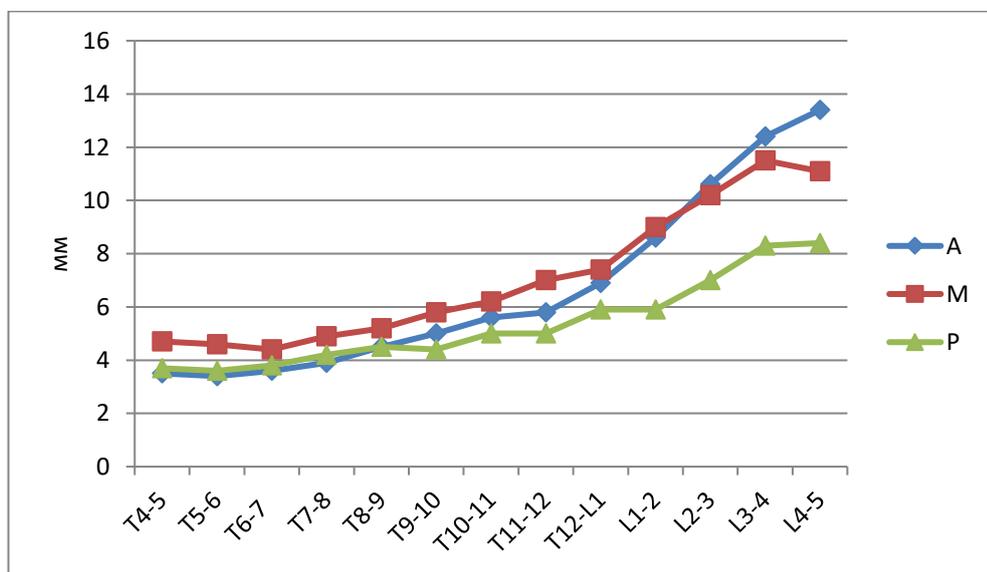


Рис. 41. Размеры межпозвонковых пространств в передних, средних и задних отделах при минимальных дистрофических изменениях межпозвонковых дисков (1-2 балла)

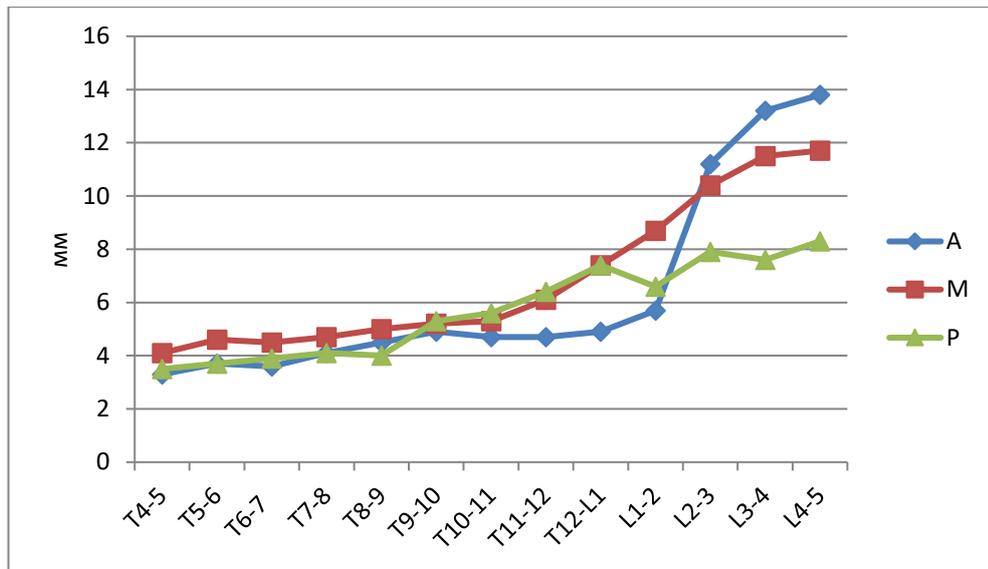


Рис. 42. Размеры межпозвонковых пространств в передних (А), средних (М) и задних (Р) отделах при умеренных дистрофических изменениях межпозвонковых дисков (3-4 балла)

При умеренно выраженных дистрофических изменениях (Рис. 42) в диапазоне Т₁₀-L₃ отмечено уменьшение передних размеров межпозвонковых пространств с формированием передней клиновидной формы.

При наиболее выраженных проявлениях остеохондроза (Рис. 43) в тех участках столба, в которых в норме, как отмечалось ранее, определяется двояковыпуклая форма межпозвонковых пространств, отмечается передняя или задняя клиновидность.

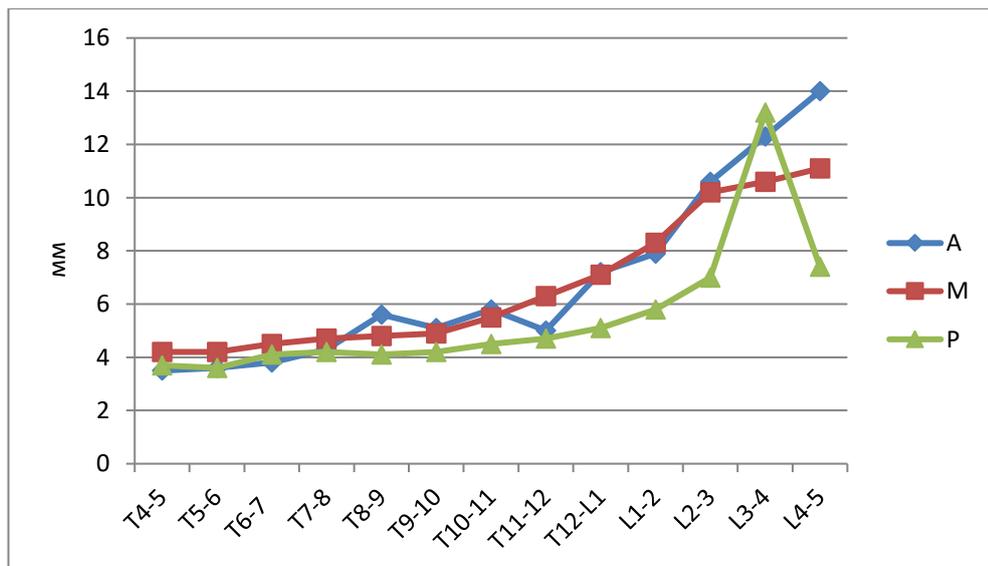


Рис. 43. Размеры межпозвонковых пространств в передних (А), средних (М) и задних (Р) отделах при выраженных дистрофических изменениях межпозвонковых дисков (5-6 баллов)

Таким образом, при оценке характера рентгеноморфометрического состояния позвоночного столба в зависимости от степени выраженности дистрофических изменений межпозвонковых дисков в целом можно отметить следующие особенности.

Распространенность наиболее выраженных деформаций тел позвонков тем выше, чем ниже степень выраженности дистрофических изменений.

Частота начальных и минимальных деформационных изменений тел позвонков не зависит от степени выраженности проявлений остеохондроза.

При наиболее выраженных дистрофических изменениях этого рода отмечается уменьшение ширины межпозвонковых пространств в нижней половине позвоночного столба с нарушением их формы за счет задней клиновидной деформации.

4.2.3 Результаты рентгенодиагностического исследования в зависимости от степени дистрофических изменений межпозвонковых дисков

В таблице 25 приведены результаты рентгенодиагностического исследования позвоночного столба в зависимости от степени выраженности симптомов дистрофических изменений межпозвонковых дисков.

Как следует из этих сведений, определяется достоверная взаимосвязь всех анализируемых показателей и степени выраженности дистрофических изменений межпозвонковых дисков. Так, в частности, для выраженного остеохондроза было характерно наименьшее значение оценки остеопении и остеопороза (Рис. 44), которое, кроме того, было достоверно ниже, чем средние аналогичные данные. Помимо этого, при более выраженных дистрофических изменениях отмечается достоверное увеличение значения оценки дистрофических изменений передней продольной связки по типу спондилоза и болезни Форестье.

Данные рентгенодиагностического исследования позвоночного столба в зависимости от степени выраженности дистрофических изменений межпозвонковых дисков ($M \pm m$) (баллы)

	1-2 балла	3-4 балла	5-6 баллов
n	n-30	n-59	n-36
Средний возраст	62,1 лет	61,3 лет	63,7 лет
РД	5,0±0,10	5,3±0,09	4,7±0,12*
ОХ	1,6±0,12	3,4±0,16	5,2±0,16*
СП	0,4±0,08	0,7±0,08	1,8±0,10*
БФ	0,2±0,08	0,5±0,06	0,6±0,08*
СП+БФ	0,6±0,08	1,2±0,08	2,4±0,06*

* $p < 0,05$. М - выборочное среднее, m - ошибка среднего, р - уровень значимости, n - число наблюдений

Так, в частности, при минимальных изменениях оценка спондилоза была 0,4 балла, а при наиболее выраженных проявлениях - 1,8 балла. Аналогичные, хотя и значительно менее выраженные данные, отмечены и в отношении проявлений болезни Форестье.

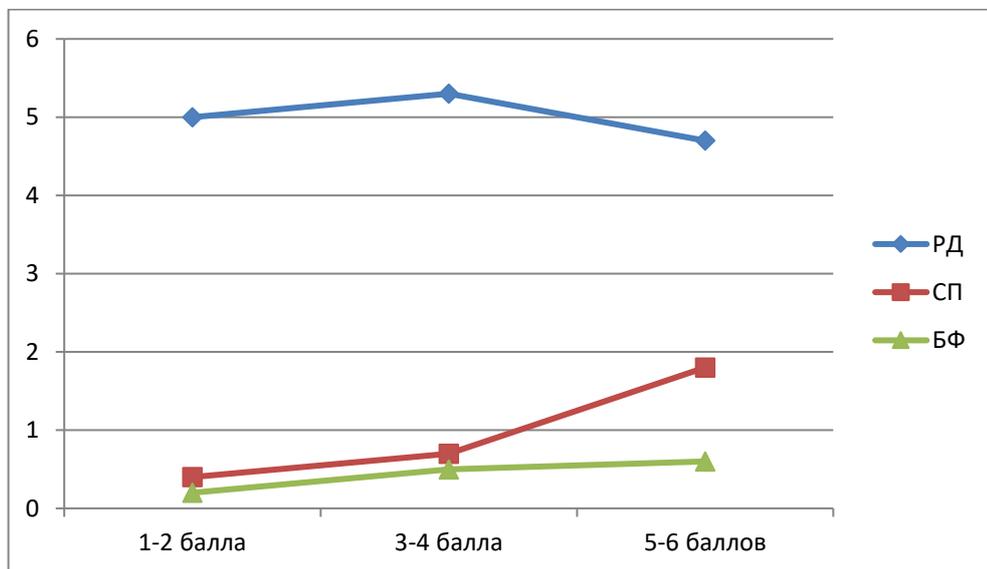


Рис. 44. Значение оценок рентгеновских проявлений остеопении и остеопороза (РД), ограниченных (СП) и распространенных (БФ) дистрофических изменений передней продольной связки в зависимости от степени выраженности дистрофических изменений межпозвонковых дисков

Таким образом, в целом при анализе состояния позвоночного столба при различной степени дистрофических изменений межпозвонковых дисков были выявлены следующие основные особенности:

1. Для наиболее выраженных рентгеновских проявлений дистрофических изменений межпозвонковых дисков характерна большая величина минеральной плотности кости тел поясничных позвонков в сочетании с изменением качества кости по остеосклеротическому типу.

2. Для более выраженных изменений этого рода свойственны сужение и закономерные деформационные изменения межпозвонковых пространств.

3. При дистрофических изменениях межпозвонковых дисков отмечаются более существенные проявления рентгеновских изменений передней продольной связки по типу спондилоза и болезни Форестье и менее выраженные рентгеновские признаки остеопении и остеопороза.

Приводим в качестве примера комплекс абсорбциометрических, рентгеноморфометрических и рентгенодиагностических данных о состоянии позвоночного столба пациентки Ж-ой 71 года (Приложение 2).

4.3 Результаты комплексного лучевого исследования в зависимости от степени дистрофических изменений передней продольной связки

На следующем этапе работы были проанализированы данные комплексного абсорбциометрического, рентгеноморфометрического и рентгеновского исследования позвоночного столба в зависимости от выраженности дистрофических изменений передней продольной связки.

4.3.1 Результаты абсорбциометрического исследования в зависимости от степени дистрофических изменений передней продольной связки

В таблице 26 представлены средние абсорбциометрические данные в зависимости от степени выраженности дистрофических изменений передней продольной связки. На рисунке 45 показано значение средней плотности губчатой

ткани (СПГ) и диапазон ее плотности в зоне измерения (СОПГ) при различных проявлениях этого вида дистрофических изменений позвоночного столба. Как следует из этих сведений, костная масса губчатого вещества при умеренных и выраженных изменениях была достоверно ниже, чем при менее выраженных проявлениях дистрофии передней продольной связки. Кроме того, при наиболее значительных проявлениях дистрофии этого рода минеральная плотность была достоверно ниже, чем аналогичные средние данные в целом.

Таблица 26

Результаты абсорбциометрического исследования в зависимости от степени дистрофических изменений передней продольной связки ($M \pm m$)

	1-2 балла	3-4 балла	5-6 баллов
n	n-13	n-24	n-10
Средний возраст	58,9 лет	65,0 лет	66,6 лет
СПГ (мг/мл)	107,5±4,20	92,3±3,92	91,6±4,88*
СОПГ(мг/мл)	55,3±1,66	63,2±1,34*	47,9±2,32*
СПГmax(мг/мл)	162,8±3,12	155,5±2,18*	139,5±3,22*
СПГmin(мг/мл)	52,2±3,22	29,1±2,36*	43,7±3,48*
СПК (мг/мл)	305,7±3,68	227,8±3,28*	278,7±4,56*
СОПК (мг/мл)	112,6±1,86	108,7±1,14*	117,3±3,78*
СПКmax(мг/мл)	418,3±2,18	336,5±2,80	396,6±3,12
СПКmin(мг/мл)	193,1±2,22	119,1±2,82	161,4±2,98
СКГИ	3,07±0,32	3,39±0,18	3,24±0,54
T-индекс	-1,67±0,12	-2,60±0,14	-2,59±0,12
Z-индекс	-0,69±0,12	-0,25±0,08	-0,19±0,10

* $p < 0,05$. M - выборочное среднее, m - ошибка среднего, p - уровень значимости, n - число наблюдений

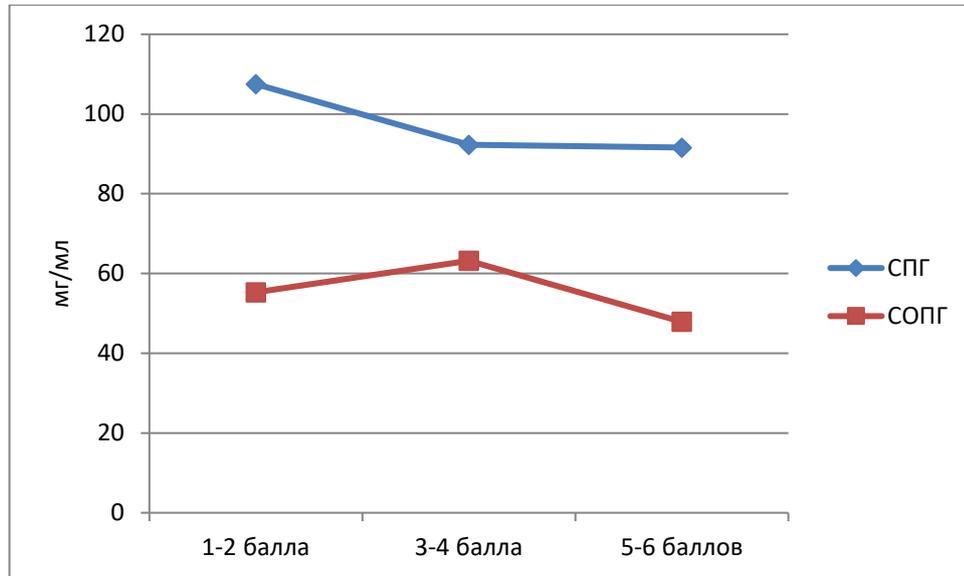


Рис. 45. Изменение суммарной плотности губчатой ткани (СПГ) и среднего отклонения плотности губчатой ткани (СОПГ) в зависимости от степени выраженности дистрофических изменений передней продольной связки

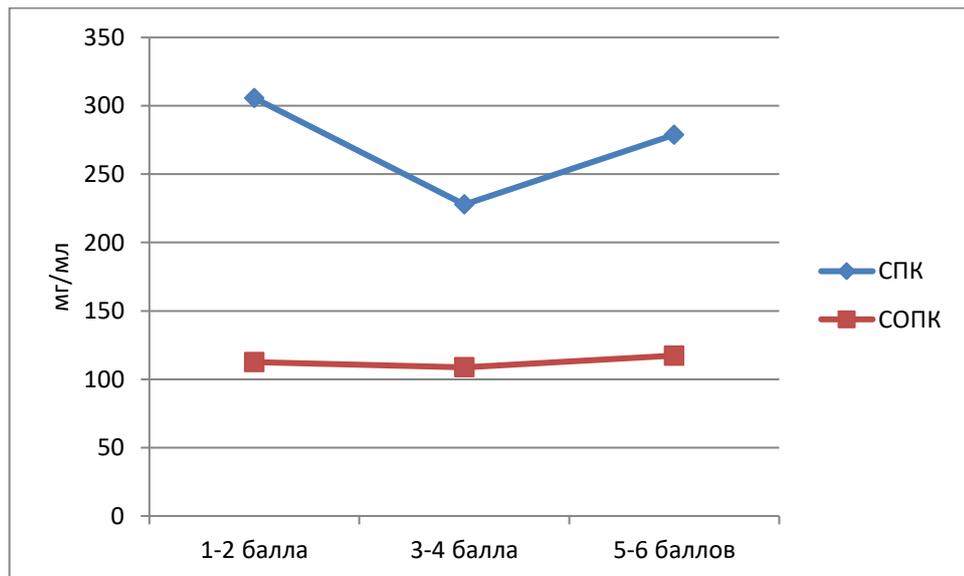


Рис. 46. Изменение суммарной плотности кортикальной ткани (СПК) и среднего отклонения плотности кортикальной ткани (СОПК) в зависимости от степени выраженности дистрофических изменений передней продольной связки

На рисунке 46 представлены результаты анализа плотности кортикальной кости (СПК) и отклонения кортикальной плотности (СОПК) при разных проявлениях дистрофических изменений передней продольной связки. Отмечено выраженное снижение значения СПК при умеренных изменениях со

значительным повышением их величины при максимальных проявлениях рентгеновских симптомов изменений по типу спондилоза и болезни Форестье. В целом при оценке 5-6 баллов показатели кортикальной плотности соответствовали средним данным.

На рисунке 47 приведены данные о значении T и Z-критериев, характеризующих соответствие минеральной плотности кости возрасту при разной степени выраженности дистрофических изменений передней продольной связки. Выявлено увеличение значений индексов при умеренных и выраженных проявлениях этого рода. В целом отмечается, что при этих состояниях величина показателей составляет менее $-2,5$ SD, что соответствует остеопорозу.

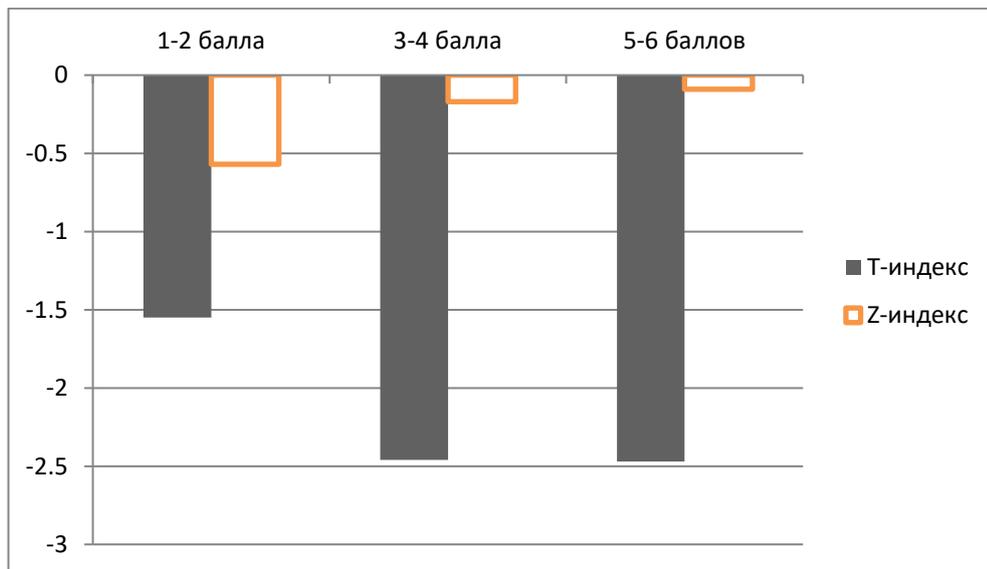


Рис. 47. Изменение T и Z-индексов в зависимости от степени выраженности дистрофических изменений передней продольной связки

Значение соотношения кортикальной и губчатой плотности в виде их индекса (СКГИ) соответствовало нормальным (средним) показателям, а различие плотности (СКГР) было достоверно выше, чем в среднем. В таблице 27 представлены аналогичные абсорбциометрические данные для каждого из трех тел позвонков в отдельности. Особенности, отмеченные выше, определяются и в этом случае. При этом отмечается, что снижение костной массы как губчатой, так и кортикальной кости при умеренных и выраженных дистрофических изменениях

передней продольной связки более заметно во втором и третьем поясничных позвонках. Таким образом, даже с учетом небольшого числа пациенток в группе с оценкой 5-6 баллов, достоверно установлено, что при наиболее выраженных дистрофических изменениях передней продольной связки отмечается наименьшая минеральная плотность кости в сочетании с изменением качества кости по остеопеническому типу.

Таблица 27

Результаты абсорбциометрического исследования в зависимости от степени дистрофических изменений передней продольной связки ($M \pm m$)

	1-2 балла	3-4 балла	5-6 баллов
n	n-13	n-24	n-10
Средний возраст	58,9 лет	65,0 лет	66,6 лет
ПГ L2 (мг/мл)	113,7 \pm 3,22	96,0 \pm 3,22	100,2 \pm 4,88
ПГ L3(мг/мл)	113,8 \pm 1,86	90,3 \pm 1,44	85,1 \pm 4,12
ПГ L4 (мг/мл)	109,9 \pm 1,62	93,2 \pm 1,36	83,5 \pm 4,22
ОПГ L2 (мг/мм)	61,4 \pm 1,44	56,2 \pm 1,30	49,4 \pm 3,12
ОПГ L3 (мг/мл)	57,4 \pm 1,48	54,0 \pm 1,36	48,7 \pm 2,46
ОПГ L4(мг/мл)	52,8 \pm 1,44	53,6 \pm 1,32	45,7 \pm 3,14
ПК L2 (мг/мл)	289,0 \pm 3,40	221,3 \pm 3,38	281,2 \pm 5,66
ПК L3 (мг/мл)	311,0 \pm 2,18	215,6 \pm 1,32	271,4 \pm 3,12
ПК L 4(мг/мл)	321,5 \pm 2,18	227,4 \pm 1,32	283,3 \pm 3,12
ОПК L2 (мг/мл)	103,8 \pm 2,32	102,7 \pm 1,20	112,9 \pm 3,14
ОПК L3 (мг/мл)	107,4 \pm 2,10	110,6 \pm 1,24	109,2 \pm 3,14
ОПК L4 (мг/мл)	122,9 \pm 2,12	113,2 \pm 1,24	126,2 \pm 3,12
КГИ L2	2,81 \pm 0,18	3,14 \pm 0,18	3,02 \pm 0,16
КГИ L3	3,08 \pm 0,10	3,51 \pm 0,10	3,27 \pm 0,16
КГИ L4	3,37 \pm 0,10	3,04 \pm 0,10	3,64 \pm 0,16

M - выборочное среднее, m - ошибка среднего, n- число наблюдений

4.3.2 Результаты рентгеноморфометрического исследования позвоночного столба в зависимости от степени дистрофических изменений передней продольной связки

В таблице 28 представлены результаты рентгеноморфометрического исследования тел позвонков в зависимости от степени дистрофических изменений передней продольной связки.

Таблица 28

Данные рентгенодиагностического исследования позвоночного столба в зависимости от степени дистрофических изменений передней продольной связки (M±m)

	1-2 балла	3-4 балла	5-6 баллов
n	n-13	n-24	n-10
Средний возраст	58,9 лет	65,0 лет	66,6 лет
-1,0-1,9 SD	1,0±0,18	0,8±0,12	0,9±0,22
-2,0-2,9 SD	0,2±0,08	0,3±0,08	0,4±0,1
-3+SD	-	0,1±0,06	0,3±0,12
ИРРП А (мм)	1,40±0,16	1,03±0,14	1,07±0,18
ИРРП М (мм)	0,95±0,20	1,02±0,12	0,97±0,26
ИРРП Р (мм)	1,0±0,18	0,88±0,12	0,85±0,22
СВР (баллы)	7,8±1,22	7,2±1,12	8,4±1,14
СПР 1(баллы)	2,3±0,26	2,9±0,28	3,2±0,64
СПР 2(баллы)	5,5±0,60	5,3±0,56	5,1±0,60
СМР (баллы)	5,4±0,88	5,5±0,34	5,1±0,80

M - выборочное среднее, m - ошибка среднего, n- число наблюдений

Как следует из этих данных, при более выраженных изменениях отмечается некоторое увеличение распространенности умеренных и выраженных деформационных изменений тел позвонков, частота которых при этом, впрочем, практически не превышает общие средние данные. Это касается также начальных и минимальных деформационных изменений.

В таблице 29 (Приложение 1) показаны результаты рентгеноморфометрического исследования межпозвоночных пространств в

зависимости от степени дистрофических изменений передней продольной связки. На рисунках 49, 50 и 51 показана величина передних (А), средних (М) и задних (Р) отделов межпозвонковых пространств в зависимости от степени дистрофических изменений. В целом при этом каких-либо отличительных особенностей состояния размеров пространств по сравнению со средними данными выявить не удалось.

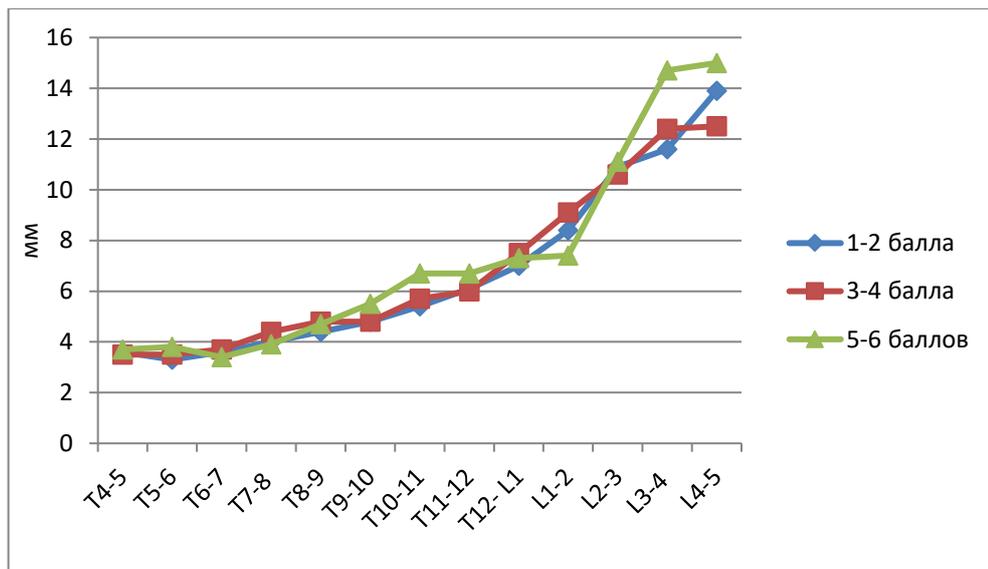


Рис. 49. Ширина передних отделов межпозвонковых пространств (А) в зависимости от степени выраженности дистрофических изменений передней продольной связка

На рисунках 49, 50 и 51 представлены результаты, характеризующие форму межпозвонковых пространств. При сопоставлении их с аналогичными средними данными в норме, отмечается, что, как при минимальных изменениях (1-2 балла), так и при умеренных и выраженных проявлениях дистрофических изменений передней продольной связки, форма межпозвонковых пространств остается близкой к нормальным, то есть соответствует средним показателям.

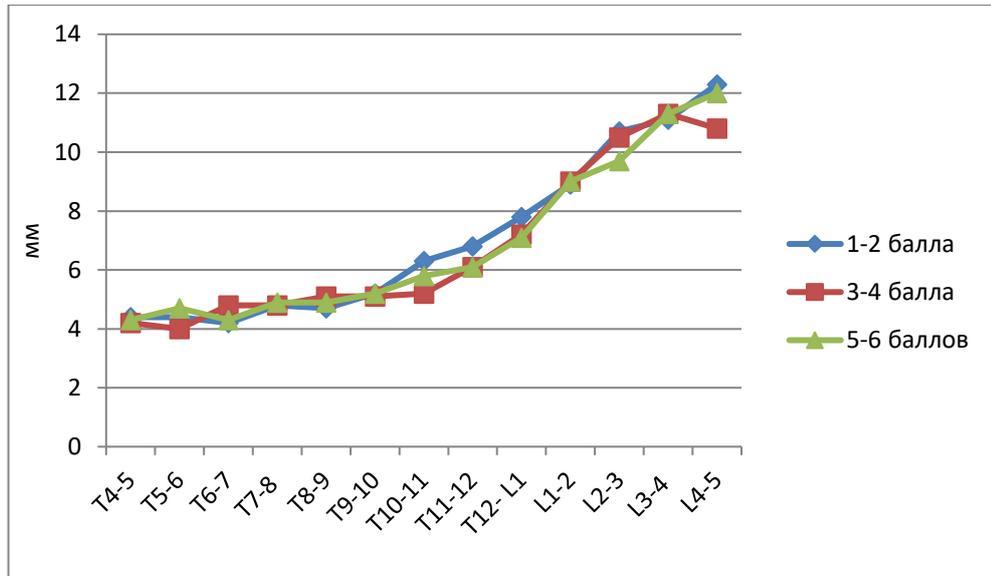


Рис. 50. Ширина средних отделов межпозвонковых пространств (М) в зависимости от степени выраженности дистрофических изменений передней продольной связки

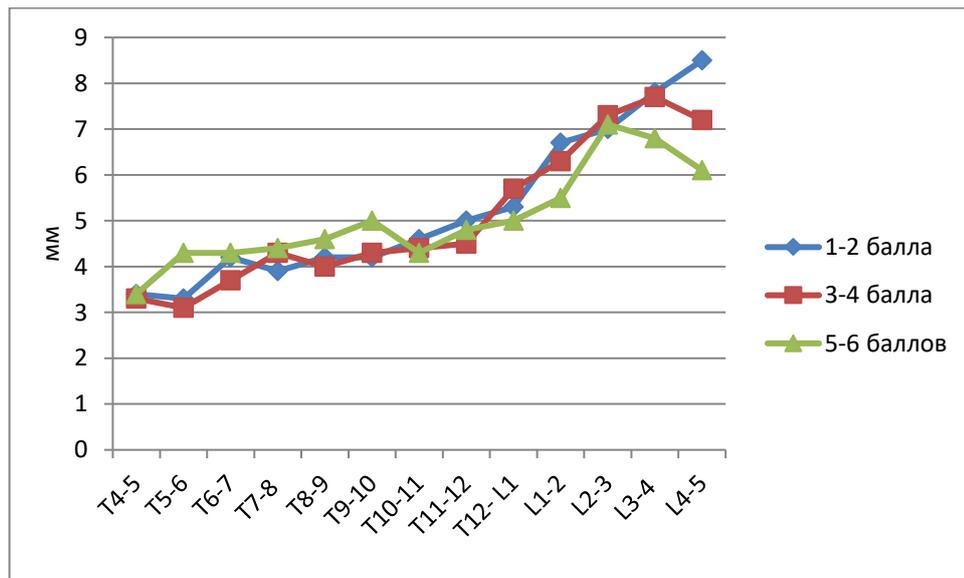


Рис. 51. Ширина задних отделов межпозвонковых пространств (Р) в зависимости от степени выраженности дистрофических изменений передней продольной связки

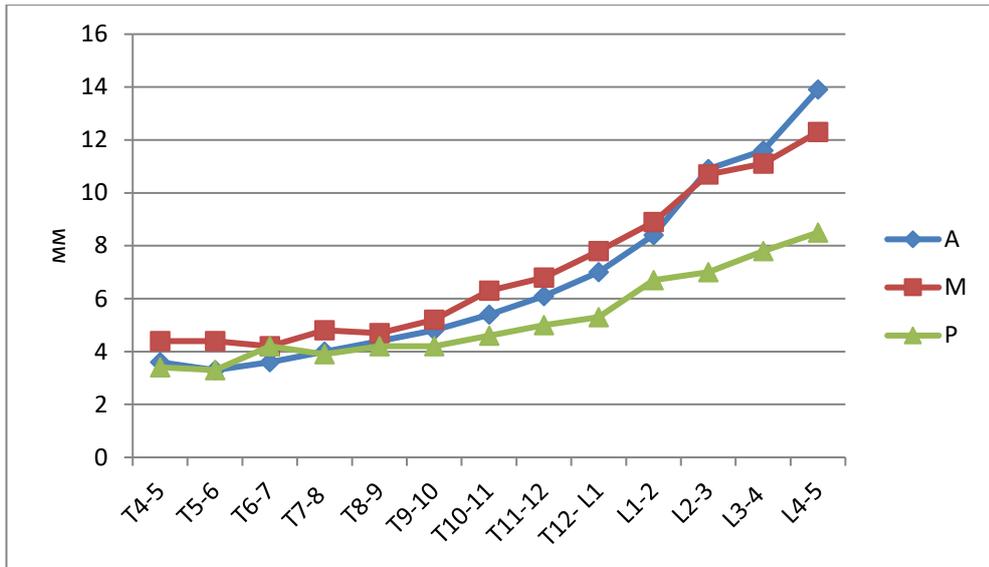


Рис. 52. Размеры межпозвонковых пространств в передних, средних и задних отделах при минимальных дистрофических изменениях передней продольной связки (1-2 балла)

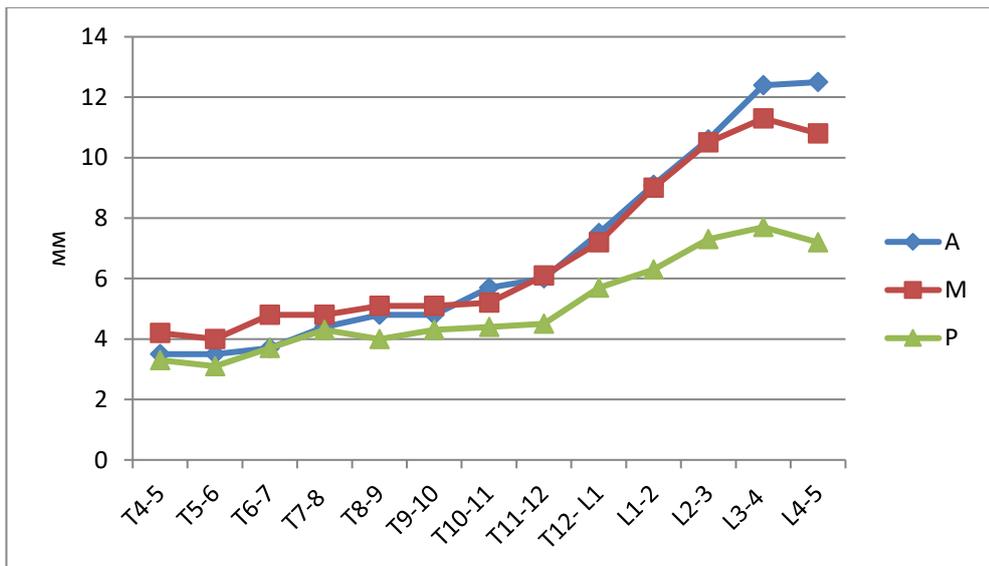


Рис. 53. Размеры межпозвонковых пространств в передних, средних и задних отделах при минимальных дистрофических изменениях передней продольной связки (3-4 балла)

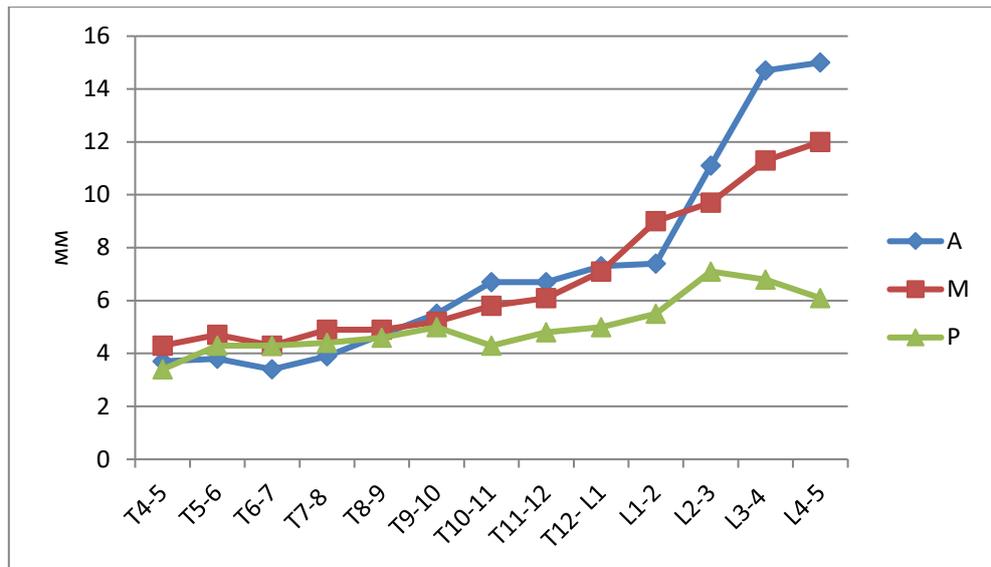


Рис. 54. Размеры межпозвонковых пространств в передних, средних и задних отделах при минимальных дистрофических изменениях передней продольной связки (5-6 баллов)

4.3.3 Результаты рентгенодиагностического исследования позвоночного столба в зависимости от степени дистрофических изменений передней продольной связки

В таблице 30 представлены результаты рентгенодиагностического исследования позвоночного столба в зависимости от степени выраженности дистрофических изменений передней продольной связки. Из этих данных, в частности, следует, что существенных особенностей рентгеновских проявлений остеопении и остеопороза отмечено не было. Оценка этих проявлений в баллах независимо от возраста соответствовала среднему возрасту, то есть остеопении.

Суммарная оценка дистрофических изменений межпозвонковых дисков также мало зависела от степени выраженности изменений передней продольной связки и соответствовала общим средним данным. В то же время было отмечено существенное и достоверное уменьшение частоты проявлений хондроза у пациенток с наиболее выраженными дистрофическими изменениями передней продольной связки.

Данные рентгенодиагностического исследования позвоночного столба в зависимости от степени выраженности дистрофических изменений передней продольной связки ($M \pm m$) (баллы)

	1-2 балла	3-4 балла	5-6 баллов
n	n-13	n-24	n-10
Средний возраст	58,9 лет	65,0 лет	66,6 лет
РД	5,5±0,81	4,5±0,76	5,6±1,12
ОХ	4,3±0,14	4,1±0,10	4,3±0,22
СП	1,8±0,12	3,3±0,10	1,2±0,18
БФ	-	0,2±0,10	4,6±0,12
СП+БФ	1,8±0,12	3,5±0,08	5,8±0,18

M - выборочное среднее, m - ошибка среднего, n - число наблюдений

Обращает на себя внимание также и то, что при наиболее выраженных изменениях этого рода в их общей оценке существенно снижается значение ограниченных изменений по типу спондилоза и возрастает роль распространенных проявлений в виде признаков болезни Форестье.

Таким образом, в целом при анализе состояния позвоночного столба, связанного со степенью дистрофических изменений передней продольной связки были выявлены следующие основные особенности:

1. Зависимость величины минеральной плотности кости от степени выраженности дистрофических изменений передней продольной связки. При более значительных проявлениях этого рода отмечена меньшая костная масса.

2. При наиболее выраженных рентгеновских проявлениях дистрофических изменений передней продольной связки отмечается увеличение частоты минимальных и начальных деформационных изменений тел позвонков. Изменений размеров и формы межпозвонковых пространств при этом не выявлено.

3. Дистрофические изменения передней продольной связки не сопровождаются заметными рентгенодиагностическими изменениями анализируемого ряда.

Приводим в качестве примера комплекс абсорбциометрических, рентгеноморфометрических и рентгенодиагностических данных о состоянии позвоночного столба пациентки Б-ой 46 лет (Приложение 2).

ГЛАВА 5

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рентгеновское исследование позвоночного столба является, как известно, одной из наиболее актуальных областей рентгенодиагностики. Каждый рентгенолог в ходе своей практической работы ежедневно сталкивается с необходимостью полной и объективной оценки патологических изменений позвоночника. При этом он должен разрешить проблему получения корректных результатов, правильно отображающих многочисленные особенности состояния позвоночного столба, связанные с полом, возрастом, частотой и распространенностью тех или иных изменений, которые принято называть дистрофическими и, которые, в той или иной степени практически всегда представлены на спондилограммах у пациентов в возрасте старше 50 лет.

Комплекс таких проявлений обычно представляет собой тесное переплетение естественных, возрастных изменений дистрофического характера, а также начальных или более выраженных патологических проявлений также дистрофической природы, которые нередко в момент исследования не сопровождаются реальными клиническими признаками или проявляются в виде малоспецифичных симптомов.

Дистрофические изменения, возникающие на широкой арене позвоночного столба, в целом определяются тремя основными направлениями. Во-первых, это следствие процессов, протекающих в костной ткани тел позвонков, то есть результат естественного или патологического снижения минеральной плотности кости (остеопения и остеопороз). Во-вторых, это дистрофические изменения, возникающие в межпозвонковых структурах, связанные как с возрастными, так и патологическими преобразованиями элементов диска и смежных с ним участков тел позвонков (хондроз, остеохондроз, артроз дугоотростчатых суставов). В-третьих, это следствие первичных или вторичных дистрофических процессов передней продольной связки, проявляющихся в виде различных по выраженности явлений спондилоза и (или) болезни Форестье. Именно эти возрастные,

естественные, неизбежные или патологические преобразования позвоночного столба, находящиеся в состоянии сложного взаимодействия, и определяют основной комплекс изменений дистрофического характера, выявляемых на спондилограммах.

Особая роль в развитии этих изменений сегодня отводится состоянию качества кости, которое, по сути, определяет особенности и многообразие комплексных проявлений дистрофических изменений костной структуры, межпозвонковых дисков и передней продольной связки. Исследование состояния качества костной ткани остается одним из наиболее актуальных вопросов современной диагностики в остеологии [111, 129, 168]. Это понятие, включающее в себя, помимо размеров и формы кости, минеральную плотность костной ткани, состояние ее микроархитектоники, скорость метаболизма и ремоделирования, ряд других параметров оказывает существенное влияние на развитие и особенности течения различных, в том числе и дистрофических заболеваний позвоночного столба.

Современные методы оценки качества кости постоянно совершенствуются, открываются их новые диагностические возможности [13, 16, 22, 23, 33, 36, 64, 72, 84 92, 97, 136, 163, 183, 184]. Вместе с тем, исследование состояния качества кости в реальной клинической практике еще не встали в ряд повседневных диагностических процедур.

Исследование этого вопроса, изучение многочисленных особенностей сложных взаимосвязей разных видов дистрофических изменений позвоночника, безусловно, является злободневной, актуальной задачей. Именно эти положения и стали основным побуждающим моментом для проведения настоящей работы, цель и задачи которой, таким образом, в целом были направлены на исследование комплексных изменений позвоночного столба дистрофической природы с учетом некоторых особенностей состояния качества кости.

5.1 Материалы и методы исследования

Поставленные цель и задачи во многом определили также и выбор объекта изучения и его методов. В целом были определены результаты комплексного лучевого исследования позвоночного столба 127 женщин различного возраста (средний возраст 62,8 года), находящихся на стационарном лечении в терапевтических отделениях Ярославской областной клинической больницы и обследованных по поводу сердечно-сосудистых заболеваний. Учитывая, что на характер и распространенность изученных явлений большое влияние оказывают особенности, связанные с полом, было решено ограничиться в рамках настоящей работы исследованием только женщин. На наш взгляд, это тем более важно, что, как показывает опыт, многие из изученных изменений у женщин развиваются раньше, чем у мужчин, и бывают представлены при этом более многообразными проявлениями. Это касается не только остеопении и остеопороза, то есть снижения костной массы, но и дистрофических изменений межпозвонковых дисков и в меньшей степени передней продольной связки. В целом, по нашему мнению, объем выполненных исследований позволил получить достоверные данные.

Сформулированные выше положения, определили также и выбор лучевых диагностических методов и методик, направленных на решение поставленных задач.

Абсорбциометрическое исследование в виде количественной рентгеновской компьютерной томографии, обладающее по сравнению с другими видами денситометрии рядом существенных преимуществ [22, 133], позволило не только изучить ряд количественных показателей состояния кости, но и исследовать некоторые качественные ее характеристики. На этом основании были получены данные о величине костной массы как губчатой (ПГ), так и кортикальной (ПК) кости. Кроме того, этот вид абсорбциометрии дал возможность определить диапазон между минимальной и максимальной плотностью в зоне измерения костной массы (ОПГ и ОПК), характеризующий качественные особенности

непосредственно как костных балок, то есть главного минерализованного элемента костной ткани (ПГmax, ПКmax), так и наименее минерализованных структур кости, условно соответствующих «органическому матриксу» (ПГmin, ПКmin). Кроме того, на этой основе появляется возможность определить плотностный интервал между наиболее и наименее минерализованными структурами кости (ПИГ, ПИК). Разумеется, мы при этом отдавали себе отчет в относительном значении таких понятий как «плотность костных балок» или «плотность органической части межклеточного вещества», однако, с учетом высокой чувствительности абсорбциометрического метода, в рамках настоящего исследования эти данные позволяли проанализировать некоторые качественные характеристики кости.

Снижение костной массы, как известно, в губчатой и кортикальной кости происходит неравномерно [2, 7, 9, 20, 43, 47, 59, 67, 74, 116]. Исследование этого явления, являющегося еще одним важным показателем состояния качества кости, проводилось на основе анализа количественных различий плотности кортикальной и губчатой кости, а также их отношения – кортикально-губчатого индекса (КГИ).

Помимо этого, были проанализированы значения T и Z критериев, характеризующих отношение реальной минеральной плотности к ее нормальному максимальному (пиковому) значению (T) и возрастной норме (Z).

В целом, в связи с этим, все использованные абсорбциометрические параметры могут быть разделены на две группы. Первая, это количественные данные, характеризующие непосредственно величину минеральной плотности губчатой (ПГ) и кортикальной (ПК) кости, и вторая - показатели, отображающие качественные показатели костной ткани (ОПГ, ОПК, ПГmax, min, ПК max, min, ПИГ, ПИК, КГИ).

Необходимо учесть, что полученные результаты были проанализированы не только для всех трех поясничных позвонков в целом (L₂₋₃₋₄), то есть суммарно, но и для каждого из них в отдельности. Это, на наш взгляд, в определенной степени дает возможность оценить некоторые особенности распространенности и

равномерности изменения костной массы в поясничном отделе позвоночного столба.

Таким образом, выполненное абсорбциометрическое исследование, позволило достаточно подробно охарактеризовать основные особенности первого вида дистрофических изменений, связанного со снижением минеральной плотности кости, остеопении и остеопороза, информация о которых, кроме того, дополнялась некоторыми сведениями рентгеноморфометрического и рентгенодиагностического характера.

Вторым элементом лучевого комплекса стало рентгеноморфометрическое исследование. Рентгеновская морфометрия позвоночного столба как диагностический метод давно и прочно стала одним из основополагающих видов исследования, позволяющим достоверно выявить характерные деформационные изменения тел позвонков, закономерно возникающие при определенных дистрофических изменениях [6, 11, 170]. В ходе настоящего исследования были использованы три рентгеноморфометрические методики.

Во-первых, это классическая морфометрия тел позвонков, в целом рассчитанная на выявление выраженных деформаций тел со снижением индексов на 3 и более стандартных отклонения.

Во-вторых, была применена рентгеноморфометрическая методика определения начальных и минимальных деформационных изменений, основанная на сопоставлении размеров двух или нескольких соседних позвонков.

В-третьих, использовалась методика количественной морфометрической оценки размеров и формы межпозвонковых пространств, апробированная в ходе настоящего исследования. В связи с этим необходимо сделать несколько замечаний. Измерения при этом проводились на основе разметки, выполняемой при классической рентгеноморфометрической методике, то есть на основании хорошо апробированных ранее данных. Размеры межпозвонковых пространств оценивались как расстояние между смежными краями тел позвонков в их передних, средних и задних отделах. При этом учитывалось, что полученные результаты не могут быть точны в случае смещения тел позвонков, которое,

впрочем, в ходе настоящего исследования выявлялось редко. Таким образом, при изучении каждого сегмента были получены три величины, анализ которых позволил оценить не только размеры, но и форму межпозвонковых пространств. На наш взгляд, несмотря на то, что ширина межпозвонковых пространств, разумеется, подвергается разнообразным влияниям, связанным с состоянием дисков, положением тела, массой тела, такая методика может найти определенное практическое применение в дальнейшем, или, по крайней мере, в рамках этой работы позволяет объективно оценить состояние межпозвонковых пространств. В целом, по нашему мнению, комплекс рентгеноморфометрических методик позволил подробно охарактеризовать целый ряд важных количественных показателей состояния позвоночника.

Третьим элементом комплексного лучевого исследования позвоночного столба в ходе этой работы стало применение нескольких полуколичественных методик оценки рентгенодиагностических данных.

Во-первых, это была разработанная и апробированная ранее методика оценки рентгеновских признаков остеопении и остеопороза в баллах, основанная на полуколичественном учете состояния рентгеновской прозрачности костной структуры, деформационных изменений тел позвонков [6, 7, 138].

Во-вторых, использовались две предложенные в ходе этого исследования методики оценки в баллах рентгеновских симптомов дистрофических изменений межпозвонковых дисков и передней продольной связки, выявляемых при определении хондроза и остеохондроза, а также спондилоза и болезни Форестье. Значение оценки складывалось из двух составляющих, определяющих степень дистрофических изменений и их распространенность. Необходимо учитывать также, что эта информация в определенной степени дополнялась рентгеноморфометрическими данными о размерах и форме межпозвонковых пространств.

Таким образом, в основу настоящей работы были положены абсорбциометрическая, рентгеноморфометрические и рентгенодиагностические методики исследования, достаточно детально характеризующие комплекс

дистрофических изменений позвоночного столба с учетом качественного состояния костной ткани.

5.2 Общие результаты комплексного лучевого исследования

На первом этапе работы изучались средние показатели всех 127 обследованных пациенток. В целом, как это уже отмечалось ранее, при анализе средних результатов абсорбциометрии были получены данные, которые соответствовали норме и среднему возрасту, о чем и свидетельствуют, в частности, значения T и Z – критериев. Аналогичные результаты были получены также и в отношении трех поясничных позвонков в отдельности. При этом установлено, что наиболее минерализованной является костная ткань L₃.

Однако некоторые полученные сведения, касающиеся, прежде всего, качественного состояния кости, нуждаются в дополнительных пояснениях.

Во-первых, средняя степень минерализации кортикальной кости была почти в 3,5 раза больше, чем минеральная плотность губчатой ткани.

Во-вторых (Таблица 6), отклонение плотности губчатой кости в зоне измерения (СОПГ) было 48,7 мг/мл, а аналогичный показатель для кортикальной ткани (СОПК) -113,4 мг/мл. С учетом этого, максимальная средняя суммарная плотность в губчатой кости (СПГmax) составила 150 мг/мл, а минимальная (СПГmin) – 52 мг/мл. Аналогичные данные для кортикальной кости были -390 мг/мл (СПКmax) и 164 мг/мл (СПКmin) соответственно. Можно полагать также, что эти различия в плотности минерализованных (СПmax) и не минерализованных (СПmin) участков костной ткани характеризуют состояние, степень, глубину процесса минерализации. Как известно в условиях нормально протекающего ремоделирования кости плотностный интервал имеет определенную, нормальную величину, а при нарушении ремоделирования он суживается или расширяется. Наиболее ярко эта особенность проявляется при остеомалации.

Отдельного внимания заслуживает значение суммарного кортикально-губчатого индекса (СКГИ), отображающего отношение плотности кортикала и

трабекулярной костной ткани, то есть в определенной степени ее микроархитектонику. В среднем этот показатель составил 3,41.

Таким образом, на наш взгляд семь отмеченных выше показателей (СПГ_{max}, СПГ_{min}, СПК_{max}, СПК_{min}, ПИГ, ПИК, СКГИ) в сочетании с величиной минеральной плотности кости имеют при анализе результатов абсорбциометрии при КРКТ наибольшее значение для оценки качества кости.

При обсуждении общих результатов классической рентгеновской морфометрии необходимо отметить, что частота умеренных деформационных изменений тел позвонков со снижением индексов на 1,0-2,9 SD составила 1,6 случая на одну обследованную пациентку, что в целом с учетом возраста соответствовало данным, полученным ранее при популяционном исследовании. Средняя частота наиболее выраженных деформационных изменений, в том числе и соответствующих по степени так называемым остеопоротическим переломам тел позвонков, составила 0,2 случая на одну обследованную, что также не противоречит известным популяционным данным[6]. В связи с этим необходимо напомнить, что при рентгеновской морфометрии фиксируются деформации любого, не только остеопенического или остеопоротического происхождения. Величины рентгеноморфометрических показателей, характеризующих начальные и минимальные деформации, также соответствовали ранее полученным результатам аналогичного характера.

При анализе рентгеноморфометрических данных оценки межпозвонковых пространств отмечены существенные особенности, которые, как было выяснено в дальнейшем, имеют определенное диагностическое значение. В целом при этом были выявлены два участка позвоночного столба, имеющие особые черты размеров и формы межпозвонковых пространств.

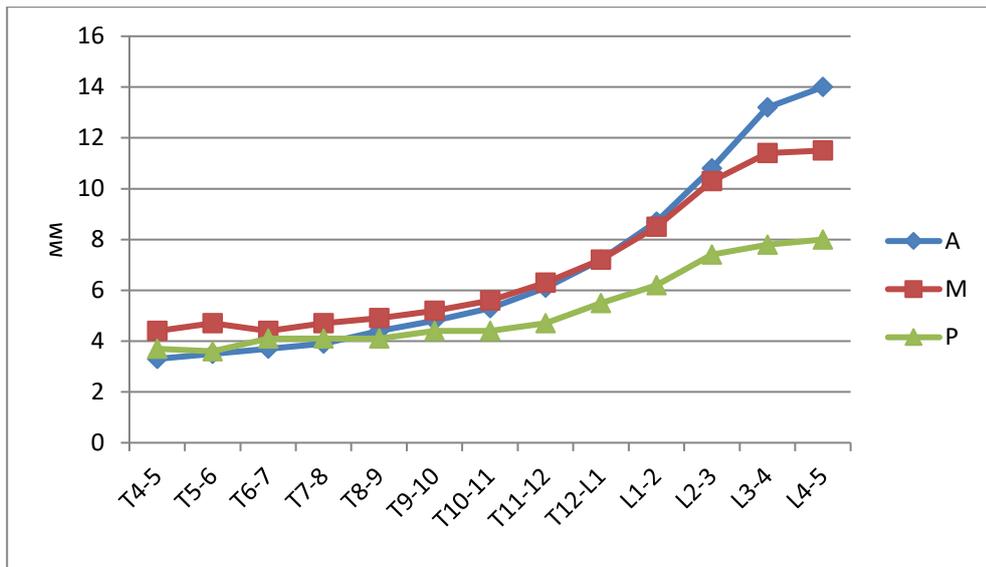


Рис. 54. Размеры межпозвонковых пространств в разных отделах позвоночного столба (А, М, Р)
(мм)

В верхних и средних отделах грудной части позвоночника, в диапазоне Т₄-Т₁₀ различия в ширине межпозвонковых пространств были минимальны, а форма соответствовала двояковыпуклой за счет большей величины средних отделов. В нижней части грудной и в поясничной области различия в величине нижележащих пространств, по сравнению с расположенными выше, были существенно больше, а форма при этом была задней клиновидной вследствие меньших размеров задних отделов пространств.

При анализе общих рентгенодиагностических данных было установлено, что признаки остеопении в целом свидетельствуют о норме (5,4 балла). Это в соответствии с ранее полученными сведениями характерно для возрастной группы 60-64 года [7, 8]. Распространенность симптомов дистрофических изменений межпозвонковых дисков в среднем была почти в пять раз выше, чем признаков дистрофии передней продольной связки.

5.3 Результаты комплексного лучевого исследования в зависимости от возраста

Важным этапом работы стало изучение данных комплексного исследования позвоночного столба в зависимости от возраста. Возрастное снижение минеральной плотности кости, как известно, представляет собой сложное, не вполне изученное явление, подверженное влиянию различных факторов [2, 7, 9, 20, 22, 43, 47, 57, 59, 67, 74, 116]. В целом снижение губчатой плотности в исследованном возрастном диапазоне составило 51%, а плотности кортикальной кости только 19% (Табл. 31). Наиболее заметное уменьшение средней минерализации губчатой кости (СПГ) отмечено в возрасте 60-69 лет (-26,6% по сравнению с возрастом 50-59 лет), а кортикальной (СПК) - в возрастной группе 50-59 лет (-15,1%) в сравнении с возрастом менее 50 лет). В этом же возрасте определено уменьшение плотностного интервала губчатой ткани (ПИГ), которое говорит об определенных проявлениях возрастной остеомалации. В то же время некоторое увеличение плотностного интервала для кортикальной кости (ПИК), по всей вероятности, свидетельствует о компенсаторном увеличении степени ее минерализации.

Таблица 31

Некоторые качественные абсорбциометрические показатели состояния костной ткани в зависимости от возраста ($M \pm m$), %

	До 50 лет	50-59 лет	60-69 лет	70 лет и старше
n	n-10	n-43	n-45	n-29
СПГ (мг/мл) %	143,2±6,18	111,4±2,44* -22,2%	81,8±2,24* -26,6%	69,9± 2,88* -14,5%
СПК max(мг/мл) %	195,2±1,88	166,5±1,80* -14,7%	122,3±1,66* -26,5%	114,0±1,8* -6,8%

	До 50 лет	50-59 лет	60-69 лет	70 лет и старше
n	n-10	n-43	n-45	n-29
СПГmin (мг/мл)	91,2±1,68	56,3±1,46* -38,2%	41,3±1,44* -26,6%	25,8±1,60* -37,1%
ПИГ (мг/мл)	104,0±1,12	110,2±1,22* -4,8%	81,0±1,08* -34,8%	88,2±1,44* +8,9%
СПК (мг/мл)	322,3±7,12	273,5±2,84* -15,1%	250,9±2,22* -8,3%	262,5±2,4* +4,4%
СПКmax (мг/мл)	424,3±1,88	388,8±1,66* -8,4%	361,8±1,66* -6,9%	388,2±1,8* +6,8%
СПК min (мг/мл)	220,3±1,86	158,2±1,68* -18,2%	140,0±1,86* -28,2%	138,4±1,88 -11,5%
ПИК (мг/мл)	204,0±1,78	230,6±1,70* +11,5%	221,8±1,76* -4,0%	249,8±1,82* +12,6%

* $p < 0,05$. М - выборочное среднее, m - ошибка среднего, р - уровень значимости, n - число наблюдений

Следует заметить, что в самой старшей возрастной группе определено умеренное, но достоверное увеличение кортикальной плотности на 4,4%, которое, вероятно, объясняется не только компенсаторным увеличением костной массы, но и накопленными с возрастом дистрофическими проявлениями в виде остеосклероза. Максимальная средняя плотность трабекулярной ткани (СПГmax), так же как и СПГ в целом, наиболее существенно снижалась в возрасте 60-69 лет – на 26,5% от предыдущего значения, а вот минимальная средняя губчатая плотность (СПГmin) изменялась больше в возрастных группах 50-59 лет (-38,2%) и в 70 лет и старше (-37,1%).

Возрастное снижение максимальной кортикальной плотности (СПКmax) в целом составило 8,5%, а минимальной (СПКmin) 37,2%, причем это снижение в большей степени происходило в возрасте 50-59 лет.

Таким образом, отмечаются существенные отличия возрастного снижения костной массы губчатой и кортикальной ткани. Снижение минеральной плотности трабекулярной кости в большей степени происходило в возрасте 50-69 лет, а кортикальные изменения отмечались преимущественно в 50-59 лет. Изменения губчатой кости в самой старшей возрастной группе по всем параметрам оказались минимальными, а возрастные преобразования кортикальной костной ткани в возрасте 70 лет и старше сопровождались достоверным увеличением как среднего, так и максимального значения плотности, по сравнению с предыдущими возрастными группами. В целом эти результаты в сводном виде представлены в таблице 31 и на рисунках 55 и 56.

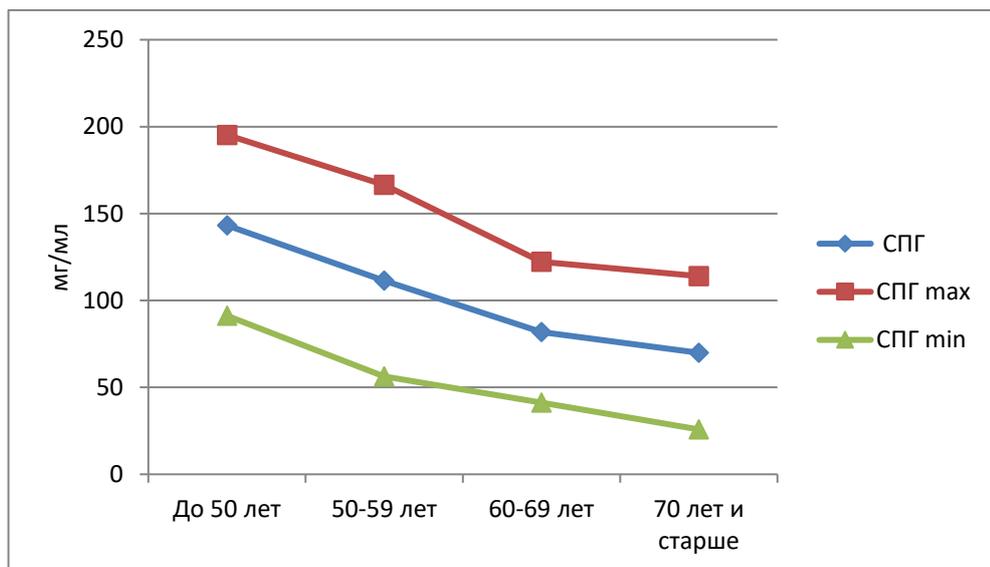


Рис. 55. Изменение СПГ, СПГmax и СПГmin с возрастом (мг/мл)

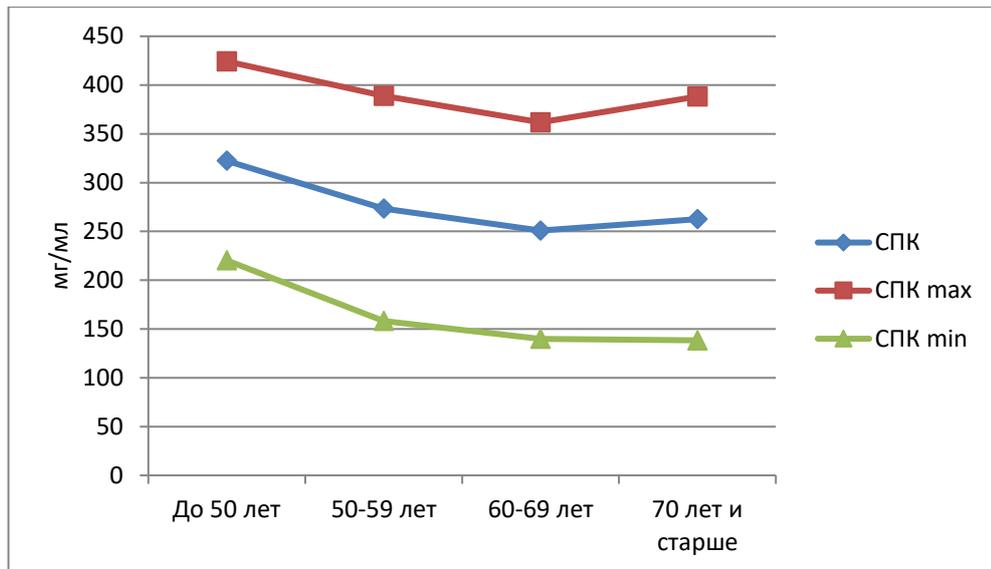


Рис. 56. Изменение СПК, СПК max и СПКmin с возрастом (мг/мл)

Все эти отличия, связанные с возрастом, таким образом, могут быть сформулированы следующим образом.

1. Отмечено выраженное и достаточно равномерное возрастное снижение костной массы губчатой кости, наиболее ярко представленное в возрасте до 70 лет. Уменьшение минеральной плотности кости связано как с наиболее минерализованными структурами кости («костные балки»), так и со структурами, имеющими наименьшую плотность («органический матрикс»).

2. Определено гораздо менее интенсивное, чем для трабекулярной кости, возрастное уменьшение костной массы кортикальной костной ткани в возрасте до 70 лет с достоверным ее увеличением в возрастной группе 70 лет и старше. Максимальная плотность (плотность «костных балок») в самой старшей возрастной группе достоверно возрастала, а минимальная плотность (плотность «органического матрикса»), хотя и с некоторым замедлением, постепенно и достоверно снижалась во всех возрастных группах. При этом отмечено расширение плотностного диапазона, возможно возникающее за счет дополнительной минерализации кортикальной кости вследствие компенсаторного остеосклероза.

3. За счет выявленных особенностей изменений минеральной плотности кости определяется достоверное возрастное уменьшение СОПГ (среднее отклонение плотности губчатой ткани) и выраженное увеличение СОПК (среднее отклонение плотности кортикальной кости). Вероятнее всего, это связано с изменением характера ремоделирования кортикальной и губчатой кости с возрастом в виде развития определенных явлений остеомалации (уменьшение СОПГ) в губчатой кости и дополнительной минерализации в кортикале (увеличение СОПК) вследствие остеосклероза.

4. Значение суммарного кортикально-губчатого индекса (СКГИ), отображающего соотношение плотности кортикальной и трабекулярной костной ткани, значительно увеличивалось с возрастом, отображая возрастное повышение роли кортикальной костной ткани в структуре тела позвонка в целом.

При рентгеноморфометрической оценке размеров и формы тел позвонков установлено, что распространенность умеренно выраженных деформаций, связанных со снижением индексов на 2,0-2,9 SD, равномерно увеличивалась с возрастом, в то время как наиболее глубокие нарушения со снижением индексов на 3 и более стандартных отклонения имели наибольшую частоту в 50-59 лет, а в более старших возрастных группах отмечались реже.

В целом последняя особенность не соответствует известным данным [11, 32, 41, 78, 82, 107, 132, 165] о распространенности остеопенических и остеопоротических деформаций, что может быть связано с относительно небольшим для решения таких задач объемом выполненных исследований и с «широкими» возрастными группами.

При оценке распространенности начальных и минимальных изменений размеров и формы тел позвонков были выявлены следующие особенности: в возрасте 50-59 лет, например, определена умеренная распространенность симптома «выравнивания размеров» тел позвонков, который по сути является предшественником более выраженных деформационных изменений [6]. В возрастной группе 60-69 лет отмечено появление умеренной частоты симптома

«парадоксальных размеров» и симптома максимальных различий размеров тел, распространенность которых еще более возрастала у пациенток в 70 лет и старше.

При рентгеноморфометрическом исследовании межпозвонковых пространств были получены неожиданные данные, противоречащие некоторым устоявшимся суждениям [18, 54, 55, 117]. Так, в частности, было выявлено, что возрастного сужения межпозвонковых пространств и их деформации, которые, как считают, связаны с возрастными дистрофическими изменениями межпозвонковых дисков, не отмечается. Более того, в возрасте 60-69 лет и 70 лет и старше отмечено некоторое расширение задних отделов межпозвонковых пространств, преимущественно в грудопоясничной области, которое может быть связано с явлениями возрастной остеопении, уменьшением размеров тел позвонков и соответствующим расширением межпозвонковых пространств.

При оценке результатов рентгенодиагностического исследования отмечены ожидаемые данные, связанные с проявлениями остеопении и остеопороза. Оценка этого комплекса симптомов равномерно возрастала до максимального значения, соответствующего начальной остеопении - 6,4 балла в возрасте 70 лет и старше.

Отмечено достоверное увеличение распространенности симптомов остеохондроза, что не противоречит известным данным [18, 54, 55].

Вместе с тем определено постепенное, достаточно равномерное увеличение с возрастом частоты признаков дистрофических изменений передней продольной связки в виде симптомов спондилоза и болезни Форестье.

5.4 Результаты комплексного лучевого исследования в зависимости от величины минеральной плотности кости

На следующем этапе работы по аналогичной схеме были проанализированы данные комплексного лучевого исследования позвоночного столба в зависимости от величины минеральной плотности кости. Выше уже сообщалось, что относительно небольшое число пациенток в группе с минимальной костной массой не помешало проанализировать полученные результаты в полном объеме.

Как уже отмечалось ранее, снижение суммарной плотности губчатой кости от ее среднего значения в группе до 125 мг/мл в целом составило 72%, а кортикальной костной ткани – только 42%. При этом определяется, что уменьшение минеральной плотности трабекулярной кости по мере снижении минеральной плотности до 50 мг/мл происходило достаточно равномерно, в среднем на 22-26% от предыдущей величины, а при минимальных значениях костной массы, менее 50 мг/мл, значительно более существенно, на 38%. Отмечается также, что плотностный интервал губчатой кости достоверно сокращался при снижении костной массы до 100 мг/мл, оставаясь в дальнейшем практически неизменным.

Таблица 32

Некоторые качественные абсорбциометрические показатели состояния костной ткани в зависимости от величины минеральной плотности кости (M±m), %

	± 125 мг/мл	100-124 мг/мл	75-99 мг/мл	50-74 мг/мл	-50 мг/мл
n	n-23	n-23	n-40	n-27	n-14
Средний возраст	53,4±2,26	60,7±2,44	62,7±2,32	67,6±2,38	69,5±2,68
СПГ (мг/мл)	148,4±2,1	109,7±2,2* -26%*	85,7±1,22* -22%*	66,6±2,1* -22%*	41,5±3,0* -38%*
СПГmax(мг/мл)	204,2±3,1	166,9±1,3* -18%*	126,5±1,3* -24,5%*	104,0±1,6* -17,5%*	77,8±2,5* -25%*
СПГmin(мг/мл)	92,6±2,28	53,9±1,9* -42%	44,9±1,7* -2%	27,3±1,9* -40%	5,2±2,7* -81,5%
ПИГ(мг/мл)	111,6±2,9	113,0±1,6 +1,2%	81,6±1,5* -38,5%	76,7±1,8* -6,4%	72,6±2,6 -5,6%
СПК (мг/мл)	351,5±3,1	274,2±3,2* -22%*	252,1±3,3* -8%	242,5±3,2* -4%	203,1±4,4* -16%

	± 125 мг/мл	100-124 мг/мл	75-99 мг/мл	50-74 мг/мл	-50 мг/мл
n	n-23	n-23	n-40	n-27	n-14
Средний возраст	53,4±2,26	60,7±2,44	62,7±2,32	67,6±2,38	69,5±2,68
СПК _{max} (мг/мл)	466,7±3,2	389,3±3,48* -17%*	361,7±3,5 -7%	346,7±3,3 -5%	305,4±5,6* -12%*
СПК _{min} (мг/мл)	236,3±2,3	158,9±2,26* -33%*	142,5±3,3* -11%*	138,3±3,5 -3%	100,8±5,2* -27,5%*
ПИК (мг/мл)	230,4±2,8	230,4±2,66 0	219,2±3,38* -5,1%	208,4±3,38* -5,2%	204,6±5,5 -1,9%
СКГИ %	2,27±0,12	2,49±0,14 +10%	2,84±0,18 +14%	3,90±0,18* +37%	5,59±0,22* +70%

*p< 0,05. M - выборочное среднее, m - ошибка среднего, p - уровень значимости, n - число наблюдений

В целом, по нашему мнению, это является признаком усиления явлений остеомалации в составе губчатой костной ткани при таком уровне снижения костной массы. Величина минимальной средней плотности губчатой ткани (СПГ min) при костной массе менее 50 мг/мл была близка к нулю, что может свидетельствовать о значительном торможении процесса ремоделирования костной ткани.

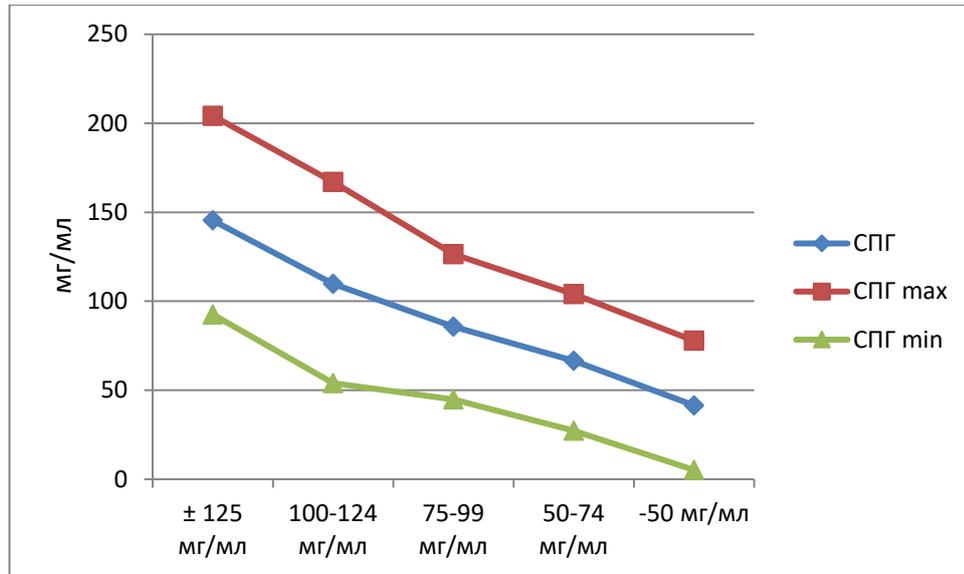


Рис. 57. Изменение показателей губчатой кости при разной величине плотности костной ткани (мг/мл)

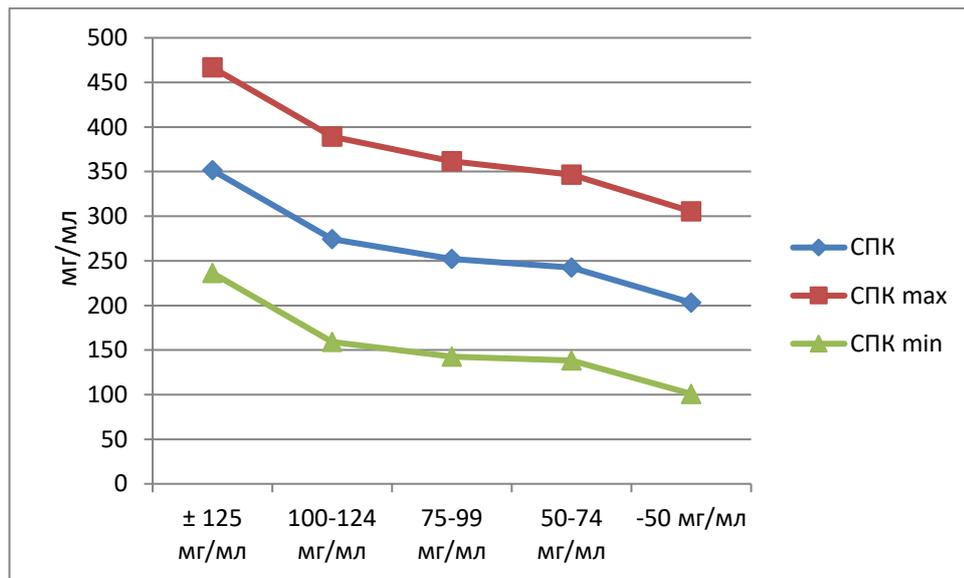


Рис. 58. Изменение показателей кортикальной кости при разной величине минеральной плотности костной ткани (мг/мл)

Уменьшение минеральной плотности кортикальной кости, как уже отмечалось, было менее выраженным, происходило более равномерно, было наиболее ярко представлено при снижении костной массы до уровня 100 мг/мл и сопровождалось минимальным сужением плотностного интервала (ПИК). Все это, по нашему мнению, свидетельствует о существенных различиях в развитии и

проявлениях остеопении и остеопороза в кортикальной и губчатой костной ткани тел позвонков.

Обобщая полученные на этой стадии данные в целом, можно сделать ряд выводов о значительном отличии абсорбциометрического состояния губчатой и кортикальной костной ткани при различной величине минеральной плотности кости.

1. Степень снижения минеральной плотности губчатой кости при развитии остеопороза значительно выше, чем кортикальной костной ткани.

2. Снижение костной массы губчатой кости сопровождается усилением явлений сужения плотностного интервала (уменьшение СОПГ, ПИГ) с выраженным уменьшением СПГ_{min}. Аналогичных изменений кортикальной костной ткани не отмечается.

3. Снижение минеральной плотности губчатой кости по мере развития остеопороза происходит достаточно равномерно с некоторым усилением при минимальной костной массе 50 мг/мл и менее.

4. Уменьшение минеральной плотности кортикальной кости происходит менее равномерно, наибольшая потеря (22%, $p < 0,05$) на этапе начальной остеопении (при величине плотности губчатой кости 100-124 мг/мл).

В целом аналогичные абсорбциометрические данные были получены и при оценке состояния костной массы каждого из трех поясничных позвонков в отдельности. При этом также отмечено, что величина минеральной плотности и показатели качества кости у второго поясничного позвонка были наивысшими.

При оценке характера, глубины и распространенности деформационных изменений тел позвонков, связанных с остеопенией и остеопорозом, каких-либо неожиданных результатов получено не было. Так, в частности, при снижении костной массы отмечено достоверное увеличение распространенности минимальных деформаций (симптом «выравнивания размеров», симптомы «парадоксальных размеров», симптом «максимальных различий»). Определено также равномерное увеличение частоты умеренных деформационных изменений со снижением индексов на 2-3 стандартных отклонения до уровня костной массы

50 мг/мл. Частота более выраженных нарушений размеров и формы, соответствующих по объему, так называемым, остеопоротическим переломам, увеличивалась неравномерно, с образованием двух «пиков». Считаем необходимым еще раз представить здесь соответствующий рисунок из главы 4 (Рис. 59). Первый из «пиков», при МПК 100-124 мг/мл, по нашему мнению, связан с выявлением не остеопоротических нарушений размеров и формы, а деформаций, имеющих посттравматический, диспластический или дистрофический характер. Второй, более выраженный «пик», отмечается при минимальном значении минеральной плотности и связан с выраженным снижением прочностных характеристик костной ткани тел позвонков.

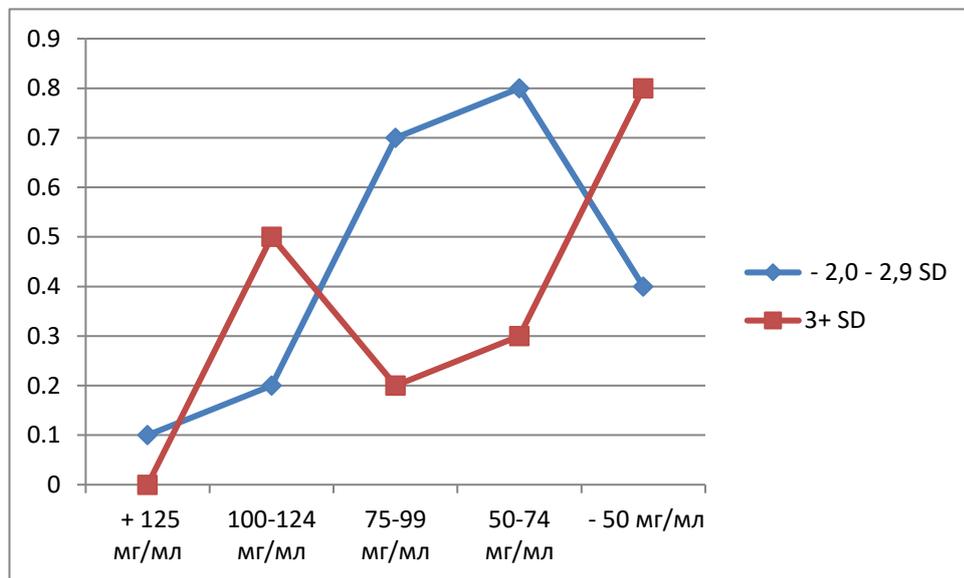


Рис. 59. Изменение частоты умеренных и выраженных деформационных изменений тел позвонков при различной величине МПК

При костной массе в диапазоне 50-74 мг/мл отмечен характерный перекрест линий, отображающих изменения частоты умеренных и выраженных деформационных изменений тел позвонков. Учитывая биомеханические особенности развития деформаций, такая динамика отображает постепенность формирования нарушений размеров и формы тел позвонков при патологическом снижении костной массы, когда выраженным деформациям на определенном этапе снижения костной массы предшествуют начальные, минимальные и умеренные изменения. Именно этим объясняется и тот факт, что при наименьшем

значении минеральной плотности частота умеренных деформаций значительно снижается.

При анализе результатов рентгеноморфометрического исследования межпозвонковых пространств определены некоторые, представляющие интерес, особенности их состояния. Так, в частности, при минимальном значении костной массы в нижней части грудного отдела и в верхних сегментах поясничной зоны отмечено некоторое увеличение высоты передних и средних отделов межпозвонковых пространств, за счет чего они имеют здесь не только более выраженную двояковыпуклую, но еще и заднюю клиновидную форму. Вместе с тем, в целом существенного нарушения этого показателя не отмечено.

При оценке данных о распространенности рентгенодиагностических признаков дистрофических изменений межпозвонковых дисков и передней продольной связки выявлен ряд важных и, вместе с тем, неожиданных подробностей.

Во-первых, при уменьшении минеральной плотности кости, несмотря на то, что средний возраст пациенток при минимальной величине костной массы был существенно выше, чем при большем ее значении, отмечено достоверное снижение частоты признаков остеохондроза, что в целом не соответствует представленным ранее возрастным данным. Вероятнее всего, это связано с тем, что при нарушении ремоделирования кости в результате ослабления остеобластной функции возникают условия, при которых ослабевает формирование рентгеновских признаков остеохондроза - субхондрального остеосклероза и костных разрастаний.

Во-вторых, при снижении костной массы определяется существенное снижение частоты рентгеновских проявлений дистрофических изменений передней продольной связки по типу спондилоза (ограниченные проявления) на фоне выраженного повышения частоты распространенных изменений, характерных для болезни Форестье, которое нельзя объяснить исключительно возрастным влиянием. Первое обстоятельство, вероятнее всего, также связано с нарушением ремоделирования кости, а второе, по нашему мнению, имеет более

сложные корни. Есть основания считать, что начальные и минимальные деформационные изменения тел позвонков остеопенической природы, которые, как известно, в первую очередь, развиваются в нижней половине грудного отдела позвоночного столба и имеют передний клиновидный характер, стимулируют функцию передней продольной связки. Это, в свою очередь, приводит к формированию распространенных костных разрастаний под передней продольной связкой, которые в дальнейшем могут ограничивать новые деформационные изменения. Складывается впечатление, что болезнь Форестье, природа которой до настоящего времени остается не вполне ясной, является своеобразной защитной реакцией позвоночника на возникающие в результате остеопении деформационные изменения. Развитие признаков болезни, разумеется, не влияет на снижение минеральной плотности, но препятствуют формированию глубоких нарушений размеров и формы тел позвонков.

5.5 Результаты комплексного лучевого исследования в зависимости от степени дистрофических изменений межпозвонковых дисков

При анализе результатов комплексного лучевого исследования позвоночного столба в зависимости от степени выраженности рентгеновских признаков дистрофических изменений межпозвонковых дисков выявлен ряд особенностей, характерных для этого вида патологических изменений.

При оценке результатов абсорбциометрии отмечено, что по мере увеличения частоты рентгеновских признаков остеохондроза определяется достоверный и существенный рост величины минеральной плотности кости (Табл. 33). Так, в частности, при более выраженных изменениях этого рода определено увеличение суммарной плотности как губчатой, так и кортикальной кости, более чем на 15%. Однако увеличение костной массы трабекулярной ткани было отмечено при умеренно-выраженных дистрофических изменениях, а кортикальной - при более выраженных явлениях остеохондроза. При этом

определены также и некоторые особенности состояния качественных показателей кости. Отмечено существенное и достоверное увеличение плотностного интервала губчатой кости (ПИГ) при наиболее выраженных изменениях межпозвонковых дисков, вероятно, свидетельствующее о перестройке ремоделирования губчатой кости в сторону усиления функции остеобластов (Рис. 60).

Таблица 33

Некоторые качественные абсорбциометрические показатели состояния костной ткани в зависимости от дистрофических изменений межпозвонковых дисков ($M \pm m$), %

	1-2 балла	3-4 балла	5-6 баллов
Средний возраст	62,1 лет	61,3 лет	63,7 лет
n	n-30	n-59	n-36
СПГ (мг/мл) %	84,8±4,24	100,9±4,06* +15,8%*	99,8±3,60* +1%
СОПГ(мг/мл) %	39,2±1,38	43,3±1,36 +10,3%*	51,9±1,40* +16,3%
СПГmax(мг/мл) %	124,0±2,42	144,2±2,18* +13,9%*	151,7±2,22* +5,3%
СПГmin(мг/мл) %	45,6±2,12	57,6±2,34* +6,9%	47,9±2,18* -17,2*
ПИГ	78,4±2,18	86,6±2,18* +10,4%	103,8±2,26* +19,8%
СПК (мг/мл) %	263,0±3,28	263,9±3,22 +0,5%	310,0±3,26* +15,2%*
СОПК(мг/мл) %	106,0±1,18	106,2±1,14 0%	122,5±1,16* +13,5%*
СПКmax(мг/мл) %	369,0±2,14	370,1±2,14 +0,5%	432,5±2,88* +14,4%*
СПКmin(мг/мл) %	157,0±2,86	157,7±2,46 0	187,5±2,68* +17,7%*
ПИК	212,0±2,44	212,4±2,36 0	245,0±2,70* +15,3%
СКГИ	2,84±0,12	2,70±0,16	2,97±0,14

* $p < 0,05$. М - выборочное среднее, m - ошибка среднего, p - уровень значимости, n - число наблюдений

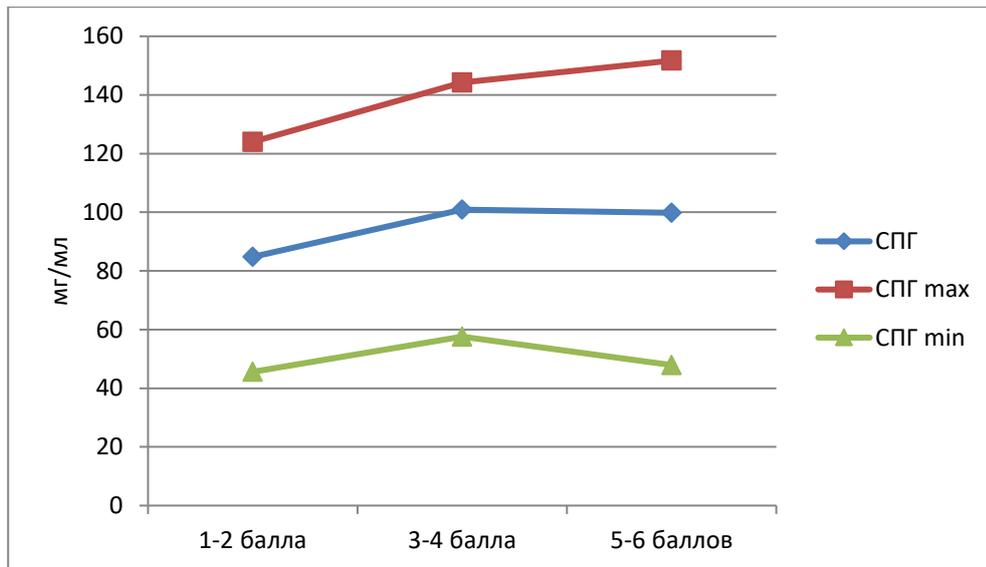


Рис. 60. Изменение показателей губчатой кости при дистрофических изменениях межпозвонковых дисков (мг/мл)

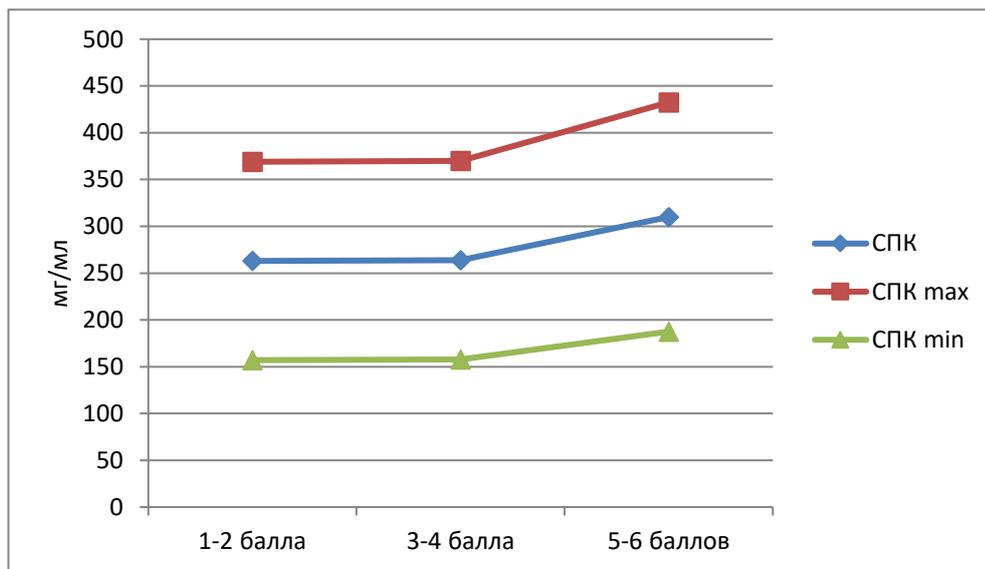


Рис. 61. Изменение показателей кортикальной кости при дистрофических изменениях межпозвонковых дисков (мг/мл)

Аналогичных проявлений со стороны кортикальной костной ткани не определяется (Рис. 61). Заметного изменения соотношения плотности кортикальной и губчатой ткани (СКГИ) при этом не выявлено. Необходимо заметить, что эти особенности состояния губчатой кости не могут быть напрямую связаны с изменениями, свойственными остеохондрозу, поскольку при

количественной рентгеновской компьютерной томографии измерения проводятся в центральных отделах тел позвонков, в которых не отмечаются проявления субхондрального остеосклероза. Таким образом, в целом, для умеренно выраженных (2-3 балла) и выраженных (5-6 баллов) рентгеновских проявлений дистрофических изменений межпозвонковых дисков характерен «склеротический» тип строения губчатой костной ткани.

В связи с этим, при сопоставлении полученных результатов с аналогичными данными при различной величине минеральной плотности кости есть основания полагать, что хорошо известные проявления остеохондроза в виде субхондрального остеосклероза и костных разрастаний по краям тел позвонков возникают в условиях нормальной величины минеральной плотности кости. В случае выраженной остеопении или остеопороза дистрофические изменения межпозвонковых дисков протекают нетипично и не имеют классических рентгеновских проявлений.

Таким образом, складывается впечатление, что возможны два варианта рентгеновских проявлений остеохондроза при снижении минеральной плотности кости. Первый, когда остеохондроз развивается задолго до развития остеопении и остеопороза. В этом случае имевшиеся к тому времени рентгеновские симптомы сохраняются, хотя и подвергаются определенным преобразованиям в виде увеличения рентгеновской прозрачности зон остеосклероза и костных разрастаний. Второй тип, когда дистрофические изменения межпозвонковых дисков возникают на фоне имеющихся остеопении и остеопороза, при которых костная ткань фактически не обладает потенциальными возможностями для соответствующего развития склероза и костных разрастаний. В этом случае остеосклероз и остеофиты образуются неадекватно степени изменению дисков. По всей вероятности, этот тип, учитывая, что рентгеновские симптомы остеохондроза, по сути, имеют компенсаторный характер, клинически должен протекать более тяжело, чем в первом случае. Разумеется, такие выводы нуждаются в дальнейшем изучении и подтверждении.

При обсуждении результатов рентгеноморфометрического исследования тел позвонков необходимо отметить, что для средних и максимальных дистрофических изменений межпозвонковых дисков была характерна наименьшая распространенность умеренных и выраженных деформационных изменений тел позвонков. Так, в частности, несмотря на значительные отличия среднего возраста, при 5-6 баллах дистрофических проявлений частота умеренных деформаций тел позвонков со снижением индексов тел на 2,0-2,9 стандартных отклонения была в два с половиной раза ниже, чем при минимальных изменениях, а выраженных нарушений размеров и формы – в четыре раза меньше, чем при минимальных дистрофических изменениях.

При оценке рентгеноморфометрических данных межпозвонковых пространств при умеренно выраженных дистрофических изменениях (3-4 балла) в нижней части грудного отдела и в верхних поясничных сегментах отмечено изменение их размеров - сужение передних отделов и расширение задних. Однако вряд ли эти данные можно считать достаточно убедительными. Вместе с тем при этом отмечены определенные деформационные изменения межпозвонковых промежутков, более выраженные в каудальных отделах позвоночника, нарушающие нормальные соотношения их размеров в различных участках позвоночного столба. Так, в частности, зона двояковыпуклой формы при этом сохраняется только в верхней части грудного отдела, а в остальных участках позвоночника отмечается передняя или задняя клиновидная форма межпозвонковых пространств.

Следует заметить также, что хрящевые узлы и смещения тел позвонков при выраженных проявлениях остеохондроза отмечается в два раза чаще, чем в среднем.

Важной рентгенодиагностической особенностью состояния позвоночного столба при различной степени дистрофических изменений межпозвонковых дисков стали данные о частоте признаков спондилоза и болезни Форестье. Отмечается, что с ростом частоты признаков остеохондроза возрастает распространенность и дистрофических изменений передней продольной связки в

виде спондилоза. Однако даже при выраженной картине остеохондроза оценка симптомов болезни Форестье остается на уровне минимальных изменений и незначительно превышает аналогичные средние данные. Иными словами, реальной и прямой связи между двумя этими видами дистрофических изменений не отмечается. (Рис. 62, 63).

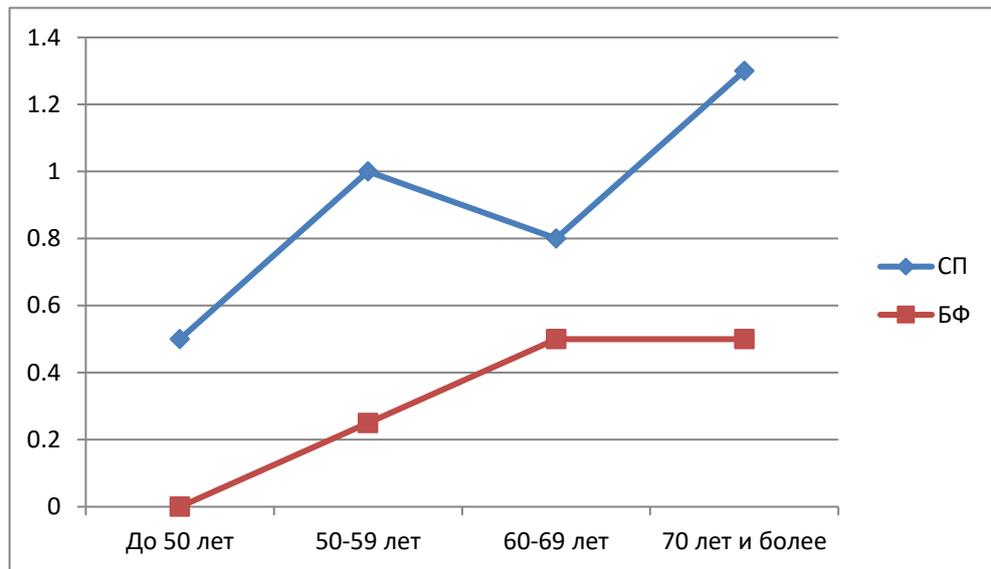


Рис. 62. Возрастное изменение распространенности рентгеновских признаков спондилоза и болезни Форестье

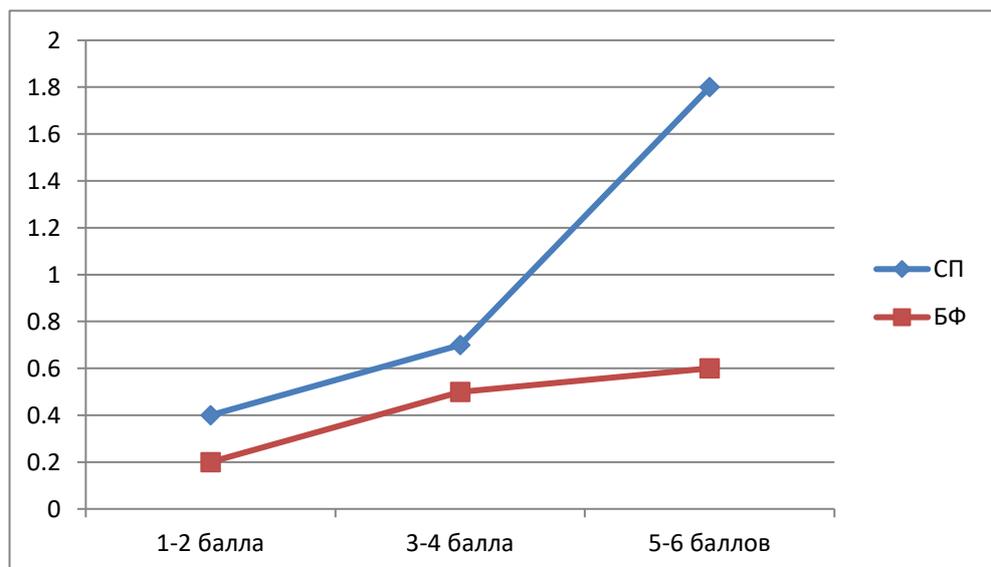


Рис. 63. Значение оценок рентгеновских проявлений спондилоза и болезни Форестье в зависимости от степени выраженности дистрофических изменений межпозвоночных дисков

5.6 Результаты комплексного лучевого исследования в зависимости от степени дистрофических изменений передней продольной связки

При оценке результатов комплексного лучевого исследования позвоночного столба в зависимости от степени выраженности дистрофических изменений передней продольной связки выявлено несколько важных особенностей состояния анализируемых показателей. При абсорбциометрическом исследовании отмечен ряд положений, характерных как для количественного, так и для качественного состояния кости (Табл. 34, рис. 64, 65). В целом можно отметить, что состояние костной ткани было в значительной степени противоположным тому, что отмечалось при дистрофии межпозвонковых дисков. Так, в частности, при наиболее выраженных дистрофических изменениях этого рода определяется снижение минеральной плотности как губчатой, так и кортикальной кости с достоверным сокращением плотностного интервала губчатой ткани, без существенного изменения соотношения кортикальной и губчатой кости (КГИ). Иными словами, в целом отмечался «остеопенический», а не «остеосклеротический», как при явлениях остеохондроза, тип состояния костной ткани.

Таблица 34

Некоторые качественные абсорбциометрические показатели состояния костной ткани в зависимости от дистрофических изменений передней продольной связки ($M \pm m$), %

	1-2 балла	3-4 балла	5-6 баллов
Средний возраст	58,9 лет	65,0 лет	66,6 лет
n	n-13	n-24	n-10
СПГ (мг/мл) %	107,5±4,20	92,3±3,92 -14,0%*	91,6±4,88* -1,0%
СОПГ(мг/мл) %	55,3±1,66	63,2±1,34*±11,9%	47,9±2,32* -23,8%*
СПГmax(мг/мл) %	162,8±3,12	155,5±2,18* -4,9%	139,5±3,22* -29,0%*

Продолжение таблицы 34

	1-2 балла	3-4 балла	5-6 баллов
Средний возраст	58,9 лет	65,0 лет	66,6 лет
n	n-13	n-24	n-10
СПГ min(мг/мл) %	52,2±3,22	29,1±2,36* -42,3%*	43,7±3,48* +34,9%*
ПИГ (мг/мл) %	110,6±3,18	126,4±2,22* +14,3%	95,8±3,46* -31,9%
СПК (мг/мл) %	305,7±3,68	227,8±3,28* -25,5%*	278,7±4,56* +17,9%*
СОПК(мг/мл) %	112,6±1,86	108,7±1,14* -3,6%	117,3±3,78* +7,6%
СПКmax(мг/мл) %	418,3±2,18	336,5±2,80 -19,6%*	396,6±3,12 +15,2%*
СПКmin(мг/мл) %	193,1±2,22	119,1±2,82 -38,3%*	161,4±2,98 +26,1%*
ПИК (мг/мл) %	225,2±2,20	217,4±2,86* -3,6%	235,2±3,10* +8,2%
СКГИ	3,07±0,32	3,39±0,18	3,24±0,54

* $p < 0,05$. М - выборочное среднее, m - ошибка среднего, р - уровень значимости, n - число наблюдений

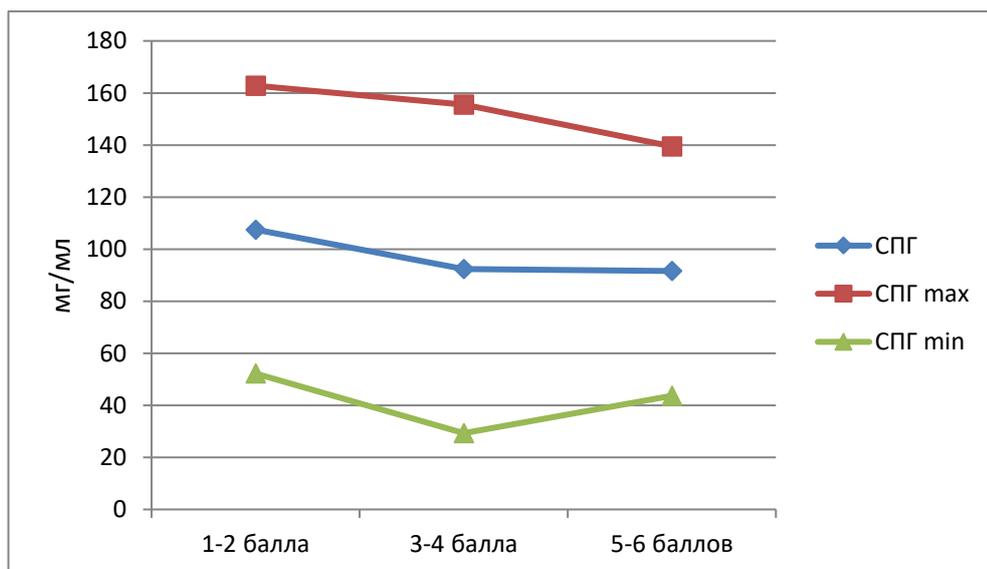


Рис. 64. Изменение показателей губчатой кости при дистрофических изменениях передней продольной связки (мг/мл)

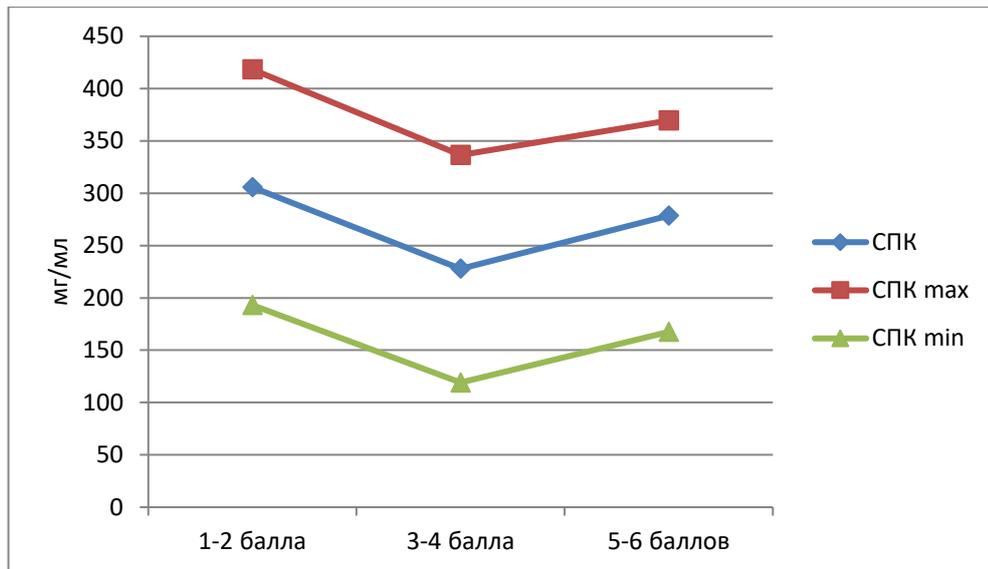


Рис. 65. Изменение показателей кортикальной кости при дистрофических изменениях передней продольной связки (мг/мл)

На этом фоне при более выраженных дистрофических изменениях передней продольной связки выявлено достоверное увеличение частоты умеренных и выраженных деформационных изменений тел позвонков, более характерных для остеопенических проявлений (Таблица 28). Распространенность некоторых рентгеноморфометрических показателей, характеризующих минимальные деформации, при более выраженных явлениях спондилоза и болезни Форестье была также выше, чем в среднем.

Рентгенодиагностические данные при дистрофических изменениях передней продольной связки также имели существенные особенности. Во-первых, обращает на себя внимание то, что при минимальной рентгеновской оценке остеопении и остеопороза (1-2 балла) признаков болезни Форестье не отмечалось вовсе, при умеренно выраженных данных (3-4 балла) доля этого заболевания была минимальной, а в случае выраженных изменений (5-6 баллов) основная часть оценки дистрофических изменений передней продольной связки складывалась за счет симптомов болезни Форестье (Рис. 66). Характерно также и то, что распространенность признаков остеопении и остеопороза, а также дистрофических изменений межпозвонковых дисков с увеличением частоты симптомов спондилоза и болезни Форестье не изменялась.

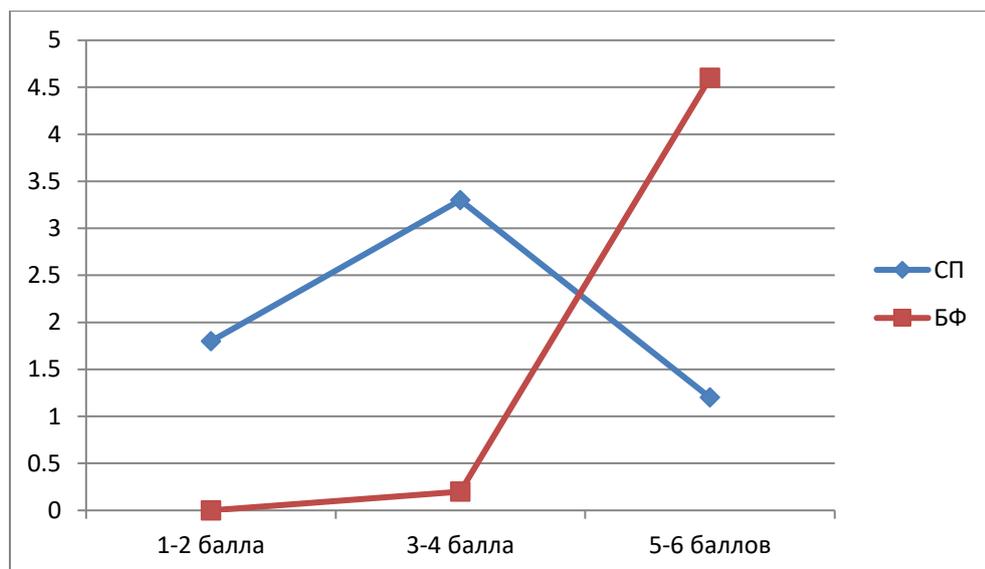


Рис. 66. Соотношение доли спондилоза (СП) и болезни Форестье (БФ) в общей оценке рентгеновских признаков дистрофических изменений передней продольной связки

В целом, по нашему мнению, есть основание предполагать наличие патогенетической взаимосвязи между проявлениями остеопении и остеопороза с одной стороны и распространенными дистрофическими изменениями передней продольной связки по типу болезни Форестье, с другой. Остеопения приводит к появлению минимальных и умеренных деформационных изменений тел позвонков переднего клиновидного характера нижней половины грудного отдела позвоночного столба, которые у ряда пациентов стимулируют функцию передней продольной связки, что, в конечном счете, и приводит к развитию распространенных костных разрастаний, характерных для болезни Форестье.

Таким образом, в ходе работы по данным комплексного лучевого исследования удалось определить важные отличительные особенности проявлений дистрофических изменений позвоночного столба различного характера в зависимости от величины минеральной плотности кости с учетом ряда качественных признаков ее состояния. Основные сводные показатели символически, с учетом степени изменений по сравнению со средними данными, представлены в таблице 35.

Результаты абсорбциометрического, рентгеноморфометрического и рентгенодиагностического исследований позвоночного столба при различных видах дистрофических изменений

	Возрастные проявления	Снижение МПК	Степень дистрофических изменений межпозвонковых дисков	Степень дистрофических изменений передней продольной связки
Абсорбциометрическое исследование				
СПГ	--	---	0	-
СОПГ	-	--	+	0
СПГ(max)	-	--	0	-
СПГ(min)	--	---	0	-
ПИГ	-	--	+	0
СПК	-	-	++	0
СОПК	+	-	+	0
СПК(max)	0	--	++	0
СПК(min)	-	--	+	0
ПИК	++	-	++	+
КГИ	-	+++	-	-
Рентгеноморфометрическое исследование				
-1-2,9 SD	0	+	0	0
3+ SD	-	+++	-	+
ИРРП	0	0	0	0
СПР	0	++	0	+
СМР	0	+	0	0
МПП	0	+	0	0
Рентгенодиагностическое исследование				
РД	+	+	-	-
ОХ	0	0	+++	++
СП	0	0	+	++
БФ	+	+	0	+++

"- " - уменьшение по сравнению с общими средними данными

"+" увеличение по сравнению с общими средними данными

"0" – отсутствие изменений по сравнению с общими средними данными

Результаты работы и их обсуждение, представленные выше, позволили нам сделать следующие выводы и связанные с ними практические рекомендации.

ВЫВОДЫ

1. Предложенные и использованные методические приемы оценки результатов абсорбциометрического, рентгеноморфометрического и рентгенодиагностического исследований позвоночного столба позволяют объективно оценить состояние минеральной плотности кости с учетом количественных и некоторых качественных ее состояний, характер и распространенность признаков дистрофических изменений межпозвонковых дисков и передней продольной связки у женщин различного возраста.

2. Возрастные изменения позвоночного столба у женщин сопровождаются развитием закономерного комплекса дистрофических изменений: неравномерным для компактной и губчатой костной ткани снижением минеральной плотности (на 22,1% и 51,2 % соответственно ($p < 0,05$)) с изменением качества этих компонентов кости в виде изменения плотностного интервала противоположного характера (снижение для губчатой кости на 15,4% и увеличение для кортикальной на 18,4% ($p < 0,05$)), умеренным увеличением распространенности локальных дистрофических изменений межпозвонковых дисков и распространенных изменений передней продольной связки без сужения межпозвонковых пространств.

3. Патологическое снижение костной массы в виде остеопении и остеопороза связано с выраженным уменьшением минеральной плотности кости, более существенным в губчатом ее компоненте, со значительным снижением качества костной ткани, как губчатого, так и компактного ее компонентов в виде уменьшения плотностного интервала на 35% и 11,2% соответственно ($p < 0,05$), распространенными умеренными и выраженными деформационными изменениями тел позвонков остеопенической природы, увеличением частоты распространенных дистрофических изменений передней продольной связки.

4. Дистрофические изменения межпозвонковых дисков по типу остеохондроза сопровождаются увеличением минеральной плотности кортикальной кости (на 15% для губчатой и 15,2% для кортикальной ($p < 0,05$)) с изменением качества как губчатой, так и кортикальной костной ткани по

склеротическому типу (увеличение плотностного интервала на 32% для губчатой и на 15,5% для кортикальной ($p < 0,05$)), увеличением частоты умеренных распространенных дистрофических изменений передней продольной связки по типу болезни Форестье.

5. Распространенные изменения передней продольной связки дистрофической природы связаны с уменьшением минеральной плотности губчатой кости, сопровождающимся некоторым снижением ее качества за счет снижения плотностного интервала на 13,4% ($p < 0,05$), с распространенными умеренными и выраженными деформационными изменениями тел позвонков остеопенической природы.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При выявлении увеличения рентгеновской прозрачности тел позвонков по данным рентгенографии, или при наличии распространенных дистрофических изменений передней продольной связки по типу болезни Форестье, необходимо проводить рентгеноморфометрическое исследование размеров и формы тел позвонков с целью диагностики «малых деформаций». При определении симптома «выравнивания размеров» у 7 и более соседних позвонков или симптома «парадоксальных размеров» тел необходимо проведение абсорбциометрического исследования.

2. При умеренных и выраженных дистрофических изменениях позвоночного столба по типу остеохондроза или при признаках болезни Форестье с вовлечением сегментов поясничного отдела, с целью объективного определения минеральной плотности кости, для исключения влияния на результат двухэнергитической рентгеновской абсорбциометрии плотности кортикальной кости и костных разрастаний, рекомендуется использовать количественную рентгеновскую компьютерную томографию с анализом плотностного интервала губчатой кости в зоне измерения. В случае значения плотностного интервала губчатой кости 82 мг/мл и менее, состояние костной ткани следует рассматривать как патологическое, вызванное выраженной остеопенией или остеопорозом.

3. Сокращение плотностных интервалов губчатой и кортикальной кости при динамическом анализе количественной компьютерной томографии должно рассматриваться как тенденция к формированию остеопении и остеопороза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аврунин, А. С. Синдром остеомалации – социально-экономическая роль и клинико-диагностические проблемы / А. С. Аврунин // Гений ортопедии. - 2014. - № 2. - С. 91-94.
2. Аврунин, А. С. Остеопороз и остеомалация – клинико-диагностические проблемы / А. С. Аврунин // Травматология и ортопедия России. - 2014. - № 4. - С. 68-76.
3. Азизова, Д. Ш. Сравнительная оценка двух неинвазивных методов исследования плотности костной ткани у женщин узбекской популяции / Д. Ш. Азизов, Г. Д. Азизова, Л. С. Нурмухамедова // Боль. Суставы. Позвоночник. - 2013. - №2. -С. 80-82.
4. Акимова, Д. В. Факторы риска развития остеопороза / Д. В. Акимова // Фарматека. -2014. -№7 (280). -С. 19-24.
5. Белосельский, Н. Н. Рентгенологическая диагностика остеопенического синдрома / Н. Н. Белосельский, А. В. Смирнов. -Москва: ИМА-Пресс, 2010. - 120с.
6. Белосельский, Н. Н. Рентгеновская морфометрия при остеопорозе: вчера, сегодня, завтра / Н. Н. Белосельский, А. В. Смирнов, Н. В. Торопцова // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. -2011. -№2. -С.94-99.
7. Беневоленская, Л. И. Остеопороз: современные возможности диагностики и лечения / Л. И. Беневоленская, Н. В. Торопцова // Русский медицинский журнал. -2010.- Т.18. -№ 6. -С. 389-392.
8. Бывальцев, В. А. Наноструктурный анализ в сравнительной оценке дегенеративных изменений межпозвонкового диска / В. А. Бывальцев, С. Ю. Понасенков, Е. Г. Белых // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. -2012. -№ 4-2(86). -С. 26-29.
9. Бугрим, Т. В. Постменопаузальный остеопороз / Т. В. Бугрим, И. М. Фуштейн // Запорожский медицинский журнал. -2012. - №4 (73). –С. 5-8.
10. Волков, А. А. Рентгеновская морфометрия межпозвонковых пространств позвоночного столба в норме и при дистрофических изменениях межпозвонковых дисков /

А. А. Волков, Н. Н. Белосельский, Ю. Н. Прибытков // Вестник рентгенологии и радиологии. -2015. -№3. -С. 23-30.

11. Волков, А. А. Рентгеновские признаки дистрофических изменений позвоночного столба в условиях нормальной и сниженной минеральной плотности кости / А. А. Волков, Н. Н. Белосельский, Ю. Н. Прибытков // Российский электронный журнал лучевой диагностики. -2016. -Т. 6. -№1(21). -С. 55-64.

12. Волков, А. А. База данных результатов комплексного лучевого исследования позвоночного столба 127 женщин различного возраста [Электронный ресурс] / А. А. Волков // Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 21941 ИНИПИ РАО ОФЕРНиО. Опубл. 23.06.2016 - 1 с.

13. Владимиров, С. А. Остеопороз при болезни депонирования кристаллов пирофосфата кальция / С. А. Владимиров, Ф. М. Кудаева, В. Г. Барскова // Научно практическая ревматология. -2013. -№1(51). -С. 34-37.

14. Гладкова, Е. В. Система лабораторно-инструментальной оценки состояния метаболизма костной ткани / Е. В. Гладкова, А.С. Федоников, Е. Е. Царева // Фундаментальные исследования. -2015. - №1-5.- С. 925-928.

15. Губарь, Е. Е. Остеопороз у больных анкилозирующим спондилитом / Е. Е. Губарь, Ш. Ф. Эредс // Научно-практическая ревматология. -2013. -№5. -С. 553-562.

16. Долгова, Е. Н. Остеопороз и остеопения у пациентов с метаболическим синдромом / Е. Н. Долгова, И. Г. Красивина // Русский медицинский журнал. -2015. - Т. 23. - № 17. - С. 1006-1009.

17. Жарков, П. Л. Варианты нормальной формы поясничного отдела позвоночника у мужчин и женщин / П. Л. Жарков, С. Х. Хаджимуратова // Вестник Российского Научного Центра Рентгенорадиологии минздрава России. - 2009. -Т.1. -№9. -С. 9.

18. Зайдман, А. М. Морфогенез межпозвонкового остеохондроза / А. М. Зайдман, Ю. И. Бородин // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. -2015. -№11-4. -С. 523-526.

19. Захаров, И. С. Двухмерная минеральная плотность кости у женщин в различные возрастные периоды / И. С. Захаров // Вестник Авиценны. -2014. -

№3(60). - С.81-85.

20. Захаров, И. С. Лучевая диагностика остеопороза – современное состояние проблемы / И. С. Захаров // Политравма. -2015. - №1. - С. 69-73.

21. Захаров, И. С. Особенности костной денситометрии у женщин в постменопаузальном периоде / И. С. Захаров // Медицинская радиология и радиационная безопасность. -2015. -№2(60). -С. 56-59.

22. Захаров, И. С. Количественная компьютерная томография и двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия в диагностике постменопаузального остеопороза / И. С. Захаров, Г. И. Колпинский, А. С. Шкарабуров, О. П. Попова // Диагностическая и интервенционная радиология. -2015. - Т9. -№ 2-1. -С.19-22.

23. Захаров, И. С. Использование трехмерной костной денситометрии в прогнозировании риска остеопоротических переломов позвонков у женщин в постменопаузе / И. С. Захаров, Г. И. Колпинский, Г. А. Ушаков, Е. С. Каган // Медицинская радиология и радиационная безопасность. -2015. -Т. 60. -№5. -С. 46-49.

24. Захаров, И. С. Оценка роли количественной компьютерной томографии в прогнозировании остеопоротических переломов позвонков / И. С. Захаров, Г. И. Колпинский, Г. А. Ушаков, Е. С. Каган // Политравма. -2015. -№4. -С. 28-32.

25. Камиллов, Ф. Х. Клеточно-молекулярные механизмы ремоделирования костной ткани и ее регуляция / Ф. Х. Камиллов, Е. Р. Фаршатова, Д. А. Еникеева // Фундаментальные исследования. -2014. -№7-4. -С. 836-842.

26. Капустина, Е. В. Остеопоротические переломы у больных остеоартрозом / Е. В. Капустина, Т. Ю. Большакова, Е. П. Шарайкина, В. А. Чупазина, Т. Л. Панкченко // Сибирское медицинское образование. -2013. -№2(80). -С. 59-61.

27. Капустина, Е. В. Поражение суставов у женщин с остеоартрозом в сочетании с остеопорозом в зависимости от типа телосложения / Е. В. Капустина, Т. Ю. Большакова, Е. П. Шарайкина, В. А. Чупазина, Т. Е. П. Ключникова // Сибирское медицинское образование. -2013. -№1(79). -С. 47-48.

28. Каурова, Т. А. Алгоритмизация лечебно-диагностического процесса при дегенеративно-дистрофических заболеваниях позвоночника : автореф. дисс. е

ученой степени канд. мед. наук: 14.01.18 / Татьяна Анатольевна Каурова .- Санкт-Петербург, 2012. - 154 с.

29. Киченко, А. А. Постановка начально-краевой задачи о перестройке трабекулярной костной ткани / А. А. Киченко, В. М. Тверье, Ю. И. Няшин, М. А. Осипенко, В. А. Лохов // Российский журнал биомеханики. -2012. -Т16. -№4(58). - С. 36-52.

30. Колоскова, Ж. С. Сравнение возможностей лучевых методов диагностики остеохондроза позвоночника / Ж. С. Колоскова // Бюллетень медицинских интернет-конференций. -2014. -№11. -Т4.

31. Копылов, В. С. Структурные изменения позвоночника при сколиотической деформации / В. С. Копылов. - Иркутск : НЦРВХ СО РАМН, 2012, - 126 с.

32. Корж, Н. А. Остеопороз и остеоартроз: патогенетические взаимосвязанные заболевания? (обзор литературы) / Н. А. Корж, Н. Н. Яковенчук, Н. В. Дедух // Ортопедия, травматология и протезирование. -2013. -№ 4(593). -С. 102-110.

33. Кривова А. В. Оптимизация диагностики остеопороза и профилактики низкоэнергетических переломов на региональном уровне (Тверская область) : Автореф. дисс. на соискание ученой степени доктора мед. наук : 14.01.15 / Кривова Алла Владимировна. - Москва, 2012.- 50 с.

34. Кривенцов, А. Остеопороз и остеоартроз в пожилом и старческом возрасте / А. Кривенцов, И. Злобин // Врач. -2014. -№ 6. -С. 6-9

35. Курилина, Р. Р. Спонтанная резорбция грыж межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника / Л. Р. Курилина, М. Н. Величко, Е. В. Соколова, С. С. Воробьева, Ф. Л. Леньшина // Медицинский альманах. -2013. -№ (30). -С. 198-201.

36. Лукьяненко, Т. Н. Минеральная плотность позвонков у больных с шейным остеохондрозом по данным количественной компьютерной томографии / Т. Н. Лукьяненко, А. Н. Михайлова // Международные обзоры: клиническая практика и здоровье. -2014. -№6 (12). - С. 24-35.

37. Лычкова, А. Э. К вопросу о моделировании остеопороза / А. Э. Лычкова, А. В. Петракова, С. Г. Хомерики // Вестн. Рос. АМН. -2010. -№ 4. -С. 31-33.

38. Маличенко, С. Б. Современные методы диагностики постменопаузального остеопороза / С. Б. Меличенко, Е. А. Мащенко // Онкогинекология. -2013. -№2. -С. 54-60.

39. Маличенко, С. Б. Оценка состояния ремоделирования костной ткани и минерального обмена у пациенток пожилого возраста, ранее не обследовавшихся и не получавших антиостеопоротической терапии / С. Б. Маличенко, Е. А. Мащенко, Е. Р. Шахнис, М. У. Шабиллова, В. С. Маличенко // Современная ревматология. -2012. -№1. - С. 32-38.

40. Меньшикова, Л. В. Оценка факторов риска переломов позвоночника по инструменту FRAX у женщин старше 50 лет / Л. В. Меньшикова, Ю. О. Варавко // Современные проблемы ревматологии. -2013. -Т. 5. -№5. -С. 99-101.

41. Миасова, Т. Б. Особенности популяционной динамики параметров рентгеновской морфометрии поясничного отдела позвоночника у женщин разных возрастных групп / Т. Б. Миасова, Р. А. Саубанова, И. Р. Гафаров // Медицинский вестник Башкортостана. -2012. -Т9. -№4. - С. 24-27.

42. Мирошниченко, Д. Б. Анатомия, биомеханика и патобиомеханика позвоночника: остеопатическая диагностика и коррекция дисфункций мышечно-энергетическими техниками : учебное пособие / Д. Б. Мирошниченко. С.-Петербург. гос. ун-т. -2014. - 91 с.

43. Мирина, Е. Ю. Остеопороз. Принципы диагностики и лечения / Е. Ю. Мирина // Русский медицинский журнал. -2013. -Т21. -№ 28. -С. 1424-1426.

44. Михайлов, А. Н. Рентгеноденситометрическая характеристика костных структур позвоночных сегментов при шейном остеохондрозе / А. Н. Михайлов, Т. Н. Лукьяненко // Медицинские новости -2014. -№ 10(241). -С. 47-50.

45. Михайлов, А. Н. Роль количественной компьютерной томографии в оценке костных структур у пациентов с остеохондрозом шейного отдела позвоночника / А. Н. Михайлов, И. С. Абельская, Т. Н. Лукьяненко // Медико-

биологические проблемы жизнедеятельности. -2015. №. 1(13). -С. 104-411.

46. Мягков, А. П. Магнитно-резонансная томография в оценке морфологических и структурных изменений тел позвонков поясничного отдела позвоночника при снижении минеральной плотности костной ткани / А. П. Мягков, И. Р. Рыбак // Запорожский медицинский журнал. -2014. -№1(82).

47. Наумов, А. В. Распространенность и течение остеопороза у пациентов с соматическими заболеваниями / А. В. Наумов // Міжнар. ендокринолог. журн. - 2010. -№ 6. -С. 107-115.

48. Новосельцев, С. В. Патобиомеханические нарушения в позвоночнике при протрузиях и грыжах межпозвонковых дисков / С. В. Новосельцев, Е. П. Малиновский // Научные ведомости. -2011. -№ 22(117). -Вып. 16. -С. 37-43.

49. Олешко, О. С. Экспрессия остеокласт-специфичных генов в моноцитах при постменопаузальном остеопорозе / О. С. Олешко, С. В. Чересиз, А. Г. Покровский, О. В. Фаламеева // Вестник новосибирского государственного университета. Серия: биология, клиническая медицина. -2014. -Т 12. -№1. -С. 12-18.

50. Олизарович, М. В. Множественная дистрофическая патология поясничного отдела позвоночника при многоуровневых грыжах межпозвонкового диска / М. В. Олизарович // Проблемы здоровья и экологии. -2014. -№ 4 (42). -С. 58-64.

51. Осипенко, А. В. Иммобилизационный остеопороз / А. В. Осипенко, Е. Б. Трифонова. - Екатеринбург ФГБУ "УНИИТО им. В. Д. Чаклина Минздрава России" . -2013.- 246 с.

52. Осипенко, А. В. Патогенетические механизмы регенерации и ремоделирования костной ткани обзор литературы и собственные данные / А. В. Осипенко, Е. Б. Трифонова, Э. Б. Макарова // Вестник травматологии и ортопедии Урала. -2012. -№3-4(6). -С. 93-98.

53. Пашкова, И. Г. Возрастная динамика минеральной плотности и морфометрических параметров позвонков по результатам денситометрии / И. Г. Пашкова, Л. А. Лексина // Ученые записки СПбГМУ им. Акад. И. П. Павлова. -2013. -Т20. -№3. -С. 44-48.

54. Петренко, В. О. Номенклатура и классификация патологии межпозвонковых дисков / В. О. Петренко, Е. Н. Гамова, В. В. Волков, В. Ю. Ефременко // Вестник неотложной и восстановительной медицины. -2013. -Т14. -№2. -С. 143-149.

55. Петров, К. Б. Остеохондроз позвоночника: в защиту нозологической, терминологической и классификационной индивидуальности / К. Б. Петров // Медицина в Кузбассе. -2012. -№1. -С.52-58.

56. Поворознюк, В. В. Влияние системного остеоопороза на репаративную регенерацию костной ткани / В. В. Поворознюк, А. В. Макогончук // Травма. -2013. -Т16. -№2. -С. 59-62.

57. Подзолкова, Н. М. Менопаузальный остеопороз / Н. М. Подзолкова. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 68с.

58. Подряднова, М. В., Остеопороз при анкилозирующем спондилите / М. В. Подряднова, Ш. В Эрлес, Р. М. Балабанова // Боль. Суставы. Позвоночник. - 2014. -№4(12). -С. 53-54.

59. Полякова, Е. Ю. Остеопороз: методические подходы к диагностике / Е. Ю. Полякова // Лечение и профилактика. -2012. - №2(3). -С. 59-63.

60. Пихлак, А. Э. Оценка минеральной плотности кости у женщин старших возрастных групп / А. Э. Пихлак, В. А. Логачев, О. Л. Величенко, И. А. Логочева, А. В. Шувалов, А. М. Носовский // Российский медицинский журнал. -2013. - №6. -С. 40-43.

61. Родионова, С. С. Роль качества костной ткани в риске развития переломов при остеопорозе / С. С Родионова // Вестник травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова. -2013. -№3. -С. 77-81.

62. Рожнова, О. М., Фаламеева О. В., Садовой М. А. Патофизиология костной ткани при остеопорозе / О. М. Рожнова, О. В. Фаламеева, М. А. Садовой // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. -2015. -№ 9-4. -С. 666-669.

63. Романов, Г. Н., Современные проблемы возраст-ассоциированных заболеваний: остеоартроз и остеопороз / Г. Н. Романов, Э. В. Руденко // Медицинские

новости. -2012. -№ 8. -С. 26-29.

64. Рубин, М. П. Диагностика, профилактика и лечение остеопороза в поликлинических условиях / М. П. Рубин, Р. Е. Чечурин // Терапевт. арх. -2011. -Т83. -№ 1. -С. 32-38.

65. Руюткина, Л. А., Взаимосвязи углеводного обмена минеральной плотности костной ткани у женщин среднего возраста в пре и постменопаузе / Л. А. Руюткина, А. В. Ломова // Сибирский медицинский журнал. -2012. -Т27. -№3.

66. Санеева, Г. А. Структура и распространенность основных факторов риска при остеопорозе / Г. А. Санеева, Г. А. Александрович, Е. М. Буняева, Н. А. Фурсова // Успехи современного естествознания.-2015. -№3. -С. 82-86.

67. Свешников, А. А. Остеопороз - социально значимая болезнь / А. А. Свешников. - Москва: Изд. Дом Академии естествознания, 2015.

68. Свирина, С. А. Разработка способа диагностики остеопороза у женщин в постменопаузе с болью в спине /С. А. Свирина, М. Н. Крипкова, О. В. Назарова, А. В. Гурьянов, Н. Н. Белосельский // Вестник Ивановской медицинской академии. -2014. -Т19. -№4.

69. Свищенко, А. В. МРТ с контрастным усилением при диагностике дистрофических поражений позвоночного столба / А. В. Свищенко, В. М. Алиферова, Е. А. Усик, В. Ю. Усов // REJR. - 2013. -Т.3. -№4.

70. Смирнов, А. В. Атлас лучевой диагностики первичного остеопороза / А. В. Смирнов. - Москва: ИМА-ПРЕСС, 2012. - 288с.

71. Смирнов, В. В. Лучевая диагностика остеохондроза шейного отдела позвоночника / В. В. Смирнов. - Обнинск: Артифэкс, 2012. - 167с.

72. Соловьёва, Т. В. Остеопороз. Маркеры обмена костной ткани / Т. В. Соловьёв, Л. И. Бочарова, О. А. Хохлова, И. А. Соловьёва // Врач скорой помощи. - 2015. -№ 11-12. -С. 93-97.

73. Струков, А. И. Патологическая анатомия — 5-е издание / А. И. Струков, В. В. Серов. -Москва: Литтерра, 2010. -848с.

74. Струков, В. В. Остеопороз: диагностика и эффективное лечение /В. В. Струков // Врач. - 2014. -№ 4. - С. 52-54.

75. Трифонова, Е. Б. Роль минеральных компонентов костной ткани в регуляции ее минеральной плотности / Трифонова Е. Б. // Вестник травматологии и ортопедии Урала. -2012. -Т5. - №1-2. -С.114-120.

76. Филлюстин, А. Е. Особенности дистрофических изменений тел поясничных позвонков в зависимости от их функционального предназначения / А. Е. Филлюстин, А. М. Юрковский, А. А. Гончар // Медико-биологические проблемы жизнедеятельности. -2014. - №2(12). - С. 50-54.

77. Хусаинова, Р. И. Молекулярно-генетические основы остеопороза / Р. А. Хусаинова, Э. К. Хуснутдинова // Биомика. -2014. -Т6. -№ 1(9). - С. 24-51.

78. Цисляк, Е. С., Диагностика остеопороза у больных с вертеброгенной патологией / Е. С. Цисляк, Т. К. Верхозина, А. В. Сооковиков, З. В. Кошакарева, Н. И. Арсентьева // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). -2015. -Т.134. -№3. -С. 20-24.

79. Чижова, М. В. Возможности компьютерно-томографической морфометрии и денситометрии в диагностике дегенеративно-дистрофических заболеваний и остеопороза позвоночника : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. мед. наук : 14.01.13, 14.01.18 / Мария Викторовна Чижова. -Санкт-Петербург, 2014. -23 с.

80. Шармазанова, Е. П., МРТ-морфометрия тел позвонков и межпозвоночных дисков поясничного отдела позвоночника у больных с нарушением минеральной плотности костной ткани / Е. П. Шармазанова, С. А. Мягкова, И. Р. Рыбак // Боль. Суставы. Позвоночник. -2015. - №2(18). -С. 71-77.

81. Шепелькевия, А. Л., Генетические предикторы минеральной плотности кости / А. Л. Шепельникова, Е. А. Холодова, Н. С. Кабак, С. И. Марчук // Здравоохранение (Минск). -2012. -№6. -С. 29-36.

82. Шмелева, С. В., Минеральная плотность костной ткани у женщин с естественной менопаузой / С. В. Шмелева, И. Б. Манухин // Вестник Восстановительной медицины. -2015. -№ 5. - С. 76-79.

83. Эйдлина, Е. М., Современная лучевая диагностика патологических переломов позвоночника на фоне остеопороза / Е. С. Эйдлина, Г. В. Дьячкова, К. А.

Дьячков. // Гений ортопедии. -2012. -№ 2. -С. 38-42.

84. Якушевская, О. В. Остеопороз у женщин в постменопаузе / О. В. Якушевская // Фарматека. -2014. -№ 10-2. -С. 44-47.

85. Adachi, T. Trabecular bone remodelling simulation considering osteocytic response to fluid-induced shear stress / T. Adachi, Y. Kameo, M. Hojo // Philosophical Transactions of the Royal Society Mathematical, Physical and Engineering Sciences -2010 Jun. -№368. -P. 2669-2682.

86. Adams, J. E. Quantitative computed tomography / J. E. Adams // European Journal of Radiology. -2009 Sep. -№71(3). -P.415-24.

87. Adams, M. A., Intervertebral disc degeneration: evidence for two distinct phenotype / M. A. Adams, P. Dolan. // Journal of Anatomy. -2012 Dec. №221(6). -P. 497-506.

88. Alshamari, M. Low-dose computed tomography of the lumbar spine: a phantom study on imaging parameters and image quality / M. Alshamari, M. Geijer, E. Norman, H. Geijer // Acta Radiologica. -2014 Sep. -№. 55(7). -P. 824-832.

89. Almeida, M. Aging mechanisms in bone / M. Almeida // Bonekey Reports. -2012 Jul. -№1.

90. Bala, Y., Role of cortical bone in bone fragility / Y. Bala, R. Zebaze, E. Seeman // Current Opinion in Rheumatology. -2015 Jul. -№ 27(4). -P. 406-413.

91. Barbara, Hauser Prevalence and clinical prediction of osteoporosis in a contemporary cohort of patients with rheumatoid arthritis / Hauser, Barbara, L. Philip, F. James, E. Anna Marie Horne and Stuart H. Ralston. // Rheumatology. -2014. -№53. - P. 1759.

92. Bellido, T. Osteocyte-driven bone remodeling / T. Bellido // Calcified Tissue International. -2014 Jan. -№ 94(1). -P. 25-34.

93. Bezci, S. Effect of Hydration on Healthy Intervertebral Disk Mechanical Stiffness / S. E. Bezci, A. Nandy, G. D. O'Connell // Journal of Biomechanical Engineering. -2015 Oct. -№ 137 (10).

94. Bijlsma, A. Chronology of age-related disease definitions: osteoporosis and sarcopenia / A. Bijlsma, C. Meskers, R. Westendorp, A. Maier // Ageing Research

Reviews. -2012 Apr. -№11(2). -P. 320-324.

95. Buenzli, P. R. Quantifying the osteocyte network in the human skeleton / P. R. Buenzli, N. A. Sims // *Bone*. -2015 Jun. -№ 75. -P. 144-150.

96. Capulli, M. Osteoblast and osteocyte: games without frontiers / M. Capulli, R. Paone, N. Rucci // *Archives of Biochemistry and Biophysics*. -2014 Nov. -№ 561. -P.3-12.

97. Carmeliet, G. Vitamin D signaling in calcium and bone homeostasis: A delicate balance / G. Carmeliet, V. Dermauw, R. Bouillon // *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*. -2015 Aug. -№29(4). -P. 621-631.

98. Chauhan, S. Biomechanical investigation of the effect of extracorporeal irradiation on resected human bone. / S. Chauhan, K. Manoi, S. Rastogi, K. A. Khan // *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*. -2016 Oct. -№ 65. -P.791-800.

99. Chappard, C. Microarchitecture assessment of human trabecular bone: description of methods / C. Chappard // *Medical Sciences*. -2012 Dec. -№28(12). -P. 1111-1115.

100. Chou, S. H. Simplified criteria for selecting patients for vertebral fracture assessment / S. H. Chou, T. J. Vokes, S. L. Ma, M. Costello, H. R. Rosen, J. T. Schousboe // *Journal of Clinical Densitometry*. -2014 Jul-Sep. -№17(3). -P. 386-91.

101. Chou, S. H. Vertebral Morphometry / S. H. Chou, T. J. Vokes // *Journal of Clinical Densitometry*. -2016. -№ 19(1). -P. 48-53.

102. De Decker, S. Thoracic and lumbar vertebral bone mineral density changes in a natural occurring dog model of diffuse idiopathic skeletal hyperostosis / S. De Decker, R Lam, R. M. Packer, I. M. Gielen, H. A. Volk // *Plos One*. -2015 Apr. -№ 10(4). [Electronic resource]. Available from:
<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371%2Fjournal.pone.0124166>.

103. Delgado-J Calle. Osteocytes and Skeletal Pathophysiology / Delgado-J Calle, T. Bellido // *Current Molecular Biology Repots*. -2015 Dec. -№ 1(4). -P. 157-167.

104. Ding, Y. The effects of osteoporosis and disc degeneration on vertebral cartilage endplate lesions in rats / Y. Ding, J. Jiang, J. Zhou, X. Wu, Z. Huang, J.

Chen, Q. Zhu // *European Spine Journal*. 2014 Sep; №23(9). P.1848-1855.

105. Dirckx, N. Osteoblast recruitment to sites of bone formation in skeletal development, homeostasis, and regeneration / N. Dirckx, M. Van Hul, C. Maes // *Birth Defects Research Part C: Embryo Today*. -2013. -№ 99(3). -P.170-191.

106. Dudli, S. Pathobiology of Modic changes / S. Dudli, A. S. Fields, D. Samartzis, J. Karppinen, J. C. Lotz // *Europe Spine Journal*. - 2016 Feb. -P.1-12.

107. Evans, A. L. Bone density, microstructure and strength in obese and normal weight men and women in younger and older adulthood / A. L. Evans, M. A. Paggosi, R. Eastell, J. S. Walsh // *Journal of Bone and Mineral Research*. -2015 May. -№30(5). -P. 920-928.

108. Endo. I. Metabolic bone and joint diseases / I. Endo // *Nihon Rinsho*. -2014 Oct. -№72(10). -P. 1785-1791.

109. Fletcher, J. G. CT morphometry of adult thoracic intervertebral discs / J. G. Fletcher, M. D. Stringer, C. A. Briggs, T. M. Davies, S. J. Woodley // *Europe Spine Journal*. - 2015 Oct. -24(10). -P. 2321-2329.

110. Florencio-Silva, R. Biology of Bone Tissue: Structure, Function, and Factors That Influence Bone Cells / R. Florencio-Silva, G. R. Sasso, E. Sasso-Cerri, M. J. Simoes, P. S. Cerri // *BioMed Research International*. -2015 Jul. [Electronic resource]. Available from: <http://www.hindawi.com/journals/bmri/2015/421746/>.

111. Fonseca, H. Bone quality: the determinants of bone strength and fragility/ H. Fonseca, D. Moreira-Gonçalves, H. J. Coriolano, J. A. Duarte // *Sports Medicine*. -2014 Jan. -№. 44(1). -P. 37-53.

112. Geijer, M. Tomosynthesis of the thoracic spine: added value in diagnosing vertebral fractures in the elderly / M. Geiler, E. Gunnlaugsson, S. Götestrand, L. Weber, H. Geijer // *European Radiology*. -2016 May. - №.31.

113. Goldring, S. R. The osteocyte: key player in regulating bone turnover / S. R. Goldring // *RMD Open*. -2015 Aug. -№1. [Electronic resource]. Available from: http://rmdopen.bmj.com/content/1/Suppl_1/e000049.full.

114. Gopal, D. Molecular basis of intervertebral disc degeneration / D. Gopal, A. L. Ho, A. Shah, L. H. Chi // *Advances in Experimental Medicine Biology*. -2012. -№

760. -P. 114-133.

115. Grob, Gerald N. Aging bones: a short history of osteoporosis / Gerald N. Grob // Baltimore: Johns Hopkins University Press. - 2014. [Electronic resource]. Available from: <http://shm.oxfordjournals.org/content/28/3/659.short?rss=1>

116. Guglielmi, G. Osteoporosis and bone densitometry measurements / G. Guglielmi. - Berlin : Springer, 2013 . - 195p.

117. Gullbrand, S. E. Correlations between quantitative T2 and T1ρ MRI, mechanical properties and biochemical composition in a rabbit lumbar intervertebral disc degeneration model / S. E. Gullbrand, B. G. Ashinsky, J. T. Martin, L. J. Smith, R. L. Mauck, H. E. Smith // Journal Orthopaedic Research. -2016. -№ 22 Apr. -P. 1-7.

118. Hadživdić A. Comparison of T-score values obtained by ultrasound osteodensitometry of calcaneus and by dual-energy x-ray absorptiometry scan / A. Hadživdić, N. Vajić, N. Gavrić // Medicinski Pregled. -2015 Sept-Oct. -P. 341-346.

119. Hamdy, R. C. Osteoporosis / R. C. Hamdy, E. Michael Lewiecki. - New York: Oxford University Press, 2013. -146 p.

120. Han, W. M. Multi-scale structural and tensile mechanical response of annulus fibrosus to osmotic loading / W. M. Han, N. L. Nerurkar, L. J. Smith, N. T. Jacobs, R. L. Mauck, D. M. Elliott // Annals of Biomedical Engineering. -2012 Jul. -№ 40(7). -P. 1610-1621.

121. Harvey, N.C. Trabecular bone score (TBS) as a new complementary approach for osteoporosis evaluation in clinical practice / N. C. Harvey, C. C. Glüer, N. Binkley N, E. V. McCloskey, M. L. Brandi, C. Cooper C, D. Kendler, O. Lamy, A. Laslop, B. M. Camargos, J. Y. Reginster, R. Rizzoli, J. A. Kanis // Bone. -2015 Sep. -№ 78. -P. 216-224.

122. Hermann, K. G. Rethinking diffuse idiopathic skeletal hyperostosis / K. G. Hermann, M. Bollow // Rheumatology (Oxford). -2014 Nov. -№ 53(11). -P. 1917-1919.

123. Homminga, J. Can vertebral density changes be explained by intervertebral disc degeneration? / J. Homminga, R. Aquarius, V. E. Bulsink, C. T. Jansen, N. Verdonschot // Medical Engineering & Physics. - 2012 May. -№34(4). -P. 453-458.

124. Huang, Z. Y. The location of Modic changes in the lumbar spine: a meta-analysis / Z. Y. Huang, H. C. Xu, T. Lei, Q. L. Li, A. M. Wu, W. F. Ni // *Europe Spine Journal*. -2016 Feb. -P. 1-14.
125. Hughes, S. P. The pathogenesis of degeneration of the intervertebral disc and emerging therapies in the management of back pain / S. P. Hughes, A. J. Freemont, D. W. Hukins, A. H. McGregor, S. Roberts // *The Bone & Joint Journal*. -2012 Oct. -№94(10). -P. 1298-1304.
126. Ikegami, S. Unilateral vs bilateral hip bone mineral density measurement for the diagnosis of osteoporosis / S. Ikegami, M. Kamimura, S. Uchiyama, K. Mukaiyama, H. Kato // *Journal of Clinical Densitometry*. -2014 Jan-Mar. -№17(1). -P. 84-90.
127. Imai, Y. Bone metabolism by sex hormones and gonadotropins / Y. Imai // *Clinical Calcium*. -2014 Jun. -№ 24(6). -P. 815-819.
128. Inoue, N. Biomechanics of intervertebral disk degeneration / N. Inoue, A. A. Espinoza Orías // *Orthopedic Clinics of North America*. - 2011 Oct. -№ 42(4). -P. 487-499.
129. Ito, M. Radiological assessment of bone quality / M. Intro // *Clin Calcium*. -2016 Jan. -№ 26(1). -P. 49-56.
130. Junno, J. A. Age-related trends in vertebral dimensions / J. A. Junno, M. Paananen, J. Karppinen, J. Niinimäki, M. Niskanen, H. Maijanen, T. Väre, M.R. Järvelin, M. T. Nieminen, J. Tuukkanen, C. Ruff // *Journal of Anatomy*. -2015 May. -№ 226(5). -P. 434-439.
131. Kanas, M. Compare Farfan modified and Frobin methods to estimate the height of the intervertebral discs / M. Kanas, M. Squassoni, R. Hiroshi, D. Del Curto, M. Wajchenberg, E. Barros Puertas // *Columna*. - 2014 Mar. -V. 13. -№1. -P.31-34.
132. Katzman, W. B. Age-related hyperkyphosis, independent of spinal osteoporosis, is associated with impaired mobility in older community-dwelling women / W. B. Katzman, E. Vittinghoff, D. M. Kado // *Osteoporosis International*. - 2011 Jan. - №22(1). - P. 85-90.
133. Khosla, S. Pathogenesis of age-related bone loss in humans / S. Khosla //

Journal of Gerontology A Biological Sciences and Medical Sciences. -2013 Oct. -№ 68(10). -P. 1226-1235.

134. Kwok, A. W. Morphological changes of lumbar vertebral bodies and intervertebral discs associated with decrease in bone mineral density of the spine: a cross-sectional study in elderly subjects / A. W. Kwok, Y. X. Wang, J. F. Griffith, M. Deng, J. C. Leung, A. T. Ahuja, P. C. Leung // *Spine (Phila Pa 1976)*. -2012 Nov. -№. 37(23). -P. 1415-1421.

135. Lee, S. Correlation between Bone Mineral Density Measured by Dual-Energy X-Ray Absorptiometry and Hounsfield Units Measured by Diagnostic CT in Lumbar Spine / S. Lee, C. K. Chung, S. H. Oh, S. B. Park // *Journal of Korean Neurosurgical Society*. -2013 Nov. -№54(5). -P.384-389.

136. Li, C. Cortical bone water concentration: dependence of MR imaging measures on age and pore volume fraction / C. Li, A. C. Seifert, H. S. Bhagat, C. S. Rajapakse, W. Sun, S. C. Lam, F. W. Wehrli // *Radiology*. -2015 Sep. -№ 273(3). -P. 796-806.

137. Li, Z. C. Difference in subchondral cancellous bone between postmenopausal women with hip osteoarthritis and osteoporotic fracture: implication for fatigue microdamage, bone microarchitecture, and biomechanical properties / Z. C. Li, L. Y. Dai, L. S. Jiang, S. Qiu // *Arthritis Rheumatology*. -2012 Dec. -№ 64(12). -P. 3955-3962.

138. Li, Y. Two subtypes of intervertebral disc degeneration distinguished by large-scale population-based study / Y. Li, D. Samartzis, D. D. Campbell, S. S. Cherny, K. M. Cheung, K. D. Luk, J. Karppinen, Y. Song, K. S. Cheah, D. Chan, P. C. Sham // *Spine*. -2016 May. [Electronic resource]. Available from: [http://www.thespinejournalonline.com/article/S1529-9430\(16\)30095-X/fulltext](http://www.thespinejournalonline.com/article/S1529-9430(16)30095-X/fulltext).

139. Link, T. M. Osteoporosis imaging: state of the art and advanced imaging / T. M. Link // *Radiology*. -2012 Apr. -№ 263(1). -P. 3-17.

140. Link, T. M. Radiology of osteoporosis / T. M. Link // *Canadian Association of Radiologist Journal*. -2016 Feb. -№. 67(1). -P28-40.

141. Liu, C. Mechanical loading up-regulates early remodeling signals from

osteocytes subjected to physical damage / C. Liu, X. Zhang, M. Wu, L. You // *Journal of Biomechanics*. -2015 Dec. -№ 46(16). -P. 421-428.

142. Livshits, G. Evidence that bone mineral density plays a role in degenerative disc disease: the UK Twin Spine Study / G. Livshits, S. Ermakov, M. Popham // *Annals of the Rheum Dis*. -2010 Jun. -№ 22. -P. 2102-2106.

143. Maghraoui, A. Osteoporosis, vertebral fractures and metabolic syndrome in postmenopausal women / A. Maghraoui, A. Rezqi, S. El Mrahi, S. Sadni, I. Ghozlani, A. Mounach // *BMC Endocr Disord*. -2014 Dec 10. -№14. -P. 93.

144. Malgo, F. Bone mineral strength as measured by microindentation in vivo is decreased in patients with fragility fractures independently of bone mineral density / F. Malgo, N. A. Handy, S. E. Papapoulos, N. M. Appelman-Dijkstra // *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*/, -2015 May. -№100(5). -P. 2039-2045.

145. Manske, L. S. Human trabecular bone microarchitecture can be assessed independently of density with second generation HR-pQCT / L. S. Manske, Y. Zhu, C. Sandino, S. K. Boyd // *Bone*. -2016 Oct. -№79. -P. 2013-221.

146. Mattei, T. A. Osteoporosis delays intervertebral disc degeneration by increasing intradiscal diffusive transport of nutrients through both mechanical and vascular pathophysiological pathways / T. A. Mattei // *Medical Hypotheses*. -2013 May. - №80(5). - P. 582-586.

147. Marcus, R. Osteoporosis / R. Marcus, D. Feldman, D. W. Dempster, M. Luckey, J. Cauley. -Amsterdam : Elsevier/Academic Press, 2013. -2116p.

148. Martel-Pelletier, J. Molecular and cellular studies (osteoporosis and osteoarthritis similarities and differences) / J. Martel-Pelletier // *Osteoporosis International*. -2013. -Vol. 24, Supp. 1. -P. 70.

149. Majchrzycki, M. Polymorphisms of collagen 1A1 (COL1A1) gene and their relation to bone mineral density in postmenopausal women / M. Majchrzycki, J. Bartkowiak-Wieczorek, H. Wolski H, K. Drews, A. Bogacz, B. Czerny, E. Zagrodnik-Ułan, A. P. Seremak-Mrozikiewicz // *Ginekologia Polska*. -2015 Dec. -№ 86(12) -P. 907-1014.

150. Morris, Howard A. Physiological basis of metabolic bone disease / Howard A. Morris, P. Anderson, B. E. C. Vordin. -Boca Raton : Taylor & Francis, 2014. -. 219 p.
151. Muftic, M. Osteoporosis-comparative study between quantitative ultrasound of calcaneus and DXA / M. Muftic, E. K. Selimovic, K. Miladinovic // Medical Archives. -2013. -№67(4). -P. 289-291.
152. Murphy, W. A Jr., Fuller Albright, postmenopausal osteoporosis, and fish vertebrae / W. A. Murphy Jr, D. M. DiVito // Radiology. -2013 Aug. -№268(2). -P.323-326.
153. Muschitz, C. TBS reflects trabecular microarchitecture in premenopausal women and men with idiopathic osteoporosis and low-traumatic fractures / C. Muschitz, R. Kocijan, J. Haschka, D. Pahr, A. Kaider, P. Pietschmann, D. Hans, G. K. Muschitz, A. Fahrleitner-Pammer, H. Resch // Bone. -2015 Oct. -№. 79. -P. 259-266.
154. Museyko, O. A low-radiation exposure protocol for 3D QCT of the spine / O. Museyko, A. Heinemann, M. Krause, B. Wulff, M. Amling, K. Püschel, C. C. Glüer, W. Kalender, K. Engelke // Osteoporosis International. -2014 Mar. -№ 25(3). -P. 983-992.
155. Nakashima, T. Regulation mechanism of bone remodeling / T. Nakashima // Kokubyo Gakkai Zasshi. – 2013 Oct. -№80(3). -P.75-80.
156. Nakashima, T. Frontiers in Live Bone Imaging Researches. Amazing function of osteocyte / T. Nakashima // Clinical Calcium. -2015 Jun. -№ 25(6). -P. 899-905.
157. Nardo, L. Diffuse idiopathic skeletal hyperostosis association with thoracic spine kyphosis: a cross-sectional study for the Health Aging and Body Composition Study / L. Nardo, N. E. Lane, N. Parimi, P. M. Cawthon, B. Fan, J. Shepherd, J. Cauley, A. Zucker-Levin, R. A. Murphy, W. B. Katzman. // Spine. - 2014 Nov. -№ 39(24). -P. 1418-1424.
158. Nguyen, C. Vertebral subchondral bone / C. Nguyen, S. Poiraudou, F. Rannou // Osteoporosis International. -2012 Dec. -№. 23. -P. 857-860.
159. Niedźwiedzki, T. Cellular and systemic regulation of bone remodeling: the role of osteocytes and the nervous system / T. Niedźwiedzki, J. Filipowska // Jpurnal of Molecular Endocrinology. -2015 Aug 25. [Electronic resource]. Available from:

<http://jme.endocrinology-journals.org/content/55/2/R23.long>.

160. Niggemann, P. Spondylolysis and spondylolisthesis: prevalence of different forms of instability and clinical implications / P. Niggemann, J. Kuchta, H. K. Beyer, D. Grosskurth, T. Schulze, K. S. Delank // *Spine (Phila Pa 1976)*. -2011. -№15. -P. 1463-1468.

161. Nuti, R., Undiagnosed vertebral fractures influence quality of life in postmenopausal women with reduced ultrasound parameters / R. Nuti, C. Caffarelli, G. Guglielmi, L. Gennari, S. Gonnelli S. // *Clinical Orthopaedics Related Research*. - 2014 Jul. № 427(7). -P. 2254-2261.

162. Oei, L. Review of radiological scoring methods of osteoporotic vertebral fractures for clinical and research settings / L. Oei, F. Rivadeneira, F. Ly, S. J. Breda, M. C. Zillikens, A. Hofman, A. G. Uitterlinden, G. P. Krestin, E. H. Oei // *European Radiology*. -2013 Feb. -№ 23(2). -P. 476-86.

163. Perilli, E. Modic (endplate) changes in the lumbar spine: bone microarchitecture and remodelling /E. Perilli, I. H. Parkinson, L. H. Truong, K. C. Choung, N. L. Fazzalari, O. L. Osti // *Europe Spine Journal*. -2015 Sep. -№ 24(9). -P. 1926-1934.

164. Phillips, K. L. The cytokine and chemokine expression profile of nucleus pulposus cells: implications for degeneration and regeneration of the intervertebral disc / K. L. Phillips, N. Chiverton, A. L. Michael, A. A. Cole, L. M. Breakwell, G. Haddock, R. A. Bunning, A. K. Cross, C. L. Le Maitre // *Arthritis Ressearch & Therapy*. -2013. -№15(6). [Electronic resource]. Available from: <https://arthritis-research.biomedcentral.com/articles/10.1186/ar4408>.

165. Ribom, E. L., Hyperkyphosis and back pain are not associated with prevalent vertebral fractures in women with osteoporosis / E. L. Ribom, A. Kindmark, O. Ljunggren // *Physiotherapy Theory and Practice*. -2015 Mar. -№31(3). – P.182-185.

166. Roux, J. P. Vertebral body morphology is associated with incident lumbar vertebral fracture in postmenopausal women. The OFELY study / J. R. Roux, S. Belghali, W. Wegrzyn, E. S. Rendu, R. Chapurlat // *Osteoporosis International*. - 2016. -P. 2507-2513.

167. Saghafi, M. Bone densitometry in patients with osteomalacia: is it valuable? / M. Saghafi, A. Azarian, K. Hashemzadeh, M. Sahebari, Z. Rezaie Yazdi. // *Clinical Cases Mineral Bone Metabolism*. -2013 Sep. -№10(3). -P. 180-182.
168. Saito, M. Determinants of bone quality and strength independent of bone remodeling / M. Saito, K. Maruno // *Clinical Calcium*. -2016 Jan. -№ 26(1). -P. 29-41.
169. Salo, S. Association between bone mineral density and lumbar disc degeneration / S. Salo, V. Leinonen, T. Rikkonen, P. Vainio, J. Marttila, R. Honkanen, M. Tuppurainen, H. Kröger, J. Sirola // *Maturitas*. -2014 Dec. -№ 79(4). -P. 449-55.
170. Sanfélix-Genovés, J. Agreement between semi-automatic radiographic morphometry and Genant semi-quantitative method in the assessment of vertebral fractures / J. Sanfélix-Genovés, E. Arana, G. Sanfélix-Gimeno, S. Peiró, M. Graells-Ferrer, M. Vega-Martínez // *Osteoporos Int*. -2012 Aug. -№. 23(8). -P. 2129-2134.
171. Sapir-Koren, R. Osteocyte control of bone remodeling: is sclerostin a key molecular coordinator of the balanced bone resorption-formation cycles? / R. Sapir-Koren, G. Livshits // *Osteoporosis international*. -2014 Dec. -№ 25(12). -P. 2685-2700.
172. Seichi, A. Lumbar spondylosis / A. Seichi // *Nihon Rinsho*. -2014. -№72(10). -P.1750-1754.
173. Sharon, H. Chou. Vertebral morphometry / H. Chou Sharon, T. Vokes. // *Journal of Clinical Densitometry*. -V. 19. -№1. -P. 48-53.
174. Sims, N. A. Regulation of cortical and trabecular bone mass by communication between osteoblasts, osteocytes and osteoclasts / N. A. Sims, C. Vrahnas // *Archives Biochemistry Biophysics*. -2014 Nov. -№ 561. -P. 22-30.
175. Song, Y. Q. Lumbar disc degeneration is linked to a carbohydrate sulfotransferase 3 variant / Y. Q. Song, T. Karasugi, K. Cheung, K. Chiba // *Journal Clinical Investigation*. -2013 Nov. -№123(11). [Electronic resource]. Available from: <http://www.jci.org/articles/view/69277>.
176. Stöcklin, E. Vitamin D, an essential nutrient with versatile functions in nearly all organs / E. Stöcklin, M. Eggersdorfer // *International Journal for Vitamin Nutrition Research*. -2013. -№83(2). -P. 92-100.

177. Sun, Z. FasL on human nucleus pulposus cells prevents angiogenesis in the disc by inducing Fas-mediated apoptosis of vascular endothelial cells / Z. Sun, Z. Y. Wan, Y. S. Guo, H. Q. Wang, Z. J. Luo // *International Journal of Clinical and Experimental Pathology*. -2013 Oct 15. -№6(11). -P. 2376-2385.

178. Szczęsny, G. Regulation of Bone Homeostasis by Osteocytes / G. Szczęsny, A. Brodzikowska, R. Galus, P. Włodarski, K. H. Włodarski // *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja*. -2015 Dec. -№ 17 (6). -P. 567-975.

179. Tan, S. High precision semiautomated computed tomography measurement of lumbar disk and vertebral heights. / S. Tan, J. Yao, L. Yao, M. M. Ward // *Medical Physics*. -2013 Jan. -№40(1). [Electronic resource]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3537710/>.

180. Tang, X. Changes in the molecular phenotype of nucleus pulposus cells with intervertebral disc aging / X. Tang, L. Jing, J. Chen // *PLoS One*. -2012. -№7(12). [Electronic resource]. Available from: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0052020>.

181. Tang, P. The role of microRNAs in osteoclasts and osteoporosis / P. Tang, Q. Xiong, W. Ge, L. Zhang // *RNA Biology*. -2014. -№11(11). -P. 1355-1363.

182. Teti, A. Mechanisms of osteoclast-dependent bone formation / A. Teti // *Bonekey Reports*. -2013 Dec. -P. 1-6.

183. Thomsen, J. S. Age-related changes of vertical and horizontal lumbar vertebral trabecular 3D bone microstructure is different in women and men / J. S. Thomsen, A. S. Niklassen, E. N. Ebbesen, A. Bruel // *Bone*. -2013 Nov. -№ 57 (1). -P. 47-55.

184. Thomsen, J. S. Age-related changes in vertebral and iliac crest 3D bone microstructure-differences and similarities / J. S. Thomsen, M. V. Jensen, A. S. Niklassen, E. N. Ebbesen, A. Bruel // *Osteoporosis*. -2015 Jan. -№36(1). -P. 219-228.

185. Tosun, O. Assessment of lumbar vertebrae morphology by magnetic resonance imaging in osteoporosis / O. Tosun, F. Fidan, F. Erdil, A. Tosun, M. Karaoğlanoğlu O. Ardiçoğlu // *Skeletal Radiology*. -2012 Dec. -№ 41(12). -P.1583-90.

186. Tryniszewski, W. Bone metabolism assessment, bone metabolism index

designation and the determination of its normal values range in young healthy women // W. Tryniszewski, M. Gadzicki, M. Górska-Chrzęstek, Z. Maziarz // Medical Science Monitor. -2011 Oct. -№17(10). -P. 561-571.

187. Tu, X. Osteocytes mediate the anabolic actions of canonical Wnt/ β -catenin signaling in bone / X. Tu, J. Delgado-Calle, K. W. Condon, M. Maycas, H. Zhang, N. Carlesso, M. M. Taketo, D. B. Burr, L. I. Plotkin, T. Bellido T // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. -2015 Feb. -№112(5). -P. 478-86.

188. Vergroesen, P. P. Mechanics and biology in intervertebral disc degeneration: a vicious circle / P. P. Vergroesen, I. Kingma, K. S. Emanuel, R. J. Hoogendoorn, T. J. Welting, B. J. van Royen, J. H. van Dieën J. H, T. H. Smit // Osteoarthritis Cartilage. -2015 Jul. -№23(7). -P.1057-1570.

189. Von Forell, G. A, Low Back Pain: A Biomechanical Rationale Based on "Patterns" of Disc Degeneration / G. A. Von Forell, T. K. Stephens, D. Samartzis, A. E. Bowden // Spine. -2015 Aug. -№40(15). -P. 1165-1172.

190. Waldt, S. Measurements and Classification in Musculoskeletal Radiology / S. Waldt, M. Eiber, K. Woertker. - Stuttgart and New York : Thieme - 2013. -224 p.

191. Waldt, S. Measurements and classifications in spine imaging / S. Waldt, A. Gersing, M. Brügel // Seminars in Musculoskeletal Radiology. -2014 Jul. -№18(3). -P. 219-227

192. Wang, F. Research progress of cellular senescence and senescent secretary phenotype in intervertebral disc degeneration / F. Wang, C. Zheng, X. Wu // Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi. -2012 Dec. -№26(12). -P.1448-1452.

193. Wang, Y. X. Relationship between hip bone mineral density and lumbar disc degeneration: a study in elderly subjects using an eight-level MRI-based disc degeneration grading system / Y. X. Wang, A. W. Kwok, J. F. Griffith, J. C. Leung, H. T. Ma, A. T. Ahuja, P. C. Leung // Journal of Magnetic Resonance Imaging. - 2011 Apr. - №33(4). - P.916-920.

194. Wang, W. J. MMPs and ADAMTSs in intervertebral disc degeneration / W. J. Wang, X. H. Yu, C. Wang, W. Yang, W. S. He, S. J. Zhang,, Y. G. Yan, J. Zhang // Clinical Chimica Acta. -2015 Aug. -№448. -P. 238-246.

195. Weaver, A. A. Lumbar Bone Mineral Density Phantomless Computed Tomography Measurements and Correlation with Age and Fracture Incidence / A. A. Weaver, K. M. Beavers, R. C. Hightower, S. K. Lynch, A. N. Miller, J. D. Stitzel // Traffic Injury Prevention. -2015. -№16. -P. 153-160.

196. Yang, W. Interleukin-1 β in intervertebral disk degeneration / W. Yang, X. H. Yu, C. Wang, W. S. He, S. J. Zhang, Y. G. Yan, J. Zhang, Y. X. Xiang, W. J. Wang // Clinical Chimica Acta. -2015 Oct. -№ 450. -P. 262-272.

197. Younes, M. Discordance between spine and hip Bone Mineral Density measurement using DXA in osteoporosis diagnosis: prevalence and risk factor / M. Younes, S. Ben Hammouda, M. Jguirim, K. Younes, S. Zrour, I. Béjia, M. Touzi, N. Bergaoui // Tunis Med. -2014 Jan. -№92(1). -P.1-5.

198. Zehra, U. Porosity and Thickness of the Vertebral Endplate Depend on Local Mechanical Loading / U. Zehra, K. Robson-Brown, M. A. Adams, P. Dolan // Spine. -2015 Aug. -№40 (15). -P. 1173-1180.

199. Zhang, L. Q. Relation of JAGGED 1 and collagen type 1 alpha 1 polymorphisms with bone mineral density in Chinese postmenopausal women /L. Q. Zhang, H. Liu, X. F. Huang // International journal of clinical and experimental pathology. -2014 Sept. -№7(10). -P. 7142-7147.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 11

Абсорбциометрические данные тел поясничных позвонков в зависимости от
возраста ($M \pm m$) (мг/мл)

	До 50 лет	50-59 лет	60-69 лет	70 и старше
n	n-10	n-43	n-45	n-29
ПГ L ₂	142,2 \pm 3,34	139,5 \pm 1,12	86,1 \pm 1,12*	72,7 \pm 1,66*
ПГ L ₃	143,8 \pm 4,32	118,9 \pm 1,66*	77,9 \pm 1,68*	65,4 \pm 1,60*
ПГ L ₄	143,7 \pm 5,22	71,3 \pm 2,42*	80,1 \pm 1,50*	62,2 \pm 1,58*
ОПГ L ₂	52,9 \pm 4,68	57,0 \pm 1,34	41,9 \pm 1,44*	46,7 \pm 1,56*
ОПГ L ₃	54,1 \pm 5,12	56,8 \pm 1,32	37,8 \pm 1,44*	43,3 \pm 1,56*
ОПГ L ₄	50,9 \pm 5,46	56,2 \pm 1,48	41,3 \pm 1,36*	42,2 \pm 1,60
ПГmax L ₂	195,4 \pm 4,86	196,5 \pm 2,48	128,0 \pm 1,80*	119,4 \pm 1,60*
ПГmaxL ₃	197,9 \pm 4,48	175,7 \pm 2,12*	115,7 \pm 2,66*	108,7 \pm 2,48*
ПГmax L ₄	194,6 \pm 4,44	127,5 \pm 2,56*	121,4 \pm 2,86	104,4 \pm 2,90*
ПГmin L ₂	89,3 \pm 3,20	82,5 \pm 2,44	42,4 \pm 2,12*	26,0 \pm 2,06*
ПГmin L ₃	92,9 \pm 4,46	62,1 \pm 2,44*	40,1 \pm 2,44*	22,1 \pm 2,62*
ПГmin L ₄	92,8 \pm 4,80	15,1 \pm 2,86*	38,8 \pm 2,18*	20,0 \pm 2,32*
ПК L ₂	297,0 \pm 6,12	259,3 \pm 2,88	237,6 \pm 2,78*	250,0 \pm 3,12*
ПК L ₃	328,0 \pm 6,66	272,3 \pm 3,26*	255,1 \pm 2,66*	269,6 \pm 2,66*
ПК L ₄	339,9 \pm 6,12	274,9 \pm 3,20*	260,2 \pm 2,58*	267,6 \pm 2,78*
ОПК L ₂	73,2 \pm 5,86	99,9 \pm 2,48*	103,5 \pm 2,58*	114,9 \pm 2,70*
ОПК L ₃	100,5 \pm 6,08	107,1 \pm 3,12	106,0 \pm 2,56	129,8 \pm 2,68*
ОПК L ₄	115,5 \pm 5,20	123,9 \pm 3,18*	123,1 \pm 2,50	130,6 \pm 2,66
ПКmaxL ₂	370,2 \pm 5,86	359,2 \pm 4,12*	341,1 \pm 2,66	364,9 \pm 3,12*

Продолжение таблицы 11

	До 50 лет	50-59 лет	60-69 лет	70 и старше
n	n-10	n-43	n-45	n-29
ПКmax L ₃	428,5 \pm 4,80	379,4 \pm 3,36*	361,1 \pm 2,88	398,2 \pm 3,08*
ПКmax L ₄	455,4 \pm 4,14	298,8 \pm 2,46*	383,3 \pm 2,16*	398,2 \pm 3,22
ПКmin L ₂	223,8 \pm 4,56	159,4 \pm 2,30*	134,1 \pm 2,18*	135,1 \pm 3,16
ПКmin L ₃	227,5 \pm 4,22	165,2 \pm 2,66*	149,1 \pm 2,38*	140,8 \pm 2,26
ПКmin L ₄	224,4 \pm 4,18	151,0 \pm 2,46*	137,1 \pm 2,32*	137,0 \pm 2,13
КГИ L ₂	2,13 \pm 0,84	2,37 \pm 0,24*	2,89 \pm 0,26*	4,19 \pm 0,30*
КГИ L ₃	2,39 \pm 0,46	2,47 \pm 0,26	3,33 \pm 0,22*	5,05 \pm 0,32*
КГИ L ₄	2,50 \pm 0,44	2,65 \pm 0,24	3,48 \pm 0,24*	4,47 \pm 0,28*

*p-< 0,05. M - выборочное среднее, m - ошибка среднего, p - уровень значимости, n - число наблюдений

Таблица 13

Данные рентгеноморфометрического исследования межпозвонковых пространств в зависимости от возраста (M \pm m) (мм)

		До 50 лет	50-59 лет	60-69 лет	70 лет и более
n		n-10	n-43	n-45	n-29
T4-5	A	3,2 \pm 0,24	3,5 \pm 0,16	3,4 \pm 0,12	3,3 \pm 0,18
	M	4,7 \pm 0,24	4,2 \pm 0,14	4,4 \pm 0,14	4,3 \pm 0,20
	P	3,6 \pm 0,26	3,4 \pm 0,18	3,8 \pm 0,12	3,8 \pm 0,22
T5-6	A	3,0 \pm 0,22	3,6 \pm 0,14	3,5 \pm 0,12	3,8 \pm 0,18*
	M	5,4 \pm 0,24	4,4 \pm 0,16	4,7 \pm 0,16	4,2 \pm 0,18
	P	3,4 \pm 0,24	3,5 \pm 0,18	3,9 \pm 0,14	3,8 \pm 0,18

		До 50 лет	50-59 лет	60-69 лет	70 лет и более
n		n-10	n-43	n-45	n-29
T6-7	A	3,4±0,22	3,7±0,20	3,5±0,14	4,3±0,20*
	M	4,0±0,24	4,5±0,20	4,4±0,12	4,7±0,20*
	P	3,8±0,26	3,8±0,20	5,0±0,18	4,0±0,18
T7-8	A	3,8±0,24	4,1±0,22	3,9±0,20	4,1±0,18
	M	4,7±0,24	4,5±0,18	4,6±0,18	5,1±0,16*
	P	3,8±0,26	3,7±0,18	4,4±0,16	4,4±0,22*
T8-9	A	4,1±0,22	4,5±0,16	4,5±0,18	4,6±0,20
	M	4,7±0,20	4,8±0,14	4,9±0,18	5,2±0,20*
	P	3,6±0,22	4,1±0,14	4,1±0,14	4,5±0,18*
T9-10	A	4,2±0,28	5,2±0,12	4,8±0,14	5,1±0,18*
	M	4,8±0,28	5,2±0,12	5,2±0,18	5,5±0,18*
	P	3,8±0,26	4,5±0,14	4,5±0,14	4,9±0,18*
T10-11	A	4,5±0,26	5,7±0,16	5,5±0,16	5,7±0,20
	M	5,2±0,28	5,8±0,18	5,5±0,14	6,0±0,22*
	P	4,2±0,26	4,5±0,14	4,7±0,16	4,8±0,18*
T11-12	A	5,9±0,26	6,2±0,16	6,1±0,14	6,0±0,16
	M	5,8±0,30	6,3±0,12	6,6±0,18	6,7±0,18*
	P	4,2±0,26	4,9±0,12	4,7±0,14	5,2±0,20*
T12L1	A	7,1±0,28	7,7±0,12	7,0±0,16	7,0±0,18
	M	6,8±0,32	7,7±0,12	7,1±0,14	7,2±0,20*
	P	5,8±0,32	5,6±0,16	5,1±0,16	5,7±0,18
L1-2	A	8,7±0,34	8,3±0,18	8,8±0,12	8,8±0,18
	M	7,9±0,32	8,9±0,16	8,7±0,18	8,7±0,16
	P	5,9±0,38	6,6±0,16	6,1±0,16	6,1±0,18
L2-3	A	10,4±0,38	11,1±0,16	10,5±0,14	11,1±0,22
	M	10,1±0,40	10,6±0,12	9,9±0,12	10,7±0,24*
	P	7,2±0,42	7,7±0,14	7,0±0,14	7,7±0,22

		До 50 лет	50-59 лет	60-69 лет	70 лет и более
n		n-10	n-43	n-45	n-29
L3-4	A	12,3 \pm 0,38	12,7 \pm 0,18	14,3 \pm 0,16	13,4 \pm 0,24*
	M	11,7 \pm 0,40	11,0 \pm 0,18	10,7 \pm 0,12	11,8 \pm 0,24*
	P	8,2 \pm 0,42	7,8 \pm 0,22	7,2 \pm 0,12	8,2 \pm 0,20*
L4-5	A	14,2 \pm 0,38	13,7 \pm 0,22	14,3 \pm 0,14	14,0 \pm 0,22
	M	11,4 \pm 0,38	12,1 \pm 0,24	11,4 \pm 0,18	11,1 \pm 0,26*
	P	8,2 \pm 0,36	8,3 \pm 0,24	7,6 \pm 0,18	8,1 \pm 0,24

*p-< 0,05. M - выборочное среднее, m - ошибка среднего, p - уровень значимости, n - число наблюдений

Таблица 18

Результаты рентгеноморфометрического исследования ширины межпозвонковых пространств при различной величине минеральной плотности кости (M \pm m) (мм)

		+ 125 мг/мл	100- 124мг/мл	75-99 мг/мл	50-74 мг/мл	-50 мг/мл
Средний возраст		53,4 \pm 3,24	60,7 \pm 2,44	62,7 \pm 2,32	67,6 \pm 2,38	69,5 \pm 2,68
n		n-23	n-23	n-40	n-27	n-14
T4-5	A	3,3 \pm 0,10	3,5 \pm 0,12	3,6 \pm 0,10	3,3 \pm 0,12	3,0 \pm 0,16
	M	4,1 \pm 0,12	4,4 \pm 0,12	4,3 \pm 0,10	4,2 \pm 0,08	4,0 \pm 0,14
	P	3,2 \pm 0,12	3,4 \pm 0,10	3,8 \pm 0,12	3,6 \pm 0,08	3,7 \pm 0,14
T5-6	A	3,5 \pm 0,08	3,8 \pm 0,08	3,8 \pm 0,06	3,6 \pm 0,06	3,5 \pm 0,12
	M	4,7 \pm 0,08	4,4 \pm 0,08	4,4 \pm 0,06	4,6 \pm 0,08	4,2 \pm 0,12
	P	3,7 \pm 0,08	3,5 \pm 0,10	3,7 \pm 0,08	4,1 \pm 0,10	3,6 \pm 0,14
T6-7	A	3,4 \pm 0,10	3,9 \pm 0,10	3,4 \pm 0,12	3,8 \pm 0,12	3,9 \pm 0,16
	M	4,2 \pm 0,10	4,8 \pm 0,12	4,1 \pm 0,08	4,6 \pm 0,10	5,3 \pm 0,14*
	P	3,9 \pm 0,10	4,0 \pm 0,12	3,7 \pm 0,08	4,0 \pm 0,10	3,9 \pm 0,16
T7-8	A	3,9 \pm 0,10	4,4 \pm 0,12	3,9 \pm 0,10	3,9 \pm 0,08	4,3 \pm 0,14*
	M	4,5 \pm 0,10	4,8 \pm 0,10	4,7 \pm 0,08	5,0 \pm 0,08	4,8 \pm 0,16
	P	3,8 \pm 0,10	4,3 \pm 0,12	4,0 \pm 0,12	4,2 \pm 0,12	4,7 \pm 0,14*

Продолжение таблицы 18

		+ 125 мг/мл	100- 124мг/мл	75-99 мг/мл	50-74 мг/мл	-50 мг/мл
Средний возраст		53,4±3,24	60,7±2,44	62,7±2,32	67,6±2,38	69,5±2,68
n		n-23	n-23	n-40	n-27	n-14
Т8-9	A	4,4±0,10	4,4±0,10	4,6±0,06	4,4±0,08	4,9±0,12*
	M	4,6±0,12	4,7±0,10	4,9±0,08	5,2±0,08	4,8±0,14
	P	3,9±0,08	4,1±0,12	4,1±0,08	4,6±0,10	4,6±0,16*
Т9-10 A		4,6±0,08	5,2±0,08*	4,9±0,10	5,2±0,12	5,1±0,16*
	M	4,8±0,08	5,5±0,10	5,3±0,12	5,7±0,10	5,1±0,16
	P	4,2±0,10	4,5±0,10	4,4±0,08	4,8±0,10	4,8±0,14*
Т10-11	A	5,1±0,08	5,6±0,10	5,5±0,08	5,8±0,12	5,6±0,16
	M	5,4±0,10	5,6±0,08	5,6±0,12	6,2±0,08	6,1±0,14*
	P	4,3±0,08	4,4±0,08	4,7±0,10	4,8±0,08	4,6±0,12
Т11-12	A	6,3±0,10	5,9±0,12	5,9±0,08	6,2±0,08	6,4±0,16
	M	5,8±0,10	6,3±0,12	6,7±0,08	7,4±0,08	6,4±0,14
	P	4,4±0,12	5,0±0,10	4,7±0,08	5,3±0,08	4,8±0,14
Т12- L1	A	7,5±0,08	7,4±0,08	7,3±0,10	7,3±0,10	6,8±0,14
	M	6,5±0,12	7,6±0,10	7,5±0,08	7,9±0,10	6,8±0,16
	P	5,3±0,08	5,9±0,10	5,5±0,08	6,2±0,10	5,5±0,14
L1-2	A	8,2±0,12	8,8±0,08	8,6±0,08	9,0±0,10	8,4±0,16
	M	7,8±0,10	9,0±0,10	8,8±0,08	9,4±0,08	8,8±0,14
	P	6,2±0,12	6,5±0,10	6,3±0,08	5,8±0,14	6,2±0,16
L2-3	A	10,7±0,10	10,1±0,10	10,8±0,12	11,2±0,12	11,1±0,14
	M	9,4±0,08	9,3±0,12	9,9±0,10	10,7±0,12	11,4±0,14*
	P	7,2±0,10	7,4±0,12	7,9±0,08	7,2±0,12	7,6±0,14
L3-4	A	12,1±0,08	12,1±0,08	12,8±0,08	14,1±0,06	12,9±0,12
	M	11,2±0,12	10,3±0,10	11,2±0,10	12,4±0,08	12,2±0,14
	P	8,0±0,08	7,4±0,10	7,4±0,08	8,7±0,08	7,8±0,14
L4-5	A	13,7±0,10	13,8±0,08	13,9±0,08	13,8±0,06	15,3±0,14*
	M	11,6±0,08	11,4±0,10	11,4±0,12	11,2±0,12	12,3±0,16*
	P	8,3±0,10	7,5±0,10	8,1±0,12	8,0±0,14	8,1±0,18

*p-< 0,05. M - выборочное среднее, m - ошибка среднего, p - уровень значимости, n - число наблюдений

Таблица 24

Результаты рентгеноморфометрического исследования ширины межпозвонковых пространств при различной степени дистрофических изменений межпозвонковых дисков (M \pm m)

		1-2 балла	3-4 балла	5-6 баллов
Средний возраст		62,1 лет	61,3 лет	63,7 лет
n		n-30	n-59	n-36
T4-5	A	3,5 \pm 0,14	3,3 \pm 0,10	3,5 \pm 0,14
	M	4,7 \pm 0,10	4,1 \pm 0,12	4,2 \pm 0,12
	P	3,7 \pm 0,12	3,5 \pm 0,14	3,7 \pm 0,12
T5-6	A	3,4 \pm 0,12	3,7 \pm 0,12	3,6 \pm 0,10
	M	4,6 \pm 0,10	4,6 \pm 0,10	4,2 \pm 0,14
	P	3,6 \pm 0,14	3,7 \pm 0,14	3,6 \pm 0,10
T6-7	A	3,6 \pm 0,12	3,6 \pm 0,14	3,8 \pm 0,14
	M	4,4 \pm 0,10	4,5 \pm 0,10	4,5 \pm 0,12
	P	3,8 \pm 0,12	3,9 \pm 0,12	4,1 \pm 0,10
T7-8	A	3,9 \pm 0,10	4,1 \pm 0,10	4,3 \pm 0,14
	M	4,9 \pm 0,10	4,7 \pm 0,12	4,7 \pm 0,12
	P	4,2 \pm 0,14	4,1 \pm 0,14	4,2 \pm 0,14
T8-9	A	4,5 \pm 0,12	4,5 \pm 0,12	5,6 \pm 0,12
	M	5,2 \pm 0,10	5,0 \pm 0,14	4,8 \pm 0,10
	P	4,5 \pm 0,14	4,0 \pm 0,10	4,1 \pm 0,14
T9-10	A	5,0 \pm 0,10	4,9 \pm 0,14	5,1 \pm 0,12
	M	5,8 \pm 0,12	5,2 \pm 0,10	4,9 \pm 0,10
	P	4,4 \pm 0,10	5,3 \pm 0,14	4,2 \pm 0,10
T10-11	A	5,6 \pm 0,14	4,7 \pm 0,10	5,8 \pm 0,10
	M	6,2 \pm 0,12	5,3 \pm 0,14	5,5 \pm 0,14
	P	5,0 \pm 0,14	5,6 \pm 0,14	4,5 \pm 0,12
T11-12	A	5,8 \pm 0,10	4,7 \pm 0,12	5,0 \pm 0,14
	M	7,0 \pm 0,12	6,1 \pm 0,12	6,3 \pm 0,10
	P	5,0 \pm 0,14	6,4 \pm 0,10	4,7 \pm 0,12
T12- L1	A	6,9 \pm 0,14	4,9 \pm 0,14	7,2 \pm 0,10
	M	7,4 \pm 0,10	7,4 \pm 0,12	7,1 \pm 0,12
	P	5,9 \pm 0,14	7,4 \pm 0,14	5,1 \pm 0,14

Продолжение таблицы 24

		1-2 балла	3-4 балла	5-6 баллов
Средний возраст		62,1 лет	61,3 лет	63,7 лет
n		n-30	n-59	n-36
L1-2	A	8,6 \pm 0,12	5,7 \pm 0,12	7,9 \pm 0,12
	M	9,0 \pm 0,14	8,7 \pm 0,14	8,3 \pm 0,10
	P	5,9 \pm 0,10	6,6 \pm 0,10	5,8 \pm 0,14
L2-3	A	10,6 \pm 0,12	11,2 \pm 0,14	10,6 \pm 0,10
	M	10,2 \pm 0,14	10,4 \pm 0,12	10,2 \pm 0,12
	P	7,0 \pm 0,10	7,9 \pm 0,14	7,0 \pm 0,14
L3-4	A	12,4 \pm 0,14	13,2 \pm 0,10	12,3 \pm 0,10
	M	11,5 \pm 0,14	11,5 \pm 0,14	10,6 \pm 0,12
	P	8,3 \pm 0,10	7,6 \pm 0,14	13,2 \pm 0,10
L4-5	A	13,4 \pm 0,12	13,8 \pm 0,10	14,0 \pm 0,14
	M	11,1 \pm 0,12	11,7 \pm 0,14	11,1 \pm 0,12
	P	8,4 \pm 0,12	8,3 \pm 0,10	7,4 \pm 0,14

*p-< 0,05. M - выборочное среднее, m - ошибка среднего, p - уровень значимости, n - число наблюдений

Таблица 29

Результаты рентгеноморфометрического исследования ширины межпозвонковых пространств при различной степени дистрофических изменений передней продольной связки (M \pm m) (мм)

		1-2 балла	3-4 балла	5-6 баллов
Средний возраст		58,9 лет	65,0 лет	66,6 лет
n		n-13	n-24	n-10
T4-5	A	3,6 \pm 0,12	3,5 \pm 0,10	3,7 \pm 0,18
	M	4,4 \pm 0,16	4,2 \pm 0,10	4,3 \pm 0,14
	P	3,4 \pm 0,12	3,3 \pm 0,12	3,4 \pm 0,20
T5-6	A	3,3 \pm 0,14	3,5 \pm 0,12	3,8 \pm 0,18
	M	4,4 \pm 0,16	4,0 \pm 0,08	4,7 \pm 0,20
	P	3,3 \pm 0,12	3,1 \pm 0,10	4,3 \pm 0,14
T6-7	A	3,6 \pm 0,14	3,7 \pm 0,12	3,4 \pm 0,18
	M	4,2 \pm 0,12	4,8 \pm 0,08	4,3 \pm 0,14
	P	4,2 \pm 0,16	3,7 \pm 0,10	4,3 \pm 0,20

Продолжение таблицы 29

		1-2 балла	3-4 балла	5-6 баллов
Средний возраст		58,9 лет	65,0 лет	66,6 лет
n		n-13	n-24	n-10
Т7-8	A	4,0 \pm 0,14	4,4 \pm 0,12	3,9 \pm 0,20
	M	4,8 \pm 0,12	4,8 \pm 0,08	4,9 \pm 0,18
	P	3,9 \pm 0,14	4,3 \pm 0,12	4,4 \pm 0,14
Т8-9	A	4,4 \pm 0,12	4,8 \pm 0,10	4,7 \pm 0,18
	M	4,7 \pm 0,14	5,1 \pm 0,08	4,9 \pm 0,14
	P	4,2 \pm 0,12	4,0 \pm 0,12	4,6 \pm 0,20
Т9-10	A	4,8 \pm 0,16	4,8 \pm 0,10	5,5 \pm 0,18
	M	5,2 \pm 0,12	5,1 \pm 0,08	5,2 \pm 0,14
	P	4,2 \pm 0,14	4,3 \pm 0,10	5,0 \pm 0,18
Т10-11	A	5,4 \pm 0,12	5,7 \pm 0,12	6,7 \pm 0,20
	M	6,3 \pm 0,14	5,2 \pm 0,12	5,8 \pm 0,14
	P	4,6 \pm 0,12	4,4 \pm 0,10	4,3 \pm 0,18
Т11-12	A	6,1 \pm 0,14	6,0 \pm 0,08	6,7 \pm 0,18
	M	6,8 \pm 0,12	6,1 \pm 0,12	6,1 \pm 0,14
	P	5,0 \pm 0,14	4,5 \pm 0,10	4,8 \pm 0,20
Т12- L1	A	7,0 \pm 0,16	7,5 \pm 0,10	7,3 \pm 0,18
	M	7,8 \pm 0,14	7,2 \pm 0,08	7,1 \pm 0,20
	P	5,3 \pm 0,12	5,7 \pm 0,12	5,0 \pm 0,14
L1-2	A	8,4 \pm 0,16	9,1 \pm 0,10	7,4 \pm 0,18
	M	8,9 \pm 0,12	9,0 \pm 0,08	9,0 \pm 0,14
	P	6,7 \pm 0,12	6,3 \pm 0,08	5,5 \pm 0,18
L2-3	A	10,9 \pm 0,16	10,6 \pm 0,12	11,1 \pm 0,18
	M	10,7 \pm 0,14	10,5 \pm 0,10	9,7 \pm 0,14
	P	7,0 \pm 0,16	7,3 \pm 0,12	7,1 \pm 0,20
L3-4	A	11,6 \pm 0,16	12,4 \pm 0,10	14,7 \pm 0,14
	M	11,1 \pm 0,14	11,3 \pm 0,08	11,3 \pm 0,18
	P	7,8 \pm 0,12	7,7 \pm 0,12	6,8 \pm 0,18
L4-5	A	13,9 \pm 0,14	12,5 \pm 0,10	15,0 \pm 0,14
	M	12,3 \pm 0,12	10,8 \pm 0,12	12,0 \pm 0,18
	P	8,5 \pm 0,14	7,2 \pm 0,10	6,1 \pm 0,18

M - выборочное среднее, m - ошибка среднего, n - число наблюдений

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

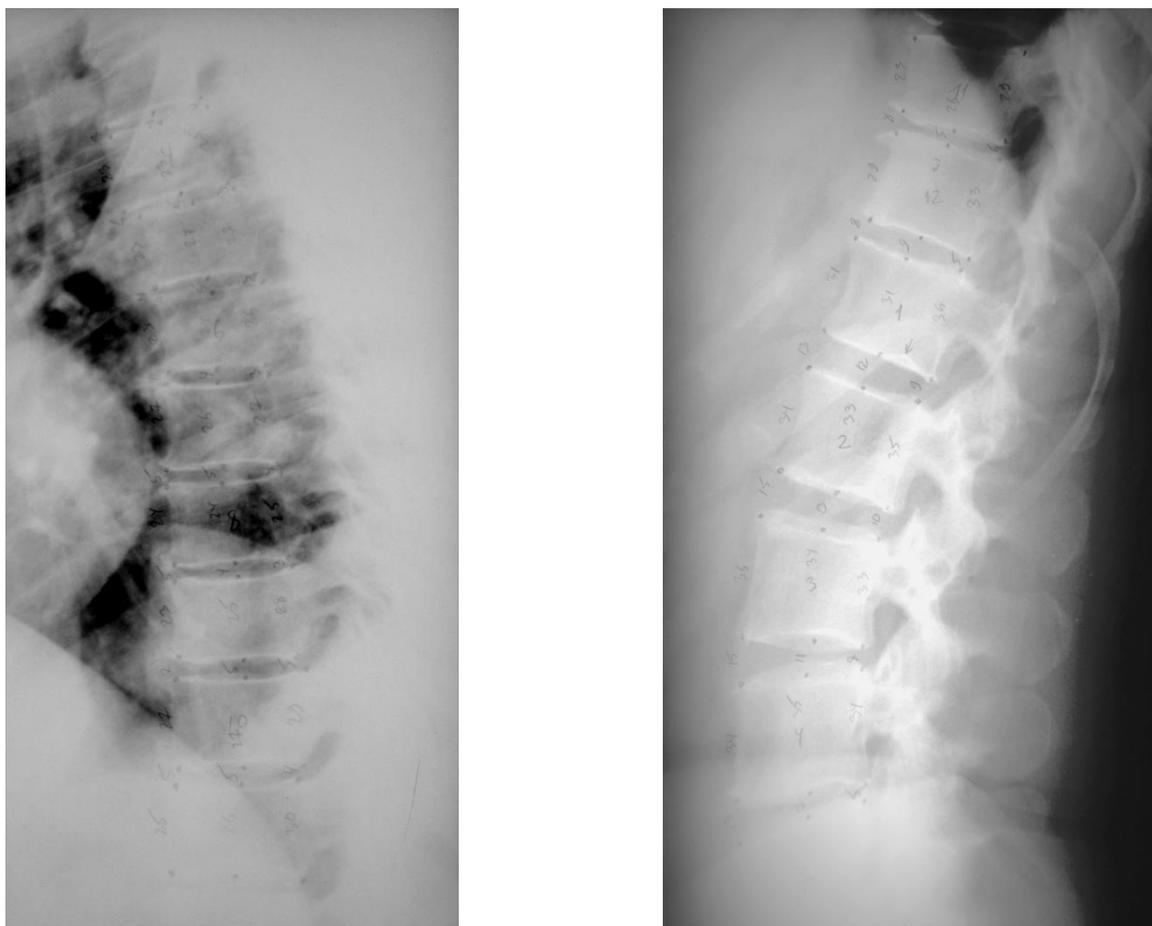


Рис. 67. Рентгенограммы грудного и поясничного отделов позвоночного столба пациентки В-ой 53 года

На рентгенограммах грудного и поясничного отделов позвоночного столба в боковой проекции отмечаются умеренно выраженные дистрофические изменения в виде остеохондроза в нижних сегментах грудного отдела. Данных за аномально-диспластические, травматические, деструктивные проявления не отмечается. Положение тел позвонков правильное.

Протокол абсорбциометрического, рентгеновского,
рентгеноморфометрического исследований позвоночного столба

В-а 53 г.

QSTГубчатая max/min Кортикальная max/minКортикально-губчатый индекс

L2	161,7 \ 94,3	313,2 \ 221,0	1,94 \ 2,34
L3	160,2 \ 96,5	339,4 \ 236,3	2,12 \ 2,06
L4	165,5 \ 104,1	347,6 \ 214,1	2,10 \ 2,06
Среднее	162,5 \ 98,4	333,4 \ 223,8	2,05 \ 2,27

T 0,11 Z 1,83

Рентгеновская морфометрия

МПП (Т3-Т4 - L4-L5)

	A	M	P	A/P	M/P	a	m	p
T4	23	23	25	0,92	0,92	3	4	4
T5	23	24	27	0,85	0,89	5	5	3
T6	23	24	26	0,88	0,92	4	5	3
T7	27	26	27	1,0	0,96	4	4	3
T8	24	24	25	0,96	0,96	5	5	4
T9	23	25	28	0,82	0,89	5	4	3
T10	27	27	29	0,93	0,93	7	5	5
T11	23	26	29	0,79	0,90	5	5	4
T12	29	31	33	0,88	0,94	8	5	6
L1	31	31	36	0,88	0,86	8	9	5
L2	34	33	35	0,97	0,94	13	12	9
L3	36	34	33	1,09	1,03	15	13	10
L4	34	35	34	1,0	1,03	15	11	8
						13	7	5

Изменение индексов -1,0-2,0 sd - 1

2,0-3,0 sd -

>3 sd -

ИРРП А -1 М 0,25 Р 0,5

СВР 5

СПР1 4 СПР2 10

СМР 6

Рентгенодиагностическая оценка остеопении и остеопороза (баллы) 4

ОХ 2\9=5, СП – (-), БФ - (-).



Рис. 68. Рентгенограммы грудного и поясничного отделов позвоночного столба пациентки К-ой 46 лет

На рентгенограммах грудного и поясничного отделов позвоночного столба в боковой проекции определяется умеренно выраженное увеличение рентгеновской прозрачности тел грудных и поясничных позвонков с частичным истончением кортикальных слоев, с умеренными деформационными изменениями тел верхней половины грудной части позвоночника. Деформаций, характерных для остеопоротических переломов, не отмечается.

Данных за аномально-диспластические, травматические, деструктивные изменения не выявлено.

Заключение: Рентгеновская картина остеопении, возможно начального остеопороза позвоночного столба

Протокол абсорбциометрического, рентгеновского,
рентгеноморфометрического исследований позвоночного столба

К-а 46 л.

QSTГубчатая max/min Кортикальная max/minКортикально-губчатый индекс

L2	68,6 \ 33,8	219,0 \ 139,8	3,19 \ 4,14
L3	72,1 \ 36,9	243,0 \ 166,5	3,37 \ 4,51
L4	74,9 \ 42,1	294,0 \ 194,4	3,92 \ 4,62
Среднее	71,9 \ 37,7	252,0 \ 166,9	3,5 \ 4,43

T -3,17 Z -2,24

Рентгеновская морфометрия

МПП (Т3-Т4 - L4-L5)

	A	M	P	A/P	M/P	a	m	p
T4	19	18	21	0,90	0,86	3	4	4
T5	18	17	18	1,0	0,94	3	5	4
T6	17	18	19	0,89	0,95	4	5	5
T7	20	21	22	0,91	0,95	3	5	4
T8	21	22	23	0,91	0,96	3	3	3
T9	23	24	26	0,88	0,92	4	5	3
T10	24	24	25	0,96	0,96	3	5	4
T11	25	25	27	0,92	0,92	4	5	3
T12	28	28	30	0,93	0,93	6	6	3
L1	31	29	31	1,0	0,93	7	8	5
L2	30	30	33	0,91	0,91	9	9	5
L3	34	31	34	1,0	0,91	11	11	6
L4	34	33	34	1,0	0,96	12	10	6
						12	8	5

Изменение индексов -1,0-2,0 sd -

2,0-3,0 sd -

>3 sd -

ИРРП А 1,25 М 1,0 Р 1,25

СВР 1

СПР1 3 СПР2 4

СМР 4

Рентгенодиагностическая оценка остеопении и остеопороза (баллы) 5

ОХ 1\1=1, СП - (-), БФ - (-).



Рис. 69. Рентгенограмма грудного и поясничного отделов позвоночного столба пациентки Ж-ой 71 год

На рентгенограммах грудного и поясничного отделов позвоночного столба в боковой проекции определяется: выраженные дистрофические изменения в грудном отделе позвоночника в виде неравномерного, частичного сужения межпозвонковых пространств в сочетании с явлениями субхондрального остеосклероза и костными разрастаниями по краям тел позвонков и под передней продольной связкой. Наиболее ярко отмеченные проявления представлены в сегментах Т8-9, Т9-10. Аналогичные, но значительно менее выраженные проявления отмечаются также и в поясничном отделе позвоночного столба.

Данных за аномально-диспластические, травматические, деструктивные изменения не выявлено.

Заключение: Остеохондроз грудного отдела позвоночного столба, болезнь Форестье.

Протокол абсорбциометрического, рентгеновского,
рентгеноморфометрического исследований позвоночного столба

Ж-а Возраст 71 г.

QSTГубчатая max/min Кортикальная max/minКортикально-губчатый индекс

L2	123,1 \ 53,2	251,0 \ 132,7	2,04 \ 2,49
L3	102,1 \ 34,0	309,7 \ 175,7	3,03 \ 5,28
L4	93,1 \ 33,2	292,8 \ 160,5	3,14 \ 4,83
Среднее	106,1 \ 40,2	284,5 \ 157,6	2,68 \ 3,92

T -1,93 Z 0,82

Рентгеновская морфометрия

МПП (Т3-Т4 - L4-L5)

	A	M	P	A/P	M/P	a	m	p
T4	19	21	22	0,86	0,95	4	3	3
T5	20	24	25	0,80	0,96	4	3	3
T6	21	22	24	0,87	0,92	4	4	3
T7	21	22	25	0,84	0,88	5	5	4
T8	24	24	28	0,86	0,86	5	4	4
T9	23	26	27	0,85	0,96	5	4	5
T10	25	27	29	0,86	0,93	7	5	5
T11	27	28	30	0,90	0,93	7	6	5
T12	28	30	32	0,87	0,94	9	8	6
L1	33	33	35	0,94	0,94	11	8	7
L2	34	32	34	1,0	0,94	12	11	7
L3	33	32	33	1,0	0,94	12	11	8
L4	33	33	31	1,06	1,06	16	11	8
						17	9	4

Изменение индексов -1,0-2,0 sd -

2,0-3,0 sd -

>3 sd -

ИРРП А 1,5 М 1,5 Р 1,25

СВР 3

СПР1 2 СПР2 6

СМР 5

Рентгенодиагностическая оценка остеопении и остеопороза (баллы) 4

ОХ 2\3=5, СП – (-), БФ 3\2=4.

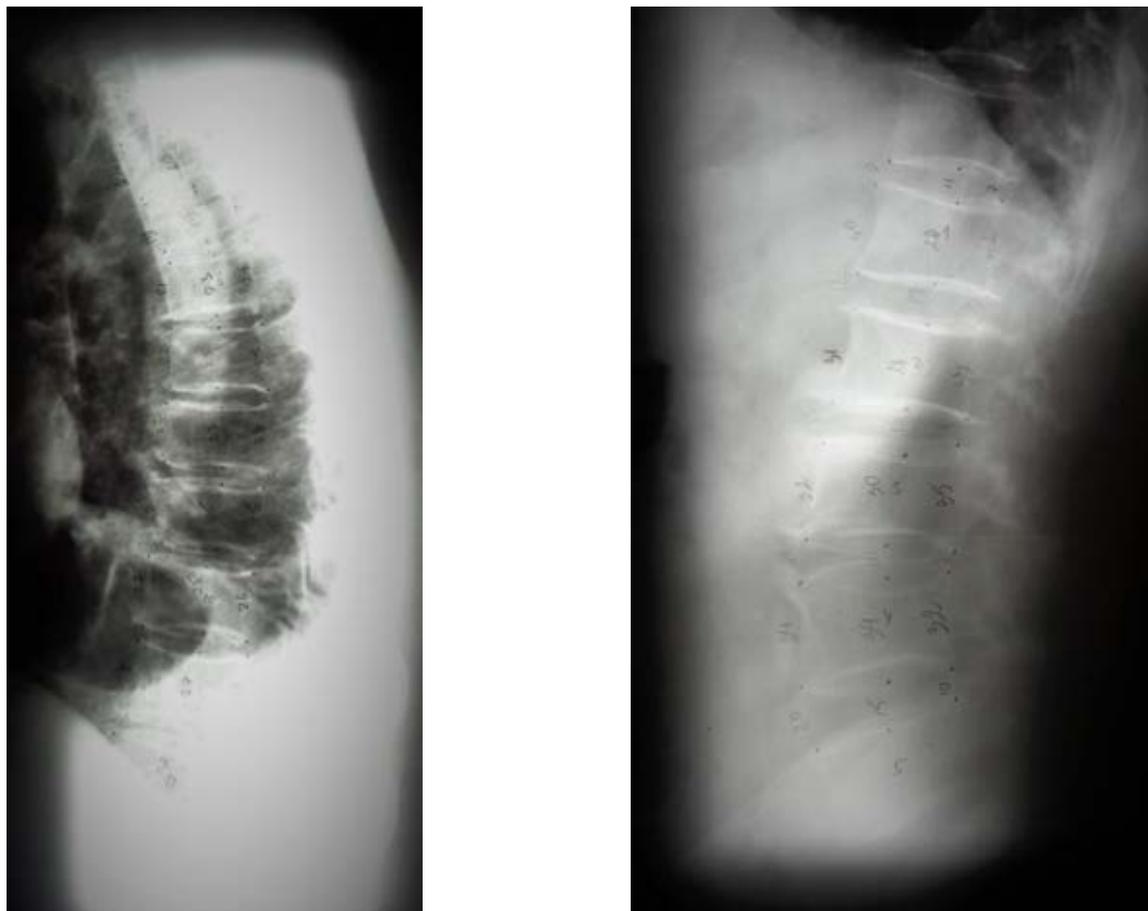


Рис. 70. Рентгенограммы грудного и поясничного отделов позвоночного столба пациентки Б-ой 76 лет

На рентгенограммах грудного и поясничного отделов позвоночного столба в боковой проекции определяются распространенные дистрофические изменения по типу деформирующего спондилоза в виде характерных костных разрастаний под передней продольной связкой, наиболее ярко представленные в нижних сегментах грудной части и в поясничном отделе позвоночника.

Заключение: Признаки болезни Форестье грудного и поясничного отделов позвоночного столба.

Протокол абсорбциометрического, рентгеновского,
рентгеноморфометрического исследований позвоночного столба

Б-а 76 л.

QSTГубчатая max/min Кортикальная max/minКортикально-губчатый индекс

L2	59,7 \ 40,8	182,0 \ 99,7	5,27 \ 4,46
L3	60,1 \ 49,8	239,9 \ 107,4	10,43 \ 4,81
L4	55,2 \ 47,4	263,9 \ 120,2	15,41 \ 5,57
Среднее	58,3 \ 46,0	228,6 \ 118,1	9,60 \ 4,9722

T -4,11 Z - 1,06

Рентгеновская морфометрия

МПП (Т3-Т4 - L4-L5)

	A	M	P	A/P	M/P	a	m	p
T4	22	23	25	0,96	1,0	3	2	2
T5	19	19	13	0,83	0,83	3	2	2
T6	21	23	26	0,81	0,88	5	6	4
T7	22	23	25	0,88	0,92	4	4	9
T8	22	23	23	0,96	1,0	7	8	4
T9	23	25	25	0,92	1,0	7	6	4
T10	27	25	226	1,04	0,96	7	7	7
T11	28	27	29	0,96	0,93	5	7	5
T12	30	30	30	1,0	1,0	8	9	9
L1	30	28	32	0,94	0,87	9	11	7
L2	31	28	33	0,94	0,85	12	14	9
L3	32	30	35	0,91	0,86	13	6	9
L4	34	34	32	1,06	1,06	14	10	7
						20	15	10

Изменение индексов -1,0-2,0 sd -

2,0-3,0 sd -

>3 sd -

ИРРП А 1,5 М 1,0 Р 1,0

СВР 5

СПР1 3 СПР2 5

СМР 4

Рентгенодиагностическая оценка остеопении и остеопороза (баллы) 7

ОХ 3\6=6, СП 2\2=3, БФ - (-).