

Н.Н. Белосельский¹, А.В. Смирнов², Н.В. Торощова²

¹Ярославская государственная медицинская академия, ²НИИ ревматологии РАМН, Москва

Рентгеновская морфометрия при остеопорозе: вчера, сегодня, завтра

Успешная диагностика первичного остеопороза (ОП) возможна при комплексном применении клинических, лабораторных и рентгенологических методов исследования. В комплексе лучевых диагностических методов особое место принадлежит рентгеновской морфометрии позвоночного столба с учетом популяционных особенностей размеров и формы тел позвонков. Рентгеновская морфометрия необходима для диагностики наиболее выраженных остеопоротических деформационных изменений позвоночника и определения динамики изменений тел позвонков. Важным этапом в развитии рентгеноморфометрического исследования при диагностике ОП стало применение метода для изучения других участков скелета, в частности, проксимальных отделов бедренных костей. Не менее ценно использование рентгеновской морфометрии при сочетании остеопении и ОП с другими дистрофическими изменениями позвоночного столба, прежде всего с хондрозом и остеохондрозом. Накопленный диагностический опыт позволяет считать рентгеновскую морфометрию эффективным современным диагностическим методом исследования позвоночника.

Ключевые слова: остеопения, остеопороз, рентгеновская морфометрия позвоночника.

Контакты: Александр Викторович Смирнов smirale@mail.ru

X-ray morphometry in osteoporosis: yesterday, today, tomorrow

N.N. Beloselsky¹, A.V. Smirnov², N.V. Toroptsova²

¹Yaroslavl State Medical Academy,

²Research Institute of Rheumatology, Russian Academy of Medical Sciences, Moscow

Primary osteoporosis (OP) can be successfully diagnosed with the complex use of clinical, laboratory, and X-ray studies. In terms of the population characteristics of the sizes and shapes of vertebral bodies, X-ray morphometry of the vertebral column occupies a special place in a set of radiodiagnostic methods. X-ray morphometry is required to diagnose the most pronounced deformative osteoporotic changes in the spine and to determine the time course of changes in vertebral bodies. The use of X-ray morphometric study to examine other parts of the skeleton, including the proximal femur, has become an important stage in its development for the diagnosis of OP. That of X-ray morphometry for the concurrence of osteopenia and OP with other dystrophic changes in the vertebral column primarily with chondrosis and osteochondrosis is of value. The accumulated diagnostic experience allows X-ray morphometry to be considered to be an effective current diagnostic study of the spine.

Key words: osteopenia, osteoporosis, spinal X-ray morphometry.

Contact: Aleksandr Viktorovich Smirnov smirale@mail.ru

Более чем десятилетний опыт работы российских центров диагностики и лечения остеопороза (ОП) убедительно доказал, что успешное выявление этого заболевания возможно лишь при комплексном применении клинических, лабораторных и рентгенологических методов исследования [1, 2]. Детальная оценка факторов риска, данные биохимического исследования крови в сочетании с рентгенодиагностическим, рентгеноморфометрическим и абсорбциометрическим исследованиями позволяют сегодня выявлять не только случаи выраженного снижения минеральной плотности кости (МПК), но и начальные признаки ОП. В комплексе лучевых диагностических методов особое место принадлежит рентгеновской морфометрии позвоночного столба — методу объективной оценки деформационных изменений тел позвонков, наиболее значимых в клиническом отношении последствий патологического уменьшения костной массы.

Применение рентгеновской морфометрии при исследовании и диагностике ОП основано на особом диагностическом значении позвоночного столба при этом заболевании, связанном с его аксиальным расположением в скелете, уникальным соотношением кортикальной и губчатой ткани

в структуре тел позвонков, с постоянной функциональной нагрузкой. Таким образом, позвоночник при ОП по мере снижения МПК, подвергаясь постепенным, закономерным деформационным изменениям, становится не только важным объектом патологических нарушений, но и своеобразным «диагностическим инструментом», позволяющим выявлять не только выраженные случаи ОП, но и ранние его проявления [3]. Метод, который изначально имел сугубо исследовательское значение, в настоящее время стал неотъемлемым элементом диагностического комплекса при ОП. В связи с этим целесообразно проанализировать главные итоги развития морфометрического исследования, а также отметить основные перспективы дальнейшего его развития.

Важными особенностями метода являются простота и доступность практического использования, с одной стороны, и возможностью получения разнообразной диагностической информации, с другой. На боковых рентгенограммах грудного и поясничного отделов, выполненных с соблюдением ряда стандартных требований, после соответствующих разметки, измерения и расчетов определяют линейные размеры и индексы тел позвонков в диапазоне от T_{IV} до L_{IV} — от-

ношения размеров их передних, средних и задних отделов [4]. Значение полученных индексов сопоставляют с их величиной в норме и на этой основе статистически достоверно оценивают характер, степень и распространенность деформационных изменений позвонков (рис. 1).

В настоящее время рентгеновская морфометрия позвоночного столба используется в нескольких основных направлениях.

I. Исследование популяционных особенностей состояния размеров и формы тел позвонков

Как известно, в результате развития возрастного снижения МПК возникают определенные умеренные по глубине, соответствующие возрасту деформационные изменения тел позвонков. Изучение этих изменений в разных регионах мира позволяет оценить распространенность возрастного, физиологического и патологического уменьшения МПК и получить данные для диагностического использования морфометрии (см. таблицу) [1, 2]. В ходе анализа результатов популяционного рентгеноморфометрического исследования выявлен ряд особенностей состояния размеров и формы позвонков, связанных с возрастом и полом. Основной чертой деформаций возрастного характера как у мужчин, так и у женщин является закономерное уменьшение размеров тел позвонков с формированием их клиновидной формы.

Главными особенностями состояния размеров и формы тел позвонков в зависимости от пола являются большие размеры тел позвонков у мужчин (в среднем на 1,5–2,0 мм), более выраженное возрастное уменьшение размеров позвонков и формирование их клиновидной деформации у женщин, а также некоторые отличия формы нижних поясничных позвонков.

II. Диагностика наиболее выраженных остеопоротических деформаций, так называемых остеопоротических переломов тел позвонков

Еще одним важным направлением применения рентгеновской морфометрии позвоночного столба является диагностика наиболее выраженных деформаций, или так называемых остеопоротических переломов тел позвонков [5, 6]. Глубина деформаций зависит от степени снижения МПК.

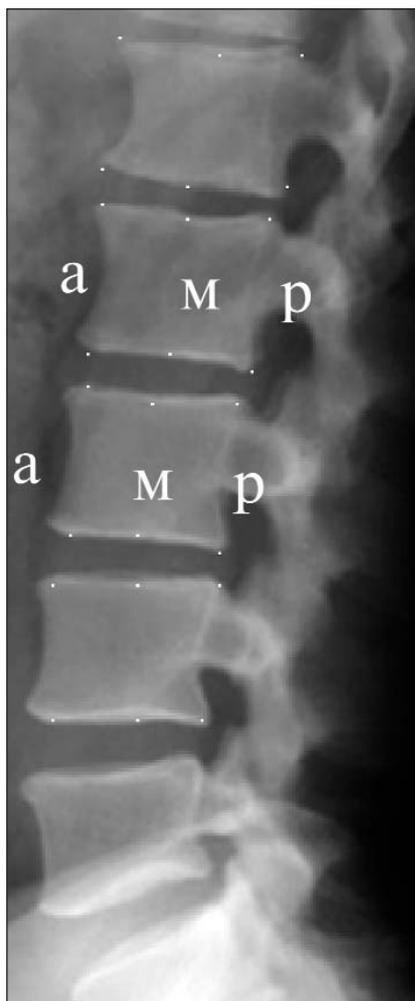


Рис. 1. Рентгенограмма поясничного отдела позвоночного столба в боковой проекции с рентгеноморфометрической разметкой для определения размеров передних (а), средних (м) и задних (р) отделов тел позвонков

Деформация, сопровождающаяся снижением одного или нескольких индексов тел позвонков на $\geq 3,5$ стандартных отклонения (SD), соответствует значительному патологическому уменьшению костной массы и является признаком выраженного и осложненного ОП позвоночного столба (рис. 2) [7, 8]. Кроме того, деформации такого рода имеют основное клиническое значение, поскольку в наибольшей степени способствуют развитию клинических признаков ОП — болевого синдрома, кифоза и гиперлордоза. В ходе популяционных исследований в разных регионах мира была выявлена различная распространенность остеопоротических переломов. Эти данные стали важной основой для изучения эпидемиологии ОП позвоночного столба. При исследовании популяции г. Ярославля рентгеноморфометрические признаки остеопоротических переломов тел позвонков выявлены у 12,1% мужчин и 16,1% женщин [9]. Чаще других отмечались остеопоротические переломы, сопровождавшиеся передней клиновидной деформацией тела позвонка, реже — компрессионные деформационные изменения. Число позвонков с признаками переломов у одного пациента колебалось от 1 до 5, причем наибольшее их количество выявлялось в старших возрастных группах. Чаще всего переломы определялись в среднем и нижнем участках грудного отдела позвоночного столба, а также в области наибольшей кифотической деформации. Диагностическое значение менее выраженных деформаций (снижение

индексов от 1 до 3 SD) считается недостаточно изученным. На наш взгляд, наличие таких деформаций имеет двоякое

Частота деформаций позвонков в некоторых регионах Европы и России в зависимости от пола (стандартизировано по возрасту; JMBR 1996; 11; 7)

Регион	Мужчины, %	Женщины, %	М:Ж
Скандинавия	16,2	20,0	0,80
Западная Европа	11,6	11,4	0,98
Восточная Европа	11,3	11,1	0,98
Средиземноморье	13,6	12,2	0,90
Москва	7,5	8,8	1,17
Ярославль	12,1	16,1	0,75
Европа в целом	12,2	12,0	1,0

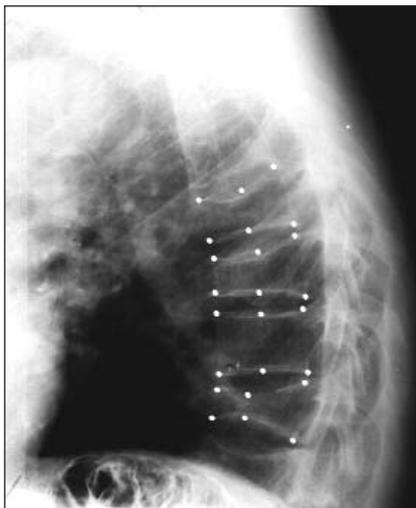


Рис. 2. Рентгенограмма грудного отдела позвоночного столба в боковой проекции с рентгеноморфометрическими признаками остеопоротических переломов тел Tvi, vii, ix

значение. Во-первых, они могут быть предшественниками остеопоротических переломов, которые в большинстве случаев развиваются постепенно, в течение длительного времени. Во-вторых, обычно они являются «фоном», на котором возникают переломы, и в связи с этим считаются важным дифференциально-диагностическим признаком ОП позвоночного столба. Исследование этих деформаций, таким образом, может способствовать как дифференциальной диагностике, так и выявлению ранних признаков ОП.

III. Определение динамики деформаций тел позвонков при ОП

Рентгеновская морфометрия позвоночного столба при диагностике ОП используется также для определения динамики патологических изменений. Как уже отмечалось, ОП может сопровождаться активным снижением МПК. В этом случае в результате продолжающегося уменьшения костной массы может увеличиваться объем старых деформаций или возникать новые деформации тел позвонков. Оценка этих проявлений — важный элемент диагностики ОП позвоночного столба. Принято считать, что увеличение объема деформаций при контрольном исследовании с дополнительным снижением индексов на 1,5 SD объективно свидетельствует об активном снижении костной массы. Контрольные исследования рекомен-

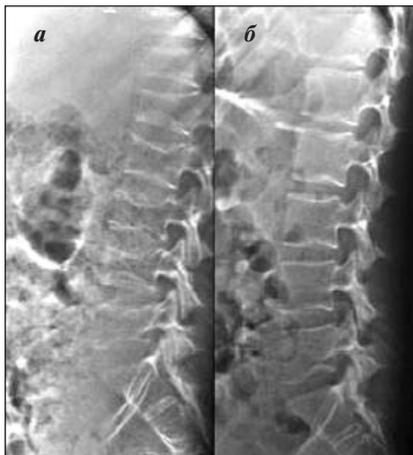


Рис. 3. Динамика деформаций тел позвонков при ОП. а — рентгенограмма поясничного отдела позвоночного столба в боковой проекции — существенных деформаций не отмечается; б — контрольная рентгенограмма, выполненная через 1 год. Отмечаются множественные деформации тел позвонков различного характера, включая и соответствующие по объему остеопоротическим переломам



Рис. 5. Рентгенограмма поясничного отдела позвоночного столба с рентгеноморфометрическим определением ширины межпозвоночных пространств

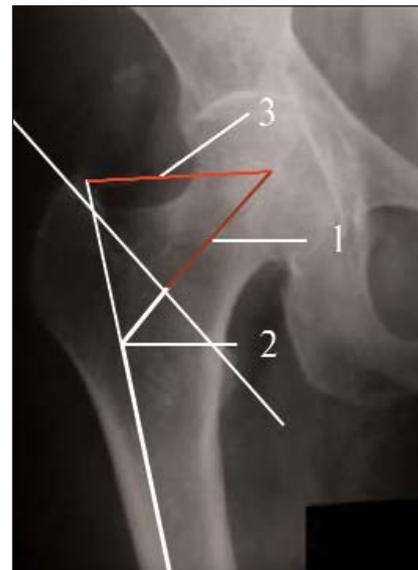


Рис. 4. Рентгеноморфометрическое исследование проксимальных отделов бедренной кости. 1 — длина шейки, 2 — шеечно-диафизарный угол, 3 — биомеханический рычаг

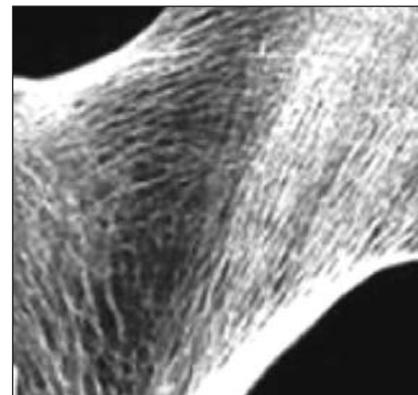


Рис. 6. Фрагмент рентгенограммы проксимальных отделов бедренной кости. Особенности костной архитектуры

дуется выполнять раз в год. При исследовании популяционной выборки новые деформации были отмечены нами в 7,8% случаев, причем чаще (10,1%) у женщин и значительно реже (2,7%) у мужчин. В большинстве случаев новые деформации возникают на фоне уже имевшихся ранее изменений (рис. 3, а, б) [10].

IV. Дифференциальная диагностика ОП

Результаты рентгеновской морфометрии при диагностике ОП позвоночного столба имеют также важное дифференциально-диагностическое значение. Уже отмечались закономерности де-

формаций тел позвонков при снижении МПК. Характер, глубина и распространенность их зависят от степени снижения костной массы и локализации тел позвонков в позвоночном столбе. В целом нарушения формы и размеров позвонков характеризуются большой распространенностью, чередованием тел позвонков с разной степенью деформации, постепенным переходом клиновидных и двояковогнутых изменений формы в компрессионные. Выявление выраженных деформационных изменений в сочетании с распространенными, менее значительными деформациями разного характера и глубины — важный дифференциально-диагностический признак ОП позвоночного столба [5].

V. Рентгеноморфометрическое исследование позвоночного столба при определении начальных стадий ОП

Основной проблемой классической морфометрии позвоночного столба является невозможность комплексной оценки нарушений размеров и формы тел позвонков, что, разумеется, имеет большое значение при диагностике системного заболевания. Классическое рентгеноморфометрическое исследование рассчитано на достоверное определение наиболее выраженных деформаций тела каждого позвонка в отдельности. Обнаружение их фактически свидетельствует об осложненном ОП позвоночного столба и сопровождается выраженным снижением МПК. Значение деформаций тел позвонков со снижением индексов $<3,5 SD$ считается недостоверным.

Вместе с тем данные, полученные при использовании рентгеновской морфометрии для диагностики ОП, могут быть основанием для развития этого метода, позволяющего объективно оценивать множественные минимальные и умеренные деформации на начальных этапах ОП.

Для оценки менее выраженных деформаций, предшествующих остеопоротическим переломам, нами была разработана и применена дополнительная методика, основанная на количественных данных классического рентгеноморфометрического исследования. В основе ее лежат хорошо известные особенности анатомического строения позвоночного столба и патогенеза ОП:

1) деформационные изменения тел позвонков при ОП в большинстве случаев развиваются постепенно и закономерно, в течение длительного времени, по мере снижения МПК;

2) снижение МПК и прочностных характеристик в объеме одного тела позвонка происходит равномерно;

3) начальные деформации тел позвонков, связанные со снижением МПК, обычно формируются в нижней половине грудного отдела позвоночного столба;

4) в норме размеры тел позвонков имеют закономерные особенности. Величина переднего среднего и заднего отделов тел $T_{IV}-L_{IV}$ равны друг другу, высота каждого ниже расположенного позвонка на 1—2 мм больше, чем размеры тела позвонка, находящегося выше.

Учитывая, что статистически достоверный учет минимальных деформаций тел позвонков в объеме одного тела практически невозможен, возникла необходимость разработать рентгеноморфометрическое исследование, основанное на анализе нескольких или всех деформированных тел, способное отобразить известные закономерности развития деформаций. По полученным при класси-

ческом рентгеноморфометрическом исследовании данным рассчитывают следующие диагностические рентгеноморфометрические показатели:

1) индекс различий размеров позвонков — среднее различие между размерами тел позвонков в диапазоне от $T_{VII}-x_1$. Показатель позволяет определить наиболее ранние, начальные деформации тел позвонков, возникающие в норме при возрастной остеопении за счет уменьшения различий в размерах;

2) симптом «выравнивания размеров» — характеризует более выраженные деформационные изменения. Он определяется при наличии равенства размеров двух или более соседних позвонков в передних, средних или задних их отделах. Фактически этот симптом является развитием проявлений, свойственных описанному выше снижению индекса различий размеров позвонков;

3) симптом «максимальных различий» размеров позвонков — отражает системность изменений и неравномерность деформаций. В результате минимального снижения высоты нескольких соседних тел позвонков и выравнивания их размеров увеличивается различие в их величине по сравнению с недеформированным ниже лежащим позвонком.

В норме расположенное ниже тело позвонка на 1—2 мм больше, чем находящееся выше. За счет множественных небольших по объему деформаций эти различия могут составлять 4—5 мм. Симптом характерен для минимальных и умеренных распространенных остеопенических деформаций тел позвонков;

4) симптом «парадоксальных размеров» — отмечается в тех случаях, когда размеры лежащего ниже тела позвонка становятся меньше, чем у позвонка, находящегося выше. Данный симптом характеризует умеренные, но достаточно глубокие деформации позвонков, при которых размеры расположенного ниже тела позвонка меньше, чем аналогичные размеры вышележащего позвонка. Более выраженные изменения размеров и формы соответствуют остеопоротическим переломам и должны быть выявлены при классическом рентгеноморфометрическом исследовании.

VI. Применение основных принципов рентгеноморфометрического исследования в других участках скелета, прежде всего в области проксимальных отделов бедренных костей

Механическая прочность проксимальных отделов бедра зависит от трех обстоятельств. Первое — геометрическое соотношение анатомических элементов бедренной кости, определяющих размеры так называемого биомеханического рычага, характеризующегося длиной шейки бедра и величиной шеечно-диафизарного угла. Большая длина шейки и меньшее значение угла приводят к увеличению расстояния между центром головки бедра и продольной осью его диафиза, т. е. к увеличению механического рычага, вызывающего перелом при падении на бок. Второе обстоятельство связано с линейными размерами бедренной кости. При больших размерах кости ее прочность выше. Третья особенность определяется состоянием костной структуры бедренной кости — величиной МПК, архитектоникой губчатой костной ткани и соотношением ее объема с объемом кортикальной кости.

Нами была разработана и использована рентгеноморфометрическая методика оценки состояния размеров, формы и структуры проксимальных отделов бедренной кости. Применение ее на практике вместе с оценкой костной архитектоники по Сингху позволило объяснить различия распространенности переломов у мужчин и женщин, а также то, что переломы бедренной кости при ОП могут возникать при разной степени снижения костной массы. Удалось установить, что переломам проксимальных отделов бедра подвержены преимущественно те пациенты, у которых величина биомеханического рычага наибольшая, ширина шейки минимальная, а снижение костной массы сопровождается сужением кортикального слоя шейки бедренной кости (рис. 4).

Объективная рентгеноморфометрическая оценка этих показателей на практике позволяет выявлять среди пациентов с ОП лиц, у которых с учетом особенностей анатомического строения бедренных костей риск переломов особенно велик, при этом профилактика ОП у данной группы пациентов может значительно снизить частоту осложнений в виде переломов проксимальных отделов бедренной кости. Аналогичные возможности оценки прочности костей существуют и в других отделах скелета.

VII. Использование принципов рентгеновской морфометрии при изучении сочетания остеопении и ОП с другими дистрофическими изменениями позвоночного столба, прежде всего с хондрозом и остеохондрозом

Достоверность оценки размеров тел позвонков позволяет также объективно оценивать ширину межпозвоночных пространств и размеры межпозвоночных дисков.

Развитие остеохондроза в условиях снижения МПК, как показывает практика, обладает значительным своеобразием. Классические рентгенодиагностические проявления болезни в виде субхондрального остеосклероза и костных разрастаний по краям тел позвонков при патологической остеопении и ОП из-за снижения остеобластной функции кости в значительной степени теряют диагностическое значение. При этом первостепенную роль приобретает основанная на рентгеноморфометрических принципах объективная оценка ширины межпозвоночных пространств (рис. 5). Исследование этих данных вместе с количественной оценкой остеосклероза и костных разрастаний позволяет внести значительные коррективы в классическую рентгеновскую картину хондроза и остеохондроза. Так, при изучении ширины межпозвоночных пространств в зависимости от возраста и пола у условно здоровых пациентов было установлено, что возрастное сужение дисков, которое считается обязательным элементом естественных дистрофических изменений позвоночного столба, в действительности не отмечается. Более того, у женщин старше 65 лет выявляется равномерное и достоверное расширение межпозвоночных дисков, связанное, вероятно, с остеопеническими изменениями тел позвонков. В целом это направление рентгеноморфометрического исследования позвоночника позволит в дальнейшем более детально изучить особенности комплексного развития возрастных и патологических дистрофических изменений тел позвонков (osteopenia, ОП), межпозвоночных структур (хондроз, остеохондроз) и связочных элементов позвоночника (спондилез, болезнь Форестье) [10].

VIII. Диагностика ОП в целом: выявление патологического снижения МПК и ее микроструктурных изменений с оценкой риска остеопоротических переломов

Проблема определения структурных изменений кости при ОП — одна из наиболее актуальных диагностических задач, поскольку без ее решения невозможна дифференциальная диагностика различных форм вторичного ОП, остеомалации и деструктивных изменений. Рентгеновское изображение костной ткани, являясь плотностным и суммационным, может позволить проводить количественную и качественную оценку состояния костных балок в некоторых отделах скелета, прежде всего в дистальных отделах предплечья и голени, в костях кистей. Размеры, форма костных балок, их визуализированное количество и пространственное распределение могут поддаваться объективному анализу (рис. 6) [11]. Уже первые результаты исследования в этом направлении дают возможность отметить особенности костной архитектоники, заключающиеся в различных типах размеров и формы костных балок и их группировки в объеме кости в зависимости от возраста и пола. Более детальное дальнейшее исследование в сочетании с клиническими, лабораторными и абсорбциометрическими данными позволит объективно оценивать все три главные диагностические элемента ОП — системное патологическое снижение МПК, характерные для ОП ее микроструктурные изменения и увеличение риска переломов.

Таким образом, накопленный диагностический опыт позволяет считать рентгеновскую морфометрию позвоночного столба и других отделов скелета мощным и эффективным современным диагностическим методом, позволяющим всесторонне анализировать изменения скелета в условиях патологического снижения МПК.

Основной задачей врачей, сталкивающихся в своей ежедневной работе как с пожилыми людьми, так и с пациентами, страдающими различными заболеваниями, способными приводить к развитию ОП, является раннее выявление лиц, нуждающихся в его профилактике и лечении. Не всегда у врача в нашей стране есть возможность направить больного на определение МПК с помощью двойной рентгеновской абсорбциометрии, позволяющей поставить диагноз ОП по критериям ВОЗ. В этих условиях рентгеновская морфометрия позвоночного столба и других отделов скелета остается мощным и эффективным современным методом диагностики изменений скелета в условиях патологического снижения МПК. Уже само по себе обнаружение при рентгеновской морфометрии деформации одного позвонка, даже при отсутствии клинических признаков перелома, является показанием для назначения антиостеопоротической терапии. Известно, что при отсутствии лечения риск повторного перелома позвонка увеличивается более чем в 4 раза, кроме того, повышается и риск переломов другой локализации, в частности, и самого грозного перелома — перелома шейки бедра.

В настоящее время в арсенале врачей имеется несколько патогенетических препаратов, эффективных в отношении как первичной, так и вторичной профилактики переломов. Однако необходимо помнить, что лечение должно быть длительным, поскольку эффект может проявиться спустя многие месяцы и даже годы.

Препаратами первой линии являются бисфосфонаты (БФ). Их действие основано на снижении скорости костного обмена при сохранении костной микроархитектоники и по-

вышении МПК. «Золотым стандартом» класса БФ является алендронат (фосамакс), который уже 15 лет широко применяется в клинической практике во всем мире. При лечении алендронатом происходят подавление процессов резорбции остеокластами и восстановление процессов метаболизма костной ткани до пременопаузального уровня. В результате предотвращаются микроархитектурные нарушения и потеря костной ткани. Процессы костного метаболизма остаются стабильными даже при длительном лечении алендронатом в течение 10 лет, при этом накопление препарата в кости не приводит к излишней супрессии костного обмена, а напротив, он сохраняется на пременопаузальном уровне, и качество кости остается нормальным в течение всего периода лечения.

В систематическом обзоре Кокрановской электронной библиотеки, который включал 11 исследований с использованием алендроната, показано, что при вторичной профилактике ОП имело место значимое снижение относительного риска переломов позвонков на 45%, периферических переломов на 23%, переломов бедра на 53%, а переломов предплечья на 50%.

Алендронат эффективен как у мужчин, так и у женщин для профилактики и лечения глюкокортикоидного ОП. При наблюдении за пациентами продемонстрировано значительное уменьшение числа новых переломов позвонков в группе, получавших данный препарат (0,7%), по сравнению с группой плацебо (6,8%; $p=0,026$).

Согласно многочисленным данным, среди лиц, страдающих ОП, выявляется большой процент пациентов с низким уровнем витамина D. Учитывая недостаточную приверженность лечению таблетированными формами витамина D, был разработан комбинированный препарат алендроната 70 мг и витамина D 2800 МЕ (фосаванс). В РКИ продолжительностью 15 нед было показано, что совместное применение этих компонентов в одной таблетке не снижает антирезорбтивную эффективность алендроната и позволяет поддерживать достаточный уровень витамина D в сыворотке крови у больных ОП. В ходе исследования не отмечено развития гиперкальциемии, а гиперкальциурия встречалась одинаково часто (3,9%) в группах, получавших комбинированный препарат и монотерапию алендронатом. Таким образом, добавление в таблетированную форму витамина D в дозе 2800 МЕ не увеличивало риск данных осложнений. Переносимость комбинированного препарата была сопоставима с таковой монотерапии алендронатом.

Таким образом, рентгеноморфометрические методы диагностики ОП помогут выявить не только уже состоявшиеся остеопоротические переломы, но и ранние стадии этого заболевания, а вовремя начатая антиosteoporotическая терапия даст надежду избежать его прогрессирования и развития более грозных осложнений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беневоленская Л.И. Остеопороз — актуальность, проблемы, перспективы. Тезисы 2-го Российского симпозиума по остеопорозу. Екатеринбург, 1997;10—2.
2. Беневоленская Л. И. Остеопороз: проблема остеопороза в современной медицине. *Consilium medicum* 2004;2:96—9.
3. Белосельский Н.Н. Рентгеноморфометрия позвоночного столба при остеопорозе. В кн.: Диагностика и лечение остеопороза. М., 2002;46—52.
4. Белосельский Н.Н. Рентгеновская морфология позвоночника в диагностике остеопороза. *Остеопор и остеопат* 2000;1:23—6.
5. Felsenberg D., Gowin W. et al. Prevalence of vertebral osteoporotic fractures in males. *World Congress on Osteoporosis*, 1996. Abstract on disk.
6. Genant H.K., Jergas M. Assessment of prevalent and incident vertebral fractures in osteoporosis research. *Osteopor Int* 2003;14(Suppl. 3):S43—55.
7. Ригтз Б.Л., Мелтон Л. Дж. III. Остеопороз. Этиология, диагностика, лечение. М.-СПб.: Бином, Невский диалект, 2000;249—72.
8. Франке Ю., Рунге Г. Остеопороз. М.: Медицина, 1995;300 с.
9. Ершова О.Б. Клинико-эпидемиологическая характеристика остеопороза. Дис. ... докт. мед. наук. Ярославль, 1999.
10. Белосельский Н.Н., Смирнов А.В. Рентгенологическая диагностика остеопенического синдрома. М.: ИМА-ПРЕСС, 2010;120 с.
11. Hasegawa Y., Schneider P., Reiners C. et al. Estimation of the architectural properties of cortical bone using peripheral quantitative computed tomography. *Osteopor Int* 2000;11:36—42.