

[Перейти в содержание Вестника РНЦРР МЗ РФ N14.](#)

Текущий раздел: **Радиационная медицина**

Возможности скинтиграфии скелета в диагностике остеопоротических изменений позвонков и оценке ремоделирования костной ткани у больных остеопорозом

Капишников А.В., Алехин Э.Н.

Кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом медицинской информатики ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет» МЗ РФ, г. Самара

Полный текст статьи в PDF: http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v14/papers/aliokhin_v14.pdf

Адрес документа для ссылки: http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v14/papers/aliokhin_v14.htm

Статья опубликована 25 декабря 2014 года.

Контактная информация.

Рабочий адрес: 443079, г. Самара, пр. Карла Маркса, д.165Б.

Капишников Александр Викторович – д.м.н., заведующий кафедрой, заведующий лабораторией радиоизотопной диагностики.

Алехин Эдуард Николаевич – врач-радиолог, ассистент кафедры.

Контактное лицо: Алехин Эдуард Николаевич, e-mail: nuclearmed-samara@yandex.ru

Резюме

Цель исследования. Изучить возможность остеосцинтиграфии в диагностике остеопоротических изменений тел позвонков и оценке уровня репаративных процессов в позвонках.

Материалы и методы. Проведено комплексное обследование 114 пациентов, у которых T - критерий по данным DXA менее -1,0. Были проведены остеосцинтиграфия, рентгеноморфометрия и определение концентрации в сыворотке крови остеокальцина, паратиреоидного гормона, костной щелочной фосфатазы. Выполнен анализ корреляционных связей между показателями остеосцинтиграфии, рентгеноморфометрии и клинико-лабораторными показателями. Проведено математическое моделирование структурно – функциональной перестройки костной ткани при остеопоротических изменениях тел позвонков.

Результаты. Установлены корреляционные взаимосвязи между показателями остеосцинтиграфии, рентгеноморфометрии и клинико-лабораторными показателями. Дана оценка диагностической информативности уровня накопления остеотропного индикатора на основе ROC-анализа в диагностике остеопоротических переломов позвонков.

Выводы. В результате исследования сделаны выводы, отражающие возможности остеосцинтиграфии в диагностике остеопоротических переломов тел позвонков.

Ключевые слова: сцинтиграфия скелета, компьютерная томография, остеопороз, перелом тела позвонка, рентгенография.

Diagnostic possibilities of bone scintigraphy in osteoporotic vertebral changes and assessment of bone remodeling in patients with osteoporosis

Kapishnikov A.V., Alekhin E.N.

Chair of Diagnostics Radiology, Nuclear Medicine and Medical Informatics (Head – Doctor of Medicine . Kapishnikov A.V.) Samara State Medical University Ministry of Health of the Russian Federation, Samara, Russian Federation

Contact: Eduard Alekhin, e-mail: nuclearmed-samara@yandex.ru

Summary

Purpose: to assess the role of bone scintigraphy in the diagnosis of osteoporotic changes of the vertebral bodies and the reparative processes in the vertebrae.

Materials and methods. We examined 114 patients with T - test less than -1.0 (according to DXA). We performed bone scan, X-ray examination, tests for serum osteocalcin, parathyroid hormone, bone alkaline phosphatase. The analysis of the correlations between bone scan, x-ray measurements and clinical and laboratory parameters was carried out. Mathematical modeling of the structural - functional reconstruction of bone tissue in osteoporotic changes in the vertebral bodies was performed.

Results. We found correlations between the data of bone scan, X-ray measurements and clinical and laboratory parameters. The diagnostic role of accumulation of osteotropic indicator based on ROC-analysis in the diagnosis of osteoporotic vertebral fractures was demonstrated.

Conclusions. We demonstrated the role of bone scintigraphy in the diagnosis of osteoporotic vertebral fractures.

Keywords: *bone scan, computed tomography, osteoporosis, fractures of the vertebral body, morphometry, rentgenography.*

Оглавление:

Введение

Цель исследования

Материалы и методы

Результаты и их обсуждение

Выводы

Список литературы

Введение

Актуальность проблемы диагностики переломов у пациентов со сниженной минеральной плотностью костной ткани обусловлена широкой распространенностью остеопороза и высокой вероятностью перелома позвонков при незначительной травме (Костючек и др., 2006). Остеопоротические переломы могут протекать бессимптомно или иметь незначительные клинические проявления. Нередко они с трудом определяются при стандартной рентгенографии (Астапенков, 2010; Доскина, Доскин, 2012; Khong, et al., 1996; Marcus, et al., 2009).

В некоторых исследованиях отмечается, что у 47,3 % пациентов переломы позвонков не были обнаружены на обычных рентгенограммах, а другие авторы указывают, что переломы при рентгенографии были диагностированы только в 65 % случаев (Cook, et al., 2002; Takahara, et al., 2007).

Отсутствие «золотого стандарта», позволяющего определить степень деформации, которая может быть расценена как перелом, вносит дополнительные затруднения в диагностику и контроль эффективности лечения данных переломов, так как любой перелом приводит к деформации тела позвонка, но не любая деформация соответствует перелому (Беневоленская, 2003). Поэтому, диагноз перелома тела позвонка у больных остеопорозом часто бывает затруднителен (Костючек и др., 2006; Зоткин и др., 2010). Важной клинической задачей является оценка уровня остеосинтетических процессов костной ткани при переломе, которая необходима для оценки эффективности терапии, направленной на нормализацию минерального обмена и повышение «качества» кости методом радионуклидной визуализации. Применение остеосцинтиграфии у пациентов со сниженной минеральной плотностью костной ткани позволяет подтвердить наличие или отсутствие повреждения костной ткани, когда первоначальные данные рентгенографии сомнительные, а также позволяет обнаружить переломы со скрытой клинической симптоматикой и определить ориентировочный возраст перелома (Fogelman, 1990; Kolb, et al., 1992; Hain, Fogelman, 2002).

Цель исследования

Изучить возможность остеосцинтиграфии в диагностике остеопоротических изменений тел позвонков и оценке уровня репаративных процессов в позвонках.

Материалы и методы

Обследовано 114 пациентов в возрасте от 45 до 82 (средний возраст $65,27 \pm 12,05$) лет, у которых T - критерий по данным DXA менее -1,0. Остеосцинтиграфия проведена с

радиофармпрепаратом (РФП) ^{99m}Tc -технефор на гибридном однофотонном эмиссионном компьютерном томографе (ОФЭКТ/КТ – GE "Ifinia Hawkeye") и планарной гамма – камере MB-9200. Денситометрия выполнялась на двухэнергетическом рентгеновском денситометре NORLAND XR-46. Рентгенологическое исследование позвоночника проводилась на аппарате Siemens Luminos RF, а компьютерная томография на 32 срезовом компьютерном томографе (Toshiba Aquilion 32).

Оценка интенсивности болевого симптома в позвоночнике оценивалась по числовой шкале боли (numerical pain rating scale, NPRS) от 0 до 10 баллов. Выраженность деформаций позвонков оценивалась с помощью количественного рентгеноморфометрического метода D. Felsenberg (Felsenberg, et al., 1998). Интегральная оценка состояния грудного и поясничного отдела позвоночника дана в баллах. Деформацию позвонка первой степени по D. Felsenberg оценивали на 0,25 балла; деформацию второй степени - 0,5 балла; 3.1 степени - 0,73; 3.2 степени - 1 балл; 4 степени оценивали на 1,25 балла. Баллы суммировались, если у пациента имелось сочетание деформаций позвонков разной степени. Кроме того, экспертами проводился анализ состояния кортикальной замыкательной пластинки тел позвонков на предмет наличия ее повреждения. Уровень гиперфиксации также оценивался в баллах: так, очаг 120%-130% оценивали на 0,25, а 140-159% – 0,5 балла и так далее с шагом 0,25 балла.

Определение концентрации в сыворотке крови остеокальцина (ОК), паратиреоидного гормона (ПТГ) и костной щелочной фосфатазы (КЩФ) проводилось на установке для радиоиммунохимического анализа "Ариан" (производитель ООО «Витако» г. Москва) и входящем в комплект поставки программном обеспечении.

Проведено математическое моделирование структурно – функциональной перестройки костной ткани при остеопоротических изменениях. Для выявления скрытых закономерностей морфологии и регуляции ремоделирования костной ткани позвонков, их направленности и взаимного влияния путем оценки радионуклидных лабораторных и клинических данных применялся анализ главных компонент, а для интегральной оценки клинического значения лучевых показателей состояния позвоночника (как предикторов давности остеопоротического перелома и выраженности остеопоротических изменений) применялся дискриминантный анализ. Множественная регрессия использована для определения совокупности факторов, определяющих накопление остеотропного индикатора в костной ткани позвоночника. Матрицы общих дисперсий и ковариаций, а также матрицы внутригрупповых дисперсий и ковариаций при дискриминантном анализе рентгено-радионуклидных данных сравнивали с помощью многомерного F-критерия для того, чтобы определить, имеются ли значительные различия между группами (с точки зрения всех переменных). Эффективность дискриминантной модели оценивалось по λ Уилкса,

достоверности F-критерия ($p < 0,01$) и толерантности. Диагностическая информативность тестов определена на основе ROC-анализа, расчета операционных характеристик тестов и отношений шансов. Исследование одобрено этическим комитетом Самарского государственного медицинского университета.

Полученные результаты и их обсуждение

Обследуемые пациенты предъявляли жалобы на боли различной интенсивности в грудном и поясничном отделах позвоночника, возникающие при незначительной физической нагрузке: в поясничном отделе - 39,4% ($n=41$); в грудном и поясничном отделах диффузного характера - в 55,7% ($n=58$) случаев. Интенсивность болей от 1 до 4 баллов наблюдалось у 8,6% пациентов; от 5 до 7 у 42,9%; от 8 до 10 баллов у 40,3%; болевой синдром отсутствовал у 8,7%. Переломы различных локализаций в анамнезе отмечены у 62,2% обследуемых. Причинами переломов позвонков являлись следующие факторы: падение с высоты собственного роста - 33,3%, спонтанный перелом - 55,5%, падение выше собственного роста - 5,5%, несчастный случай (дорожно-транспортное происшествие) - 5,5%. Отсутствие повышенного накопления РФП в позвоночнике на сцинтиграммах скелета отмечалось у 46,4% ($n=53$) пациентов, наличие одного и более очагов у 53,6% ($n=61$) у обследуемых пациентов. Уровень накопления РФП в позвоночниках колебалась в диапазоне 120 - 240%. При рентгеноморфометрии у пациентов с остеопенией было выявлено 235, а у пациентов с остеопорозом 353 позвонка с различной степенью деформации. На рисунке №1 представлены данные о наличии и степени деформации тел позвонков по D. Felsenberg у обследованных пациентов (Felsenberg, et al., 1998).

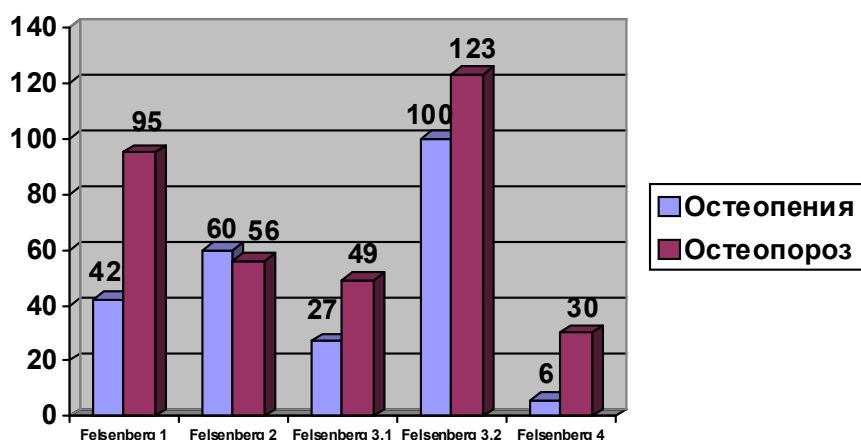


Рисунок 1 Распределение позвонков по степени деформации (n).

На рисунке № 2 представлен уровень накопления РФП у пациентов с различной степенью деформации.

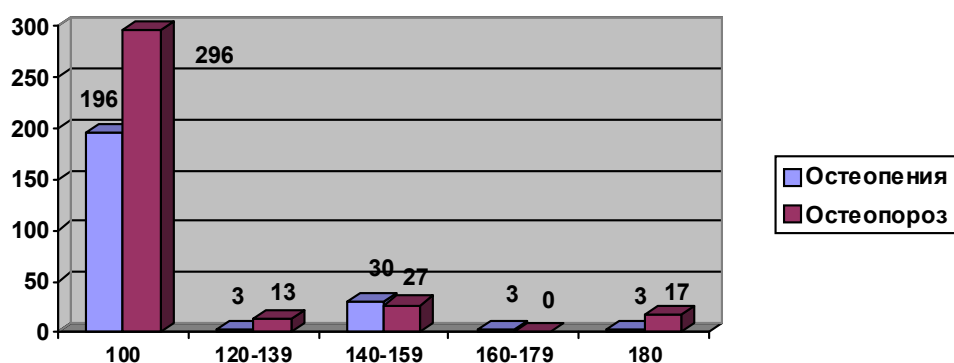


Рисунок 2 Уровень накопления РФП в деформированных позвонках (%).

Как видно из таблицы №1, только у 16,32% позвонков (n=96), имеющих деформационные изменения, отмечалось повышенное накопление РФП, а у 83,68% позвонков (n=492) накопление РФП не отличалось от интактных. Пример представлен на рисунке № 3.

Таблица 1. Характеристика накопления РФП в позвонках

	Степень деформации*	Характеристика очага гиперфиксации РФП						
		Интенсивность накопления РФП					Соответствие рентгенологическим изменениям	
		100	120-139	140-159	160-179	180	Соответствие	Несоответствие
Остеопения	1	42	0	0	0	0	0	42
	2	53	0	7	0	0	7	53
	3.1	24	0	3	0	0	3	24
	3.2	74	3	17	3	3	26	74
	4	3	0	3	0	0	3	3
Остеопороз	1	92	0	3	0	0	3	92
	2	49	0	0	0	7	7	49
	3.1	35	7	7	0	0	14	35
	3.2	103	3	14	0	3	20	103

	4	17	3	3	0	7	13	17
Всего		492	16	57	3	20	96	492

* Степень деформации по D. Felsenberg.

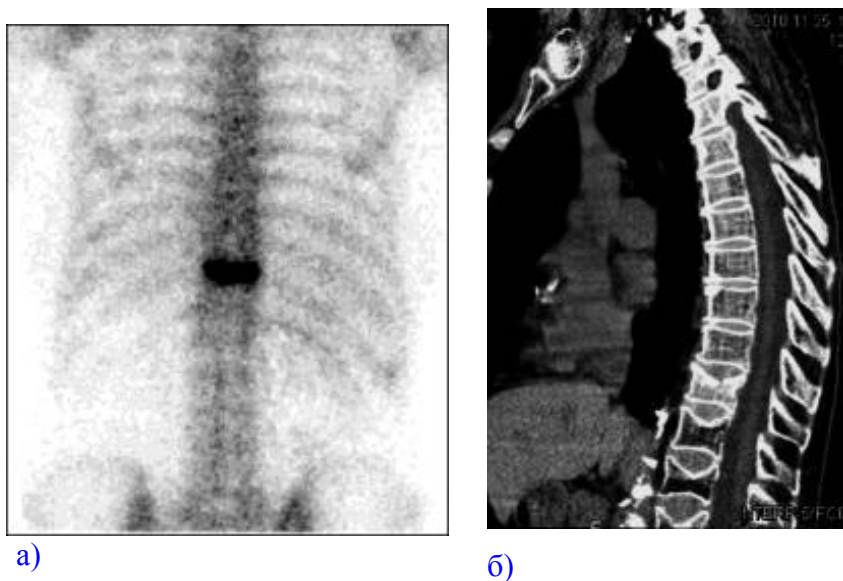


Рисунок 3. Результат лучевого исследования пациентки Г., 69 лет

На остеосцинтиграмме всего тела (а) определяется очаг значительной гиперфиксации радиоиндикатора в проекции Th11 (220%) с однородной структурой. При КТ на сагитальном срезе (б) на фоне признаков диффузного остеопороза определяется двояковогнутая деформация со снижением высоты тел Th11, Th12, L1 и L2.

Была проанализирована взаимосвязь уровня гиперфиксации индикатора с давностью перелома позвонков, болевым симптомом, лабораторными показателями и результатами рентгеноморфометрии.

Таблица 2. Взаимосвязь показателей сцинтиграфии скелета с рентгеноморфометрическими показателями и особенностями возникновения болевого симптома

	nD	iD	T(п-с)	NPRS
nA	0,412	0,53	-0,285	0,251
iA	0,392	0,471	-0,42	-0,099
A (max)	0,311	0,365	-0,699	0,112

Корреляционный анализ (табл. 2) между количеством выявленных очагов (nA) и интенсивностью болевого симптома выявил наличие слабой положительной корреляционной связи ((r-коэффициент корреляции) $r=0,251$, $p=0,05$). Установлена средняя отрицательная корреляция давности перелома позвонка (Тп-с) с уровнем максимальной гиперфиксации остеотропного индикатора (Amax) ($r=-0,699$, $p<0,001$). Интегральная оценка накопления индикатора в позвоночнике (iA) имеет среднюю корреляцию с интегральной оценкой деформационных изменений тел позвонков (iD) ($r=0,53$, $p<0,001$).

Отмечается умеренная отрицательная связь количества горячих очагов (nA) ($r=-0,369$, $p=0,03$), интегрального показателя оценки аккумуляции РФП (iA) в позвоночнике ($r=-0,356$, $p=0,03$), значения максимальной аккумуляции (Amax) РФП ($r=-0,41$, $p=0,01$) и средней отрицательной связи давности перелома позвонка ($r=-0,65$, $p=0,041$) с концентрацией остеокальцина в крови (табл. 3).

Таблица 3. Взаимосвязь показателей сцинтиграфии скелета с биохимическими маркерами остеообразования и давность перелома (r).

	ОК	ПТГ	КЩФ	Кальций	Фосфор
nA	-0,369	-0,283	-0,107	0,323	-0,078
iA	-0,356	-0,159	-0,205	-0,018	-0,005
A (max)	-0,411	-0,166	-0,191	-0,24	-0,042
Т(п-с)	-0,652	-0,3498	-0,057	-0,255	-0,057

Установлена достоверная обратная корреляция между концентрацией остеокальцина и минеральной плотностью костной ткани (МПКТ) поясничного отдела позвоночника (средняя с минеральной плотностью костной ткани (BMD) $r=-0,56$, $p<0,001$; умеренная с содержанием минеральных элементов в костях (BMC) $r=-0,354$, $p=0,002$), при более низких показателях МПКТ в поясничном отделе позвоночника отмечались более высокие показатели остеокальцина.

При сравнении лабораторных данных исследования группы пациентов, имеющих очаги повышенной аккумуляции, с группой, в которой у пациентов отсутствует повышенное накопление РФП в позвоночнике, установлено достоверное различие в концентрации остеокальцина в крови. По другим показателям достоверных различий не получено (табл. 4).

Таблица 4. Связь наличия очага гиперфиксации с лабораторными показателями; $M \pm \sigma$.

	n	ОК	ПТГ	КЩФ	Кальци	Фосфор

						й	
1	Отсутствие «горячего» очага	53	15,13±6,1 1	16,30±13, 86	12,00±4,7 6	2,35±0,1 8	1,26±0,5 5
2	Наличие «горячего» очага	61	10,27±3,2 4	9,77±6,50	10,97±3,5 1	2,33±0,1 9	1,10±0,2 3
Сравниваемые группы			Достоверность различий р				
1	2	<0,01	>0,10	>0,10	>0,10	>0,10	>0,10

Обращает на себя внимание значительная вариабельность степени деформации позвонков при наличии у пациентов «горячих очагов»: от 1 до 12,5 баллов. Это означает, что, несмотря на высокую вероятность обнаружения позвонка с активным костным метаболизмом, при более грубых морфометрических изменениях интенсивность синтеза костной ткани детерминирована и другими факторами.

Скрытые закономерности формирования остеопоротических изменений позвоночника позволил раскрыть факторный анализ. Число выделяемых факторов определяли на основе «scree-test» (рис. 4, 5). Интерпретация структуры главных компонент проведена с помощью таблиц и графиков факторных нагрузок.

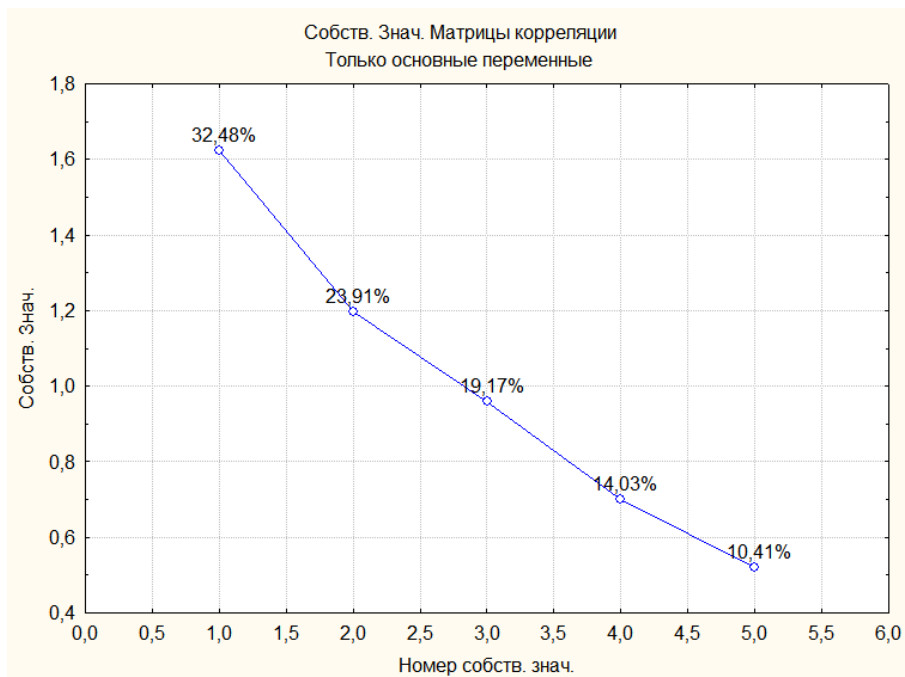


Рисунок 4. Результаты scree-test для определения количества факторов в математической модели

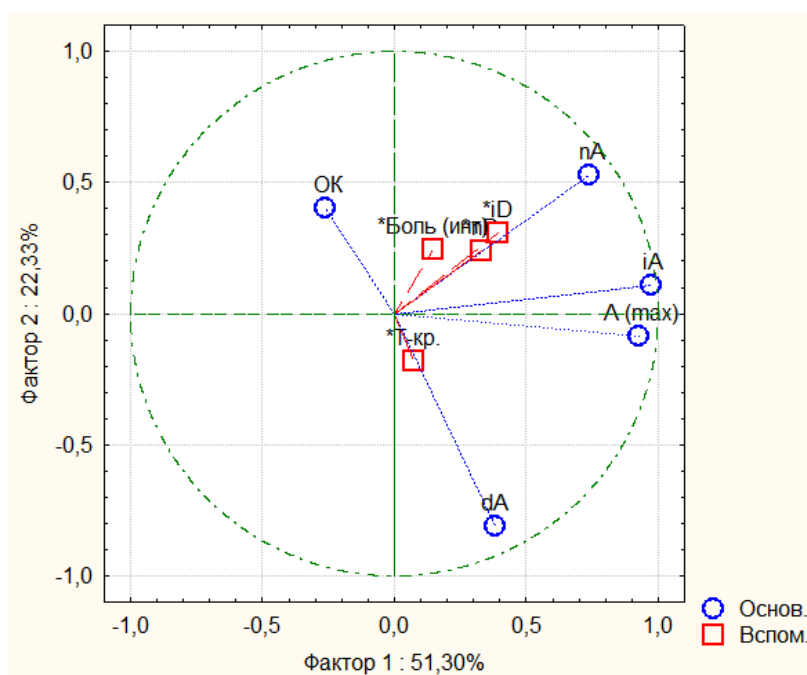


Рисунок 5. Факторное пространство скинтиграфических параметров с проекцией рентгеноморфометрических данных, уровня остеокальцина и величины Т-критерия

Результаты дискриминантного анализа представлены четырьмя этапами: 1) общая характеристика переменных модели; 2) стандартизованные коэффициенты β (вклад переменной в дискриминацию); 3) средние дискриминантных функций (дискриминирующие возможности) 4) функция классификации для практического использования модели.

Полученная нами модель (табл. 5) обладает признаками высокой дискриминантной мощности: низким значением общей и парциальной λ Уилкса, высоким уровнем F-критериев при достаточной толерантности. Структура весовых коэффициентов (табл. 6) и дискриминирующих показателей (табл. 7) обсуждаемой модели перераспределяется на фоне сохранения ключевых позиций радионуклидных параметров.

Таблица 5. Характеристика переменных дискриминантной модели давности остеопоротического перелома позвонка

Общая λ Уилкса модели 0,263						
Переменные	Уилкса	Частная Уилкса	F-исключения	p (F)	Толерантность	R^2
ОК	0,048935	0,537511	2,581277	0,155297	0,1259	0,874043

ПТГ	0,039006	0,674331	1,448853	0,306633	0,0583	0,941653
КЩФ	0,070279	0,374264	5,015741	0,052424	0,0537	0,946235
Кальций	0,049216	0,534438	2,613378	0,152648	0,0697	0,930232
Фосфор	0,048844	0,538512	2,570908	0,156166	0,1654	0,834501
nD	0,046111	0,570422	2,259260	0,185605	0,0073	0,992610
iD	0,028066	0,937178	0,201101	0,823125	0,0335	0,966446
nA	0,082759	0,317825	6,439171	0,032104	0,0264	0,973541
iA	0,071524	0,367749	5,157745	0,049734	0,0164	0,983536
A (max)	0,046017	0,571586	2,248556	0,186743	0,0326	0,967355
BMD	0,033684	0,780862	0,841910	0,476126	0,1869	0,813098
BMC	0,027630	0,951962	0,151385	0,862699	0,1595	0,840482
Примечание: выделены достоверные параметры модели (p<0,05)						

Таблица 6. Функции классификации диагностического комплекса для определения давности остеопоротического перелома позвонка

Переменные	1-6 мес	1-2 года	Более 2 лет
OK	3,81	4,13	4,10
ПТГ	-27,05	-28,58	-29,23
КЩФ	129,60	139,00	140,59
Кальций	2810,96	2986,77	2976,85
Фосфор	-1212,83	-1313,53	-1287,75
nD	-310,81	-327,85	-330,70
iD	82,41	81,87	84,08
nA	507,68	548,75	547,64
iA	-1114,25	-1196,60	-1198,81
A (max)	12,34	13,05	13,10
BMD	0,44	0,46	0,47
BMC	0,01	0,01	0,01
Константа	-5043,82	-5725,52	-5708,13

Практический интерес представляют данные табл. 7, где показаны результаты классификации на основе изученной нами дискриминантной модели.

Таблица 7. Оценка эффективности дискриминантной модели давности остеопоротического перелома

Давность перелома	Процент	1-6 мес	1-2 года	Более 2 лет
1-6 мес	100	6	0	0
1-2 года	100	0	3	0
Более 2 лет	92,86	0	1	13
Всего	95,65	6	4	13

Результаты оценки диагностической информативности тестов, представленные в табл. 8, свидетельствуют о существенном преимуществе оценки уровня накопления остеотропного индикатора в диагностике остеопоротического перелома. При использовании активности РФП в позвонке для распознавания перелома позвонка площадь Area Under Curve (AUC) составила $0,985 \pm 0,0069$ (CI 95% $0,618 - 0,757$), величины чувствительности и специфичности – 100,0% и 97,62% соответственно. Аккумуляция остеотропного индикатора обладает максимальным среди изученных параметров отношением шансов положительного (42,0) и отрицательного (0,01) решений.

Оценка деформационных изменений позвонков существенно уступает по диагностической значимости остеосцинтиграфии. Уровень AUC данного параметра ($0,726 \pm 0,0467$), и операционные характеристики существенно ниже радионуклидного теста ($p < 0,001$). Остеокальцин, являющийся лабораторным маркером метаболизма костной ткани, демонстрирует ещё меньшее значение AUC равное $0,688 \pm 0,0352$ при чувствительности и специфичности соответственно 70,0% и 57,5%. Указанные значения ограничивают возможность клинического использования остеокальцина как предиктора локального ремоделирования позвоночника.

Характеристическая кривая (рис.6), полученная при оценке диагностической значимости болевого симптома, практически полностью совпадает с диагональной линией случайных решений (величина AUC составляет $0,500 \pm 0,0439$) и дает незначительный уровень операционных характеристик.

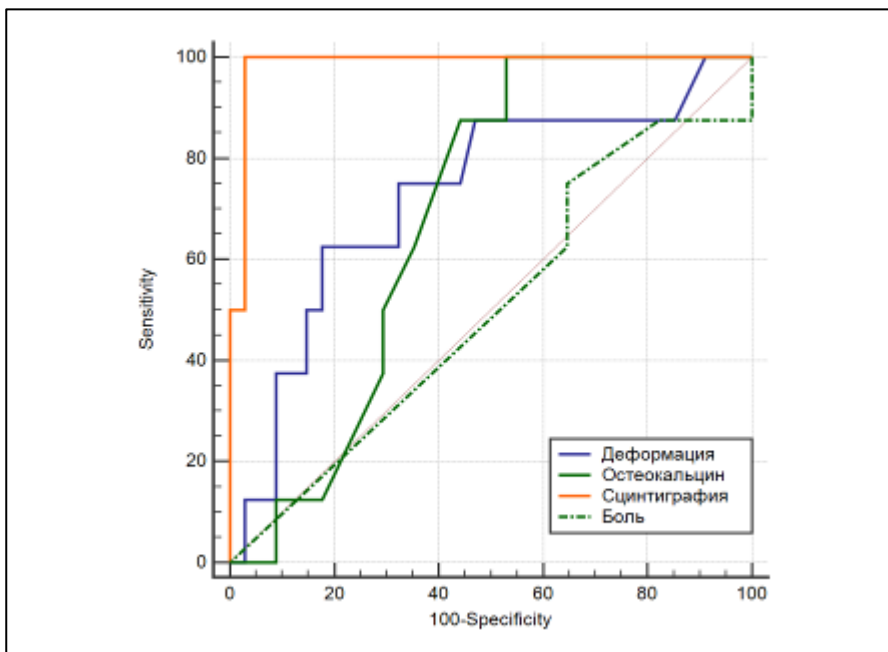
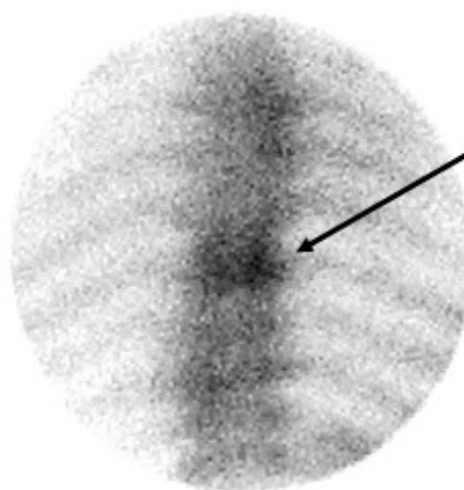


Рисунок 6. Результаты ROC-анализа диагностических параметров в отношении остеопоротического перелома позвонка

Таблица 8. Диагностическая информативность тестов: площадь под ROC-кривыми (AUC) операционные характеристики и отношение шансов (LR)

Диагностический показатель	AUC \pm SE	Доверит. инт. (CI) AUC 95%	Чувствительность	Специфичность	LR+	LR-
Деформация позвонка	0,726 \pm 0,0467	0,635 - 0,818	80,0	73,8	3,05	0,27
Остеокальцин	0,688 \pm 0,0352	0,618 - 0,757	70,0	57,5	1,65	0,52
Сцинтиграфия	0,985 \pm 0,0069	0,972 - 0,999	100,0	97,62	42,0	0,01
NPRS	0,500 \pm 0,0439	0,414 - 0,586	62,5	37,1	0,99	1,01

Возможности остеосцинтиграфии в диагностике перелома иллюстрирует следующий клинический пример (рис. 9). Давность перелома у пациентки составила 9 месяцев.



а)

б)

Рисунок 7. Компьютерная томограмма (а) и планарная остеосцинтиграмма (б) пациентки Т., 65 лет. На компьютерной томограмме определяется компрессионный перелом верхней замыкательной пластинки D9. При остеосцинтиграфии в этом же позвонке (стрелка) незначительная гиперфиксация индикатора (135%).

Применение сцинтиграфии скелета у больных остеопорозом позволяет подтвердить наличие или отсутствие перелома, когда первоначальные рентгенографические данные отрицательные или сомнительные, а также позволяет обнаружить скрытые переломы и определить примерный возраст перелома (Guglielmi, et al., 1997). Так как поглощение РФП в 95% случаев наблюдается от 24 до 48 часов после перелома и исчезает в течение 6-18 месяцев, сканирование костей может помочь оценить давность перелома и эффективность терапии остеопороза (Лишманов, Чернов, 2004).

Выводы:

1. Использование уровня накопления РФП в позвонке для распознавания переломов позвонков у пациентов со сниженной минеральной плотностью костной ткани обладает высокой чувствительностью и специфичностью (100% и 97,62% соответственно).
2. Деформация тел позвонков, выявляемая при рентгенографии и компьютерной томографии, может проходить без значимой активации остеобластической активности, что является ключевым элементом течения остопоротических изменений позвонков.
3. Гиперфиксация индикатора взаимосвязана с деформацией позвонка только в ранние сроки после перелома, а уровень максимального накопления РФП зависит от давности перелома.
4. Остеокальцин имеет отрицательную корреляционную связь с уровнем максимального накопления РФП в позвоночнике и давностью перелома позвонка.

5. Интенсивность болевого симптома находится в слабой зависимости от количества выявленных очагов гиперфиксации РФП в позвоночнике и не имеет взаимосвязи с количеством деформированных позвонков.

Список литературы:

1. *Астапенков Д.С.* Комплексное лечение больных остеопорозом, осложненным патологическими переломами тел позвонков // Вестн. травматол. и ортопед. 2010. № 3. С. 43-47.
2. Доскина Е.В., Доскин А.В. Боль и ее особенности при остеопорозе // Фарматека. 2012. № 3. С. 63-66.
3. *Зоткин Е.Г., Хурцилава О.Г., Зубкова И.И., Сафонова Ю.А.* Вертебральные и периферические остеопоротические переломы: диагностика и медико-социальная значимость // Травматология и ортопедия в России. 2010. № 2. С.106-109.
4. *Костючек Д.Ф., Душенкова Т.А., Рицук С.В.* Ранняя диагностика и профилактика остеопороза у женщин в пре-и постменопаузе // Журн . акушер . и женск. бол. 2006. № 1. С. 3-7.
5. Радионуклидная диагностика для практических врачей / под ред. *Ю.Б. Лишманова, В.И. Чернова.* Томск : SST, 2004. 394 с.
6. Руководство по остеопорозу / под. ред. *Л.И. Беневоленской.* М.: БИНОМ Лаборатория знаний, 2003. 524 с.
7. *Cook G.J., Hannaford E., See M., et al.* The value of bone scintigraphy in the evaluation of osteoporotic patients with back pain // Scand J. Rheumatol. 2002. Vol. 31. N 4. P. 245-248.
8. *Felsenberg D., Wieland W., Armbrecht G.* Morphometric analysis of roentgen images of the spine for diagnosis of osteoporosis-induced fracture // Med. Klin. 1998. Vol. 1. P. 26-30.
9. *Fogelman I.* Bone scanning in osteoporosis: the role of the bone scan and photon absorptiometry // Nuclear medicine annual / ed. L. Freeman. N.Y. : Raven, 1990. P. 1-35.
10. *Guglielmi G., Schneider P., Lang T.F., Giannatempo G.M., Cammisa M., Genant H.K.* Quantitative computed tomography at the axial and peripheral skeleton // Eur Radiol. 1997. Vol. 7. P.32-42.
11. *Hain S.F., Fogelman I.* Nuclear medicine studies in metabolic bone disease // Semin Musculoskelet Radiol. 2002. Vol. 6. N 4. P. 323-329.
12. *Khong P.L., Yin Y., Ho W.Y., et al.* Imaging of pelvic insufficiency fractures // Radiographics. 1996. Vol. 16. N 2. P. 335-348.
13. *Kolb F., Morita E., Rodvien R.* Insufficiency fractures of the pelvis in severe osteoporosis // Bone Miner. 1992. Vol. 7. N 1. P. 298.

14. Marcus D.B., Lee P.C., Fish D.E. Pain precedes computer axial tomography and scintigraphic findings in an osteoporotic vertebral compression fracture: A case report // Pain medicine. 2009. V. 9. N 7. P. 866-870.
15. Takahara K, Kamimura M, Nakagawa H, et al. Radiographic evaluation of vertebral fractures in osteoporotic patients // J. Clin. Neurosci. 2007. V. 14. N 2. P. 122-126.

ISSN 1999-7264

© Вестник РНЦРР Минздрава России

© Российский научный центр рентгено радиологии Минздрава России