

УДК: 616.711-001.5-073.763

# МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ОЦЕНКЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕЛ ПОЗВОНКОВ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА ПРИ СНИЖЕНИИ МИНЕРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ КОСТНОЙ ТКАНИ

Мягков С.А., Мягков А.П., Рыбак И.Р., Семенцов А.С., Наконечный С.Ю.  
ГУ "ЗМАПО МЗ Украины", "МЦ ЮНИМЕД", "МДЦ ЛЮКСМЕДИКА"

**О**стеопороз — наиболее распространенное системное заболевание скелета, характеризующееся низкой костной массой и микроструктурными повреждениями костной ткани, которые приводят к повышению хрупкости кости и, соответственно, увеличению риска переломов [1]. По данным В.В. Поворознюка (2000), в последние десятилетия проблема остеопороза приобрела особенное значение вследствие двух тесно связанных демографических процессов — резкого увеличения в популяции пожилых людей и количества женщин в постменопаузальном периоде жизни [2]. Приблизительно у каждой третьей женщины после 65 лет случается как минимум один перелом костей [3]. При остеопорозе клинические проявления в позвоночнике связаны с болью в спине и функциональными нарушениями, которые существенно влияют на качество жизни [4, 5]. Так, в работе М.С. Lau с соавт. (1998) было показано, что около 50% мужчин и 65% женщин в возрасте старше 70 лет имеют сниженную высоту тел позвонков более чем на 2 стандартных отклонения по сравнению с молодыми здоровыми субъектами [6]. Одной из ведущих причин этого факта является уменьшение количества горизонтальных костных трабекул в губчатом веществе тела позвонка и потеря костной массы тел позвонков с последующим снижением высоты межпозвонковых дисков [6, 7]. Это предположение было опровергнуто L. Twomey и J. Taylor (1985), которые у трупов пожилых пациентов обнаружили неодинаковую высоту межпозвонковых дисков [8, 9]. Приведенные исследования дают полезную информацию о влиянии старения на морфологию позвоночника, однако при этом не исследовались различия этих морфологических особенностей у пациентов с различной минеральной плотностью костей (МПК). Некоторые исследователи указывают на то, что наиболее интенсивная потеря МПК происходит в поясничном отделе позвоночника, что сопровож-

дается общим снижением высоты тел позвонков, особенно их переднего края, которое нарастает с возрастом и более выражено у "постменопаузальных" женщин по сравнению с "пременопаузальными" [10, 11].

**Цель** исследования — изучить с помощью магнитно-резонансной томографии морфологические и структурные изменения тел позвонков у пациентов с различной минеральной плотностью костной ткани.

**Материал и методы исследования.** Обследован 81 пациент с различной МПК тел позвонков поясничного отдела позвоночника (ПОП). Остеопения диагностирована у 33 больных, остеопороз — у 28 и контрольную группу составили 20 пациентов без признаков остеопороза. Среди них было 69 женщин и 12 мужчин, средний возраст контрольной группы —  $49,6 \pm 3,6$  лет, больных с остеопенией —  $56,5 \pm 9,8$  и остеопорозом —  $66,0 \pm 9,4$ . Большая часть пациентов обследовалась по поводу первичного инволюционного постменопаузального остеопороза (97,7%) и одна (34 года) по поводу вторичного — медикаментозного. У мужчин первичный идиопатический остеопороз имел место у 50%, у остальных — вторичный медикаментозный; все они обследовались по поводу болевого синдрома в ПОП в течение последних 2-4 месяцев. При этом были исключены клинические и рентгенологические (обзорные рентгенограммы и МРТ) проявления метастатического поражения, предыдущие операции и посттравматические деформации тел позвонков. Магнитно-резонансная томография (МРТ) поясничного отдела позвоночника была произведена 29 больным с остеопенией и 24 — с остеопорозом. Всем пациентам (81) была проведена двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (ДРА) на аппарате «Lunar PRODIGY Primo ДХА» (analysis version:11.40) производства GE Healthcare по стандартному протоколу с определением остеопороза по классификации

ВОЗ (1994): норма – Т-критерий -1 SD; остеопения – Т-критерий между -1 и -2,5 SD; остеопороз – Т-критерий менее -2,5 SD. При этом средние показатели МПК (г/см<sup>2</sup>) в телах L<sub>1</sub>-L<sub>4</sub> составили: у здоровых — 1,232±0,06; при остеопении — -1,032±0,07; при остеопорозе — -0,757±0,08. Средние показатели Т-критерия соответственно в 3 группах составили: -1,27±0,71; -1,40±0,11; -3,09±1,73. Разница в МПК между I и II группами составила 16,2%, между I и III группами — 25%.

МРТ проводилась на низкопольных аппаратах с напряженностью магнитного поля 0,2 и 0,36 Тс (AIRIS Mate фирмы “Hitachi” Япония и “I-Open 0,36” производства КНР) в 3-х проекциях с получением T1- и T2-взвешенных изображений (ВИ) и изображений с подавлением сигнала от жировой ткани (STIR) по стандартному протоколу. При МРТ-морфометрии на срединных сагиттальных T1ВИ изучались передние, задние и средние высоты тел позвонков (от L<sub>1</sub> до L<sub>5</sub>) согласно рекомендациям G. Guglielmi et al. (2011) для измерений по боковым спондилограммам [12]. Наряду с этим для уточнения данных о нарушении МПК в ПОП рассчитывался также индекс Барнетт-Нордина (Б/Н) — отношение средней высоты тела позвонка к высоте его передней поверхности. Статистическая обработка полученных данных выполнена с использованием компьютерных программ пакета STATISTICA (StatSoft Statistica V. 6.0). Статистическую значимость сравниваемых показателей с нормальным

распределением, которое определялось по критерию согласия Колмогорова-Смирнова, устанавливали с использованием t-критерия Стьюдента для средних величин, F-критерия Фишера для дисперсии (с внесением поправки Бонферрони) и коэффициента ранговой корреляции Спирмена (r) при уровне значимости p=0,05. Анализируемые данные представлены как «среднее±стандартное отклонение» (M±s).

**Результаты и их обсуждение.** Известно, что у здоровых пациентов размеры тел позвонков в диапазоне Th<sub>4</sub>-L<sub>4</sub> имеют некоторые закономерности. Так, размеры переднего, среднего и заднего отделов тел равны друг другу, высота каждого нижерасположенного позвонка на 1-2 мм больше, чем у тела, находящегося выше [14]. Кроме этого, если различия в высоте передней и задней поверхностей тел позвонков и встречаются, то они не превышают 1 мм и эти соотношения являются доказательством отсутствия остеопении (Hurxthal L.M., 1968) [15, 16]. При этом также исходили из утверждения Г.Е. Труфанова с соавт. (2007) о том, что возрастная остеопения характеризуется разрежением структуры тел позвонков без каких-либо изменений их формы и межпозвонковых дисков [17]. В наших исследованиях у здоровых лиц (при среднем возрасте 49,6±7,6) уже отмечалось несоответствие некоторых размеров тел позвонков, приведенным выше положениям (табл.).

Таблица

**Результаты МРТ-морфометрии высоты тел позвонков**

Высота тел позвонков (мм)	Здоровые (I)	Остеопения (II)	Остеопороз (III)
<b>Передняя высота</b>			
L <sub>1</sub>	24,0±1,26	22,5±1,82	23,1±0,78
L <sub>2</sub>	24,7±1,21	24,8±2,20	23,8±2,16
L <sub>3</sub>	26,7±1,96	25,1±2,32	25,9±1,62
L <sub>4</sub>	26,8±1,72	25,6±2,04	26,2±0,71
L <sub>5</sub>	26,3±1,86	25,6±1,50	26,7±1,86
Среднее	25,7±1,60	24,7±1,29	25,1±1,59
<b>Задняя высота</b>			
L <sub>1</sub>	22,8±2,56	22,8±2,56	25,4±1,06
L <sub>2</sub>	24,8±2,04	24,8±2,04	25,8±1,56
L <sub>3</sub>	24,5±2,16	24,5±2,16	25,8±1,9
L <sub>4</sub>	24,5±1,51	24,5±1,51	24,9±1,61
L <sub>5</sub>	22,3±2,1	22,3±2,1	21,6±1,60
Среднее	23,8±1,14	23,8±1,14	24,7±1,77
<b>Средняя высота</b>			
L <sub>1</sub>	21,3±1,03	20,9±2,04	21,1±1,17
L <sub>2</sub>	22,0±1,09	21,4±2,39	20,4±1,40
L <sub>3</sub>	22,0±1,54	21,6±1,83	19,6±1,59
L <sub>4</sub>	26,9±1,72	20,6±2,51	19,5±1,30
L <sub>5</sub>	21,3±1,87	20,6±1,80	20,7±1,11
Среднее	22,7±1,4	21,0±1,46	20,2±1,26
<b>Индекс Барнетт-Нордина</b>	0,88±0,03	0,85±0,07	0,80±0,06

Так, у здорових осіб відмічено зменшення середньої і задньої висоти тіл відповідно на 3 і 2 мм, що, на наш погляд, було обумовлено інволютивними і дегенеративно-дистрофічними змінами в формі різних ступенів дегенерації міжхребцевих дисків (Pfirrmann C.W. et al., 2001), які були виявлені у всіх 20 досліджуваних, починаючи з III ступеня (4-20%) і закінчуючи V ступенем (9-45%) [13]. Індекс Б/Н у пацієнтів I групи становив 0,86, і при ДРА не було виявлено даних стосовно остеопенії.

При остеопенії, порівняно зі здоровими особами, відмічено зменшення висот — передньої на 1 мм, середньої на 1,7 мм при незмінній задній висоті.

При аналізі змін при остеопорозі встановлено, що передня висота тіл практично не змінилася, відповідаючи при цьому рівню остеопенії, середня висота зменшилася на 11,0%, а задня незначно збільшилася (3,8%) порівняно зі здоровими особами.

Таким чином, при зниженні МПК тіл хребців передня висота тіл хребців практично не змінюється, незначно зменшуючись при остеопенії (3,9%), в порівнянні з даними, отриманими Griffith Y.Z. з соавт. (2009), утверджуваних, що передня висота тіл хребців в ПОП незначно вища у пацієнтів з остеопорозом. Середня висота тіл хребців зменшується як при остеопорозі, так і при остеопенії. Задня висота тіл хребців незначно збільшується при остеопорозі, залишаючись не зміненою при остеопенії.

Результати морфометричних досліджень підтверджуються при вивченні індексу Б/Н. Так, при остеопенії відмічено його зменшення на 3,4% (0,85) і на 9,1% (0,80) при остеопорозі, достовірно свідечуючи про зниження середньої висоти тіл хребців при зниженні мінеральної щільності кістки.

Отримані дані про показники індексу Б/Н узгоджуються з даними досліджень останніх років (Зависляк О.А., 2005), в яких вказується, що величина цього індексу в межах 0,81 свідечує про остеопороз [15]. Однак ці дані були отримані на основі лише тільки МРТ-морфометрії без урахування даних ДРА.

Таким чином, тіла хребців при зменшенні МПК стають двокогнутими, що узгоджується з раніше отриманими результатами рентгенологічних досліджень [1-3, 18]. В порівнянні з результатами Зависляк О.А. (2005) і Griffith Y.Z. з соавт. (2009), утверджуваних, що втрата кісткової речовини може проявитися не тільки в формі двокогнутої деформації тіл хребців, але і в формі виникнення їх клиновидності, нами такого виду деформації не було виявлено [15, 19].

При аналізі кореляційної матриці, яка передбачала виявлення відповідних зв'язків між перерахованими вище параметрами (висоти тіл, індекс Б/Н), встановлено, що при остеопенії статистично значимо (в формі слабкої зв'язки) корелює показателем МПК хребців лише задня висота тіла  $L_1$  ( $r + 0,32$ ) і індекс

Б/Н в тілі  $L_4$  ( $r - 0,32$ ,  $p = 0,09^*$  — статистично незначимо, але клінічно важливо).

При остеопорозі статистично значимо корелювали з даними МПК: задні висоти тіл  $L_1$  ( $r - 0,49$ ,  $p = 0,02$ ),  $L_2$  ( $r - 0,46$ ,  $p = 0,04$ ),  $L_3$  ( $r - 0,45$ ,  $p = 0,04$ ) при зворотній залежності. Індекс Б/Н при остеопорозі слабо корелював з МПК в тілах  $L_1$  ( $r + 0,31^*$ ),  $L_2$  ( $r + 0,32^*$ ),  $L_3$  ( $r + 0,33^*$ ).

На основі проведеного МРТ-морфометричного дослідження тіл хребців ПОП, можна утверждати, що ослаблені остеопенією тіла хребців починають перестраюватися, їх центральні відділи вдавлюються, тоді як периферическі залишаються більш високими.

Це відбувається тому, що, в першу чергу, периферія тіл хребців з її лімбаєм і зовнішніми більш щільними стінками, якими багато товстих вертикальних кісткових балок, значно міцніше, ніж центральна частина, не підкріплена вертикальними балками, в свою чергу, тому, що несжимаєме збільшувачеся пульпозне ядро в найбільшій мірі тисне саме на центральні відділи тіл хребців, внаслідок чого їх верхня і нижня поверхні набувають блюдцеподібну форму.

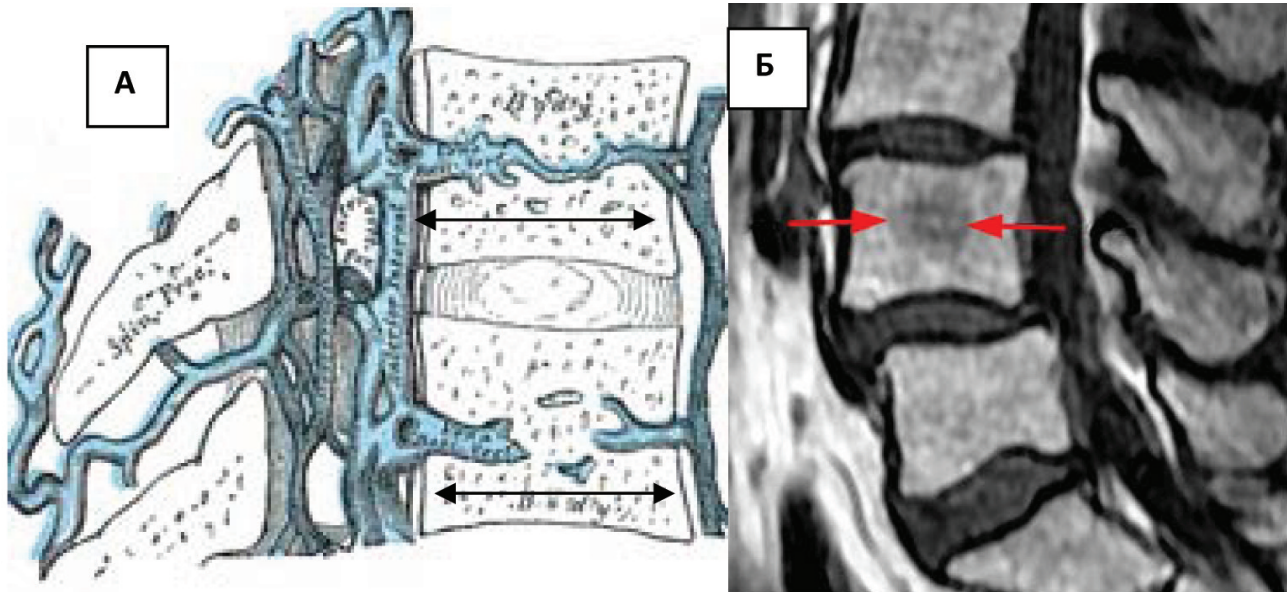
В процесі дослідження даної категорії хворих було звернено увагу на те, що у хворих з доведеним остеопорозом/остеопенією за даними ДРА на Т1ВІ в сагітальній площині чітко візуалізуються вени Бреше в формі поперечно розташованих смужок низької інтенсивності сигналу з чіткими рівними контурами (см. рис. 1).

Відомо, що виявлення каналів вен Бреше (базивертебральних) на рентгенограмі в похилому віці говорить про велику товщину судини, або про удачу проекції поперечно проходитього судини (цит. по Тагер І.Л., Дьяченко В.А., 1971) [10]. Через 10 років Лагунова І.Г. наводить дані про те, що вени Бреше нерідко, особливо в старшому віці, коли кісткова структура стає більш порочіною, можуть візуалізуватися на бічних рентгенограмах в формі поперечно йдучої смужки просвітлення [11].

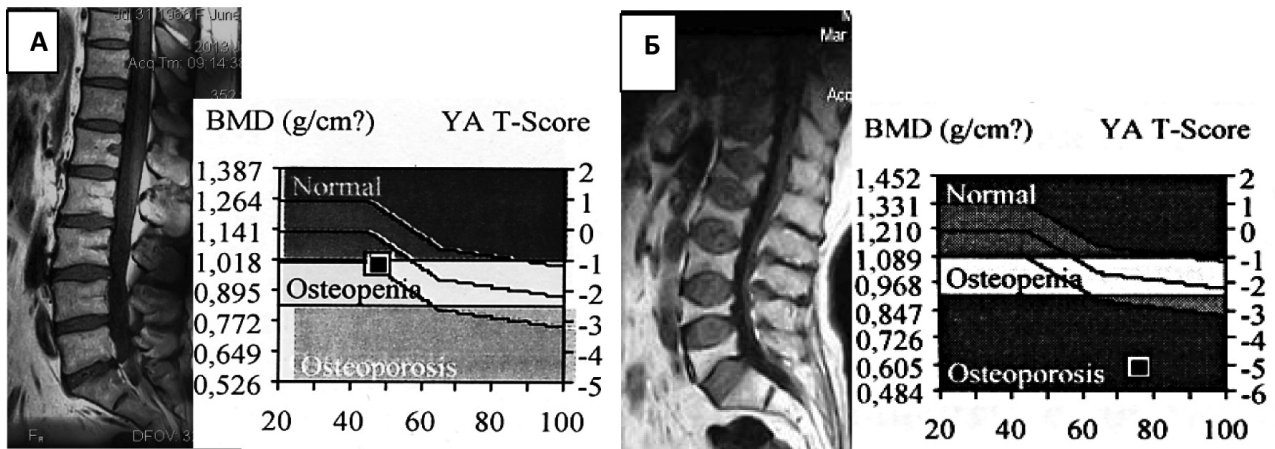
Проаналізувавши дані МРТ (31) з даними ДРА при остеопенії виявилось, що у 29 (93,9%) з цих хворих чітко візуалізовані вени Бреше на Т1ВІ і тільки у 2-х пацієнтів вони не визначалися внаслідок вираженого заміщення (конверсії) кісткової тканини жовтим.

При остеопорозі дана вена візуалізована у 17 (71%) хворих з 24, для яких була проведена МРТ. Відсутність візуалізації вени базивертебральної, на наш погляд, було обумовлено вираженими морфологічними змінами тіл хребців — зменшенням середньої висоти тіл хребців і збільшенням висоти міжхребцевих дисків.

Таким чином, візуалізація вен Бреше на сагітальних Т1ВІ МРТ є ще одним критерієм для визначення різних ступенів мінеральної щільності кісткової тканини, в т.ч. і для ранніх остеопенічних змін [20], в протилежність



**Рис. 1.** А — схематическе изображение вен Бреше в телах позвонков (стрелки), а спереди и сзади тел позвонков имеются переднее и заднее наружные венозные сплетения. Б — МРТ-сагиттальное постконтрастное T1ВИ этой же вены — стрелками показана тонкая горизонтальная полоса интенсивного сигнала в теле L<sub>4</sub>



**Рис. 2.** А — сагиттальное T1ВИ и данные ДРА больной 62 лет демонстрируют изображение вен Бреше в телах L<sub>1</sub>-L<sub>4</sub> с остатками желтого костного мозга вдоль них при показателях МПК, соответствующих остеопении. Б — на сагиттальном T1ВИ больной 69 лет с остеопорозом отсутствует изображение вен вследствие выраженной специфической деформации тел позвонков, что подтверждено соответствующими данными ДРА

распространенному мнению о том, что МРТ малоинформативна для диагностики остеопороза [2, 8]. В качестве примера приведем клиническое наблюдение (рис. 2).

**Выводы 1.** При МРТ-морфометрии у больных со снижением минеральной костной плотности изменения тел позвонков сопровождались: снижением средней высоты тел, более выраженной при остеопорозе; незначительным снижением передней высоты тел; уменьшением индекса Барнетта-Нордина.

2. Визуализация вены Бреше (*v. basivertebralis*) на МРТ является, наряду с характерными морфологическими изменениями тел позвонков, еще

одним признаком для определения различных нарушений минеральной плотности костной ткани в т.ч. числе и остеопенических изменений.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Коваленко В.М., Поворознюк В.В., Шуба Н.М. та ін. Рекомендації з діагностики, профілактики і лікування системного остеопорозу у жінок в постменопаузальному періоді // Укр. ревматологічний журнал. — 2009. — №3 (37). — С. 23-39.
2. Поворознюк В.В. Возрастные аспекты структурно-функционального состояния костной ткани населения Украины // Остеопороз и остеопатии. — 2000. — № 1. — С. 15-22.
3. Поворознюк В.В., Макогончук А.В., Бондаренко Е.В. Остеопороз позвоночника // Журнал практичного лікаря. — 2000. — № 1. — С. 11-17.

4. Tsao J.Y., Chien M.Y., Yang R.S. Spinal performance and functional impairment in postmenopausal women with osteoporosis and osteopenia without vertebral fracture // *Osteoporos. Int.* – 2002. — №13. – P. 456-60.
5. Fechtenbaum J., Cropet C., Koltz S. et al. The severity of vertebral fractures and health-related quality of life in osteoporotic postmenopausal women // *Osteoporos. Int.* — 2005. — № 16. — P. 2175-9.
6. Lau M.C., Woo J., Chan H. et al. The health consequences of vertebral deformity in elderly Chinese men and women // *Calcif. Tissue Int.* – 1998. — V. 63. – P. 1-4.
7. Lau M.C., Chan Y.H., Chan M. et al. Vertebral deformity in Chinese men: prevalence, risk factors, bone mineral density, and body composition measurements // *Calcif. Tissue Int.* – 2000. – V. 66. – P. 47-52.
8. Twomey L.T., Taylor J.R. Age changes in lumbar intervertebral discs // *Acta Orthop. Scand.* — 1985. — V.56. — P. 496-499.
9. Twomey L.T., Taylor J.R. Age changes in lumbar vertebrae and intervertebral discs // *Clin. Orthop. Relat. Res.* — 1987. — V.23. — P. 97-104.
10. Pouilines J.M., Tremolieres F., Ribol C. The effects of menopause on longitudinal bone loss from the spine // *Calcif. Tissue Int.* — 1993. — V.52. — P. 340-343.
11. Diacindi D., Acca M., D'erasmo E. et al. Aging changes in vertebral morphometry // *Calcif Tissue Int.* — 1995. — V. 57, № 6. — P. 426-429.
12. Guglielmi G., Muskarella S., Bazzocchi. Integrated imaging approach to osteoporosis: state-of-the-art review and update // *Radiographiks.* – 2011. – V.31, № 5. – P. 1343-1364.
13. Pfirrmann C.W., Metzendorf A., Zanetti M., Hodler J., Boos N. Magnetic Resonance Classification of Lumbar Intervertebral Disc Degeneration // *Spine.* — 2001.— V. 26 (17). –P. 1873-1878.
14. Карасев А.В. Комплексная рентгенодиагностика остеопении и начального остеопороза позвоночного столба / Автореф. дисс. канд. мед. н. — Ярославль, 2008. — 21 с.
15. Зависляк О.А. Морфометрическая характеристика поясничного отдела позвоночного столба взрослого человека в магнитно-резонансном изображении / Автореф. дисс. канд. мед. н. – М., 2005. – 22 с.
16. Huxthall L.M. Measurement of anterior vertebral com-

pressions and biconcave vertebrae // *Am. J. Roentgenol.* – 1968. – V.103 (3). — P. 635-644.

17. Магнитно-резонансная томография (руководство для врачей) / Под ред. проф. Г.Е. Труфанова и к.м.н. В.А. Фокина. — СПб: ООО «Издательство ФОЛИАНТ», 2007. – 688 с.
18. Рохлин Г.Д. Диагностическое и прогностическое значение остеопении при некоторых видах патологии по данным рентгенологического исследования / Автореф. дисс. докт. мед. н. — Ленинград, 1988. — 42 с.
19. Griffith Y.Z., Leung J. F., Lee P.Ch. Effect of osteoporosis on morphology and mobility of the lumbar spine // *Spine.* – 2009. — № 34 (3). – P.115-1121.
20. Патент № 82192 UA, МПК (51,2013.01) А61В 6/00, А61Н 5/00. Спосіб діагностики остеопорозу у пацієнтів похилого віку / С.О. Мягков, О.П. Шармазанова, О.П. Мягков; заявник і патентовласник ДЗ «ЗМАПО МОЗ України» — № 201301334; заявл. 04.02.2013; опубл. 25. 07. 2013. Бюл. № 14.

**РЕЗЮМЕ.** В работе представлены морфологические и структурные изменения тел позвонков у пациентов с различной минеральной плотностью костной ткани по данным магнитно-резонансной томографии, основанные на обследовании 81 пациента.

**Ключевые слова:** тела позвонков; минеральная плотность костной ткани; остеопения/остеопороз; МРТ-морфометрия.

**РЕЗЮМЕ.** У роботі представлені морфологічні та структурні зміни тіл хребців у пацієнтів з різною мінеральною щільністю кісткової тканини за даними магнітно-резонансної томографії, що базується на обстеженні 81 пацієнта.

**Ключові слова:** тіла хребців; мінеральна щільність кісткової тканини; остеопенія /остеопороз; МРТ морфометрія.

**SUMMARY.** The paper presents morphological and structural changes in the vertebral bodies of patients with various bone mineral density by magnetic resonance imaging based on a survey of 81 patients.

**Keywords:** vertebral bodies, bone mineral density, osteopenia /osteoporosis; MRI morphometry.

## НОВІ КНИГИ

**Лазар Д.А., Мечев Д.С., Розуменко В.Д., Чеботарьова Т.І**

Променева терапія пухлин головного мозку — К.: Телеоптик, 2010. — 190 с.

**Автори:** доктор мед. наук, професор **Д.А. Лазар**, доктор мед. наук, професор **Д.С.Мечев**, доктор мед. наук, професор **В.Д.Розуменко**, кандидат мед. наук, доцент **Т.І.Чеботарьова**

**Рецензенти:** завідувач кафедри радіології та радіаційної медицини Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, доктор мед. наук, професор **М.М. Ткаченко**; керівник відділу променевої терапії Національного інституту раку доктор мед. наук, професор **В.С.Іванкова**.

В монографії висвітлені основні дані відносно епідеміології, класифікації пухлин головного мозку, описана клінічна симптоматика та сучасні методи діагностики і лікування. Особлива увага приділена новітнім методам та методикам променевої терапії й хірургії пухлин головного мозку залежно від гістологічної форми новоутворень, їх радіобіологічних особливостей та локалізації. Описані питання хіміотерапії та супровідної терапії злоякісних

пухлин головного мозку. Матеріали монографії базуються на результатах власних досліджень та на даних вітчизняної і світової літератури.

Монографія розрахована на радіологів, нейрохірургів, онкологів, лікарів загальної практики, слухачів академій, інститутів та факультетів післядипломної освіти.

**Рекомендовано до видання Вченою радою Національної медичної академії післядипломної освіти імені П.Л. Шупика (протокол № 4 від 18.04. 2009 р.).**

**Друкуються згідно з свідоцтвом про внесення академії до державного реєстру видавництв (серія ДК, № 1337).**

**Замовити книги можна за телефоном: +38044 503-04-39**

