

С.А. Мягков, А.П. Мягков, А.С. Семенцов

**Инволюционные изменения костного мозга в поясничном отделе позвоночника.  
Результаты магнитно-резонансной томографии**

ГУ «Запорожская медицинская академия последипломного образования МОЗ Украины»

**Ключевые слова:** магнитно-резонансная томография, желтый костный мозг, красный костный мозг.

При использовании низкопольных магнитно-резонансных томографов получили результаты магнитно-резонансных исследований поясничного отдела позвоночника 60 пациентов. На основании этих данных были систематизированы и выделены варианты конверсии костного мозга, один из которых – сосудистый – предложен впервые. Полученные сведения согласуются с результатами изучения конверсии костного мозга в позвоночнике при работе на высокопольных томографах и, таким образом, имеют практическую пользу при анализе магнитно-резонансных изображений нормального и измененного костного мозга.

**Инволюційні зміни кісткового мозку у поперековому відділі хребта.  
Результати магнітно-резонансної томографії**

С.О. М'ягков, О.П. М'ягков, О.С. Семенцов

При використанні низькопольних магнітно-резонансних томографів отримали результати магнітно-резонансних досліджень поперекового відділу хребта 60 пацієнтів. На основі цих даних систематизували і виділили варіанти конверсії кісткового мозку, один із них – судинний – запропоновано вперше. Отримані дані узгоджуються з результатами вивчення конверсії кісткового мозку в хребті при роботі на високопольних томографах, а отже, є корисними на практиці при аналізі магнітно-резонансних зображень нормального й зміненого кісткового мозку.

**Ключові слова:** магнітно-резонансна томографія, жовтий кістковий мозок, червоний кістковий мозок.**Патологія.** – 2013. – №2 (28). – С. 88–91**The involutional changes of bone marrow in the lumbar spine.  
The results of the magnetic-resonance imaging**

S.A. Myagkov, A.P. Myagkov, A.S. Sementsov

The article presents the results of magnetic resonance studies of the lumbar spine in 60 patients using low-field magnetic resonance tomographs. On the base of these data bone marrow conversion variants were systematized and identified, one of them – vascular – was proposed by the authors for the first time. The obtained data are consistent with the results of the study of the bone marrow conversion in the spine using high-field tomographs and thus will have a practical use in the analysis of magnetic resonance imaging of normal and altered bone marrow.

**Key words:** magnetic resonance imaging, fatty bone marrow, cellular bone marrow.**Pathologia.** 2013; №2 (28): 88–91

Данные о возрастных закономерностях строения красного и желтого костного мозга (ККМ, ЖКМ) очень важны при изучении и интерпретации магнитно-резонансных томограмм (МРТ). МРТ как неинвазивный метод широко применяют при многочисленных патологических состояниях костного мозга [1–7]. В работах Vogler J.B. and Murphy W.A. (1988), Vande Berg B.C. et al. (1998) впервые описаны сигнальные характеристики нормального костного мозга [1,2]. МРТ-изображение нормального костного мозга позвоночника в основном зависит от соответствующей пропорции кровеобразующих клеток и адипоцитов внутри мозгового вещества тел позвонков [3].

На МРТ обычно определяют два типа костного мозга: активный, функционирующий (ККМ), неактивный (ЖКМ). Последний из-за большого содержания жировой ткани имеет интенсивность МР-сигнала, аналогичную подкожному жиру. Значительным подспорьем при описании состояния костного мозга при МРТ исследовании является общеизвестный феномен возрастного прогрессивного превращения красного КМ в желтый – так называемая конверсия КМ. В единичных работах, посвященных изучению закономерностей конверсии КМ

в костях осевого скелета, при работе на высокопольных томографах выделили несколько вариантов таких изменений в т.ч. в позвоночнике [8], а в 2010–2011 гг. они были уточнены [9,10].

**Цель работы**

Определение и систематизация признаков конверсии костного мозга в поясничном отделе позвоночника с помощью низкопольных магнитно-резонансных томографов.

**Материалы и методы исследования**

Изучили 60 МРТ поясничного отделов позвоночника (ПОП) у пациентов в возрасте от 21 года и более 70 лет, у которых изначально отсутствовали изменения ККМ. Среди этих пациентов выделили 6 возрастных групп (21–30, 31–40, 41–50, 51–60, 61–70 и старше 70 лет), в каждой из групп было по 5 женщин и 5 мужчин. Из исследования исключены пациенты с диагностированными болезнями ККМ, местными поражениями, включая опухоли и компрессионные переломы, а также больные после лучевой и химиотерапии. МРТ проводили на низкопольных аппаратах с напряженностью магнитного поля 0,2 и 0,3 Тс (AIRIS Mate фирмы «Hitachi» 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, дополненному T1-ВИ изображениями с короткими TR – 80 и TE – 8, 2 мс. Тщательному анализу подвергали сагиттальные изображения с толщиной среза 5 мм. При оценке исследований определяли типы изменений сигнальных характеристик в костном мозге для ПОП, а затем определяли частоту каждого варианта для каждой возрастной группы.

**Результаты и их обсуждение**

В результате исследований в позвоночнике обнаружены основные закономерности распределения желтого костного мозга в виде V вариантов, которые представлены на рис. 1.



Рис. 1. Схематическое изображение вариантов конверсии костного мозга в поясничном отделе позвоночника. Слева направо: центральный, периферический, диффузно-мелкоочаговый, диффузно-крупноочаговый, сосудистый.

При I варианте (центральном) тело позвонка имело одинаково низкую интенсивность, кроме линейных неравномерных участков высокой интенсивности размерами больше 3 мм, расположенных вдоль (выше и ниже) базивертебральной вены за счет участков ЖКМ. ЖКМ при этом располагается по периферии тела позвонка (рис. 2)



Рис. 2. МРТ T1-ВИ поясничного отдела позвоночника в сагиттальной плоскости разных пациентов демонстрируют I вариант конверсии костного мозга. Изображения 42-летней женщины (А – пре- и В-постконтрастное), выполненные при импульсной последовательности – спиновое эхо (СЭ), С – МРТ 50-летней пациентки при использовании импульсной последовательности – градиентное эхо (ГЭ)).

II вариант (периферический) характеризовался участками высокой интенсивности сигнала лентообразной и треугольной формы, расположенными в периферических отделах тел позвонков (ЖКМ) под обеими замыкательными пластинками и в зонах апофизов.

Этот вариант может быть вызван механическими повреждениями, которые обычно менее интенсивны в грудном отделе из-за стабилизирующего эффекта грудной клетки, а также могут ассоциироваться с дегенерацией соседних межпозвоночных дисков [1,9] (рис. 3).

При III варианте (диффузно-мелкоочаговый, или тип «пестрого узора») определяли мелкие, диффузно расположенные точечные участки высокой интенсивности сигнала (от 1 до 3 мм) за счет вкраплений ЖКМ (рис. 4).



Рис. 3. МРТ T1-ВИ поясничного отдела позвоночника в сагиттальной плоскости разных пациентов со II (периферическим) вариантом конверсии.



Рис. 4. МРТ T1-ВИ поясничного отдела позвоночника в сагиттальной плоскости и увеличенное изображение тел L2-L5 40-летней пациентки с III вариантом конверсии.

IV вариант (диффузно-очаговый) характеризовался немногочисленными, как правило, округло-овальной формы очагами высокой интенсивности сигнала, местами сливного характера, с нечеткими, неровными контурами размерами от 10 до 40 мм с преимущественной ориентацией вдоль базивертебральной вены (рис. 5).



Рис. 5. МРТ T1-ВИ и STIR (подавление сигнала от жировой ткани) изображение поясничного отдела позвоночника в сагиттальной плоскости 44-летнего пациента с IV вариантом конверсии.

В ходе исследования отметили, что при диагностике крупноочаговой перестройки структуры тел позвонков в поясничном отделе позвоночника заподозрить конверсию костного мозга иногда помогают и качественные рентгенограммы этого отдела, произведенные с помощью цифровой рентгенографии. В качестве примера приводим наблюдение (рис. 6).

Кроме этого, мы выделили еще один вариант – сосудистый, который представлен базивертебральной веной, колбовидно расширяющейся в центре тела позвонка, вдоль которой расположены линейные тонкие (2–3 мм) участки ЖКМ.

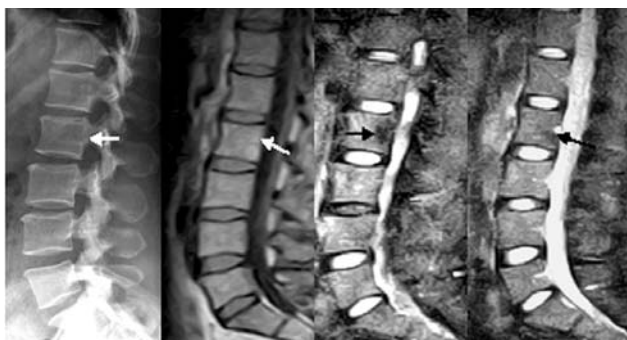


Рис. 6. Боковая спондилограмма, МРТ T1-ВИ и STIR изображение поясничного отдела позвоночника в сагиттальной плоскости 45-летней пациентки с IV вариантом конверсии. На рентгенограмме в теле L2 определяется округлой формы участок кистоподобной перестройки структуры до 14 мм в диаметре, который визуализируется на МРТ в виде интенсивного сигнала округлой формы (T1-ВИ), а на 2-х изображениях с подавлением сигнала от жировой ткани этот участок имеет гипоинтенсивные характеристики сигнала (стрелки).

Этот вариант визуализировался преимущественно у пациентов старших возрастных категорий. Такие изменения, как показали наши исследования, сопровождаются остеопорозом (остеопенией), что доказано с помощью двухэнергетической абсорбционной денситометрии (ДХА) (рис. 7).

В нескольких случаях (10 – 16,6%) отметили комбинацию нескольких вариантов (II и III или II и IV).

Результаты исследований представлены на рис. 8.

Как видно из данных, I вариант конверсии максимально представлен у лиц возрастом 21–30 лет и отсутствовал у лиц старше 50 лет.

Частота II варианта по мере увеличения возраста отражала постепенное увеличение замещения красного костного мозга желтым по периферическому варианту, достигая максимальных его проявлений у больных в возрасте до 70 лет.

III вариант конверсии неравномерно отражал замещение костного мозга с максимальным его преобладанием у пациентов в возрасте 31–40 лет.

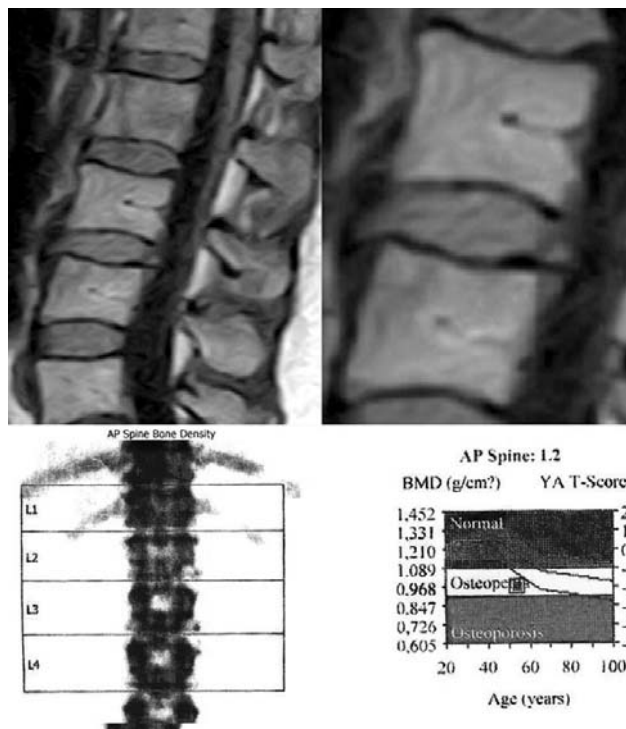


Рис. 7. МРТ T1-ВИ поясничного отдела позвоночника в сагиттальной плоскости и увеличенное изображение тел L3-L4 75-летнего пациента с V вариантом конверсии и данные ДХА, подтверждающие наличие остеопении в теле L2.

Частота IV варианта отмечена у больных в возрасте 31–70 лет с наибольшими проявлениями этого варианта у пациентов на пятом и шестом десятилетии при отсутствии этого варианта у молодых (до 30 лет).

V вариант не обнаружили на изображениях ПОП у лиц в возрасте до 50 лет, но наиболее ярко он представлен у пациентов старше 60 лет (от 40 до 60% соответственно).

Таким образом, полученные данные согласуются с результатами изучения закономерностей конверсии ККМ в позвоночнике при работе на высокопольных томографах [8–10], а выделенный нами V вариант конверсии отражает дальнейшее замещение ККМ желтым КМ и может свидетельствовать о развитии остеопороза.

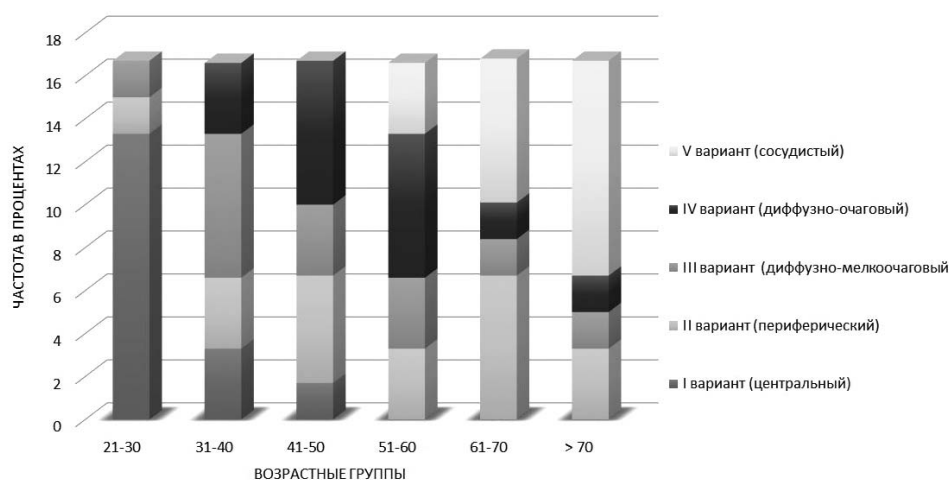


Рис. 8. Варианты конверсии костного мозга.

### Выводы

1. МРТ-изображения нормального костного мозга в телах позвонков поясничного отдела позвоночника демонстрируют разнообразную его картину за счет очагового или диффузного распределения количества желтого и красного костного мозга.

2. В поясничном отделе позвоночника при использовании низкопольных МР-томографов констатирован феномен прогрессирующей возрастной конверсии красного костного мозга в желтый.

3. Выделенные V вариантов конверсии костного мозга являются нормальным отображением состояния костного мозга в период его инволютивных изменений.

4. При анализе конверсионных изменений костного мозга в поясничном отделе позвоночника обнаружены некоторые закономерности в виде отсутствия I варианта у пациентов старше 50 лет и IV варианта у молодых лиц, у больных старше 60 лет превалирует V вариант конверсии.

5. Предложенные варианты конверсии окажут практическую помощь при анализе МРТ-изображений нормального и измененного костного мозга.

### Список литературы

1. *Vogler J.B.* Bone marrow imaging / *Vogler J.B., Murphy W.A.* // *Radiology.* – 1988. – V. 168. – P. 679–693.
2. *Vande Berg B.C.* Magnetic resonance imaging of the normal bone marrow / *Vande Berg B.C., Malghem J., Lecouvet F.E., et al.* // *Skeletal. Radiol.* – 1998. – V. 27. – P. 471–483.
3. *Porter B.A.* Magnetic resonance imaging of bone marrow disorders / *Porter B.A., Shields A.F., Olson D.O.* // *Radiol. Clin. North. Am.* – 1986. – V. 24. – P. 269–289.
4. *Mitchell D.G.* Hematopoietic and fatty bone marrow distribution in the normal and ischemic hip: new observations with 1.5-T MR imaging / *Mitchell D.G., Rao V.M., Dalinka M. et al.* // *Radiology.* – 1986. – V. 161. – P. 199–202.
5. *Stabler A.* Reactive bone marrow changes in infectious spondylitis: quantitative assessment with MR imaging / *Stabler A., Doma A.B., Baur A. et al.* // *Radiology.* – 2000. – V. 217. – P. 863–868.
6. *Bordalo-Rodrigues M.* Focal nodular hyperplasia of the hematopoietic marrow simulating vertebral metastasis on FDG positron emission tomography / *Bordalo-Rodrigues M., Galant C., Lonneux M. et al.* // *AJR.* – 2003. – V. 180. – P. 669–671.
7. *Poulton T.B.* Bone marrow reconversion in adults who are smokers: MR imaging findings / *Poulton T.B., Murphy W.D., Duerk J.L. et al.* // *AJR.* – 1993. – V. 161. – P. 1217–1221.
8. *Ricci C.* Normal age-related patterns of cellular and fatty bone marrow distribution in the axial skeleton: MR Imaging Study I / *Ricci C., Cova M., Kang Y.S., Yang A. et al.* // *Radiology.* – 1990. – V. 177. – P. 83–87.
9. *Poe L.B.* Evaluating the varied appearances of normal and abnormal marrow / *Poe L.B.* // *MRI Web Clinic.* – December 2010. – [www.protopracs.com](http://www.protopracs.com).
10. *Shah L.M.* MRI of spinal bone marrow: Part I, techniques and normal age-related appearances / *Shah L.M., Hanrahan C.* // *AJR.* – 2011. – V. 197. – P. 1298–1308.
11. *Шармазанова Е.П.* Магнитно-резонансно томографическая семиотика острых остеопоротических компрессионных переломов позвоночника / *Шармазанова Е.П., Мягков С.А., Еремеева Н.Д. и др.* // *Ортопедия, травматология и протезирование.* – 2012. – №4. – С. 62–69.

### Сведения об авторах:

Мягков С.А., ассистент каф. лучевой диагностики ГУ «ЗМАПО МОЗ Украины».

Мягков А.П., д. мед. н., профессор, зав. каф. лучевой диагностики ГУ «ЗМАПО МОЗ Украины».

Семенцов А.С., к. мед. н., доцент каф. лучевой диагностики ГУ «ЗМАПО МОЗ Украины».

Надійшла в редакцію 19.04.2013 р.