

УДК 616. 073.75 — 711:003



МЯГКОВ С.А.

ГУ «Запорожская медицинская академия последипломного образования МЗ Украины»

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ КОНВЕРСИИ КОСТНОГО МОЗГА ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

Резюме. В работе представлены данные о возрастной конверсии костного мозга поясничного отдела позвоночника на основании изучения магнитно-резонансных томограмм, полученных на низкопольном магнитно-резонансном томографе, у 60 пациентов в возрасте от 21 года до 76 лет. Среди пациентов было выделено 6 возрастных групп: 21–30, 31–40, 41–50, 51–60, 61–70 и старше 70 лет. В результате проведенных исследований были выявлены основные закономерности распределения желтого костного мозга в позвонках в виде 5 вариантов. При анализе конверсионных изменений костного мозга в поясничном отделе позвоночника выявлены некоторые закономерности в виде отсутствия I варианта у пациентов после 50 лет и IV варианта у молодых лиц, превалирования V варианта конверсии у лиц старше 60 лет.

Ключевые слова: костный мозг, конверсия, МРТ.

Введение

Данные о возрастных закономерностях строения красного и желтого костного мозга (ККМ, ЖКМ) очень важны при изучении и интерпретации магнитно-резонансных томограмм. Магнитно-резонансная томография (МРТ) стала активно применяться при многочисленных патологических состояниях костного мозга [1–5]. В работах J.B. Vogler, W.A. Murphy (1988) и B.C. Vande Berg et al. (1998) были впервые представлены сигнальные характеристики нормального костного мозга [1, 2]. МРТ-изображение нормального костного мозга позвоночника в основном зависит от соответствующей пропорции кроветворяющих клеток и адипоцитов внутри мозгового вещества тел позвонков [3].

На МРТ обычно определяются два типа костного мозга — активный, функционирующий ККМ и 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 было выделено несколько вариантов данных изменений (в том числе и в позвоночнике [6]), которые были уточнены в 2010–2011 годах [7, 8].

Цель работы — определение и систематизация признаков конверсии костного мозга поясничного отдела позвоночника с помощью низкопольных магнитно-резонансных томографов.

Материал и методы исследования

Были изучены 60 МРТ поясничного отдела позвоночника (ПОП) у пациентов в возрасте от 21 года до 76 лет. Среди этих пациентов выделено 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 были 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 0,36 Тс (AIRIS Mate фирмы Hitachi и I-Open 0,36 производства КНР) в 3 проекциях с получением T1- и T2-взвешенных изображений (ВИ) и изо-

© Мягков С.А., 2013

© «Боль. Суставы. Позвоночник», 2013

© Заславский А.Ю., 2013

бражений 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 подвергались сагиттальные изображения с толщиной среза 5 мм. При оценке исследований определялись типы изменений сигнальных характеристик в костном мозге ПОП, а затем определялась частота каждого варианта для каждой возрастной группы.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате проведенных исследований были выявлены основные закономерности распределения желтого костного мозга в позвоночнике в виде 5 вариантов, которые представлены на рис. 1.

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

II вариант конверсии костного мозга (периферический) характеризовался участками высокой интенсивности сигнала лентообразной и треугольной формы ЖКМ, расположенными в периферических отделах тел позвонков под обеими замыкательными пластинками (рис. 3). Этот вариант может быть вызван механическими повре-

ждениями, которые обычно менее интенсивны в грудном отделе из-за стабилизирующего эффекта грудной клетки, а также могут ассоциироваться с дегенерацией соседних межпозвоноковых дисков [1, 7].

При III варианте (диффузно-мелкоочаговом, или типа «пестрого узора») конверсии костного мозга определялись мелкие, диффузно расположенные точечные участки высокой интенсивности сигнала (от 1 до 3 мм) за счет вкраплений ЖКМ (рис. 4).

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

Нами было отмечено, что при диагностике крупноочаговой перестройки структуры тел позвонков в поясничном отделе позвоночника заподозрить конверсию костного мозга иногда помогают и качественные рентгенограммы данного отдела, произведенные с помощью цифровой рентгенографии (в качестве примера приводим наблюдение, представленное на рис. 6).

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

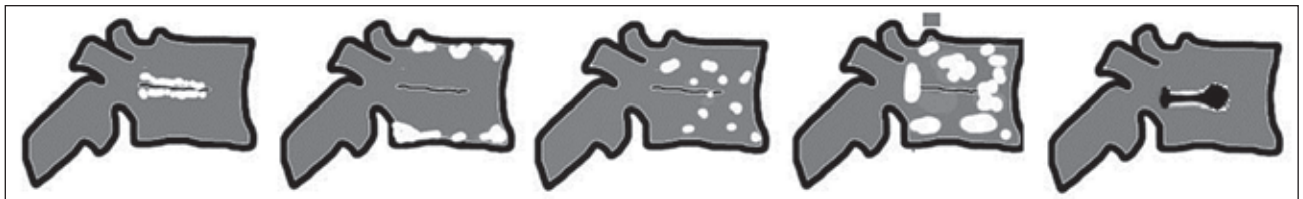


Рисунок 1. Схематическое изображение вариантов конверсии костного мозга в поясничном отделе позвоночника. Слева направо: центральный, периферический, диффузно-мелкоочаговый, диффузно-крупноочаговый, сосудистый

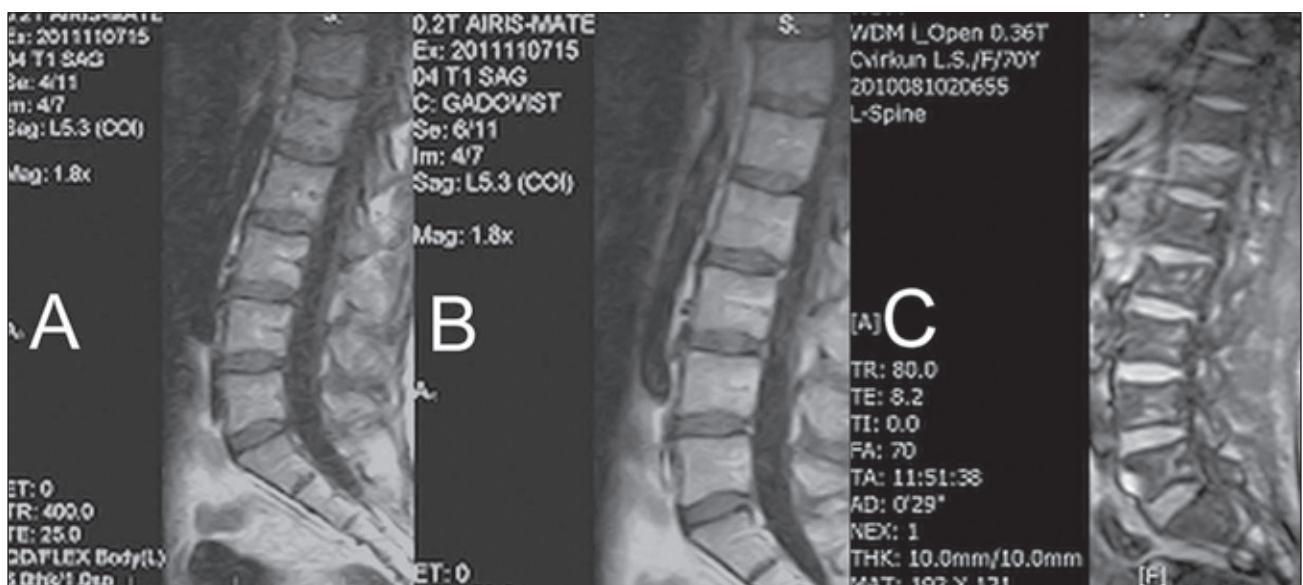


Рисунок 2. МРТ T1-ВИ поясничного отдела позвоночника в сагиттальной плоскости пациентки 42 лет (А — пре- и В — постконтрастные изображения), выполненное при импульсной последовательности спиновое эхо (СЭ). С — МРТ 50-летней пациентки при использовании импульсной последовательности градиентное эхо: I вариант конверсии костного мозга

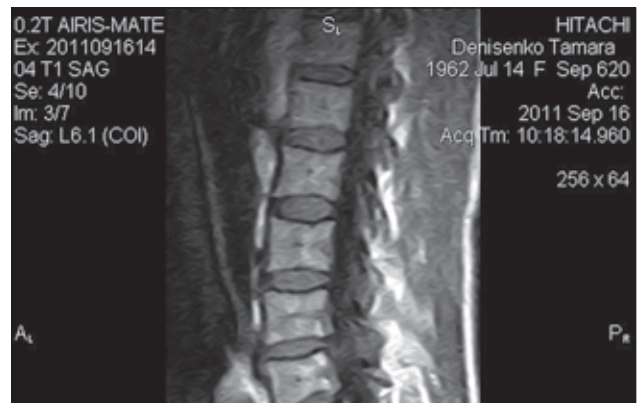
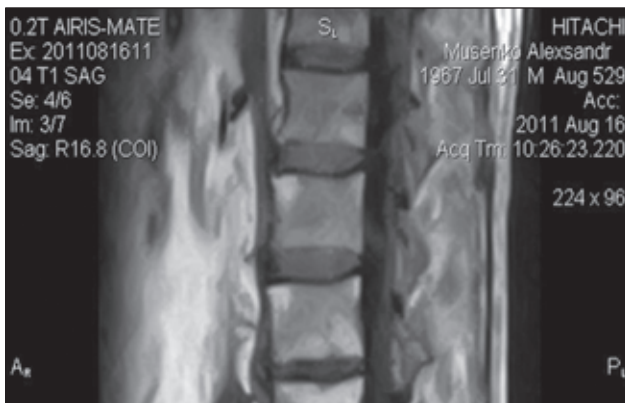


Рисунок 3. МРТ T1-ВИ поясничного отдела позвоночника в сагиттальной плоскости разных пациентов со II вариантом (периферическим) конверсии костного мозга

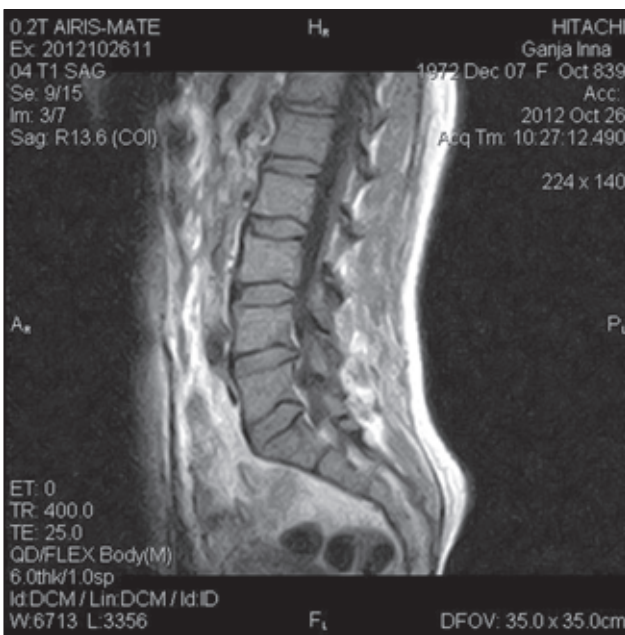


Рисунок 4. МРТ T1-ВИ поясничного отдела позвоночника в сагиттальной плоскости и увеличенное изображение тел позвонков L2-L5 40-летней пациентки с III вариантом конверсии КМ

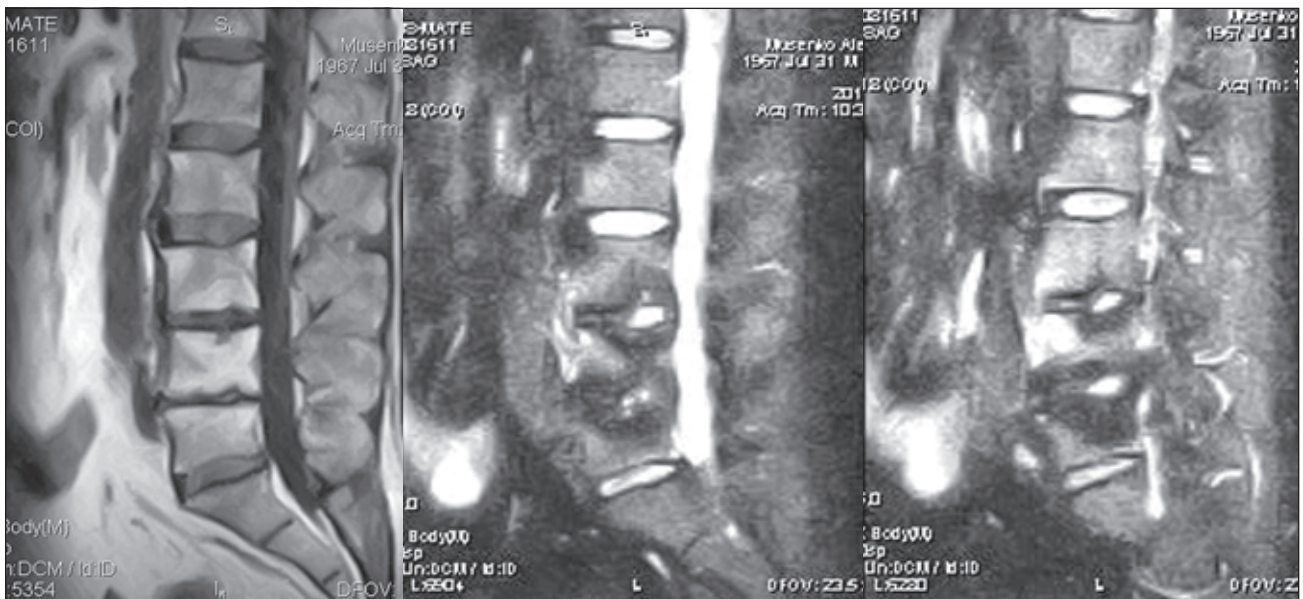


Рисунок 5. МРТ T1-ВИ и STIR-изображение (подавление сигнала от жировой ткани) поясничного отдела позвоночника в сагиттальной плоскости 44-летнего пациента с IV вариантом конверсии КМ

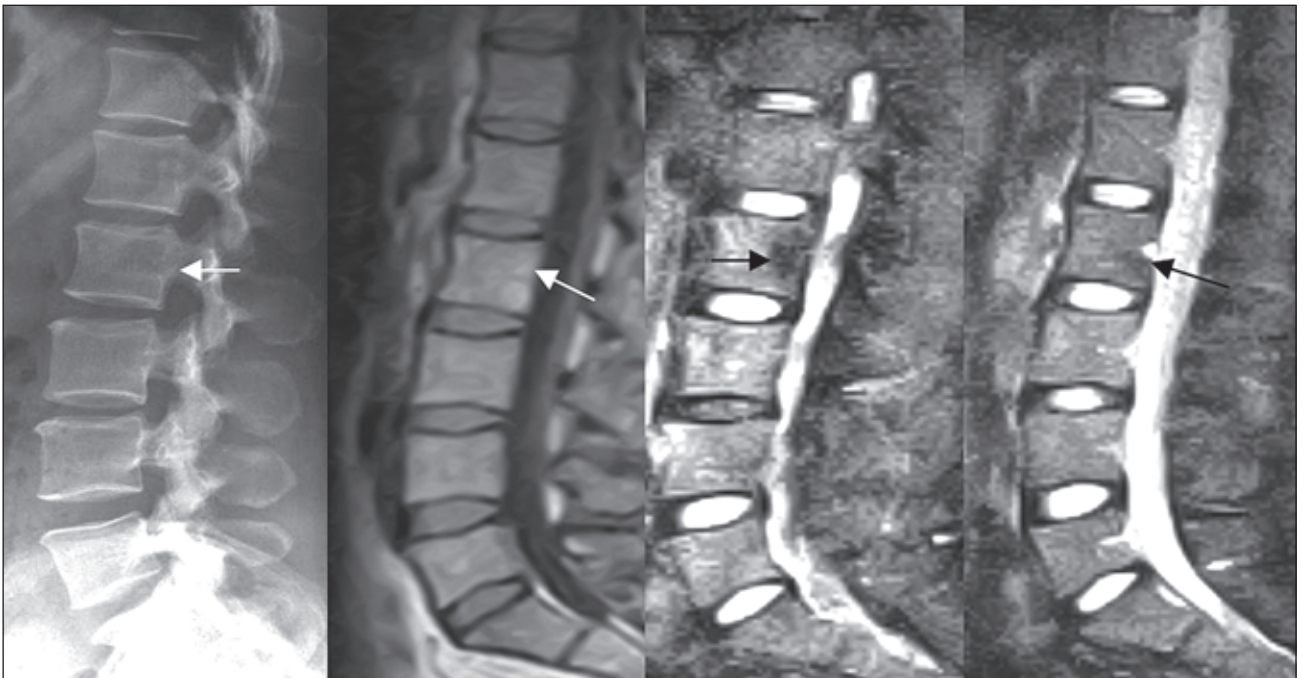


Рисунок 6. Боковая спондилограмма, МРТ T1-ВИ и STIR-изображение поясничного отдела позвоночника в сагиттальной плоскости 45-летней пациентки с IV вариантом конверсии

Примечание: 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 круглой формы (T1-ВИ), а на 2 изображениях с подавлением сигнала от жировой ткани данный участок имеет гипоинтенсивные характеристики сигнала (стрелки).



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

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

Частота различных вариантов конверсии костного мозга в зависимости от возраста представлена в табл. 1.

Как видно из табл. 1, I вариант конверсии максимально был представлен в возрастной категории 21–30 лет и отсутствовал у лиц старше 50 лет.

Частота II варианта увеличивалась с возрастом, отражая постепенное увеличение замещения красного костного мозга желтым по периферическому варианту, достигая максимальных его проявлений у лиц до 70 лет.

III вариант конверсии отражал замещение красного костного мозга желтым с максимальным его превалированием у лиц в возрасте 31–40 лет.

Частота IV варианта отмечена в возрастных категориях 31–70 лет с наибольшими проявлениями данного варианта у пациентов на пятом и шестом десятилетии и при отсутствии у молодых лиц (до 30 лет).

V вариант не выявлен на изображениях ПОП у пациентов до 50 лет, но был наиболее ярко представлен у пациентов после 60 лет, соответственно от 40 до 60 %.

В нескольких случаях (16,6 %) была отмечена комбинация нескольких вариантов — II и III или II и IV.

Таким образом, полученные нами данные согласуются с результатами изучения закономерностей конверсии ККМ в позвоночнике при работе на высокопольных томографах [6–8], а выделенный нами V вариант конвер-

Таблиця 1. Варіанти конверсії костного мозгу поясничного отдела позвоночника в зависимости от возраста, %

Варианты конверсии КМ	21–30 (n = 10)	31–40 (n = 10)	41–50 (n = 10)	51–60 (n = 10)	61–70 (n = 10)	> 70 (n = 10)
I вариант (центральный)	8 (13,3; 80*)	2 (3,3; 20*)	1 (1,7; 10*)	Не виявлен	Не виявлен	Не виявлен
II вариант (периферический)	1 (1,7; 10*)	2 (3,3; 20*)	3 (5; 30*)	2 (3,3; 20*)	4 (6,7; 40*)	2 (3,3; 20*)
III вариант (диффузно-мелко-очаговый)	1 (1,7; 10*)	4 (6,7; 40*)	2 (3,3; 20*)	2 (3,3; 20*)	1 (1,7; 10*)	1 (1,7; 10*)
IV вариант (диффузно-крупноочаговый)	Не выявлен	2 (3,3; 20*)	4 (6,7; 40*)	4 (6,7; 40*)	1 (1,7; 10*)	1 (1,7; 10*)
V вариант (сосудистый)	Не выявлен	Не выявлен	Не выявлен	2 (3,3; 20*)	4 (6,7; 40*)	6 (10; 60*)

Примечание: * — процент в каждой возрастной группе.

сии отражает дальнейшее замещение ККМ желтым КМ и в какой-то степени может свидетельствовать о развитии остеопороза.

Выводы

1. МРТ-изображения нормального костного мозга в телах позвонков поясничного отдела позвоночника демонстрируют разнообразную его картину за счет очагового или диффузного распределения желтого и красного костного мозга.
2. В поясничном отделе позвоночника при использовании низкочастотных МР-томографов констатирован фе-

номен прогрессирующей возрастной конверсии красного костного мозга в желтый.

3. Выявленные 5 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 выявлены некоторые закономерности в виде отсутствия I варианта у пациентов после 50 лет и IV варианта у молодых лиц; а у лиц старше 60 лет превалирует V вариант конверсии.

Список литературы

1. Vogler J.B., Murphy W.A. Bone marrow imaging // Radiology. — 1988. — V. 168. — P. 679-693.
2. Vande Berg B.C., Malghem J., Lecouvet F.E. et al. Magnetic resonance imaging of the normal bone marrow // Skeletal Radiol. — 1998. — V. 27. — P. 471-483.
3. Stabler A., Doma A.B., Baur A. et al. Reactive bone marrow changes in infectious spondylitis: quantitative assessment with MR imaging // Radiology. — 2000. — V. 217. — P. 863-868.
4. Bordalo-Rodrigues M., Galant C., Lonneux M. et al. Focal nodular hyperplasia of the hematopoietic marrow simulating vertebral metastasis on FDG positron emission tomography // AJR. — 2003. — V. 180. — P. 669-671.

5. Poulton T.B., Murphy W.D., Duerk J.L. et al. Bone marrow reconversion in adults who are smokers: MR imaging findings // AJR. — 1993. — V. 161. — P. 1217-1221.

6. Ricci C., Cova M., Kang Y.S., Yang A. et al. Normal age-related patterns of cellular and fatty bone marrow distribution in the axial skeleton: MR Imaging Study // Radiology. — 1990. — V. 177. — P. 83-87.

7. Poe L.B. Evaluating the varied appearances of normal and abnormal marrow. MRI Web Clinic — December 2010. www.protopracs.com

8. Shah L.M., Hanrahan C. MRI of spinal bone marrow: Part I, techniques and normal age-related appearances // AJR. — 2011. — V. 197. — P. 1298-1308.

Получено 16.10.13 ■

Мягков С.О.

ДЗ «Запорізька медична академія післядипломної освіти МОЗ України»

Магнітно-резонансна томографія в діагностиці конверсії кісткового мозку поперекового відділу хребта

Резюме. У роботі наведені дані про вікову конверсію кісткового мозку поперекового відділу хребта на підставі вивчення магнітно-резонансних томограм, отриманих на низькочастотних магнітно-резонансних томографах, у 60 пацієнтів віком від 21 року до 76 років. Серед пацієнтів було виділено 6 вікових груп: 21–30, 31–40, 41–50, 51–60, 61–70 і старше 70 років. У результаті проведених досліджень були виявлені основні закономірності розподілу жовтого кісткового мозку в хребцях у вигляді 5 варіантів. При аналізі конверсійних змін кісткового мозку в поперековому відділі хребта виявлені деякі закономірності у вигляді відсутності I варіанту в пацієнтів після 50 років і IV варіанту в молодих осіб, перевагування V варіанту конверсії в осіб старше 60 років.

Ключові слова: кістковий мозок, конверсія, МРТ.

Myagkov S.A.

State Institution «Zaporizhya Medical Academy of Postgraduate Education of Ministry of Public Health of Ukraine», Zaporizhya, Ukraine

Magnetic Resonance Imaging in the Diagnosis of Bone Marrow Conversion of the Lumbar Spine

Summary. The paper presents data on age conversion of the bone marrow in the lumbar spine by examining magnetic resonance imaging in 60 patients aged from 21 years to 76 years, obtained by low-floor magnetic resonance imaging scanner. Among the patients we allocated 6 age groups: 21–30, 31–40, 41–50, 51–60, 61–70 and over 70 years old. The studies identified the main patterns of distribution of yellow bone marrow in the vertebrae in the form of 5 variants. When analyzing the conversion changes of bone marrow in the lumbar spine we revealed some regularities in the form of a lack of I variant in patients after 50 years and IV variant in young people, and the prevalence of V variant of conversion in those over 60 years old.

Key words: bone marrow, conversion, MRI.