

## Магнитно-резонансная томография в диагностике и мониторинге лечения поражения костного мозга при лимфоме Ходжкина

З.Н. Шавладзе, Д.В. Неледов, Т.П. Березовская

ФГБУ «Медицинский радиологический научный центр» Минздрава России, Обнинск

Контакты: Дмитрий Викторович Неледов [dmitriy\\_neledov@mail.ru](mailto:dmitriy_neledov@mail.ru)

У 42 пациентов с верифицированным диагнозом лимфома Ходжкина (ЛХ) и подтвержденным диссеминированием процесса в скелете были установлены возможности использования отдельных импульсных последовательностей в визуализации специфического поражения костного мозга (КМ). Выявлены некоторые особенности МР-картины поражения КМ у больных ЛХ, его локализации, распределения и интенсивности сигнала. У 33 больных с впервые выявленным поражением скелета в течение 10 мес проведена оценка МР-картины пораженного и интактного КМ на фоне полихимиотерапии (ПХТ) и у 2 пациентов после дистанционной лучевой терапии на область мягкотканного компонента. Выделены несколько вариантов изменения МР-изображения пораженного КМ в динамике после 2, 6 и 8 циклов ПХТ.

**Ключевые слова:** магнитно-резонансная томография, лимфома Ходжкина, костный мозг, мониторинг лечения

### Diagnosis and monitoring of bone marrow involvement in Hodgkin's lymphoma using magnetic resonance imaging

Z.N. Shavladze, D.V. Neledov, T.P. Berezovskaya

Medical Radiological Research Center, Obninsk

In 42 patients with verified Hodgkin lymphoma and confirmed metastatic skeletal lesion possibility of using specific pulse sequences in imaging of bone marrow involvement have been established. MRI pattern of bone marrow lesion, signal localization, distribution and intensity were revealed. In 33 patients with newly diagnosed bone lesions the MR images of the affected and intact bone marrow during chemotherapy were assessed during 10 months. In 2 patients MR images were assessed after radiotherapy. Several MRI patterns changes of affected bone marrow after 2, 6 and 8 chemotherapy cycles were identified.

**Key words:** magnetic resonance imaging, Hodgkin's lymphoma, bone marrow, therapy monitoring

#### Введение

Лимфома Ходжкина (ЛХ) (название введено ВОЗ в 2001 г., синонимы — лимфогранулематоз, болезнь Ходжкина) — опухолевое заболевание лимфатической системы, при котором характерно увеличение одной или нескольких групп лимфатических узлов (ЛУ), вовлечение лимфоидных и (реже) нелимфоидных органов. Впервые описано Томасом Ходжкином в 1832 г.

Установление точной распространенности заболевания при ЛХ, в частности вовлечения в процесс костного мозга (КМ), является чрезвычайно важным звеном в определении стадии, прогнозировании течения и выборе тактики лечения болезни. Диагностика метастатического поражения скелета имеет принципиальное значение, так как является одним из основных проявлений диссеминации опухолевого процесса и рассматривается в качестве крайне неблагоприятного прогностического признака, в том числе и у больных со стадиями IIIБ—IVАБ заболевания [1].

Долгое время изменения в костях и КМ рассматривались как самостоятельные очаги поражения. Вместе с тем анализ литературных данных показывает, что развитие метастатических изменений в ске-

лете, как правило, начинается в медуллярной полости, занятой гематопоэтическим КМ. При последующем росте опухоли происходит постепенное вовлечение в процесс непосредственно костной ткани с формированием вторичных, по отношению к поражению КМ, остеолитических и остеобластических очагов поражения [2]. Поэтому в нашем исследовании мы не разделяем понятия кости и КМ друг от друга, как самостоятельные области поражения, а рассматриваем кость как единый орган с ранним поражением КМ и последующим вовлечением костного вещества.

По данным ряда авторов, поражение КМ при ЛХ в течение заболевания встречается в 5–32 % случаев [3].

Впервые поражение костей при ЛХ описали Vigandi и Ziegler в 1878 и 1911 гг. В преобладающем большинстве случаев оно бывает вторичным, гематогенным, при генерализации процесса, и значительно реже развивается вследствие перехода процесса с ЛУ (*per continuitatem*) [4]. В первом случае процесс носит диссеминированный (многофокусный) характер и относится к IV стадии заболевания, во втором случае стадия не меняется, но прибавляется уточнение в виде присоединения буквы Е согласно клинической классификации лимфогранулематоза.

Для определения состояния КМ в настоящее время существуют различные методы, которые отличаются чувствительностью, специфичностью и точностью. Традиционная рентгенография, компьютерная томография, скинтиграфия скелета используются для оценки костной ткани и исследования костного метаболизма. Данные методы могут дать только опосредованную оценку КМ по состоянию костного вещества. В свою очередь, магнитно-резонансная томография (МРТ) и трепанобиопсия используются для исследования кости в целом и рассматриваются как методы выбора для требуемого детального исследования КМ. До настоящего времени «золотым стандартом» для установления диагноза является слепая трепанобиопсия крыла подвздошной кости или грудины, которая считается более специфичной, чем МРТ, так как позволяет провести гистологическое исследование [5]. Однако рутинное взятие материала из кости позволяет исследовать лишь малую порцию КМ, что приводит к ложно-негативным результатам, так как часто инфильтрация КМ при ЛХ носит очаговый характер [3]. К тому же трепанобиопсия доставляет пациенту значительный дискомфорт.

С внедрением в клиническую практику МРТ впервые стало возможно неинвазивно и непосредственно визуализировать КМ, выделяя в нем жировой и кровеносный компоненты, дифференцировать их нормальные физиологические и патологические изменения. Четкая визуализация КМ обеспечивает высокую чувствительность МРТ в определении метастатического поражения скелета, что позволяет выявлять раннюю стадию опухолевой инфильтрации КМ, прежде чем произойдут реактивные изменения, нарушения костного метаболизма и деструкция кости. Кроме этого, МРТ обладает высоким пространственным и контрастным разрешением. Также следует отметить такие преимущества метода, как отсутствие лучевой нагрузки, возможность многоплоскостного сканирования и высокое качество изображения мягких тканей.

Высокое пространственное разрешение и превосходный контраст тканей делают МРТ идеальным методом не только для раннего выявления инфильтрации КМ у больных ЛХ, но и методом выбора для последующего мониторинга эффективности проводимого лечения, основываясь на изменении МР-картины пораженных костей, что может существенно повлиять на последующий выбор тактики ведения пациента [6, 7].

**Цель нашего исследования** состоит в иллюстрации особенностей МР-картины специфических патологических изменений КМ у больных ЛХ, а также их динамики в ходе проводимого лечения на основании собственного опыта.

#### Материалы и методы

МРТ была проведена 68 больным с установленным диагнозом ЛХ по данным морфологического исследования ЛУ. У 47 пациентов данное заболева-

ние было выявлено впервые, 21 больной на момент обследования уже получал соответствующее лечение. Средний возраст пациентов составил 29 лет. Около 85 % пациентов имели продвинутой стадии заболевания (III–IV). В исследование были включены больные с высоким клиническим риском развития специфического поражения КМ и/или с подозрением на поражение скелета по данным клинико-инструментальных методов исследования. Подтверждение либо исключение наличия специфического поражения скелета основывалось на комплексе данных клинического, рентгенологического, радионуклидного и магнитно-резонансного (МР) исследований; на динамическом наблюдении за пациентом; на эффекте проводимого лечения; на основе гистологического исследования материала, полученного путем трепанобиопсии костей скелета.

У 33 пациентов с впервые выявленным заболеванием и верифицированным поражением КМ визуализируемые области изменений по данным МРТ исследовались в динамике с временным интервалом 2–10 мес в ходе проводимого лечения. Для данной группы больных использовались интенсифицированные программы полихимиотерапии (ПХТ) типа BEACOPP (6–8 циклов) с последующей дистанционной лучевой терапией (ДЛТ) на зоны остаточных опухолевых масс и/или исходно больших массивов опухоли с наличием мягкотканного компонента. Обследование в динамике было проведено после 2 циклов ПХТ у 1 пациента, после 6 циклов у 14 пациентов и после 8 у 25 пациентов. Следует отметить, что 6 больных прошли обследование в ходе лечения несколько раз: 1 пациент после 2-го, 6-го и 8-го циклов лечения, а остальные 5 – после 6-го и 8-го циклов ПХТ.

У 4 пациентов, обследуемых в динамике, определялось солитарное поражение КМ, у 2 – солитарные очаги располагались в пределах 1 кости, а у остальных 27 больных визуализировались множественные очаги поражения либо имело место диффузное поражение КМ.

МРТ была выполнена на высокопольном томографе Symphony (фирма Siemens). В зависимости от поставленной задачи было проведено МР-исследование либо всего тела путем последовательного сканирования 3 анатомических областей, либо прицельно путем исследования пораженной области (таз, позвоночник). У всех больных использовалась коронарная (фронтальная) ориентация срезов и 2 основные импульсные последовательности: SE (Spin Echo) с получением T1-взвешенных изображений (ВИ) и STIR (Short Time Inversion Recovery), обеспечивающая T2-ВИ с подавлением сигнала от жировой ткани.

#### Результаты

На основании комплекса методов верификации наличие специфического поражения КМ было подтверждено у 42 из 68 обследованных пациентов. У 42

Характеристика распространенности поражения КМ у больных ЛХ

Группы	Характер поражения	Критерии*	Число больных (n = 42)
I	солитарное	1 метастаз	9
II	единичное	от 2 до 6 метастазов	7
III	множественное	более 6, но менее 75 % поражения осевого скелета	14
IV	тотальное	поражено более 75 % костей осевого скелета	12

\*M.S. Soloway, S.W. Hardeman et al. Stratification of patients with metastatic prostate cancer based on extent of disease on initial bone scan. Cancer 1988;61:195.

больных с подтвержденным диагнозом поражения КМ с помощью МРТ выявлено 206 областей поражения.

Чаще всего поразились грудной и поясничный отделы позвоночника, кости таза, далее следуют в порядке убывания грудина, ребра, плечевые кости, лопатки, ключицы, шейный отдел позвоночника, бедренные кости, череп.

Преобладали пациенты с очаговым типом поражения, преимущественно с множественными очагами (см. таблицу). При очаговом поражении солитарный, единичный и множественный типы поражения имели форму как отдельных, так и сливных очагов. Причем размеры отдельных очагов варьировали от точечного, плохо дифференцируемого, до тотального поражения отдельной кости. В свою очередь, диффузный тип имел либо характер однородного и тотального изменения сигнала в скелете, либо, в силу своей множественности, полиморфизма и распространенности, обладал неоднородным характером и напоминал картину «соль и перец» (рис. 1). Такой тип поражения встречался у 6 пациентов.

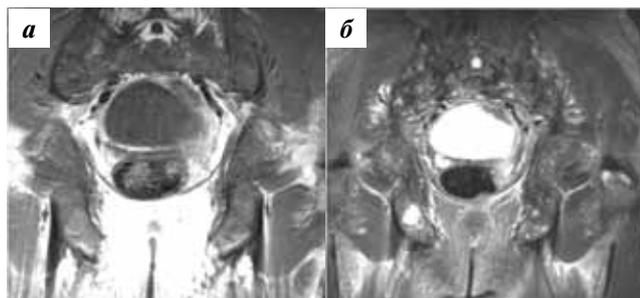


Рис. 1. Диффузная картина специфического поражения КМ по типу «соль и перец», визуализируемая на T1-ВИ (а) и STIR (б) как тотальное и неоднородное изменение MR-сигнала

Как при очаговом, так и при диффузном типе поражения часть кости с преобладанием жирового компонента КМ никогда не имела специфических изменений (рис. 2).

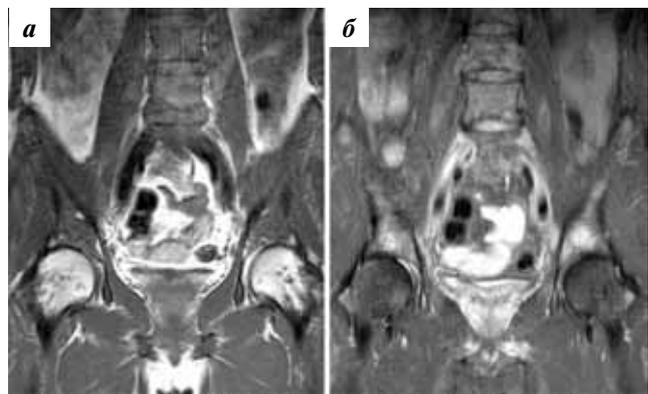


Рис. 2. Диффузное поражение КМ поясничных позвонков и подвздошных костей, в головках обеих бедренных костей сохраняется неизменный MR-сигнал от жирового КМ на T1-ВИ (а) и STIR (б)

Границы очагов удавалось визуализировать только лишь при изолированно расположенных очагах в пределах кости, но часто очаги сливались между собой, формируя «картографические» контуры, или с кортикальной пластинкой, принимая форму кости. У больных с более длительным анамнезом заболевания и распространенным процессом в скелете очаги имели более нечеткий, неправильный контур и часто сливались между собой. Однако все же большую часть всех очагов, около 76 %, составили очаги с округлой формой (рис. 3).

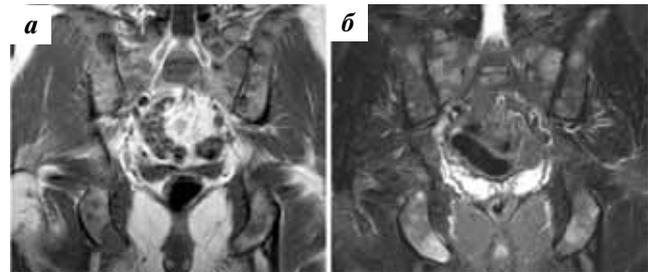


Рис. 3. Множественные округлые очаги поражения в костях таза на T1-ВИ (а) и STIR (б)

Интенсивность сигнала от очага поражения варьировала и зависела от применяемой импульсной последовательности. На T1-ВИ зоны поражения всегда имели низкий сигнал, изо- или гипоинтенсивный в сравнении с межпозвоноковыми дисками и рядом расположенными мышцами, а выраженность гипоинтенсивности варьировала от слабого сигнала до полного его отсутствия. При использовании импульсной последовательности STIR-сигнал имел различную интенсивность: от выраженного гиперинтенсивного до выраженного гипоинтенсивного.

Структура некоторых очагов была неоднородной, что в отдельных случаях зависело от их размеров: чем больше был очаг, тем более неоднородным был сигнал от него. У 6 больных, в 4 случаях с впервые выявленным заболеванием и в 2 случаях у пациентов, получающих лечение, был отмечен перифокальный гиперинтенсивный ободок вокруг основного очага в режиме STIR (рис. 4).

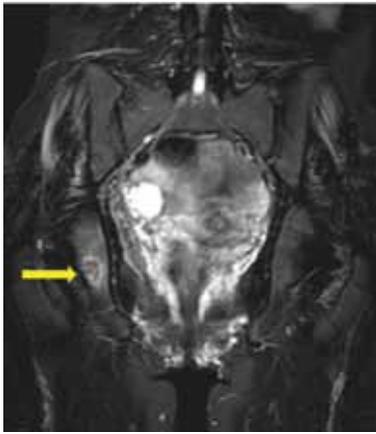


Рис. 4. Впервые выявленный солитарный очаг специфического поражения в теле правой седалищной кости с наличием перифокального ободка (стрелка) в режиме STIR

Возможность визуализации очагов метастатического поражения зависела от интенсивности сигнала от очага в различных импульсных последовательностях и от клеточного состава окружающего КМ. Характер окружающего КМ не влиял на визуализацию тех очагов, которые имели достаточно низкий сигнал на T1-ВИ и высокий сигнал в режиме STIR. Следует отметить, что все выявленные очаги хорошо визуализировались в режиме STIR. Однако у некоторых больных на T1-ВИ кроветворный КМ оказывал существенное влияние на визуализацию очагов со слабым гипоинтенсивным сигналом (рис. 5). Данное обстоятельство касалось всех пациентов молодого возраста, не получавших на момент исследования специфического лечения.

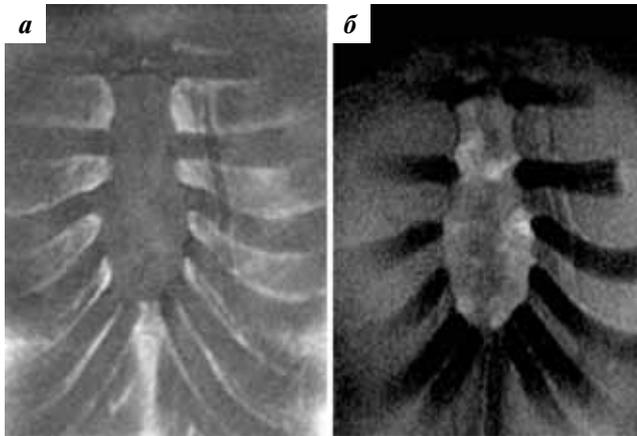


Рис. 5. Множественные очаги поражения в грудине, имеющие слабую визуализацию на T1-ВИ (а) и четкую – в режиме STIR (б)

В 4 случаях очаги поражения в костях таза и позвоночнике имели мягкотканый компонент, представляющий собой во всех случаях образование с неоднородной, преимущественно солидной структурой, располагающееся за пределами кортикального слоя кости. Наличие дополнительного мягкотканого компонента наблюдалось у всех пациентов с распространенными изменениями в скелете и имеющих длительный анамнез заболевания.

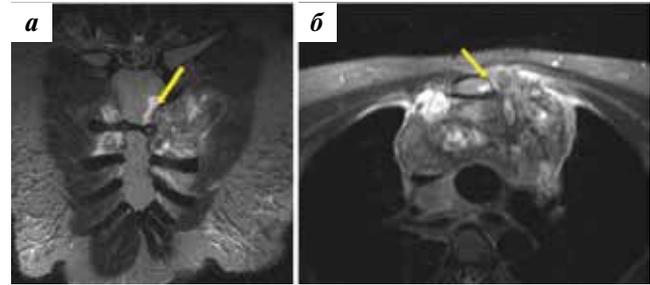


Рис. 6. Контактное распространение опухолевого процесса с увеличенных ЛУ средостения на грудину. На МРТ во фронтальной (а) и аксиальной плоскостях (б) визуализируется массивный конгломерат ЛУ в средостении с плотным его прилеганием и признаками истончения кортикальной кости в области левого ребра грудины (стрелки), а также формированием субкортикального очага в левых отделах рукоятки

В 1 случае визуализирована картина контактного распространения опухолевого процесса на кость с расположенных рядом измененных ЛУ (рис. 6).

Данная картина наблюдалась у первичного пациента с выраженными изменениями в ЛУ, общими симптомами и изменениями лабораторных показателей. Других очагов поражения в костях у данного больного по данным МРТ выявлено не было.

Из 33 пациентов, обследованных в динамике на фоне проводимой ПХТ, было визуализировано несколько вариантов изменения МР-изображения пораженного КМ: полное восстановление сигнала от КМ; неполное восстановление сигнала от КМ; без динамики; прогрессирование костных изменений. Следует отметить, что при всех вариантах отмечалось усиление МР-сигнала на T1-ВИ и снижение в режиме STIR от непораженного кроветворного КМ. Сигнал от жирового КМ не изменялся.

МР-картина полного восстановления сигнала КМ зависела от первоначального типа поражения:

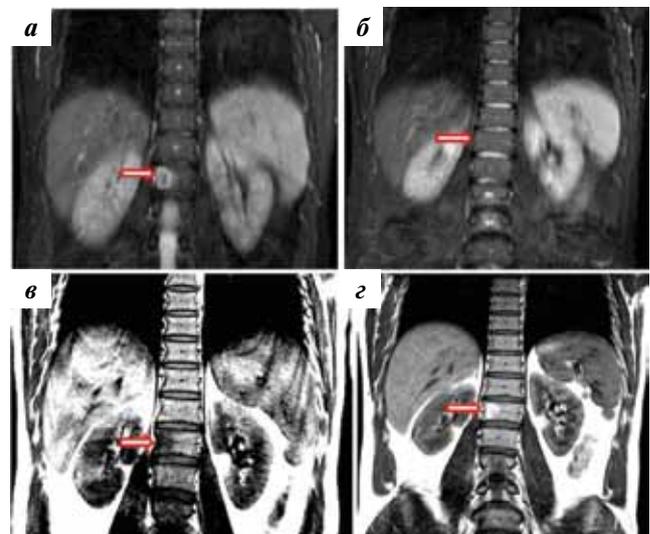
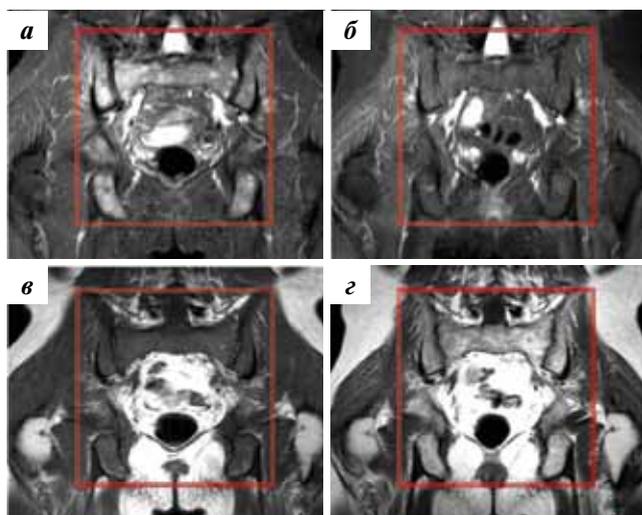


Рис. 7. Полное восстановление МР-сигнала от очага поражения КМ (стрелки) в теле Th10 позвонка после 6 циклов ПХТ. На МРТ в режиме STIR (а, б) четко визуализируется исчезновение инфильтративных изменений КМ с замещением их жировым КМ, хорошо дифференцируемым на T1-ВИ (в, г)

очаговый либо диффузный тип. При очаговом типе на МРТ отмечалось локальное исчезновение инфильтративных изменений КМ, которое хорошо определялось в режиме STIR. В свою очередь на T1-ВИ хорошо визуализировалось локальное замещение данного очага жировым КМ – локальная конверсия КМ (рис. 7).

При диффузном типе восстановление МР-сигнала от КМ происходило диффузно с признаками тотального увеличения жирового компонента пораженного КМ (рис. 8).

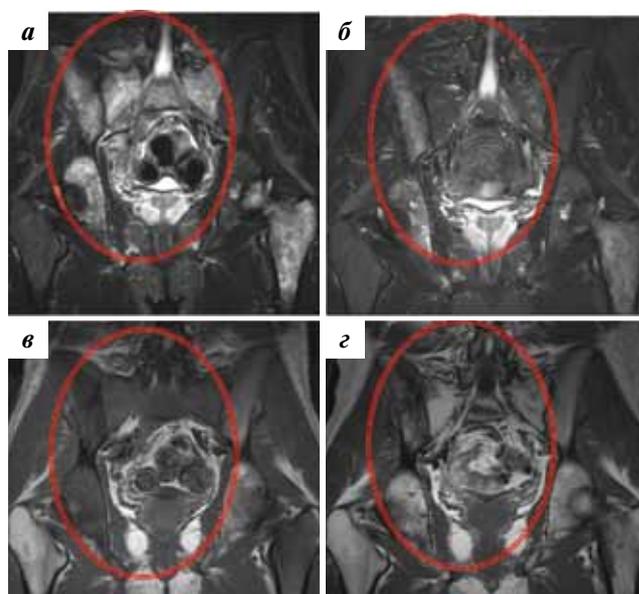


**Рис. 8.** Полное восстановление МР-сигнала КМ при диффузном типе поражения после 8 циклов ПХТ. На МРТ в режиме STIR хорошо определяется диффузное исчезновение инфильтративных изменений КМ крестца, подвздошных и седалищных костей до ПХТ (а) и после ПХТ (б) и диффузная конверсия жировым компонентом КМ, хорошо дифференцируемая на T1-ВИ до ПХТ (в) и после ПХТ (г)

Данная картина была визуализирована у 15 (60 %) пациентов из 25 обследованных после 8 циклов ПХТ и у 8 (57 %) больных из 14 обследованных после 6 циклов ПХТ. У всех 6 пациентов с солитарным поражением либо единичными очагами поражения наблюдалось полное восстановление МР-сигнала после 6 либо 8 циклов ПХТ.

При неполном восстановлении сигнала от КМ происходило исчезновение части выявленных очагов поражения при множественном типе и частичное восстановление МР-сигнала от определенных областей поражения при диффузном типе. Размеры оставшихся очагов или областей поражения могли уменьшаться либо сохраняться прежними. МР-сигнал сохранялся всегда пониженным на T1-ВИ и повышенным в режиме STIR в сравнении с окружающим КМ, однако интенсивность его всегда снижалась (рис. 9).

Данная картина была отмечена у 10 (40 %) пациентов из 25 обследованных после 8 циклов ПХТ и у 5 (36 %) больных из 14 обследованных после 6



**Рис. 9.** Неполное восстановление МР-сигнала при диффузном типе поражения КМ после 6 циклов ПХТ. На МРТ визуализировалось частичное исчезновение инфильтративных изменений КМ и диффузное увеличение жирового компонента КМ с сохранением зон поражения в правых подвздошных, седалищных костях и левой бедренной кости, интенсивность их сигнала уменьшилась в режиме STIR (а, б) и увеличилась на T1-ВИ (в, г)

циклов ПХТ. Все пациенты имели либо множественный, либо диффузный типы поражения.

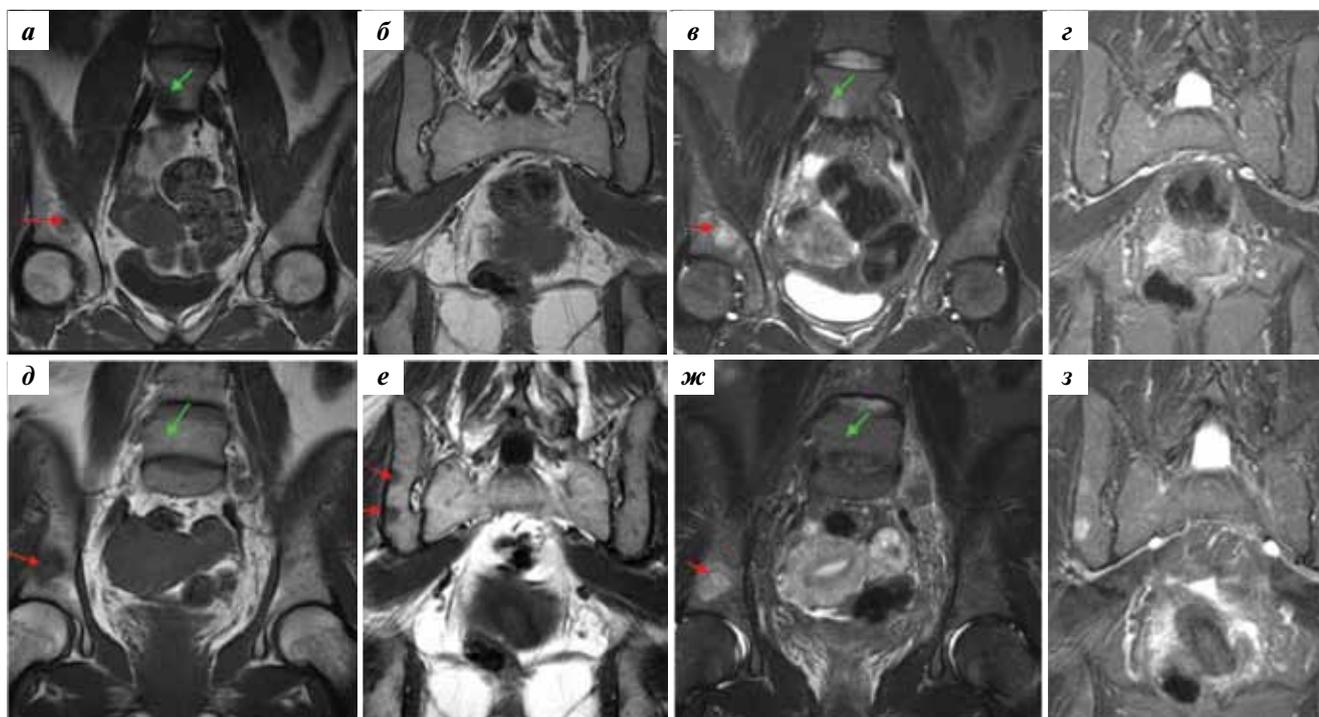
Лишь у 1 пациента с множественными очагами поражения в различных отделах скелета после 2 циклов ПХТ не отмечалось видимых изменений МР-сигнала пораженного КМ. Однако после 6-го цикла ПХТ у данного пациента отмечалось частичное, а после 8-го – полное восстановление МР-сигнала от очагов поражения.

Увеличение размеров ранее выявленных очагов поражения и появление новых участков патологического МР-сигнала соответствовало картине прогрессирования костных изменений (рис. 10).

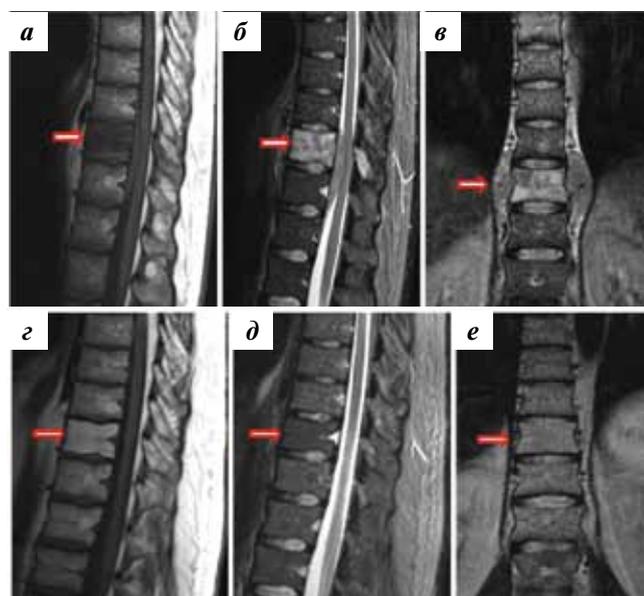
Данная отрицательная динамика костных изменений наблюдалась у 1 пациента с множественными очагами поражения в различных отделах скелета после 8 циклов ПХТ.

Кроме этого, у 2 пациентов, которым была проведена дополнительная лучевая терапия на области с массивным поражением и наличием мягкотканного компонента, отмечалось полное восстановление МР-сигнала от измененного КМ и полная резорбция экстраоссального мягкотканного компонента (рис. 11).

У 15 пациентов с частичной регрессией костных изменений либо с их прогрессированием в 1 случае были изменены схемы ПХТ и в некоторых случаях на основании данных МРТ целенаправленно выполнена ДЛТ на области остаточных изменений КМ.



**Рис. 10.** Прогрессирование костных изменений. На МРТ в режиме STIR и T1-ВИ до ПХТ (а, б, в, з) и после ПХТ (д, е, ж, з) отмечается исчезновение очага в теле L5 позвонка (зеленые стрелки), увеличение размеров очага в теле правой подвздошной кости и появление новых очагов в задних отделах крыла правой подвздошной кости (красные стрелки)



**Рис. 11.** Жировое замещение КМ и резорбция мягкотканного компонента (стрелки) до (а, б, в) и после (г, д, е) ПХТ и ДЛТ на Th10 позвонке

### Обсуждение

В последнее 10-летие развитие МРТ и изучение с ее помощью КМ способствовало увеличению интереса к диагностике костномозговых опухолей [8].

Высокая диагностическая эффективность МРТ позволила некоторым авторам считать, что при выявлении инфильтрации КМ у больных ЛХ по данным МРТ должна уже выставляться IV стадия заболевания [9]. Другим, что если при злокачественной

лимфоме по данным МРТ уже выявлено поражение КМ, то прогноз гораздо хуже, чем у пациентов с лимфомой и отсутствием изменений независимо от результатов биопсии [10].

Высокая эффективность МРТ в диагностике метастатического поражения КМ обеспечена не только высоким контрастным и пространственным разрешением метода, но и грамотным его использованием с пониманием возможностей и знанием особенностей МР-картины при различных патологических и физиологических состояниях КМ.

Наш опыт использования МРТ у больных ЛХ позволил выявить некоторые особенности использования импульсных последовательностей и полученных с их помощью МР-изображений специфического поражения скелета. Возможности визуализации метастатического поражения одной импульсной последовательностью могут быть снижены в силу ряда причин, приводящих к снижению контраста метастатического очага на фоне окружающего КМ. При анализе мы учитывали возрастные особенности распределения КМ. На T1-ВИ дифференциацию метастатических очагов может затруднять высокое содержание кровянистого КМ, который преобладал у больных молодого возраста. Однако нельзя недооценивать значение T1-ВИ, отдавая предпочтение импульсной последовательности STIR, как более чувствительной для диагностики метастатического поражения [11]. Только T1-ВИ позволяют дифференцировать доброкачественные изменения, такие как гемангиомы, от метастазов.

Характерная локализация специфического поражения в позвоночнике и костях таза указывала на четкую корреляцию между локализацией метастазов и распределением кроветворного КМ. Кроме этого мы наблюдали, что метастатическое поражение, даже при массивном диффузном поражении, всегда локализовалось в области сосредоточения кроветворного КМ, «островки» же жирового КМ всегда оставались интактными, что также указывало на то, что кроветворный КМ является излюбленным местом локализации костных метастазов. На то, что развитие метастатических изменений в скелете, как правило, начинается в медуллярной полости, занятой гемопоэтическим КМ, указывают и другие авторы [12, 13].

Считается, что на МР-изображениях могут быть установлены несколько типов изменений в КМ, из которых основными являются диффузное и очаговое [14].

По данным наших наблюдений, выявленные варианты метастатического поражения скелета не являются патогномоничными для ЛХ. Однако в нашем исследовании встречался чаще очаговый тип поражения скелета, который ряд авторов считают характерным для отдельных опухолей, таких как ЛХ [9].

В нашем исследовании очаговый тип при локальном поражении КМ всегда характеризовался наличием участка низкой интенсивности сигнала на T1-ВИ и сигналом различной интенсивности на T2-взвешенных изображениях с подавлением сигнала от жира. Мы учитывали, что у более молодых пациентов с хорошо выраженным кроветворным КМ метастатические очаги должны соответствовать критериям Carroll et al., согласно которым интенсивность сигнала от метастаза в режиме T1 равна или ниже интенсивности сигнала скелетных мышц и/или межпозвоночных дисков [15].

Очаговое поражение может быть солитарным, единичным и множественным. В нашем исследовании частота солитарного поражения встречалась значительно реже, чем остальные, более распространенные формы метастатического поражения скелета. Однако несмотря на это относительно большая ее встречаемость указывает на то, что данная форма поражения наблюдается довольно часто. Недооцененная в некоторых работах частота солитарного поражения может объясняться тем, что в них использованы недостаточно чувствительные методы, приводящие к более поздней диагностике, либо использование МРТ только как опции для уточнения данных других менее чувствительных методов по отдельным анатомическим областям [16].

В структуре метастатических очагов у части больных ЛХ мы наблюдали наличие перифокального гиперинтенсивного ободка вокруг некоторых очагов в режиме STIR, что рядом авторов объясняется реактивным отеком или инфильтрацией окружающего КМ, что, в свою очередь, позволяет предположить

активную фазу метастатического процесса – симптом «венчика» [17]. Сигнал от самого метастатического поражения скелета, особенно в режиме STIR, был вариабелен, что объяснялось гистологической структурой метастаза [18].

В нашем исследовании диффузная картина характеризовалась в одних случаях однородным изменением МР-сигнала от КМ, в других случаях – неоднородным. Негомогенное снижение МР-сигнала и выделенный нами на основании этого вариант поражения по типу «соль и перец» не является характерным для какой-либо группы онкологических заболеваний. Данную картину описывают также у больных с солидными опухолями и у больных множественной миеломой [19].

Некоторые исследователи придают огромное значение роли МРТ в мониторинге лечения ЛХ. Высокая чувствительность и хорошая визуализация участков поражения КМ делают МРТ идеальным методом для последующего мониторинга изменений МР-картины на фоне проводимого лечения [20].

У всех больных в ходе лечения отмечалось диффузное увеличение жирового компонента кроветворного КМ (диффузная конверсия), что объяснялось характерным воздействием на него проводимой ПХТ. В свою очередь, МР-сигнал от жирового КМ в ходе лечения не изменялся, что, вероятно, было связано с его плохой васкуляризацией и отсутствием реакции на проводимое лечение.

Во всех наблюдениях с полным восстановлением МР-сигнала от пораженного КМ отмечалось характерное замещение областей поражения жировым компонентом, что хорошо визуализировалось в обеих импульсных последовательностях, но более четко на T1-ВИ, благодаря лучшему контрасту между кроветворным и жировым КМ. В случаях положительной динамики с неполным восстановлением МР-сигнала от пораженного КМ сохранялись участки высокого сигнала в режиме STIR и низкого на T1-ВИ. Данная картина клинически была расценена как неполная регрессия костных изменений. Однако некоторые авторы считают, что оценка должна проводиться с большой осторожностью и не всегда может говорить о частичной регрессии специфических костных изменений. Сохранение участков измененного сигнала может соответствовать не только остаточной инфильтрации КМ при лимфоме, но и доброкачественным изменениям, таким как фиброз, реактивный отек и гиперцеллюлярный КМ [21].

Возможно, применение контрастного усиления и новых протоколов МР-исследования поможет дифференцировать данные изменения.

Вариант полного либо частичного восстановления МР-сигнала от КМ не зависел от применяемой схемы ПХТ и встречался с одинаковой частотой в группе больных, получивших 6 и 8 циклов ПХТ. Однако пациенты с изначально небольшим объемом

поражения КМ во всех случаях имели картину полной регрессии костных изменений.

Отсутствие у 1 пациента динамики МР-картины от пораженного КМ в ходе лечения, вероятно, объяснялось малыми сроками проводимой терапии, так как последующее обследование в более поздние сроки выявило частичное, а затем и полное восстановление МР-сигнала от пораженного КМ.

У 2 пациентов с наличием мягкотканного компонента отмечена высокая эффективность локального применения ДЛТ на область поражения, что хорошо визуализировалось при МРТ.

Почти в 40 % случаев у пациентов с частичной регрессией костных изменений либо с их прогрессированием данные МРТ смогли изменить подход и тактику ведения данных больных.

### Заключение

Таким образом, МРТ является важной неинвазивной процедурой исследования КМ у больных ЛХ, способной обеспечить клинически значимой информацией не только для диагностики и стадирования заболевания, но и для мониторинга лечения.

## Л и т е р а т у р а

1. Lister T.A., Crowther D., Sutcliffe S.B. et al. Report of a committee convened to discuss the evaluation and staging of patients with Hodgkin's disease: Cotswolds meeting. *J Clin Oncol* 1989;7(11):1630–6.
2. Reske S.N. Recent advances in bone marrow scanning. *Eur J Nucl Med* 1991;18(3):203–21.
3. Hoane B.R., Shields A.F., Porter B.A., Shulman H.M. Detection of lymphomatous bone marrow involvement with magnetic resonance imaging. *Blood* 1991;78(3):728–38.
4. Курдыбайло Ф.В. Лимфогранулематоз. М.: Медицина, 1971. С. 37.
5. Murphy W.A., Destouet J.M., Gilula L.A. Percutaneous skeletal biopsy 1981: a procedure for radiologists – results, review, and recommendations. *Radiology* 1981;139(3):545–9.
6. Casamassima F., Ruggiero C., Caramella D. Hematopoietic bone marrow recovery after radiation therapy: MRI evaluation. *Blood* 1989;73(6):1677–81.
7. Hanna S.L., Fletcher B.D., Fairclough D.L. et al. Magnetic resonance imaging of disseminated bone marrow disease in patients treated for malignancy. *Skeletal Radiol* 1991;20(2):79–84.
8. Проскурина М.Ф., Стегачев С.Н., Юдин А.Л. Использование магнитно-резонансной томографии позвоноч-
- ника при костномозговых опухолях и костных метастазах. *Мед визуализация* 2002;2:114–22.
9. Linden A., Zankovich R., Theissen P. et al. Malignant lymphoma: bone marrow imaging versus biopsy. *Radiology* 1989;173(2):335–9.
10. Thomas E.L., Saeed N., Hajnal J.V. et al. Magnetic resonance imaging of total body fat. *J Appl Physiol* 1998;85(5):1778–85.
11. Walker R.E., Eustace S.J. Whole-body magnetic resonance imaging: techniques, clinical indications, and future applications. *Semin Musculoskel Radiol* 2001;5(1):5–20.
12. Dohner H., Gückel F., Knauf W. et al. Magnetic resonance imaging of bone marrow in lymphoproliferative disorders: correlation with bone marrow biopsy. *Br J Haematol* 1989;73(1):12–7.
13. Reske S.N. Recent advances in bone marrow scanning. *Eur J Nucl Med* 1991;18(3):203–21.
14. Vanel D., Bittoun J., Tardivon A. MRI of bone metastases. *Eur Radiol* 1998;8(8):1345–51.
15. Carrol K.W., Feller J.F., Tirman P.F. Useful internal standards for distinguishing infiltrative marrow pathology from hematopoietic marrow at MRI. *J Magn Reson Imaging* 1997;7(2):394–8.
16. Shields A.F., Porter B.A., Churchley S. et al. The detection of bone marrow involvement by lymphoma using magnetic resonance imaging. *J Clin Oncol* 1987;5(2):225–30.
17. Mundy G.R. Preclinical studies of metastasis: experimental models and novel techniques to detect micrometastases. Program and abstracts of 22<sup>nd</sup> San Antonio Breast Cancer Symposium; Desember 8–11. San Antonio, Texas, 1999.
18. Schmidt G.P., Reiser M.F., Baur-Melnyk A. Whole-body imaging of the musculoskeletal system: the value of MR imaging. *Skeletal Radiol* 2007;36(12):1109–19.
19. Rahmouni A., Divine M., Mathieu D. et al. MR appearance of multiple myeloma of the spine before and after treatment. *Amer J Roentgenol* 1993;160(5):1053–7.
20. Smith S.R., Roberts N., Percy D.F., Edwards R.H. Detection of bone marrow abnormalities in patients with Hodgkin's disease by T1 mapping of MR images of lumbar vertebral bone marrow. *Br J Cancer* 1992;65(2):246–51.
21. Smith S.R., Williams C.E., Edwards R.H., Davies J.M. Quantitative magnetic resonance studies of lumbar vertebral marrow in patients with refractory or relapsed Hodgkin's disease. *Ann Oncol* 1991;2 Suppl 2:39–42.