

КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ТИПА MODIC ПО ДАННЫМ МРТ В ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С ОСТЕОХОНДРОЗОМ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

Никитин А.С.¹, Кемеж Ю.В.²

Представлен обзор литературы на тему изменений, выявляемых при проведении магнитно-резонансной томографии (МРТ), типа Modic у больных с остеохондрозом поясничного отдела позвоночника. Приведены данные о частоте встречаемости данных изменений. Описана МР-картина различных стадий изменений Modic, корреляция с клиническими проявлениями. Приведена дифференциальная диагностика. Рассмотрено влияние данных МРТ-изменений на исходы различных видов лечения у больных с остеохондрозом позвоночника.

1 – ГБОУ ВПО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России.
2 – ГБУЗ «ГКБ им. В.М. Буянова ДЗМ», г. Москва, Россия.

Ключевые слова: изменения Modic, МРТ, боль в спине, клинические исходы.

Контактный автор: Никитин А.С., e-mail: zateya@bk.ru

Для цитирования: Никитин А.С., Кемеж Ю.В. Клиническое значение изменений типа modic по данным мрт в лечении больных с остеохондрозом поясничного отдела позвоночника. REJR. 2016; 6 (4):117-125. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-4-117-125.

Статья получена: 01.09.2016

Статья принята: 19.09.2016

THE CLINICAL VALUE OF MODIC CHANGES ON MRI IN TREATMENT OF PATIENTS WITH DEGENERATIVE DISC DISEASE

Nikitin A.S.¹, Kemezh Y.V.²

This is the review of the Modic changes on MRI in patients with lumbar degenerative disc disease. The frequency data of these changes is presented. MRI images of the various stages of Modic changes are described. Correlation with clinical manifestations and the differential diagnosis is presented. The influence of the Modic changes on MRI in the outcomes of different treatment types is described.

1 - A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry.
2 - V.M. Buyanov Municipal Clinical Hospital, Moscow, Russia.

Keywords: Modic changes, MRI, low back pain, clinical outcomes.

Corresponding author: Nikitin A.S., zateya@bk.ru

For citation: Nikitin A.S., Kemezh Y.V. The clinical value of modic changes on MRI in treatment of patients with degenerative disc disease. REJR. 2016; 6 (4):117-125. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-4-117-125.

Received: 01.09.2016

Accepted: 19.09.2016

Остеохондроз – самое распространенное заболевание позвоночника. В настоящее время наиболее информативным методом обследования больных с остеохондрозом позвоночника является магнитно-резонансная томография (МРТ). Метод демонстрирует анатомическое состояние межпозвоночного диска, выраженность диско-

Таблица №1.

Modic	МР-признаки		
	T1	T2	STIR
Modic I	гипоинтенсивный сигнал	гиперинтенсивный сигнал	гипоинтенсивный сигнал
Modic II,	гиперинтенсивный сигнал	гиперинтенсивный сигнал	гипоинтенсивный сигнал
Modic III	гипоинтенсивный сигнал	гипоинтенсивный сигнал	гипоинтенсивный сигнал

радикулярного конфликта, степень компрессии (рис. 1).

невральных структур. Разработаны различные шкалы оценки МР-изображений, с помощью которых возможно количественное определение степени дегенерации межпозвонкового диска (Pfirrmann grading system), степени стеноза позвоночного канала (Schizas grading system, Lee grading system, Wildermuth grading system) и другие [1-4]. Значения признаков по данным шкалам коррелируют с клиническими проявлениями заболевания, что позволяет определить наиболее оптимальную тактику лечения.

У пациентов с остеохондрозом позвоночника при МРТ визуализируют изменения в замыкательных пластинках позвонков и в прилежащем губчатом веществе на уровне дегенеративно измененного межпозвонкового диска в виде повышения или понижения интенсивности сигнала, впервые описанные и классифицированные Modic и соавт. в 1988 г. [5]. В настоящее время МР-признаки изменений в замыкательных пластинках получили названия «изменения Modic», которые разделяют на 3 типа Modic I, Modic II, Modic III, имеющие свои МР-признаки и соответствующую гистологическую структуру (табл. 1).

В отечественной литературе и в протоколах МРТ исследований в практической медицине не всегда указывают степень выраженности выявляемых изменений, что затрудняет определение стадии заболевания.

Целью данной работы является обобщение современных данных, касающихся изменений, выявленных при МРТ у пациентов с поясничным остеохондрозом, клинические проявления заболевания, дифференциальная диагностика и влияние выявляемых изменений на тактику и исход лечения.

Изменения типа Modic I, характеризующиеся гипоинтенсивным сигналом в режиме T1, гипоинтенсивным сигналом в режиме STIR и гиперинтенсивным сигналом в режиме T2, гистологически обусловлены отеком в замыкательных пластинках и прилежащем губчатом веществе

Изменения типа Modic II, характеризующиеся гиперинтенсивным сигналом в режиме T1, гипоинтенсивным сигналом в режиме STIR и гиперинтенсивным сигналом в режиме T2, гистологически обусловлены жировым перерождением прилежащего к замыкательным пластинкам губчатого вещества (рис. 2).

Изменения типа Modic III, характеризующиеся на МРТ гипоинтенсивным сигналом в режиме T1, гипоинтенсивным сигналом в режиме STIR и гипоинтенсивным сигналом в режиме T2, гистологически обусловлены склерозом в замыкательных пластинках и прилежащем губчатом веществе (рис. 3).

Все три типа Modic являются этапами одного патологического процесса, период перехода Modic I в Modic II, а Modic II в Modic III составляет несколько лет.

В редких случаях стадия отека (Modic I) может быть обратима. В ряде случаев изменения Modic I сохраняются длительное время, при контрольной МРТ отмечается прогрессирование дегенеративных изменений соответствующего позвоночно-двигательного сегмента в виде уменьшения высоты межпозвонкового диска, изменения сигнала от ядра диска, деформации замыкательных пластин. Некоторые авторы выделяют такую дегенерацию как «нестабильный Modic I» [6].

В настоящее время не установлено, почему не у всех пациентов с дегенерацией межпозвонкового диска развиваются изменения Modic.

С. Han и соавт. (2009) сообщают, что изменения Modic чаще встречаются у женщин и у пациентов, страдающих ожирением [7]. Частота выявления изменений Modic среди пациентов с так называемой неспецифической болью в спине может достигать 40% [8].

Принято считать, что в основе развития изменений Modic лежит иммунологическая реакция, приводящая к развитию асептических воспалительных изменений в области замыкатель-

ных пластин. Некоторые авторы придерживаются теории инфекционного генеза изменений Modic, основой которой является присоединение инфекции к измененному губчатому веществу тела позвонка смежного с замыкательными пластинками, подвергающемуся неоваскуляризации в процессе дегенерации соответствующего сегмента и являющемуся «портом» для определенных бактерий.

Клиническая картина.

В клинической картине остеохондроза позвоночника преобладает болевой синдром. Источниками боли могут быть межпозвонковый диск, суставно-связочный аппарат, мышцы или компримированные невральные структуры. В случае грубой компрессии невральных структур развивается соответствующий неврологический дефицит. Если рассматривать изменения Modic изолированно, то данная патология проявляется болевым синдромом в области соответствующего позвоночно-двигательного сегмента [9, 10, 11]. По данным F. Vailly и соавт. (2014) для 80% больных с изменениями Modic I характерен выраженный болевой синдром, усиление боли при разгибании, максимальная боль утром, чувство «утренней скованности в спине» продолжительностью не менее 60 минут [12].

В процессе перехода Modic I в Modic II и III болевой синдром уменьшается [13, 14]. Прогрессирование зоны отека у больных с Modic I коррелирует с нарастанием болевого синдрома [15]. У асимптомных пациентов (без боли в спине) изменения Modic обнаруживают на МРТ крайне редко. По данным D. Weishaupt и соавт. (1998) при анализе МР-томограмм 60-ти асимптомных пациентов двумя независимыми лучевыми диагностами изменения Modic были найдены одним специалистом у 2-х (0,7%) больных, а вторым специалистом – у 6 (1,9%) пациентов [16]. L. Sheng-yun и соавт. (2014) приводят данные о редкой диагностике изменений Modic при МРТ среди асимптомных больных, не более 10%.

Дифференциальный диагноз со спондилодисцитом.

При выявлении на МРТ изменений Modic необходимо исключить у пациента инфекционный спондилодисцит. По данным S. Ohtori и соавт. (2010) среди больных с Modic I без гипертермии и лейкоцитоза в крови инфекционная причина выступает в 4% случаев [17]. При анализе данных МРТ выявляются характерные для спондилодисцита признаки: отечность паравертебральных мягких тканей, наличие масс-эффекта (абсцесс) в эпидуральном пространстве на уровне поражения, эрозия замыкательных пластинок позвонков. Однако при дегенеративном процессе возможно формирование грыж Шморля, при которых также отмечается повреждение замыкательных пластинок позвонков. По данным K. Patel и соавт. (2014) надежным диа-

гностическим критерием подтверждения дегенеративного процесса является выявление гиперденсивного МР-сигнала в замыкательных пластинках при DWI-изображениях и распространение измененного сигнала вдоль и параллельно замыкательным пластинам [18]. Если изменение сигнала занимает весь объем тела позвонка, то это свидетельствует больше в пользу инфекционного поражения.

K. Stumpe и соавт. (2002) в своем исследовании использовали позитронно-эмиссионную томографию у пациентов, с выявленными на МРТ изменениями Modic (n=30) [19]. Авторы определили, что в 5 случаях было отмечено накопление радиофармпрепарата в области поражения, и был подтвержден диагноз инфекционного поражения (путем биопсии или лабораторных анализов). Во всех других случаях результаты биопсии или лабораторных анализов не свидетельствовали об инфекционной причине.

Ряд авторов сообщает о наличии бактериальной инфекции при исследовании тканей межпозвонкового диска и замыкательных пластин у больных с изменениями типа Modic [20-22].

Показателями воспалительной реакции в организме является наличие лейкоцитоза в крови, повышение скорости оседания эритроцитов, повышение значений С-реактивного белка. В пользу инфекционного процесса в лабораторных анализах будет наличие лейкоцитоза крови с изменением формулы влево. Повышение С-реактивного белка возможно как в случае дегенеративного, так и в случае инфекционного процесса у больных с выявлением на МРТ изменений Modic. Так, F. Rannou и соавт. сообщают о 4-кратном увеличении уровня С-реактивного белка у больных с выявленными на МРТ изменениями Modic I.

Albert H. и соавт. приводят данные своего исследования, подтверждающего инфекционный характер выявленных на МРТ изменений Modic I у пациентов (n=162) [23]. Пациенты были разделены на две группы, которым давали антибиотик Биоклавид и плацебо. У больных, которые получали антибиотики, интенсивность боли уменьшилась в 2 раза; у больных, получавших плацебо, характер боли не поменялся.

Консервативное лечение.

Традиционно пациентам с остеохондрозом позвоночника и болью в спине назначают нестероидные противовоспалительные средства, физиотерапию, лечебную физкультуру.

R. Jensen и соавт. исследовали различные подходы к лечению больных с болью в спине и наличием или отсутствием изменений Modic по МРТ [24]. Пациенты были разделены на группу без использования в лечении физической нагрузки и группу, в которой применялись физические упражнения. Пациенты в первой груп-



Рис. 1, а. (Fig. 1, a).



Рис. 1, б. (Fig. 1, b).



Рис. 1, в. (Fig. 1, c).

Рис. 1. МРТ пояснично-крестцового отдела позвоночника.

а - T2-ВИ,

б - T1- ВИ,

в - STIR- изображение. В телах L5, S1 изменения по типу Modic I (указаны стрелкой).

Fig. 1. Lumbar spine MRI.

а - T2-WI,

б - T1- WI,

с - STIR. Modic I changes in L5, S1 vertebrae (arrows).



Рис. 2, а. (Fig. 1, a).



Рис. 2, б. (Fig. 2, b).



Рис. 2, в. (Fig. 2, c).

Рис. 2. МРТ поясничного отдела позвоночника.

а - T2-ВИ,

б - T1-ВИ,

в - STIR- изображение. В телах L5-S1 изменения по типу Modic II (указаны стрелками).

Fig. 2. Lumbar spine MRI.

а - T2-WI,

б - T1-WI,

с - STIR. Modic II changes in L5-S1 vertebrae (arrows).



Рис. 3, а. (Fig. 3, a).



Рис. 3, б. (Fig. 3, b).



Рис. 3, в. (Fig. 3, c).



Рис. 3, г. (Fig. 3, d).

Рис. 3. МРТ грудного отдела позвоночника.

а - T2-ВИ,

б - T1-ВИ,

в - STIR- изображение,

г - КТ. Изменения по типу Modic III тел позвонков Th8,Th9 (указаны белыми стрелками).

Fig. 3. Thoracic spine MRI.

a - T2-WI,

b - T1-WI,

c - STIR,

d - CT. Modic III changes in Th8,Th9 vertebrae (white arrows).

пе избегали физической активности и 2 раза в день принимали горизонтальное положение в течение 1 часа. Пациенты из группы с применением в лечении физических упражнений выполняли гимнастику, направленную на развитие паравертебральных мышц, мышц пресса, постуральную стабильность и общие динамические нагрузки.

Через 10 недель у пациентов с изменениями типа Modic авторы отметили снижение боли у 24% в группе без применения физических нагрузок и у 31% в группе с применением физических нагрузок. Среди пациентов без изменений типа Modic авторы отметили снижение боли у 64% в группе пациентов, не применявших физические упражнения, и у 55% пациентов в группе с использованием физической нагрузки.

Распространенной методикой лечения больных с остеохондрозом позвоночника являются блокады. По данным М. Bianchi (2015) блокада фасеточных суставов смесью анестетик+глюкокортикоид эффективна у 45% больных без изменений типа Modic, у 34% больных с Modic I и у 32% больных с изменениями типа Modic II [25]. У пациентов с болью в спине и выявленными при МРТ изменениями типа Modic применяют внутрискерное введение глюкокортикоидов. С. Nguyen и соавт. (2011) сообщают о возможности полного регресса боли у пациентов с выявленными при МРТ изменениями типа Modic I после интраскерного введения глюкокортикоидов [26]. По данным G. Buttermann (2004) у пациентов с дискогенной болью и МРТ изменениями типа Modic интраскерное введение глюкокортикоидов способствует регрессу болевого синдрома, что не отмечается у пациентов без выявленных при МРТ изменений типа Modic [27]. F. Fayad и соавт. (2007) сообщают, что интраскерное введение глюкокортикоидов более эффективно у пациентов с МРТ изменениями типа Modic I, чем у пациентов с МРТ изменениями типа Modic II [28].

Влияние МР-характеристик типа Modic на исход хирургического лечения.

По данным Т. Toyone и соавт. (1994) у 70% пациентов с Modic I и 16% пациентов с Modic II при выполнении функциональных спондилограмм отмечается гипермобильность пораженного сегмента, при этом гипермобильность и боль в спине четко не коррелировали друг с другом по данным авторов [29].

При получении МР-изображения большой грыжи межпозвоночного диска и изменений типа Modic возникает вопрос о необходимости проведения хирургического лечения в объеме стабилизации после микродискэктомии. Далее мы приведем данные нескольких исследований, посвященных этому вопросу, а также результаты спондиллодеза у пациентов с изменениями типа Modic.

Chin K.R. и соавт. сообщают о 30 пациентах, которым была выполнена микродискэктомия по поводу грыжи межпозвоночного диска [30]. У 15 пациентов до операции отметили наличие изменений типа Modic I и II, у 15 пациентов изменений типа Modic не было. Через 6 месяцев оценивали результаты лечения по визуальной аналоговой шкале (ВАШ). У больных с изменениями типа Modic боль в спине уменьшилась с 6,9 до 2,3 баллов, у больных без изменений типа Modic боль уменьшилась с 6,3 до 1,6 баллов. Ohtori S. и соавт. также анализировали результаты микродискэктомии у 23 больных с изменениями типа Modic I и 22 больных без изменений типа Modic [31]. Результаты оценивали по ВАШ и Освестри через 12 и 24 месяца после операции. Авторы не выявили значимой разницы в регрессе болевого синдрома у больных с изменениями типа Modic и без изменений типа Modic.

Y. Yang и соавт. (2009) проанализировали исходы лечения у 30 больных с грыжами дисков и изменениями типа Modic на МРТ (I, II, II) [32]. 15 больным выполнили микродискэктомию, у других 15 больным операцию дополнили спондиллодезом. В итоге величина регресса боли в ноге по ВАШ не различалась между больными, но различалась величина регресса боли в спине. Так у больных с микродискэктомией боль в спине регрессировала с 6,8 до 4,8 баллов по ВАШ, а среди больных со спондиллодезом с 7,0 до 2,8 баллов. Авторы предлагают больным с грыжами дисков и изменениями типа Modic выполнять спондиллодез. Схожие данные в своих исследованиях получили A. Sørliе и соавт. (2012) [33] и С. Peng и соавт. (2014) [34].

По данным R. Moses и соавт. (2013) наличие у пациентов с грыжами дисков изменений типа Modic I ухудшает эффективность хирургического лечения [35]. В своем многоцентровом исследовании авторы приводят результаты лечения оперированных (n=187, микродискэктомия) и неоперированных пациентов (n=120, курсы нестероидной противовоспалительной терапии, лечебная физкультура, физиотерапия). Результаты оценивали через 4 года после начала лечения, определяли улучшение качества жизни по опроснику Освестри. Так среди больных без изменений по Modic улучшение произошло на 40 баллов среди оперированных, на 20 баллов среди неоперированных. Среди больных с изменениями по типу Modic I улучшение произошло на 26 баллов среди оперированных, на 23 балла среди неоперированных. Среди больных с изменениями по типу Modic II улучшение произошло на 39 баллов среди оперированных, на 23,5 баллов среди неоперированных.

O. Eser установили 88 пациентам с изменениями типа Modic динамические транспедикулярные винты с подвижной головкой в сагиттальной плоскости [36]. Пациентов со спондилло-

листеозом в исследовании не было. Через 2 года после операции интенсивность болевого синдрома по ВАШ в среднем снизилась с 7 до 1 балла.

M. Djurasovic и соавт. (2012) определяли корреляцию МР-признаков с исходом спондилодеза у больных с дискогенной болью [37]. Однако G. Buttermann и соавт. указывают, что наличие изменений типа Modic I является фактором риска сохранения болевого синдрома после операции у больных с болью в спине [38]. Так в исследовании данных авторов у 37% больных с изменениями типа Modic I после спондилодеза не отмечено улучшения. Young-Min Kwon и соавт. анализировали эффективность поясничной межтеловой фиксации цилиндрическими кейджами у больных с болями в спине и нестабильностью (n=351) [39]. Авторы отмечают, что после операции среди больных без изменений типа Modic, а также среди больных с изменениями типа Modic I и Modic II регресс болевого синдрома был примерно одинаковым (с 7 до 2,5 баллов по ВАШ). У больных с Modic III болевой синдром регрессировал в среднем с 7 до 4 баллов по ВАШ. Спондилодез сформировался у 96,5% больных без изменений Modic, у 81% больных с Modic I, у 84% больных с Modic II и только у 54,5% с Modic III. Несколько другие результаты получили S. Ghodsi и соавт. при анализе результатов спондилодеза 70 пациентов с нестабильностью и болью в поясничном отделе позвоночника [40]. До операции при проведении функциональных рентгенограмм разница смещения у всех больных превышала 3 мм. Авторы выявили, что клинический исход через 6 и 12 месяцев после операции не отличался у больных без изменений Modic и больных с изменениями Modic.

Обсуждение.

Таким образом, выявление при МРТ изменений Modic у пациентов с болью в спине требует от лечащего врача, в первую очередь, исключения инфекционного или дегенеративного процесса. В редких случаях такой дифференциальный диагноз по полученным МР-изображениям может быть непростой задачей. Изменения лабораторных анализов могут свидетельствовать в пользу инфекции, однако нормальные анализы не исключают инфекционной причины. Проведение позитронно-эмиссионной томографии позволяет дифференцировать дегенеративные и инфекционные процессы. В исключительных случаях целесообразно рассмотреть возможность биопсии. Также существует методика превентивной длительной антибиотикотерапии, которая, как показывают исследования, эффективна у ряда пациентов.

В случае подтверждения дегенеративного процесса и отсутствия показаний к хирургическому лечению, помимо традиционного лечения эффективным является внутрискановое введение

стероидов. Наиболее выраженный болевой синдром отмечен при изменениях Modic I. Если после лечения при контрольной МРТ отмечена нормализация картины, то это, как правило, ассоциировано с регрессом боли и свидетельствует об эффективном лечении. Если при контрольной МРТ отмечена эволюция Modic I в Modic II или Modic III, это свидетельствует о переходе дегенеративного процесса в следующую «неактивную фазу», боль при этом обычно также уменьшается. В ряде случаев при МР-контроле изменения Modic I эволюционируют, высота диска уменьшается, отмечается деструкция замыкательных пластин, что свидетельствует об «активности» дегенеративного процесса, клинически проявляясь усилением болевого синдрома.

На фоне изменений Modic у пациента могут быть грыжа диска и/или стеноз позвоночного канала с компрессией невралных структур, что требует хирургического вмешательства в объеме декомпрессии невралных структур. По хирургической тактике у пациентов с изменениями Modic в литературе имеются противоречивые данные. Так, некоторые авторы рекомендуют ограничиться только микрохирургической декомпрессией невралных структур, другие авторы считают обязательным дополнить операцию стабилизацией. Вероятно, в данном случае целесообразно ориентироваться на источник наибольшей боли. Если болевой синдром имеет в основном корешковый характер, а боль в поясничной области не выражена, то от стабилизации возможно воздержаться (при исключении нестабильности). Если наряду с корешковой симптоматикой у пациента есть выраженная боль в поясничной области, необходимо рассматривать возможность проведения стабилизации. По мнению ряда авторов, наличие изменений Modic при МРТ у пациентов снижает процент положительных исходов операций (как декомпрессивных, так и декомпрессивно-стабилизирующих) по сравнению с больными, у которых данных изменений нет.

Заключение.

Изменения Modic, выявленные при МРТ, являются важной диагностической находкой при обследовании больных с болью в спине. Это усложняет лечебный процесс и требует от врача дополнительных диагностических и лечебных мероприятий. При наличии у пациента изменений Modic на МР-томограммах болевой синдром сложнее поддается лечению, чем у больных без данных изменений.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

References:

1. Lee S., Lee J., Yeon J. et al. A practical MRI grading system for lumbar foraminal stenosis. *AJR Am J Roentgenol.* 2010; 194: 1095–1098.
2. Park H., Kim S., Lee S. et al. Clinical Correlation of a New MR Imaging Method for Assessing Lumbar Foraminal Stenosis. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2012; 33: 818–822.
3. Schizas C., Theumann N., Burn A. et al. Qualitative grading of severity of lumbar spinal stenosis based on the morphology of the dural sac on magnetic resonance images. *Spine.* 2010; 35 (21): 1919–1924.
4. Pfirmann C., Metzendorf A., Zanetti M., Hodler J., Boos N. (2001) Magnetic resonance grade of lumbar intervertebral disc degeneration. *Spine.* 2001; 26: 1873–1878.
5. Modic M., Steinberg P., Ross J., Masaryk T., Carter J. Degenerative disk disease: assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging. *Radiology.* 1988; 166: 193–199.
6. Kerttula L., Luoma K., Vehmas T. et al. Modic type I change may predict rapid progressive, deforming disc degeneration: a prospective 1-year follow-up study. *Eur Spine J.* 2012; 21: 1135–1142.
7. Han C., Ma X., Ma J. et al. Distribution characteristics of Modic changes of lumbar endplate and its relationship with low back pain. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* 2009; 23 (12): 1409–1412.
8. Jensen T., Karpinnen J., Sorensen J. et al. Vertebral endplate signal changes (Modic change): A systematic literature review of prevalence and association with non-specific low back pain. *Eur Spine J.* 2008; 17: 1407–1422.
9. Jensen O., Nielsen C., Sorensen J., Stengaard-Pedersen K. Back pain was less explained than leg pain: a cross-sectional study using magnetic resonance imaging in low back pain patients with and without radiculopathy. *BMC Musculoskelet Disord.* 2015; 3 (16): 374.
10. Sheng-yun L., Letu S., Jian C. et al. Comparison of Modic changes in the lumbar and cervical spine, in 3167 Patients with and without spinal pain. *PLOS ONE.* 2014; 9 (12): e114993.
11. Steffens D., Hancock M., Maher C. et al. Does magnetic resonance imaging predict future low back pain? A systematic review. *Eur J Pain.* 2014; 18 (6): 755–765.
12. Bailly F., Maigne J., Genevay S. Inflammatory pain pattern and pain with lumbar extension associated with Modic 1 changes on MRI: a prospective case-control study of 120 patients. *Eur Spine J.* 2014; 23 (3): 493–497.
13. Jensen R., Leboeuf-Yde C., Wedderkopp N. et al. Is the development of Modic changes associated with clinical symptoms? A 14-month cohort study with MRI. *Eur Spine J.* 2012; 21 (11): 2271–2279.
14. Mitra D., Cassar-Pullicino V., McCall I. Longitudinal study of vertebral type-1 end-plate changes on MR of the lumbar spine. *Eur Radiol.* 2004; 14: 1574–1581.
15. Järvinen J., Karppinen J., Niinimäki J. et al. Association between changes in lumbar Modic changes and low back symptoms over a two-year period. *BMC Musculoskeletal Disorders.* 2015; 16: 98.
16. Weishaupt D., Zanetti M., Hodler J., Boos N. MR imaging of the lumbar spine: prevalence of intervertebral disk extrusion and sequestration, nerve root compression, end plate abnormalities, and osteoarthritis of the facet joints in asymptomatic volunteers. *Radiology.* 1998; 209: 661–666.
17. Ohtori S., Koshi T., Yamashita M. et al. Existence of pyogenic spondylitis in Modic type 1 change without other signs of infection: 2-year follow-up. *Eur Spine J.* 2010; 19: 1200–1205.
18. Patel K., Poplawski M., Pawha P. et al. Diffusion-Weighted MRI “Claw Sign” improves differentiation of infectious from degenerative Modic type 1 signal changes of the spine. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2014; 35 (8): 1647–1652.
19. Stumpe K., Zanetti M., Weishaupt D. et al. FDG positron emission tomography for differentiation of degenerative and infectious endplate abnormalities in the lumbar spine detected on MR imaging. *AJR Am J Roentgenol.* 2002; 179: 1151–1157.
20. Urquhart D., Zheng Y., Cheng A. et al. Could low grade bacterial infection contribute to low back pain? A systematic review. *BMC Medicine.* 2015; 13: 13.
21. Arndt J., Charles Y., Koebel C., Bogorin I., Steib J. Bacteriology of degenerated lumbar intervertebral disks. *J Spinal Disord Tech.* 2012; 25: 211–216.
22. Wedderkopp N., Thomsen K., Manniche C. et al. No evidence for presence of bacteria in modic type I changes. *Acta Radiol.* 2009; 50: 65–70.
23. Albert H., Sorensen J., Christensen B., Manniche C. Antibiotic treatment in patients with chronic low back pain and vertebral bone edema (Modic type 1 changes): a double-blind randomized clinical controlled trial of efficacy. *Eur Spine J.* 2013; 22: 697–707.
24. Jensen R., Kent P., Hancock M. Do MRI findings identify patients with chronic low back pain and Modic changes who respond best to rest or exercise: a subgroup analysis of a randomised controlled trial. *Chiropractic & Manual Therapies.* 2015; 23: 26
25. Bianchi M., Peterson C., Pfirmann C. et al. Are the presence of MODIC changes on MRI scans related to “improvement” in low back pain patients treated with lumbar facet joint injections? *BMC Musculoskeletal Disorders.* 2015; 16: 234.
26. Nguyen C., Bénichou M., Revel M. et al. Association of accelerated switch from vertebral end-plate Modic I to Modic 0 signal changes with clinical benefit of intradiscal corticosteroid injection for chronic low back pain. *Arthritis Rheum.* 2011; 63 (9): 2828–2831.
27. Buttermann G. The effect of spinal steroid injections for degenerative disc disease. *Spine J.* 2004; 4 (5): 495–505.
28. Fouad F., Lefevre-Colau M., Rannou F. et al. Relation of inflammatory modic changes to intradiscal steroid injection outcome in chronic low back pain. *Eur Spine J.* 2007; 16: 925–931.
29. Toyone T., Takahashi K., Kitahara H. et al. Vertebral bone-marrow changes in degenerative lumbar disc disease an MRI study of 74 patients with low back pain. *J Bone Joint Surg.* 1994; 76 (5): 757–764.
30. Chin K., Tomlinson D., Auerbach J. et al. Success of lumbar microdiscectomy in patients with modic changes and low-back pain: a prospective pilot study. *J Spinal Disord Tech.* 2008; 21 (2): 139–144.
31. Ohtori S., Yamashita M., Yamauchi K. et al. Low back pain after lumbar discectomy in patients showing endplate modic type 1 change. *Spine (Phila Pa 1976).* 2010; 35 (13): E596–600.

32. Yang Y., Cao P., Pan Y. et al. Selection of surgical methods for lumbar disc herniation with degenerative endplates changes. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 2009; 89 (27): 1902-1926.
33. Sørlie A., Moholdt V., Kvistad et al. Modic type I changes and recovery of back pain after lumbar microdiscectomy. *Eur Spine J*. 2012; 21: 2252–2258.
34. Peng C., Zhe C., Yuehuan Z. et al. Comparison of simple discectomy and instrumented posterior lumbar interbody fusion for treatment of lumbar disc herniation combined with Modic endplate changes. *Chinese Medical Journal*. 2014; 127 (15): 2789-2794.
35. Lurie J., Moses R., Tosteson A. Magnetic resonance imaging predictors of surgical outcome in patients with lumbar intervertebral disc herniation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013; 38 (14): 1216–1225.
36. Eser O., Gomeksiz C., Sasani M. et al. Clinical study dynamic stabilisation in the treatment of degenerative disc disease with modic changes. *Advances in Orthopedics*. 2013; Article ID 806267: 6.
37. Djurasovic M., Carreon L.Y., Crawford C. et al. The influence of preoperative MRI findings on lumbar fusion clinical outcomes. *Eur Spine J*. 2012; 21: 1616–1623.
38. Buttermann G., Heithoff K., Ogilvie J. et al. Vertebral body MRI related to lumbar fusion results. *Eur Spine J*. 1997; 6: 115-120.
39. Y. Kwon, D. Chin, B. Jin et al. Long term efficacy of posterior lumbar interbody fusion with standard cages alone in lumbar disc diseases combined with modic changes. *J Korean Neurosurg Soc*. 2000; 46: 322-327.
40. Ghodsi S., Rouhani R., Abdollahzade S. et al. Frequency of vertebral endplate modic changes in patients with unstable lumbar spine and its effect on surgical outcome. *Asian Spine J*. 2015; 9 (5): 737-740.