

Гений ортопедии. 2022. Т. 28, № 5. С. 684-691.
Genij Ortopedii. 2022. Vol. 28, no. 5. P. 684-691.



Научная статья

УДК 616.711.6-009.7-089.881-073.756.8

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-5-684-691>

Радиологические результаты поясничного моноsegmentарного спондилодеза 360° у пациентов с изменениями Modic

Евгений Сергеевич Байков[✉], Ольга Николаевна Леонова, Александр Владимирович Крутько

Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова, Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку: Евгений Сергеевич Байков, Evgen-bajk@mail.ru

Аннотация

Введение. Каскад дегенеративных изменений позвоночника затрагивает все структуры, в том числе замыкательные пластики и тела смежных позвонков, что визуализируется по данным МРТ как изменения типа Modic. **Цель.** Оценить значимость изменений замыкательных пластинок и прилегающих тел позвонков на радиологические результаты моноsegmentарного заднего межтелового спондилодеза у пациентов с дегенеративными поражениями позвоночника. **Материалы и методы.** Дизайн исследования – моноцентровое ретроспективное сравнительное когортное. Оценены радиологические результаты лечения 122 пациентов после заднего межтелового спондилодеза в сочетании с транспедикулярной винтовой фиксации с наличием изменений смежных замыкательных пластинок и прилегающих тел позвонков типа Modic: межтеловой блок, проседание межтеловых имплантатов, segmentарный угол, высота межтелового промежутка. Период наблюдения 1-2 года. **Результаты.** Наибольшая частота сформированного межтелового блока отмечена при Modic 0 – 94,4 %, наименьшая при Modic II – 77,3 %. Проседание межтелового имплантата: Modic I – 38,9 %, Modic II – 22,7 %, Modic III – 9,1 %, Modic 0 – 11,3 %. Значимое уменьшение segmentарного угла через 1-2 года выявлено при всех типах изменений Modic ($p < 0,05$), наибольшее – при Modic I ($p = 0,000438$). Значимое уменьшение высоты межтелового промежутка отмечено во всех группах ($p < 0,05$), наибольшее – у пациентов с Modic I ($p = 0,000438$), наименьшее – при Modic III ($p = 0,000438$). **Дискуссия.** Роль замыкательных пластинок и смежных тел позвонков в результатах хирургического лечения несомненна, однако требуются дальнейшие исследования о направленности этой взаимосвязи. **Выводы.** Изменения замыкательных пластинок и прилегающего красного костного мозга имеют значимую связь с радиологическими результатами поясничного моноsegmentарного заднего межтелового спондилодеза. Межтеловой блок по Tan 1 и 2 наиболее часто формируется при Modic 0, наименее – при Modic II. Проседание межтеловых имплантатов чаще возникает при Modic I, реже – при Modic III (9,1 %). Потеря высоты межтелового промежутка и segmentарной коррекции в послеоперационном периоде наибольшая при Modic I.

Ключевые слова: дегенеративные поражения позвоночника, поясничный задний межтеловой спондилодез, изменения Modic, проседание межтелового имплантата, межтеловой блок

Для цитирования: Байков Е.С., Леонова О.Н., Крутько А.В. Радиологические результаты поясничного моноsegmentарного спондилодеза 360° у пациентов с изменениями Modic // Гений ортопедии. 2022. Т. 28, № 5. С. 684-691. DOI: 10.18019/1028-4427-2022-28-5-684-691. EDN BYUOB.

Original article

Radiological outcomes of 360° lumbar fusion in patients with Modic changes

Evgenii S. Baikov[✉], Olga N. Leonova, Aleksandr V. Krutko

National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics n.a. N.N. Priorov, Moscow, Russian Federation

Corresponding author: Evgenii S. Baikov, Evgen-bajk@mail.ru

Abstract

Introduction A cascade of degenerative spine changes affects the structures including vertebral endplates and bodies of adjacent vertebrae that can be visualized on MRI imaging as Modic changes. **The aim** of the study was to assess the role of changes in the endplates and adjacent vertebral bodies in radiological results of monosegmental posterior lumbar interbody fusion (PLIF) in patients with degenerative lesions of the spine. **Material and methods** The design of the study was a monocenter retrospective comparative cohort study. The radiological results of PLIF performed in combination with transpedicular screw fixation for 122 patients with Modic changes in adjacent endplates and adjacent vertebral bodies were evaluated for interbody fusion, subsidence of interbody implants, segmental angle, interbody space height. The followup period was 1-2 years. **Results** Complete interbody fusion was seen in 94.4 % of Modic type 0 and in 77.3 % of Modic type II changes. Interbody cage subsidence occurred in 38.9 % Modic type I, 22.7 % in Modic type II, 9.1 % in Modic type III and in 11.3 % Modic type 0 changes. A significant decrease in the segmental angle was found in all types of Modic changes ($p < 0.05$) at 1-2 years with the greatest decrease noted in Modic type I ($p = 0.000438$). A significant decrease in the interbody space height was noted in all groups ($p < 0.05$) with the greatest decrease seen in Modic type I changes ($p = 0.000438$) and the minimum decrease noted in Modic type III changes ($p = 0.000438$). **Discussion** The role of the endplates and adjacent vertebral bodies in the results of surgical treatment was evident, and more research is needed to explore the sort of this relationship. **Conclusions** Modic changes in the endplates and adjacent red bone marrow showed a significant relationship with the radiological outcomes of monosegmental PLIF. The interbody fusion Tan grade I and Tan grade II was more common for Modic type 0 and less common for Modic type II changes. Subsidence of interbody implants was more common for Modic type I and less common for Modic type III changes (9.1%). Postoperative loss of interbody space height and segmental correction was common for Modic type I. **Keywords:** degenerative spine disease, posterior lumbar interbody fusion, Modic change, cage subsidence, fusion

For citation: Baikov E.S., Leonova O.N., Krutko A.V. Radiological outcomes of 360° lumbar fusion in patients with Modic changes. *Genij Ortopedii*, 2022, vol. 28, no. 5, pp. 684-691. DOI: 10.18019/1028-4427-2022-28-4-684-691.

ВВЕДЕНИЕ

Клинические проявления дегенеративных поражений поясничного отдела позвоночника являются одной из наиболее частых причин временной либо стойкой утраты трудоспособности взрослого населения в индустриально развитых странах, а число хирургических интервенций, направленных на их ликвидацию, увеличивается с каждым годом [1, 2]. Морфологическим суб-

стратом боли, как правило, выступают дегенеративные поражения позвоночно-двигательных сегментов [1]. Каскад этих изменений затрагивает дугоотростчатые суставы, межпозвонковые диски и прилегающие к ним замыкательные пластинки и красный костный мозг тел смежных позвонков. Роль патологии последних, как маркера боли, достаточно широко исследуется и на

фундаментальном, и на прикладном уровнях [1, 3–6]. Впервые по данным МРТ в 1988 году Modic et al. описали 3 типа изменений замыкательных пластинок и прилегающего костного мозга тел смежных позвонков у пациентов с хронической болью в поясничном отделе: I тип характеризуется острой воспалительной реакцией, II тип – жировой трансформацией, III – склеротическими изменениями [7].

Распространенность изменений Modic сильно варьирует, по данным разных исследований, и достигает 19-60 % [5, 8]. Существует две основных теории их генеза [9]. Первая – биомеханическая, в основу которой положена стрессовая нагрузка, приводящая к микропереломам костной части замыкательной пластинки с развитием соответствующих воспалительных патофизиологических проявлений прилежащей части губчатой кости тела позвонка. Вторая теория, достаточно спорная, – инфекционная, основанная на развитии воспаления, вызываемого различного рода микроорганизмами (например, *Propionibacterium acnes*) [10]. Все три типа изменений Modic являются стадиями одного процесса, переходящими одна в другую: I тип может длиться от 14 до 36 мес., II тип – от 3-х лет и более [11]. Изменения I типа отражают дестабилизационное состояние позвоночно-двигательного сегмента, что косвенно подтверждается корреляцией с сегментарной гипермобильностью, более худшими клиническими результатами после декомпрессивных вмешательств, чем после стабилизирующих [8, 11–13]. Изменения II типа характеризуют более стабильное состояние, что подтверждается меньшим их распространением у пациентов с болью в спине, менее значимым клиническим улучшением после спондилодеза [3, 4, 12, 14]. Исходя из этого, выбор метода хирургического вмешательства должен

разниться в зависимости от типа Modic для достижения желаемых результатов.

Из обзора опубликованных работ можно заключить, что хирурги предпочитают проводить спондилодез при наличии изменений замыкательных пластинок и прилегающего красного костного мозга как наиболее эффективный метод ликвидации вертеброгенного болевого синдрома при дегенеративной патологии [15]. Создание первично-стабильного сегмента способствует значимому улучшению клинического состояния в ближайшем послеоперационном периоде. Однако долгосрочные клинические результаты во много зависят от степени сращения тел смежных позвонков (блок или псевдоартроз), от сохранности достигнутой сегментарной коррекции (проседание межтеловых имплантатов). Ряд исследований указывает на значимую связь клинического исхода после спондилодеза с полноценностью формирования межтелового блока [17, 18]. У пациентов, имеющих сформированный искусственный блок, отмечен достоверно меньший уровень болевых ощущений и более высокий уровень качества жизни [18]. Состояние замыкательных пластинок и прилегающего красного костного мозга вносит весомый вклад в достижение хороших результатов спондилодеза [19].

Исследований, посвященных изучению влияния изменений Modic на клиничко-рентгенологические результаты межтелового спондилодеза, ограниченное количество, а их низкий уровень доказательности, обусловленный малыми когортами, не позволяет сделать убедительных выводов.

Цель исследования – оценить радиологические результаты выполнения моносегментарного заднего спондилодеза в поясничном отделе по поводу дегенеративной патологии позвоночника у пациентов с наличием изменений Modic на том же уровне.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования – моноцентровое ретроспективное сравнительное когортное. Исследование было одобрено локальным этическим комитетом и выполнено в соответствии с Хельсинской декларацией. В работе оценены данные пациентов, оперированных с 2014 по 2018 год. Показанием к операции были вертеброгенный болевой синдром с наличием или без неврологического дефицита, синдром нейрогенной перемежающейся хромоты. Морфологическим субстратом клинических проявлений являлись дегенеративные изменения с преимущественным поражением одного из нижне-поясничных сегментов (L3-L4, L4-L5, L5-S1): дегенеративный стеноз позвоночного канала, дегенеративный спондилолистез, сегментарная нестабильность, истмический спондилолистез в сочетании с дегенеративными изменениями межпозвонкового диска. Пациентам проводилась ригидная моносегментарная фиксация при наличии нестабильности (исходной либо ятрогенной при необходимости расширенной декомпрессии) и (или) необходимости коррекции.

Критерии включения: возраст более 18 лет; первичный задний моносегментарный спондилодез на уровнях L3-L4, L4-L5, L5-S1; комплекс дооперационных и послеоперационных (через 1-2 года) радиологических

данных; вид спондилодеза – задний межтеловой (PLIF) двумя РЕЕК кейджами, заполняемыми гомокостной тканью и (или) трикальцийфосфатом, в сочетании с транспедикулярной фиксацией.

Критерии исключения: возраст до 18 лет; недегенеративные поражения позвоночника (воспалительные, опухолевые, травматические, аномалии); дегенеративные поражения, требующие декомпрессивно-стабилизирующего и/или корригирующего подхода на 2-х и более позвоночно-двигательных сегментах; иные виды межтелового спондилодеза (кроме PLIF) – трансформинальный (TLIF), прямой боковой (LLIF), вентральный (ALIF); ранее проведенные хирургические вмешательства на позвоночнике.

Демографические данные: возраст, пол. Клинический параметр: индекс массы тела (ИМТ).

Объем дооперационного обследования: рентгенография поясничного отдела позвоночника в 2-х проекциях (прямая и боковая); функциональная спондилография поясничного отдела позвоночника (сгибание и разгибание в боковой проекции); МРТ и МСКТ поясничного отдела позвоночника. После операции: рентгенография поясничного отдела позвоночника в 2-х проекциях (прямая и боковая); МСКТ; при необходимости – МРТ поясничного

отдела позвоночника. В интервале 1-2 года после операции: рентгенография поясничного отдела позвоночника в 2-х проекциях (прямая и боковая); функциональная спондилография поясничного отдела позвоночника (сгибание и разгибание в боковой проекции); МСКТ; при необходимости – МРТ поясничного отдела позвоночника.

Оцениваемые параметры:

- изменения замыкательных пластинок и прилегающего красного костного мозга тел смежных позвонков согласно критериям Modic;
- сформированность артификального межтелового блока на уровне спондилодеза;
- проседание межтеловых имплантатов;
- сегментарные взаимоотношения: индекс высоты межтелового промежутка и сегментарный угол.

Изменения замыкательных пластинок и прилегающего красного костного мозга оценены по классификации Modic [7]. Первый тип – гипоинтенсивный сигнал на T1-взвешенном изображении (T1WI) и гиперинтенсивный сигнал на T2-взвешенном изображении (T2WI), что обусловлено отеком и воспалительными изменениями; второй тип – гиперинтенсивный сигнал на T1WI и изоинтенсивный сигнал на T2WI, что обусловлено замещением красного костного мозга жировой тканью; третий тип – гипоинтенсивный сигнал как на T1WI, так и на T2WI, что обусловлено субхондральным склерозом. Данный параметр был положен в основу разделения пациентов на четыре группы: I группа (МСI) – пациенты, имеющие изменения Modic I, II группа (МСII) – пациенты с Modic II, III группа (МСIII) – с Modic III, IV группа (МС0) – изменения Modic 0 (отсутствие изменений по данным МРТ).

Способ определения выборки в группах представлен на рисунке 1.

Оценка межтелового блока проводилась по данным МСКТ согласно критериям G. H. Tan et al. [16]. Классификационная система имеет 4 типа, отражающих определенные морфологические изменения на границе тел позвонков и межтелового трансплантата: 1 тип – полное сращение, 2 тип – частичное сращение, 3 тип – монополярное несращение, 4 тип – биполярное несращение. Тип 1 и 2 считали критерием сформированного межтелового блока, 3 и 4 – несформированного [16].

Проседание межтелового имплантата – продавливание имплантатом каудальной замыкательной пластинки вышележащего позвонка и (или) краниальной нижележащего и внедрение его в тело позвонка.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Согласно критериям включения, количество пациентов в исследовании составило 122. Дооперационные демографические и клинические данные представлены в таблице 1. После проведения оценки достоверности различий между группами (МСI/МС0,

Данный параметр оценивался по МСКТ. Проседание градуировалось по следующей шкале: стадия 0 – внедрение имплантата в тело позвонка менее 1 мм, стадия 1 – 1-3 мм, стадия 2 – более 3 мм [20].

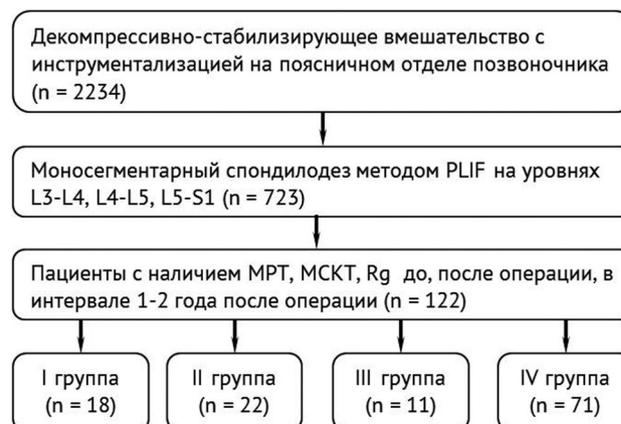


Рис. 1. Способ формирования выборки групп

Высота межтелового промежутка оценивалась по данным рентгенографии, основываясь на методике, предложенной Kim K.T., и выражалась в виде индекса высоты диска (ИВД) – отношение высоты диска к высоте тела вышележащего позвонка [22]. Сегментарный угол – угол между каудальной замыкательной пластинкой вышележащего позвонка и краниальной нижележащего позвонка.

Описание непрерывных данных представлено в виде МЕД [ИКИ]; бинарных данных – в виде количества (%) [95 % доверительный интервал]; категориальных данных – в виде количества в категории (%). В связи с небольшим размером групп межгрупповое сравнение проводилось непараметрическим U-критерием Манна Уитни с вычислением значения и 95 % ДИ для псевдомедианы попарных разностей данных в качестве оценки средней разности данных. Межгрупповое сравнение бинарных данных выполнялось точным двусторонним критерием Фишера с оценкой ОШ и 95 % ДИ для ОШ. Корреляционный анализ проводился, используя коэффициент Пирсона. Проверка статистических гипотез проводилась при критическом уровне значимости $p = 0,05$, то есть различие считалось статистически значимым, если $p < 0,05$. Нижняя граница доказательной мощности бралась равной 80 %. Для статистической обработки данных применялась программа SPSS 15.0.

МСI/МСII, МСИ/МСIII, МСИ/МС0, МСИ/МСIII и МС0/МСIII) значимым выявлен только ИМТ между МСИ и МС0 ($p = 0,004405$), в остальных случаях значения параметров были статистически сопоставимы ($p > 0,05$).

Таблица 1

Дооперационные демографические и клинические показатели в группах

Параметры	Modic I (n = 18)	Modic II (n = 22)	Modic III (n = 11)	Modic 0 (n = 71)
Возраст, лет	46,0 [37,0; 56,0]	49,0 [38,0; 58,0]	45,0 [32,0; 58,0]	54,0 [40,0; 59,0]
ИМТ, кг/м ²	32,7 [29,7; 34,5]	30,0 [27,6; 33,6]	30,5 [28,6; 34,1]	29,8 [26,5; 32,2]
Пол (м/ж)	5/13 (27,8 %/72,2 %)	7/15 (31,8 %/68,2 %)	3/8 (27,3 %/72,7 %)	21/50 (29,6 %/70,4 %)

Результаты оценки рентгенологических параметров представлены в таблицах 2 и 3. Самая высокая частота сформированного артериального блока через 1-2 года выявлена при отсутствии изменений Modic, а самая низкая – при Modic II. Именно между этими типами (МСII/МС0) была выявлена достоверность различий в исходе формирования межтелового блока ($p = 0,000120$). Проседание межтелового имплантата наиболее часто встречалось при Modic I (38,9%), наиболее реже при Modic III (9,1%), однако достоверность отличий выявлена только между Modic I и Modic 0 ($p = 0,008258$).

Сегментарный угол до операции был наименьший при Modic I. Во всех группах (МСI, МСII, МСIII, МС0) данный параметр был значимо увеличен после операции ($p = 0,000352$, $p = 0,000702$, $p = 0,017291$ и $p = 0,000065$ соответственно). При сравнении послеоперационных показателей и через 1-2 года выявлено значимое уменьшение сегментарного угла во всех группах: МСИ – $p = 0,000982$, МСII – $p = 0,012655$, МСIII – $p = 0,043115$ и МС0 – $p = 0,023547$. Однако наибольшее уменьшение произошло в группе с Modic I.

Высота межпозвонкового диска до операции была статистически сопоставима в группах. После операции ИВД был достоверно увеличен в группах: МСИ – $p = 0,001609$, МСII – $p = 0,004550$, МСIII – $p = 0,026232$ и МС0 – $p = 0,000392$. Однако в течение периода наблюдения ИВД достоверно уменьшился во всех группах ($p < 0,05$) группа. Наиболее снизился данный параметр у пациентов с Modic I ($p = 0,000438$), а наименее – при Modic III ($p = 0,000438$).

Проведя корреляционный анализ между параметрами в общей совокупности исследуемых пациентов выявлены следующие значимые взаимоотношения: формирование межтелового блока по Тап через 1-2 года с проседанием через 1-2 года ($p = -0,6870$), сегментарным углом до операции ($p = 0,3105$), сегментарным углом через 1-2 года ($p = 0,3534$), ИВД через 1-2 года ($p = 0,3048$); проседание через 1-2 года с сегментарным углом до операции ($p = -0,5787$), с сегментарным углом через 1-2 года ($p = -0,5805$), ИВД до операции ($p = -0,5739$) и через 1-2 года ($p = -0,5825$). Корреляционная связь изменений Modic ни с одним из оцениваемых радиологических параметров не достигала уровня статистической значимости ($p < 0,3$) (табл. 4).

Таблица 2

Описательная статистика рентгенологических параметров в группах

Параметры	Modic I (n = 18)	Modic II (n = 22)	Modic III (n = 11)	Modic 0 (n = 71)
Блок Тап через 1-2 года (несформированный / сформированный)	2 (11,1 %) / 16 (88,9 %)	5 (22,7 %) / 17 (77,3 %)	2 (18,2 %) / 9 (81,8 %)	4 (5,6 %) / 67 (94,4 %)
Проседание через 1-2 года (нет / есть)	11 (61,1 %) / 7 (38,9 %)	17 (77,3 %) / 5 (22,7 %)	10 (90,9 %) / 1 (9,1 %)	63 (88,7 %) / 8 (11,3 %)
Сегментарный угол до операции, градусы	2,5 [1,0; 4,0]	4,0 [2,0; 5,0]	4,0 [2,0; 5,0]	4,0 [4,0; 5,0]
Сегментарный угол после операции, градусы	6,0 [6,0; 7,0]	5,0 [5,0; 6,0]	6,0 [5,0; 7,0]	5,0 [4,0; 6,0]
Сегментарный угол через 1-2 года, градусы	4,0 [4,0; 6,0]	4,0 [4,0; 5,0]	6,0 [4,0; 6,0]	4,0 [4,0; 5,0]
ИВД до операции	0,27 [0,22; 0,29]	0,26 [0,24; 0,29]	0,26 [0,23; 0,31]	0,28 [0,25; 0,31]
ИВД после операции	0,30 [0,28; 0,32]	0,30 [0,28; 0,31]	0,28 [0,27; 0,30]	0,29 [0,26; 0,30]
ИВД 1-2 года	0,27 [0,26; 0,30]	0,28 [0,25; 0,30]	0,27 [0,26; 0,29]	0,27 [0,25; 0,29]

Таблица 3

Межгрупповое сравнение рентгенологических параметров

Параметры	МСI / МСII	МСI / МСIII	МСI / МС0	МСII / МСIII	МСII / МС0	МСIII / МС0
Блок Тап через 1-2 года (0/1)	0,240869	0,400508	0,056301	0,884198	0,000120*	0,006052
Проседание через 1-2 года (0/1)	0,491207	0,105048	0,008258*	0,249951	0,067322	0,917908
Сегментарный угол до операции	0,411222	0,203814	0,001930*	0,611489	0,041817*	0,305589
Сегментарный угол после операции	0,062068	0,947159	0,005399*	0,204202	0,618237	0,067842
Сегментарный угол через 1-2 года	0,757206	0,122306	0,719188	0,048072*	0,996420	0,013973*
ИВД до операции	0,840246	0,982376	0,322203	1,000000	0,155493	0,325261
ИВД после операции	0,311684	0,111544	0,028338*	0,375236	0,262423	0,989297
ИВД 1-2 года	0,882490	0,877092	0,659466	0,836240	0,825961	0,957205

* – изменения статистически значимы.

Таблица 4

Корреляционный анализ радиологических параметров и изменений Modic

Параметры	Modic I	Modic II	Modic III	Modic 0
Блок Тап через 1-2 года	-0,0061	-0,1835	-0,0768	0,1920
Проседание через 1-2 года	0,2389	0,0685	-0,0677	-0,1858
Сегментарный угол до операции	-0,2468	-0,1023	-0,0168	0,2669
Сегментарный угол после операции	0,2232	-0,0336	0,1386	-0,2148
Сегментарный угол через 1-2 года	0,0432	-0,0188	0,2254	-0,1473
ИВД до операции	-0,0675	-0,1054	-0,0407	0,1544
ИВД после операции	0,2000	0,0436	-0,0304	-0,1601
ИВД 1-2 года	0,0511	0,0240	0,0161	-0,0648

* – изменения статистически значимы.

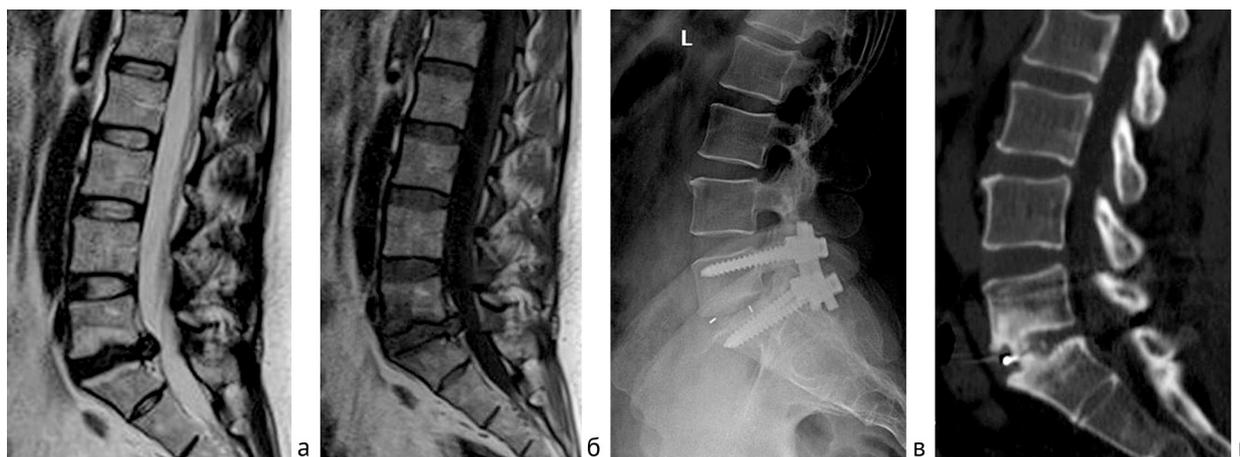


Рис. 2. Пациентка Н., 48 лет. Оперирована по поводу вертеброгенного болевого синдрома с компрессией S1 корешка слева, вызванного грыжей диска на уровне L5-S1, сегментарной нестабильностью L5-S1. По данным МРТ (а и б) имеются признаки изменений замыкательных пластинок и красного костного мозга типа Modic I. Проведена транспедикулярная и межтеловая фиксация на уровне L5-S1. Через 12 месяцев по данным Rg (в) и МСКТ (г) – металлофиксация состоятельна, миграции межтелового имплантатом нет, проседания имплантата нет, определяется сформированный межтеловый блок (тип Tan 2)

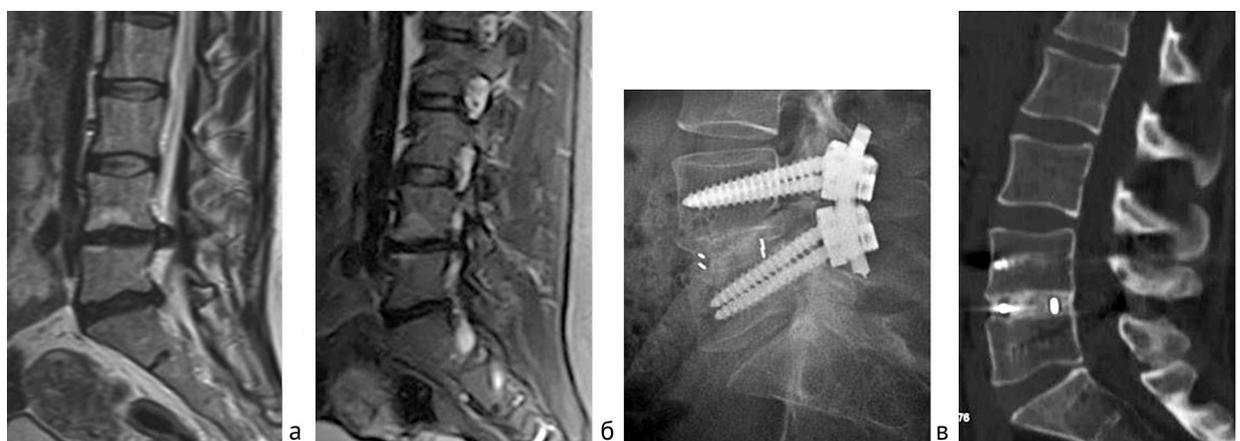


Рис. 3. Пациентка К., 44 года. Оперирована по поводу вертеброгенного болевого синдрома с компрессией L5 корешка слева, обусловленного грыжей диска на уровне L4-L5, сегментарной нестабильностью L4-L5. По данным МРТ (а и б) имеются признаки изменений замыкательных пластинок и красного костного мозга типа Modic II. Проведена транспедикулярная и межтеловая фиксация на уровне L4-L5. Через 15 месяцев по данным Rg (в) и МСКТ (г) – металлоконструкция цела, миграции межтелового имплантата нет, проседания имплантата нет, определяется сформированный межтеловый блок (тип Tan 1)

ОБСУЖДЕНИЕ

Спондилодез – это технология, регулярно применяемая в практике хирурга-вертебролога. Ее целью является создание сегментарной стабильности, а также коррекция сегментарных взаимоотношений [21, 23]. Замыкательные пластинки тел смежных позвонков, а именно их костная часть, остающаяся после удаления гиалинового хряща при кюретаже, играют существенную роль. Согласно Dudli S. et al., вследствие нарушений Modic в ЗП и прилегающем красном костном мозге происходят специфические морфологические и патофизиологические изменения [4], которые могут влиять на биологические свойства костной ткани. Механическая стрессоустойчивость отвечает за сохранность достигнутой межтеловой коррекции. К примеру, эрозивные дефекты могут влиять на стабильность контакта замыкательных пластинок с имплантатом [21].

Modic et al. в 1988 году описали 3 типа изменений замыкательных пластинок и прилегающего костного мозга тел смежных позвонков у пациентов с хронической болью в поясничном отделе [7]. Изменения Modic I характеризуются разрушением и наличием трещин

замыкательной пластинки с участками дегенерации и регенерации сосудистой грануляционной ткани, более высокой экспрессией провоспалительных цитокинов, чем при других типах, изменением активности остеобластов и остеокластов [11]. Все это указывает на то, что изменения Modic I отражают активный воспалительный процесс в замыкательных пластинках и прилегающем красном костном мозге. При отсутствии какого-либо вмешательства данный вид нарушений может продолжаться до 3 лет [6]. Изменения Modic II характеризуются идентичной для Modic I гистологической картиной в замыкательных пластинках (трещины, сосудистая грануляционная ткань, повышенная активность провоспалительных цитокинов). Однако в прилегающем красном костном мозге происходит значительное обеднение гемопоэтических элементов, замещаемых желтой жировой тканью [3]. Изменения Modic III отражают склеротические изменения в структуре замыкательной пластинки и красного костного мозга [3].

Анализируя литературу, фокусирующуюся на исследовании роли изменений Modic в хирургической

пациентов с изменениями Modic и без таковых. В работе не было выявлено более существенной частоты проседаний, уменьшения сегментарного угла, высоты диска у пациентов с Modic. Однако авторы не сравнивали данные параметры при различных типах Modic. В настоящем исследовании мы провели такую оценку. За период послеоперационного наблюдения снижение высоты межтелового промежутка и сегментарного угла было отмечено во всех группах ($p < 0,05$), но наиболее значимыми они оказались при Modic I. Нами отмечена и наибольшая частота проседаний у пациентов с изменениями Modic I типа (38,9 %). Однако значимой корреляционной связи между изменениями Modic и исследуемыми радиологическими параметрами выявлено не было ($p < 0,3$).

Таким образом, роль изменений замыкательных пластинок и прилегающего красного костного мозга

в исходе декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств остается не совсем ясна ввиду малочисленности исследований, гетерогенности их результатов, отсутствия мультицентровых рандомизированных работ. Все это исключает возможность унифицировать подходы к выбору хирургической тактики, что диктует необходимость проведения исследований с высоким уровнем доказательности с большим количеством пациентов.

Ограничения исследования: моноцентровое, ретроспективное; период наблюдения – 1-2 года; не оценена роль различных остеиндуктивных материалов, устанавливаемых в кейджи; отсутствует анализ клинических параметров. Согласно шкале OCEBM (Оксфордского центра доказательной медицины – Oxford Centre for Evidence-Based Medicine), данное исследование относится к уровню доказательности «3».

ВЫВОДЫ

По результатам выполнения моносегментарного заднего спондилодеза частота формирования межтелового блока 1 и 2 типа по Тап наибольшая при Modic 0 (94,4 %) и наименьшая при Modic II (77,3 %). Проседание межтеловых имплантатов чаще возникает при Modic I (38,9 %) и реже при Modic III (9,1 %). Потеря высоты межтелового промежутка и сегмен-

тарной коррекции в послеоперационном периоде наибольшая при Modic I. Изменения замыкательных пластинок и прилегающего красного костного мозга, описанные Modic МТ, должны учитываться при выполнении моносегментарного заднего межтелового спондилодеза в сочетании с транспедикулярной фиксацией.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Long Term Efficacy of Posterior Lumbar Interbody Fusion with Standard Cages alone in Lumbar Disc Diseases Combined with Modic Changes / Y.M. Kwon, D.K. Chin, B.H. Jin, K.S. Kim, Y.E. Cho, S.U. Kuh // J. Korean Neurosurg. Soc. 2009. Vol. 46, No 4. P. 322-327. DOI: 10.3340/jkns.2009.46.4.322.
2. Spinal fusion in the United States: analysis of trends from 1998 to 2008 / S.S. Rajaei, H.W. Bae, L.E. Kanim, R.B. Delamarter // Spine (Phila Pa 1976). 2012. Vol. 37, No 1. P. 67-76. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31820cccff.
3. Pinheiro-Franco J.L., Esposito P. Modic Changes and Symptomatic Lumbar Degenerative Disk Disease: Is There Any Correlation? // Advanced Concepts in Lumbar Degenerative Disk Disease. Ed. by J. Pinheiro-Franco, A. Vaccaro, E. Benzel, H. Mayer. Berlin, Heidelberg: Springer. 2016. P. 137-158. DOI: 10.1007/978-3-662-47756-4_9.
4. ISSLS PRIZE IN BASIC SCIENCE 2017: Intervertebral disc/bone marrow cross-talk with Modic changes / S. Dudli, D.C. Sing, S.S. Hu, S.H. Berven, S. Burch, V. Deviren, I. Cheng, B.K.B. Tay, T.F. Alamin, M.A.M. Ith, E.M. Pietras, J.C. Lotz // Eur. Spine J. 2017. Vol. 26, No 5. P. 1362-1373. DOI: 10.1007/s00586-017-4955-4.
5. Modic (endplate) changes in the lumbar spine: bone micro-architecture and remodelling / E. Perilli, I.H. Parkinson, L.H. Truong, K.C. Chong, N.L. Fazzalari, O.L. Osti // Eur. Spine J. 2015. Vol. 24, No 9. P. 1926-1934. DOI: 10.1007/s00586-014-3455-z.
6. Portella S.T., Acioly M.A. The course of Modic vertebral body changes after posterolateral lumbar fusion on fused and adjacent levels: A systematic review of the literature // J. Clin. Neurosci. 2017. Vol. 41. P. 6-10. DOI: 10.1016/j.jocn.2017.04.007.
7. Degenerative disk disease: assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging / M.T. Modic, P.M. Steinberg, J.S. Ross, T.J. Masaryk, J.R. Carter // Radiology. 1988. Vol. 166, No 1 Pt 1. P. 193-199. DOI: 10.1148/radiology.166.1.3336678.
8. Outcome of Anterior Lumbar Interbody Fusion: A Retrospective Study of Clinical and Radiologic Parameters / H. Pinson, G. Hallaert, P. Herregodts, K. Everaert, T. Couvreur, J. Caemaert, J.P. Kalala, D. Van Roost // World Neurosurg. 2017. Vol. 103. P. 772-779. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.04.077.
9. Jensen R.K., Leboeuf-Yde C. Is the presence of Modic changes associated with the outcomes of different treatments? A systematic critical review // BMC Musculoskelet. Disord. 2011. Vol. 12. P. 183. DOI: 10.1186/1471-2474-12-183.
10. 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 / H.B. Albert, J.S. Sorensen, B.S. Christensen, C. Manniche // Eur. Spine J. 2013. Vol. 22, No 4. P. 697-707. DOI: 10.1007/s00586-013-2675-y.
11. Change in Modic type 1 and 2 signals after posterolateral fusion surgery / S. Ohtori, M. Yamashita, K. Yamauchi, G. Inoue, T. Koshi, M. Suzuki, S. Orita, Y. Eguchi, N. Ochiai, S. Kishida, M. Takaso, K. Kuniyoshi, T. Ishikawa, G. Arai, M. Miyagi, H. Kamoda, J. Nakamura, Y. Aoki, K. Takahashi // Spine (Phila Pa 1976). 2010. Vol. 35, No 12. P. 1231-1235. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181bde562.
12. Predictive value of MRI vertebral end-plate signal changes (Modic) on outcome of surgically treated degenerative disc disease. Results of a cohort study including 60 patients / P. Esposito, J.L. Pinheiro-Franco, S. Froelich, D. Maitrot // Neurochirurgie. 2006. Vol. 52, No 4. P. 315-322. DOI: 10.1016/s0028-3770(06)71225-5.
13. Laustsen A.F., Bech-Azeddine R. Do Modic changes have an impact on clinical outcome in lumbar spine surgery? A systematic literature review // Eur. Spine J. 2016. Vol. 25, No 11. P. 3735-3745. DOI: 10.1007/s00586-016-4609-y.
14. Modic changes and their associations with clinical findings / P. Kjaer, L. Korsholm, T. Bendix, J.S. Sorensen, C. Leboeuf-Yde // Eur. Spine J. 2006. Vol. 15, No 9. P. 1312-1319. DOI: 10.1007/s00586-006-0185-x.
15. 2001 Volvo Award Winner in Clinical Studies: Lumbar fusion versus nonsurgical treatment for chronic low back pain: a multicenter randomized controlled trial from the Swedish Lumbar Spine Study Group / P. Fritzell, O. Hägg, P. Wessberg, A. Nordwall; Swedish Lumbar Spine Study Group // Spine (Phila Pa 1976). 2001. Vol. 26, No 25. P. 2521-2532, discussion P. 2532-2534. DOI: 10.1097/00007632-200112010-00002.
16. CT-based classification of long spinal allograft fusion / G.H. Tan, B.G. Goss, P.J. Thorpe, R.P. Williams // Eur. Spine J. 2007. Vol. 16, No 11. P. 1875-1881. DOI: 10.1007/s00586-007-0376-0.
17. Risk factors for poor patient-reported quality of life outcomes after posterior lumbar interbody fusion: An analysis of 2-year follow-up / T. Makino, T. Kaito, H. Fujiwara, H. Honda, Y. Sakai, S. Takenaka, H. Yoshikawa, K. Yonenobu // Spine (Phila Pa 1976). 2017. Vol. 42, No 19. P. 1502-1510. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002137.

18. Does fusion status after posterior lumbar interbody fusion affect patient-based QOL outcomes? An evaluation performed using a patient-based outcome measure / T. Makino, T. Kaito, H. Fujiwara, T. Ishii, M. Iwasaki, H. Yoshikawa, K. Yonenobu // *J. Orthop. Sci.* 2014. Vol. 19, No 5. P. 707-712. DOI: 10.1007/s00776-014-0591-6.
19. Modic Changes (MCs) associated with endplate sclerosis can prevent cage subsidence in Oblique Lumbar Interbody Fusion (OLIF) stand-alone / J. Liu, W. Ding, D. Yang, H. Wu, L. Hao, Z. Hu, S. Fan, F. Zhao // *World Neurosurg.* 2020. Vol. 138. P. e160-e168. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.02.047.
20. Comparison of short-term radiographical and clinical outcomes after posterior lumbar interbody fusion with a 3D porous titanium alloy cage and a titanium-coated PEEK Cage / T. Makino, S. Takenaka, Y. Sakai, H. Yoshikawa, T. Kaito // *Global Spine J.* 2022. Vol. 12, No 5. P. 951-959. DOI: 10.1177/2192568220972334.
21. Chung N.S., Lee H.D., Jeon C.H. The impact of vertebral end plate lesions on the radiological outcome in oblique lateral interbody fusion // *Global Spine J.* 2021. Vol. 11, No 8. P. 1176-1182. DOI: 10.1177/2192568220941447.
22. Kim K.T., Park S.W., Kim Y.B. Disc height and segmental motion as risk factors for recurrent lumbar disc herniation // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009. Vol. 34, No 24. P. 2674-2678. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181b4aaac.
23. Возможности мультиспиральной компьютерной томографии в оценке состояния позвоночника после оперативных вмешательств с использованием метода трансдидулярного остеосинтеза / Е.Г. Шевченко, Н.В. Агурина, Е.И. Зяблова, И.В. Басанкин, Е.П. Ясакова, С.В. Топилина // *Инновационная медицина Кубани*. 2018. № 2 (10). С. 17-23.
24. Course of Modic 1 six months after lumbar posterior osteosynthesis / J.M. Vital, O. Gille, V. Pointillart, M. Pedram, P. Bacon, F. Razanabola, C. Schaeferle, S. Azzouz // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2003. Vol. 28, No 7. P. 715-720, discussion P. 721. DOI: 10.1097/01.BRS.0000051924.39568.31.
25. Effect of Modic changes on fusion rate and cage subsidence after transforaminal lumbar interbody fusion / M.Y. Wang, L. Xu, Y. Qiu, Q.S. Zhou, C.Z. Du, B.P. Qian, Z.Z. Zhu, B. Wang, X. Sun // *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 2019. Vol. 99, No 47. P. 3703-3709. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2019.47.006.
26. Lumbar spinal fusion. Assessment of functional stability with magnetic resonance imaging / P. Lang, N. Chafetz, H.K. Genant, J.M. Morris // *Spine (Phila Pa 1976)*. 1990. Vol. 15, No 6. P. 581-588. DOI: 10.1097/00007632-199006000-00028.
27. Chataigner H., Onimus M., Polette A. La chirurgie des discopathies lombaires. Faut-il greffer le disque noir? // *Rev. Chir. Orthop. Reparatrice Appar. Mot.* 1998. Vol. 84, No 7. P. 583-589.

Статья поступила в редакцию 14.12.2021; одобрена после рецензирования 19.01.2022; принята к публикации 30.08.2022.

The article was submitted 14.12.2021; approved after reviewing 19.01.2022; accepted for publication 30.08.2022.

Информация об авторах:

1. Евгений Сергеевич Байков – кандидат медицинских наук, Evgen-bajk@mail.ru, SPIN: 5367-5438, <https://orcid.org/0000-0002-4430-700X>, Scopus: 57189456380;
2. Ольга Николаевна Леонова – кандидат медицинских наук, onleonova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9916-3947>;
3. Александр Владимирович Крутько – доктор медицинских наук, ortho-ped@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2570-3066>, Scopus: 54795500200.

Information about the authors:

1. Evgenii S. Baikov – Candidate of Medical Sciences, Evgen-bajk@mail.ru, SPIN: 5367-5438, <https://orcid.org/0000-0002-4430-700X>, Scopus: 57189456380;
2. Olga N. Leonova – Candidate of Medical Sciences, onleonova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9916-3947>;
3. Aleksandr V. Krutko – Doctor of Medical Sciences, address ortho-ped@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2570-3066>, Scopus: 54795500200.