

УДК 616.711.9

<https://doi.org/10.17816/MAJ19129-34>

МИНИ-ИНВАЗИВНЫЕ МЕТОДИКИ ЛЕЧЕНИЯ КОМПРЕССИОННЫХ ПЕРЕЛОМОВ ПОЗВОНОЧНИКА ПРИ МИЕЛОМНОЙ БОЛЕЗНИ (ОБЗОР)

А.А. Нагайцева, Ю.О. Жариков

ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова»
Минздрава России, МоскваДля цитирования: Нагайцева А.А., Жариков Ю.О. Мини-инвазивные методики лечения компрессионных переломов позвоночника при миеломной болезни (Обзор) // Медицинский академический журнал. – 2019. – Т. 19. – № 1. – С. 29–34. <https://doi.org/10.17816/MAJ19129-34>

Поступила: 18.01.2019

Одобрена: 22.02.2019

Принята: 28.02.2019

Миеломная болезнь представляет собой редкое онкогематологическое заболевание, поражающее в 70 % случаев тела позвонков и вызывающее компрессионные переломы последних. Целью статьи был анализ литературы, касающейся результатов мини-инвазивного лечения больных миеломной болезнью, осложненной компрессионными переломами позвоночника. Незначительный процент осложнений и быстрое послеоперационное восстановление способствовали активному внедрению чрескожной вертебропластики и баллонной кифопластики в практическую медицину. Анализ зарубежной и отечественной литературы показал, что чрескожные мини-инвазивные операции, направленные на увеличение высоты и стабильности тел позвонков и облегчение болевого синдрома вследствие устранения радикулопатии, в сочетании с терапевтическими методами позволяют добиться лучшего результата комплексного паллиативного лечения больных миеломной болезнью с метастазами в позвоночник, что в конечном счете способствует достижению лучшего качества жизни этой группы пациентов.

Ключевые слова: миеломная болезнь; компрессионные переломы позвоночника; вертебропластика, кифопластика.

MINIMALLY INVASIVE TREATMENT OF SPINAL COMPRESSION FRACTURES IN MULTIPLE MYELOMA (REVIEW)

A.A. Nagajtseva, Yu.O. Zharikov

The First Sechenov Moscow State Medical University under Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

For citation: Nagajtseva AA, Zharikov YuO. Minimally invasive treatment of spinal compression fractures in multiple myeloma (Review). *Medical Academic Journal*. 2019;19(1):29-34. <https://doi.org/10.17816/MAJ19129-34>

Received: January 18, 2019

Revised: February 22, 2019

Accepted: February 28, 2019

Multiple myeloma is a rare oncohematological disease that affects 70% of the vertebral body, causing its compression fractures. The aim of the article was to analyze the literature data concerning the results of minimally invasive treatment of patients with multiple myeloma complicated by compression fractures of the spine. A small percentage of complications and rapid postoperative recovery contributed to the active introduction of percutaneous vertebroplasty and balloon kyphoplasty in practical medicine. Analysis of literature showed that percutaneous minimally invasive surgery aimed at increasing the height and stability of the vertebral bodies, relief of pain due to the elimination of radiculopathy. In combination with other therapeutic methods it can achieve the best result of complex palliative treatment of patients with multiple myeloma with metastases to the spine which ultimately allows to achieve a better quality of life of this group of patients.

Keywords: myeloma disease; fracture of vertebra; vertebroplasty; kyphoplasty.

Множественная миелома (миеломная болезнь, болезнь Рустичко — Калера, генерализованная плазмоцитома) представляет собой заболевание из класса плазмочитарных опухолей [1]. В основе ее патогенеза лежат пролиферация и накопление в костном мозге В-лимфоцитов (в редких случаях происходит инфильтрация вне костномозговых полостей), а также клеток терминальной стадии дифференцировки — плазмоцитов, кроме того, отмечается продукция моноклонального иммуноглобулина, или парапротеина [2–4].

Множественная миелома составляет около 1 % от общего числа злокачественных новообразований человека и 10–15 % всех случаев

гематологических опухолей [4–6]. Заболевание наиболее часто развивается у лиц в возрасте 50–60 лет, наряду с этим факторами риска признаны мужской пол, моноклональная гаммапатия неясного генеза, негроидная раса,отягощенный семейный анамнез [7].

Следует заметить, что множественная миелома в первую очередь влияет на процессы регенерации костной ткани, а именно в сторону разрушения кости. В отличие от нормы, когда ремоделирование происходит за счет скоординированной деятельности остеобластов, развивающихся из мезенхимальных стволовых клеток, и остеокластов, представителей моноцитарно-макрофагального ряда, миеломная болезнь характери-

зается повышением остеокластной активности, зависящей, согласно исследованиям, от сложных взаимодействий рецептора активатора ядерного фактора κB (NF- κB), называемого RANK, его лиганда RANKL и рецептора остеопротегерина (OPG), относящегося к факторам некроза опухоли [2, 3, 8]. Помимо этого значима роль двух компонентов: 1) стромального микроокружения костного мозга, начинающего вырабатывать избыточное количество интерлейкина-6, который способствует повышению устойчивости клеток опухоли к апоптозу; 2) неоангиогенеза, стимулируемого факторами роста гепатоцитов, фибробластов и сосудистым эндотелием, что играет важную роль в прогрессировании болезни [8–10]. Кроме того, изучаются различные патологические пути, которые могут иметь отношение к развитию и прогрессированию данного заболевания: система RANKL/OPG, факторы Wingless (Wnt) и dickkopf-1 (Wnt/DKK1), склеростин [2, 3, 7, 8]. Новые данные позволят предложить направления для поиска таргетных препаратов.

Наиболее часто очаги миеломной болезни (инфильтрация костномозговых полостей) локализируются в телах позвонков (до 70 % случаев): преимущественно грудной (45,9 %) и поясничный отделы (38,1 %), в меньшей степени шейный (2,7 %), крестцовый (1,4 %), копчик (0,4 %). Согласно статистике Ассоциации нейрохирургов России (2016) пациенты с гематологическими злокачественными опухолями (в том числе с множественной миеломой) составляют 5,44 % в структуре больных метастатическим поражением позвоночника. По данным литературы, в остальных случаях при миеломной болезни поражается бедренная и плечевая кости (около 50 %), кости таза и черепа (до 40 %), а также ребра, ключицы и нижняя челюсть [1, 2, 11, 12].

Заболевание может носить очаговый характер (солитарная плазмоцитома), когда наблюдается разрастание опухоли в одной кости или одном органе; генерализованный, при котором имеется диффузно-очаговый тип и опухоль распространяется на несколько костей или органов, и диффузный, в этом случае в процесс вовлекается костный мозг в целом [5]. В настоящее время для обнаружения очагов деструкции костной ткани используют в комплексе компьютерную и магнитно-резонансную томографию, радионуклидную сцинтиграфию и позитронно-эмиссионную томографию с ^{18}F -FDG или ^{18}F -NaF (наиболее часто), а также исследование биоптата, полученного в результате стеральной пункции [5, 13–16]. Достаточно часто диагноз «миеломная болезнь» верифицируют только на основании данных пункционной биопсии [5, 12].

Болезнь требует urgentной диагностики и незамедлительного лечения из-за резкого

ухудшения качества жизни [14], обусловленного в большинстве случаев прогрессирующей анемией (до 75 % наблюдений), нарушениями иммунной системы, что снижает резистентность к инфекционным заболеваниям (в частности, к пневмонии, менингиту, дифтерии и др.), являющимся в 20–25 % случаев причиной летального исхода при множественной миеломе, а также почечной недостаточностью (до 50 %) [15, 16]. Больных беспокоят хронический болевой синдром (головные боли, боли при движениях в позвоночнике и конечностях), носящий нарастающий характер, длительная скованность движений по утрам, возникновение переломов при относительно незначительных травмах, быстрая утомляемость, депрессивное состояние, нарушения сна и неврологические расстройства (паралич, нарушения рецепторных функций) [6, 12, 17].

Алгоритм лечения множественной миеломы включает консервативные методы, а именно курсы радио- и химиотерапии (с применением циклофосфида, дексаметазона и др.), прием бифосфонатов (памидроновой и золедроновой кислот) (класс рекомендаций 1A, согласно European Myeloma Network Guidelines for the Management of Multiple Myeloma-related Complications, 2015 [16]); в наиболее тяжелых случаях (используется редко из-за высокой чувствительности опухоли к химио- и радиотерапии) прибегают к хирургическим методам воздействия на опухолевые очаги [2, 4, 16–18].

Одним из социально значимых осложнений множественной миеломы являются неврологические нарушения вследствие сдавления спинного мозга фрагментами тел позвонков (чаще всего на уровне Th_6 - L_4 и Th_{11} - L_1) (до 20 % случаев) [3, 4, 19], разрушенных на фоне остеолита, а также распространения опухолевых масс в просвет спинномозгового канала после деструкции задней пластинки тела позвонка и формирования в месте перелома травматической гематомы [5, 15, 19].

Неосложненные компрессионные переломы вследствие метастазов миеломы в тела позвонков приводят к значительным болям и могут вызвать увеличение угла грудного кифоза и сагиттальный дисбаланс позвоночного столба [12]. При прогрессирующей деформации позвоночника отмечаются перегрузка задних отделов дугоотростчатых суставов и глубоких мышц спины, изредка соударение остистых отростков смежных позвонков, а также раздражение симпатического ствола и/или спинномозговых нервов [20]. На фоне коллапса тела позвонка гипертрофируются суставные поверхности дугоотростчатых суставов и уменьшается высота межпозвоночного диска, что приводит

к формированию грыж, обращенных в просвет спинномозгового канала или вне его [21].

Консервативное лечение не может остановить прогрессирующую деформацию позвоночника и усугубление болевого синдрома, а большие хирургические вмешательства имеют значительный риск осложнений. На протяжении последних десятилетий внедрены и достаточно широко используются малоинвазивные методы паллиативного воздействия на область перелома позвонка при миеломной болезни.

В 1998 г. фирма Kyphon (США) для лечения компрессионных переломов позвоночника на фоне остеопороза разработала методику чрескожного заполнения поврежденного тела позвонка композитом с целью стабилизации перелома, при этом первые данные о ее клиническом применении опубликованы в 2000 г. [5, 22]. Чрескожная вертебропластика и баллонная кифопластика, как пункционные малоинвазивные процедуры, позволяют в более ранние сроки активизировать и вернуть к активной жизнедеятельности пациентов, лечение которых ранее было невозможно вследствие более тяжелого и длительного послеоперационного восстановления и высокого риска жизнеугрожающих осложнений после открытых хирургических вмешательств [15, 22, 23]. Малоинвазивные вмешательства могут выполняться как поэтапно, так и одновременно комбинированно после транспедикулярной фиксации при нестабильных переломах позвоночного столба [18, 24]. Их суть заключается во введении костного цемента на основе полиметилметакрилата непосредственно в тело позвонка через пункционную иглу (вертебропластика) или после предварительного использования баллонной дилатации для создания определенного пространства для последующей инъекции цемента (кифопластика) [22, 23, 25].

Предоперационное обследование включает рентгенографию (оценка деформации контуров позвонка), магнитно-резонансную и компьютерную томографию (для анализа состояния костномозгового вещества и очагов поражения) [1, 4, 5], в качестве дополнительных методов применяют электронейромиографию, контрастную миелографию, денситометрию костей [6, 24]. Для выполнения манипуляций пациенту придают пронационное положение, лежа на животе; после надреза кожного покрова иглу вводят с одной (используется в случаях диффузной или диффузно-очаговой локализации с относительно небольшими разрушениями и снижением высоты меньше 50 % от исходных значений) или двух сторон (когда большие участки деструкции солитарны или расположены диффузно-очагово и определено, что высота тела

позвонка снизилась более чем на 50 %) через ножки дуги позвонка (описаны случаи парапедикулярного введения непосредственно в тело позвонка) под КТ- или флюороскопическим контролем [12, 23, 26]. До инъекции композита (для выбора его консистенции, скорости ввода, оценки риска распространения по дренажным позвоночным венозным сплетениям) необходимо провести веноспондилографию с использованием рентгеноконтрастного вещества [27].

Правильная интерпретация данных исследования позволяет подтвердить уровень вмешательства, определить оптимальную тактику введения композита (то есть скорректировать его вязкость и скорость введения) и тем самым свести к минимуму риск миграции костного цемента за пределы позвонка [28].

В среднем вводят не более 3 мл цементирующего вещества [29]. Введение иглы с двух сторон также рекомендуется в целях сокращения времени операции при необходимости заполнения композитным составом позвонков нескольких уровней [15, 28]. При множественных переломах не рекомендуется одномоментно вводить состав более чем в три позвонка, так как высок риск «стрессовых» переломов из-за резкого разноуровневого изменения высоты структур позвоночного столба, такие манипуляции следует проводить в несколько этапов [4]. Спустя 15–20 минут (время, необходимое для затвердения полиметилметакрилата) выполняют контрольную КТ (данная процедура не требуется, если операция проводилась под контролем интраоперационного компьютерного томографа) [5, 25].

Согласно данным систематического обзора, включавшего результаты 111 клинических отчетов (4235 пациентов), в которых оценивали эффективность вертебропластики (78 отчетов, 2545 пациентов) и кифопластики (33 отчета, 1690 пациентов) у пациентов с метастатическим поражением позвоночника, множественной миеломой или агрессивными гемангиомами, баллонная кифопластика наиболее предпочтительна для случаев, когда уплощение позвонка превышает 50 % его исходной высоты и/или существует высокий риск утечки цемента, так как в процессе этой операции в теле позвонка предварительно раздувается баллон, в результате образуется дополнительный объем для заполнения композитом. Чрескожная вертебропластика рекомендована при обширном разрушении задней компактной пластинки позвонка и увеличенной плотности костного компонента тела позвонка (состояние, характерное для заболеваний, при которых активность остеобластов превышает норму) [23].

Несмотря на мини-инвазивность манипуляций, тяжелые послеоперационные осложнения

развиваются в 1–2,8 % случаев и связаны в большинстве своем с массивной утечкой композита из полости тела позвонка и завышением показаний к операции [12, 23, 30, 31]. В этих случаях требуются хирургическая коррекция (декомпрессия спинного мозга и спинномозговых корешков) и интенсивная терапия, в остальных наблюдениях утечка композита клинически протекает бессимптомно. По данным литературы, наиболее распространены следующие осложнения: эпидуральное (до 7 %), паравертебральное (1,5–7,8 %) или внутридискковое (6,5–9 %) истечение цемента с последующей радикулопатией (0,17 %) и миелопатией (0,16 %), токсическое действие, приводящее к аллергической реакции, эмболия сосудов (до 4 %), а также инфекционные осложнения [5, 24, 28–30]. Описаны также и более редкие осложнения, в частности, тромбозы глубоких вен нижних конечностей, острая сердечная недостаточность, параплегия, повышение давления в малом круге кровообращения, что провоцируется продолжительным пребыванием пациента в положении пронации на операционном столе [15, 25, 27, 31–33]. В своей обзорной статье L. Liu et al. показали, что при чрескожных вмешательствах по поводу злокачественных новообразований поясничного отдела позвоночника возможно также повреждение поясничной артерии (5 из 26 случаев, по данным литературы), что потребовало во всех пяти случаях проведения трансартериальной эмболизации поврежденного сосуда [32]. Обобщая данные, можно сделать вывод, что тщательное предоперационное обследование больного, планирование и технически правильное выполнение вмешательства позволяют свести к минимуму частоту послеоперационных осложнений и экстренных вмешательств и избежать летальных исходов.

С целью профилактики интра- и послеоперационных осложнений следует использовать композит должной вязкости, соблюдать скорость его введения и учитывать необходимый объем (особенно при кифопластике, когда объем костного цемента не должен превышать объем предварительно полностью раздутого баллона). Интраоперационный флюороскопический контроль дает возможность при малейших признаках экстравертебрального истечения композита прекратить его введение и извлечь пункционную иглу. При этом необходимо строго соблюдать показания к проведению этих процедур [28].

Абсолютными противопоказаниями к манипуляции являются нарушения свертывающей системы крови, сопутствующие заболевания мочевыделительной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем в стадии декомпенсации, стеноз спинномозгового канала более чем на 30 %

окружности вследствие компрессионного перелома (в результате которого позвонок, как правило, теряет более 70–75 % исходной высоты), местные гнойно-воспалительные процессы кожного покрова и подкожной жировой клетчатки, а также абсцессы в телах позвонков [23, 27, 34].

При помощи чрескожной вертебропластики и баллонной кифопластики при миеломной болезни удается повысить стабильность позвонка, снизить риск последующих переломов, укрепить структуру позвонка за счет повышения плотности, а также химического и термического воздействия на ткань опухоли (что также способствует гибели и атрофии болевых рецепторов); кроме того, воздействие на сосуды, питающие опухоль, приводит к изменениям ишемического характера [23, 25, 35].

К клиническим критериям эффективности процедуры в настоящее время относят улучшение качества жизни (по опроснику качества жизни EORTC QLQ C30 и SF-36), снижение болевого синдрома (по визуальной аналоговой шкале, диапазон — 0–10 баллов): если оценка по визуальной аналоговой шкале снижается как минимум на три балла, лечение считается эффективным [29]. Послеоперационные изменения статуса Карновского (Karnofsky performance status) и снижение потребности в анальгетических препаратах также оцениваются как положительные функциональные результаты операции [22, 29, 36].

После мини-инвазивных операций до 75 % пациентов отметили уменьшение боли, треть из них перестали применять анальгетики, у 80 % больных повысилась физическая активность; кроме того, наблюдалась редукция или ослабление других симптомов болезни (уменьшение утомляемости, расстройств сна и аппетита, снижение шума в ушах, скованности движений, нормализация уровня сознания) [2, 4, 18].

Согласно Рекомендациям Европейского миеломного общества, опубликованным в 2015 г. под названием «Тактика при осложнениях множественной миеломы», баллонная кифопластика и вертебропластика определены как операции выбора для лечения больных компрессионными переломами позвоночника при миеломной болезни, сопровождающимися не купируемым консервативно болевым синдромом, в случае низкого риска паравертебрального выхода композита (класс доказательности 1A) [16].

С учетом характера операции и области вмешательства (цемент вводят в непосредственной близости от позвоночного канала и спинного мозга, существует риск неврологических нарушений в результате его сдавления, а также возможно попадание композита в спинномозговой канал в ходе самой процедуры) такие манипуляции должен выполнять специалист-

нейрохирург [19]. Если же операцию выполняет травматолог-ортопед, то это должно происходить в многопрофильных клиниках, где имеется возможность в случае возникновения нештатной ситуации включить в оперирующую бригаду врача-нейрохирурга. Обе операции являются достаточно перспективными методами лечения компрессионных переломов позвоночника, что было доказано немалым числом исследований, проведенных (и продолжающихся) в Российской Федерации и за рубежом [11, 16, 22, 23, 26, 33]. Меньшее повреждение наружных кожных покровов и тканей, чем при открытом вмешательстве, ускоренное восстановление после процедуры и значительный положительный клинический эффект обеспечивают востребованность данных методик [23].

В настоящее время широко применяют чрескожные мини-инвазивные операции, направленные на увеличение высоты и стабильности поврежденных тел позвонков и облегчение болевого синдрома. Это, в свою очередь, вследствие устранения радикулопатии в сочетании с терапевтическими методами способствует улучшению результатов комплексного паллиативного лечения больных миеломной болезнью с метастазами в позвоночник, что в итоге позволяет улучшить качество жизни этой группы пациентов.

Литература

- Маркина Ю.Ю. Поражения скелета при миеломной болезни и их лучевая диагностика // Сибирский медицинский журнал. – 2008. – Т. 23. – № 3-2. – С. 19–23. [Markina YY. The skeleton injuries in multiple myeloma disease and their radial diagnosis. *Siberian medical journal*. 2008;23(3-2):19-23. (In Russ.)]
- Hameed A, Brady JJ, Dowling P, et al. Bone disease in multiple myeloma: pathophysiology and management. *Cancer Growth Metastasis*. 2014;7:33-42. <https://doi.org/10.4137/CGM.S16817>.
- Terpos E, Christoulas D, Gavriatopoulou M. Biology and treatment of myeloma related bone disease. *Metabolism*. 2018;80:80-90. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2017.11.012>.
- Tosi P. Diagnosis and treatment of bone disease in multiple myeloma: spotlight on spinal involvement. *Scientifica (Cairo)*. 2013;2013:104546. <https://doi.org/10.1155/2013/104546>.
- Педаченко Е.Г., Кушаев С.В., Третьяк Н.Н., и др. Пункционная вертебропластика при миеломной болезни // Нейрохирургия. – 2005. – № 3. – С. 16–22. [Pedachenko EG, Kushchaev SV, Tretyak NN, et al. Puncture vertebroplasty in patients with multiple myeloma. *Russian journal of neurosurgery*. 2005;(3):16-22. (In Russ.)]
- Пузин М.Н., Пряников И.В., Давтян А.А. Особенности неврологического статуса больных, получающих лечение по поводу миеломной болезни // Клиническая неврология. – 2009. – № 1. – С. 9–12. [Puzin MN, Pryanikov IV, Davtyan AA. Osobennosti nevrologicheskogo statusa bol'nykh, poluchayushchikh lechenie po povodu mielomnoy bolezni. *Klinicheskaya nevrologiya*. 2009;(1):9-12. (In Russ.)]
- Birmann BM, Neuhaus ML, Rosner B, et al. Prediagnosis biomarkers of insulin-like growth factor-1, insulin, and interleukin-6 dysregulation and multiple myeloma risk in the Multiple Myeloma Cohort Consortium. *Blood*. 2012;120(25):4929-4937. <https://doi.org/10.1182/blood-2012-03-417253>.
- Webb SL, Edwards CM. Novel therapeutic targets in myeloma bone disease. *Br J Pharmacol*. 2014;171(16):3765-3776. <https://doi.org/10.1111/bph.12742>.
- Скворцов В.В., Лешина О.А. Миеломная болезнь: случай из практики // Медицинский алфавит. – 2012. – Т. 4. – № 24. – С. 58–60. [Skvortsov VV, Leshina OA. Mielomnaya bolezni: sluchay iz praktiki. *Meditsinskii alfavit*. 2012;4(24):58-60. (In Russ.)]
- Matthes T, Manfroi B, Huard B. Revisiting IL-6 antagonism in multiple myeloma. *Crit Rev Oncol Hematol*. 2016;105:1-4. <https://doi.org/10.1016/j.critrevonc.2016.07.006>.
- Валиев А.К., Мелузова О.М., Кукушкин А.В., Лебедеико И.М. Вертебропластика в плане комбинированного лечения больных с опухолевым поражением позвоночника // Вестник РОНЦ им. Н. Н. Блохина РАМН. – 2003. – Т. 14. – № 2-1. – С. 49–52. [Valiev AK, Meluzova OM, Kukushkin AV, Lebedenko IM. Vertebroplastika v plane kombinirovannogo lecheniya bol'nykh s opukholevym porazheniem pozvonochnika. *Herald of N.N. Blokhin Cancer Research Center RAMS*. 2003;14(2-1):49-52. (In Russ.)]
- Julka A, Tolhurst SR, Srinivasan RC, Graziano GP. Functional outcomes and height restoration for patients with multiple myeloma-related osteolytic vertebral compression fractures treated with kyphoplasty. *J Spinal Disord Tech*. 2014;27(6):342-346. <https://doi.org/10.1097/BSD.0b013e318260a076>.
- Tan E, Weiss BM, Mena E, et al. Current and future imaging modalities for multiple myeloma and its precursor states. *Leuk Lymphoma*. 2011;52(9):1630-1640. <https://doi.org/10.3109/10428194.2011.573036>.
- Милуков В.Е., Жарикова Т.С. Критерии формирования возрастных групп пациентов в медицинских исследованиях // Клиническая медицина. – 2015. – Т. 93. – № 11. – С. 5–11. [Milyukov VE, Zharikova TS. Criteria for the formation of age groups of patients in clinical studies. *Klin Med (Mosk)*. 2015;93(11):5-11. (In Russ.)]
- Hariri O, Takayanagi A, Miulli DE, et al. Minimally invasive surgical techniques for management of painful metastatic and primary spinal tumors. *Cureus*. 2017;9(3):e1114. <https://doi.org/10.7759/cureus.1114>.
- Terpos E, Kleber M, Engelhardt M, et al. European myeloma network guidelines for the management of multiple myeloma-related complications. *Haematologica*. 2015;100(10):1254-1266. <https://doi.org/10.3324/haematol.2014.117176>.
- Кадырова Л.П., Башкова И.Б., Киселева И.Н., и др. Пациент с болью в спине: что сокрыто под диагнозом «остеохондроз» // ПМЖ. – 2016. – Т. 24. – № 14. – С. 886–893. [Kadyrova LR, Bashkova IB, Kiseleva IN, et al. Patsient s bol'yu v spine: chto sokryto pod diagnozom "osteokhondroz". *RMZh*. 2016;24(14):886-993. (In Russ.)]
- Mendoza TR, Koyyalagunta D, Burton AW, et al. Changes in pain and other symptoms in patients with painful multiple myeloma-related vertebral fracture treated with kyphoplasty or vertebroplasty. *J Pain*. 2012;13(6):564-570. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2012.03.003>.

19. Malhotra K, Butler JS, Yu HM, et al. Spinal disease in myeloma: cohort analysis at a specialist spinal surgery centre indicates benefit of early surgical augmentation or bracing. *BMC Cancer*. 2016;16:444. <https://doi.org/10.1186/s12885-016-2495-7>.
20. Zhang YL, Shi LT, Tang PF, et al. Correlation analysis of osteoporotic vertebral compression fractures and spinal sagittal imbalance. *Orthopade*. 2017;46(3):249-255. <https://doi.org/10.1007/s00132-016-3359-1>.
21. Lehman VT, Wood CP, Hunt CH, et al. Facet joint signal change on MRI at levels of acute/subacute lumbar compression fractures. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2013;34(7):1468-1473. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A3449>.
22. Zuo XH, Zhu XP, Bao HG, et al. Network meta-analysis of percutaneous vertebroplasty, percutaneous kyphoplasty, nerve block, and conservative treatment for nonsurgery options of acute/subacute and chronic osteoporotic vertebral compression fractures (OVCFs) in short-term and long-term effects. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(29):e11544. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000011544>.
23. Health Quality O. Vertebral augmentation involving vertebroplasty or kyphoplasty for cancer-related vertebral compression fractures: A systematic review. *Ont Health Technol Assess Ser*. 2016;16(11):1-202.
24. Hu KZ, Chen SC, Xu L. Comparison of percutaneous balloon dilation kyphoplasty and percutaneous vertebroplasty in treatment for thoracolumbar vertebral compression fractures. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2018;22(1 Suppl):96-102. https://doi.org/10.26355/eurrev_201807_15370.
25. Куцаев С.В. Нежелательные явления и осложнения пункционной вертебропластики // Нейрохирургия. — 2008. — № 1. — С. 17–25. [Kushchayev SV. Adverse effects and complications of puncture vertebroplasty. *Russian journal of neurosurgery*. 2008;(1):17-25. (In Russ.)]
26. Baek SW, Kim C, Chang H. The relationship between the spinopelvic balance and the incidence of adjacent vertebral fractures following percutaneous vertebroplasty. *Osteoporos Int*. 2015;26(5):1507-1513. <https://doi.org/10.1007/s00198-014-3021-x>.
27. Хамидуллин Ф.Г., Ермолаев Ю.Ф., Петров С.И., и др. Чрескожная вертебропластика в нейрохирургической практике // Acta biomedica scientifica. — 2011. — № 1–2. — С. 275–277. [Khamidullin FG, Ermolaev YF, Petrov SI, et al. Percutaneous vertebroplasty in neurosurgical practice. *Acta biomedica scientifica*. 2011;(1-2):275-277. (In Russ.)]
28. Павлов Б.Б. Баллонная кифопластика: ошибки и осложнения // Украинский нейрохирургический журнал. — 2016. — № 3. — С. 23–27. [Pavlov BB. Balloon kyphoplasty: errors and complications. *Ukrainian neurosurgical journal*. 2016;(3):23-27. (In Russ.)]
29. Bae JW, Gwak HS, Kim S, et al. Percutaneous vertebroplasty for patients with metastatic compression fractures of the thoracolumbar spine: clinical and radiological factors affecting functional outcomes. *Spine J*. 2016;16(3):355-364. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2015.11.033>.
30. Mansoorinasab M, Abdolhoseinpour H. A review and update of vertebral fractures due to metastatic tumors of various sites to the spine: Percutaneous vertebroplasty. *Interv Med Appl Sci*. 2018;10(1):1-6. <https://doi.org/10.1556/1646.10.2018.03>.
31. Валеев Е.К., Валеев И.Е. Пункционная вертебропластика (осложнения и пути их предупреждения) // Практическая медицина. — 2012. — № 8-2. — С. 22–24. [Valeev EK, Valeev IE. Paracentetic vertebroplasty (complications and their warnings). *Prakticheskaya meditsina*. 2012;(8-2):22-24. (In Russ.)]
32. Liu L, Li N, Wang Q, et al. Iatrogenic lumbar artery injury in spine surgery: A literature review. *World Neurosurg*. 2019;122:266-271. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.10.219>.
33. Халикулов Э.Ш., Джуманов К.Н., Джураев Э.Ш. Острая нетравматическая субдуральная интракраниальная гематома: редкое осложнение чрескожной вертебропластики // Украинский нейрохирургический журнал. — 2017. — № 2. — С. 57–60. [Khalikulov ES, Dzhumanov KN, Dzuraev ES. Acute nontraumatic subdural intracranial hematoma: rare complication of percutaneous vertebroplasty. *Ukrainian neurosurgical journal*. 2017;(2):57-60. (In Russ.)]
34. Wang F, Wang LF, Miao DC, et al. Which one is more effective for the treatment of very severe osteoporotic vertebral compression fractures: PVP or PKP? *J Pain Res*. 2018;11:2625-2631. <https://doi.org/10.2147/JPR.S179022>.
35. Назарова М.В., Бейн Б.Н., Конопаткин М.А. Патологический перелом позвоночника в дебюте миеломной болезни // Вятский медицинский вестник. — 2012. — № 4. — С. 30–32. [Nazarova MV, Beyn BN, Konopatkin MA. Patologicheskiy perelom pozvonochnika v debyute mielomnoy bolezni. *Medical newsletter of Vyatka*. 2012;(4):30-32. (In Russ.)]
36. Kukes VG, Nikolenko VN, Pavlov CS, et al. The correlation of somatotype of person with the development and course of various diseases: results of Russian research. *Russian Open Medical Journal*. 2018;7(3):e0301. <https://doi.org/10.15275/rusomj.2018.0301>.

Сведения об авторах / Information about the authors

Анна Анатольевна Нагайтцева — студентка лечебного факультета ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), Москва. E-mail: ffma0@mail.ru.

Юрий Олегович Жариков — канд. мед. наук, доцент кафедры анатомии человека ФГАОУ ВО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова» (Сеченовский университет) Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-9636-3807>. E-mail: dr_zharikov@mail.ru.

Anna A. Nagajtseva — Student of Medical Faculty, First Moscow State Medical University of the Ministry of Healthcare (Sechenov University), Moscow, Russia. E-mail: ffma0@mail.ru.

Yury O. Zharikov — Cand. of Med. Sci., Associate Professor of the Department of Human Anatomy Medical Faculty of Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia. <https://orcid.org/0000-0001-9636-3807>. E-mail: dr_zharikov@mail.ru.

✉ Контактное лицо / Corresponding author

Юрий Олегович Жариков / Yury O. Zharikov
E-mail: dr_zharikov@mail.ru