



Рентгеноморфометрия как составляющая планирования вертебропластики при остеопорозе

Сумин Д.Ю., Зарецков В.В., Титова Ю.И., Арсениевич В.Б.,
Лихачев С.В., Норкин А.И., Максьюшина Т.Д., Эйгелис Н.С.

ФГБУ «Саратовский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии» Минздрава России, Саратов, Россия

X-Ray Morphometry as Part of Vertebroplasty Planning in Osteoporosis

Sumin D.Yu., Zaretskov V.V., Titova Yu.I., Arsenievich V.B.,
Likhachev S.V., Norkin A.I., Maksyushina T.D., Eigelis N.S.

Saratov Research institute of Traumatology and Orthopedics, Saratov, Russia

Цель исследования: обоснование необходимости использования рентгеноморфометрии для улучшения исходов выполнения вертебропластики тел позвонков на фоне остеопороза.

Материал и методы. Под наблюдением находилось 267 больных, которым выполняли спондилографию грудного и поясничного отделов позвоночника и компьютерно-томографическое обследование до и непосредственно после вертебропластики, а также через 1 и 2 года. Вертебропластику осуществляли по общепринятой методике и с использованием предложенного способа.

Результаты. Учитывая результаты рентгеноморфометрии грудных и поясничных позвонков у больных с остеопорозом, было сформулировано положение о необходимости укрепления переднего и заднего отделов тела поврежденного позвонка при всех вариантах его деформаций. Изолированное заполнение полимером в оптимальных объемах при двухфрагментарном типе перелома тела позвонка позволяет достичь его надежной стабилизации и избежать ятрогений, связанных с экстравертебральным выходом полиметилметакрилата.

Выводы. Для достижения стойких положительных результатов лечения больных с неосложненными переломами тел позвонков грудного и поясничного отделов на фоне остеопороза при планировании выполнения вертебропластики необходимо учитывать рентгеноморфометрические параметры поврежденного позвонка.

Ключевые слова: остеопороз, повреждения позвонков, рентгеноморфометрия, вертебропластика.

The aim: to improve the outcomes of vertebroplasty of the vertebral bodies in osteoporosis based on the evaluation of X-ray results morphometry.

Material and methods. Observation of 267 patients who have undergone spondilography thoracic and lumbar spine and computerized tomographic examination before and just after vertebroplasty, as well as 1 and 2 years after it. Vertebroplasty was performed by the standard technique and with the use of the proposed method.

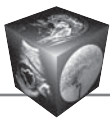
Results. Following the results of the X-ray morphometry of thoracic and lumbar vertebrae in patients with osteoporosis, the position was formulated concerning the necessity to strengthen the anterior and posterior segments of damaged vertebra body in all variations of its deformation. Insulated filling with polymer at the optimal level in case of 2-fragment type of vertebral body fracture allows to achieve reliable stabilization and avoid iatrogenic complications associated with extravertebral output of polymethylmethacrylate.

Conclusion. In order to achieve persistent positive results of treatment of patients with uncomplicated fractures of vertebral bodies of the thoracic and lumbar the background affected by osteoporosis when planning to perform vertebroplasty it is necessary to take into consideration X-ray morphometry parameters of the damaged vertebra.

Key words: osteoporosis, vertebral injury, X-ray morphometry, vertebroplasty.

Введение

В настоящее время наиболее часто встречающимися осложнениями остеопороза являются фрактуры тел грудных и поясничных позвонков [1–3], которые являются весомыми причинами развития хронического вертеброгенного болевого синдрома у пожилых людей [4, 5]. С появлением современных методов рентгенодиагностики стало возможным своевременное определение выра-



женности остеопороза, выявление переломов тел позвонков и типов их деформаций [6, 7], что расширило возможности применения хирургических способов лечения.

В современной вертебрологии все большее применение при лечении малоэнергетических переломов тел позвонков находит вертебропластика. Однако, несмотря на значительные преимущества малоинвазивных оперативных вмешательств, недооценка показателей рентгеноморфометрии и неоптимальный выбор тактики выполнения операции повышают риск развития ятрогений [7, 8]. Рентгеноморфометрические показатели позволяют адекватно характеризовать изменения позвоночника при различной патологии, в том числе и при повреждениях тел позвонков на фоне остеопороза [9, 10]. Исходя из этого, актуальным является изучение рентгеноморфометрических особенностей тел измененных позвонков для оптимизации выполнения вертебропластики в зависимости от характера их повреждения [11].

Цель исследования

Обоснование необходимости использования рентгеноморфометрии для улучшения исходов выполнения вертебропластики тел позвонков на фоне остеопороза.

Материал и методы

Под наблюдением находилось 267 больных с переломами тел грудных и поясничных позвон-

ков на фоне остеопороза, которым было выполнено малоинвазивное вмешательство – перкутанная пункционная вертебропластика. Среди пациентов были 71 (26,7%) мужчина и 196 (73,3%) женщин в возрасте от 45 до 86 лет. Чаще всего повреждения позвонков на фоне остеопороза выявляли в возрастной группе 61–70 лет – 102 (38%) больных.

Пациентам выполняли спондилографию грудного и поясничного отделов позвоночника и КТ-обследование до и после вертебропластики, а также через 1 и 2 года.

Определяли следующие параметры позвонков: размеры тел позвонков (переднюю, заднюю, боковые высоты, сагиттальный и фронтальный диаметры тел позвонков) и задних структур (толщину и высоту дуг, высоту и ширину ножек позвонков), размеры позвоночного канала (фронтальный и сагиттальный диаметры), а также межпозвоночное расстояние. Также рассчитывали угол локального кифоза и индекс деформации тела позвонка. Минеральную плотность костной ткани определяли общепризнанным методом рентгеновской двухэнергетической денситометрии. Согласно рекомендациям ВОЗ, диагностики остеопороза проводили на основании Т-критерия.

Всем больным проведено хирургическое лечение в объеме транскutánной вертебропластики, при этом по общепринятой методике оперировано 190 (71,2%) больных с переломами тел позвонков (1-я группа), с применением разработанного спо-

Для корреспонденции: Сумин Дмитрий Юрьевич – 410002 Саратов, ул. Чернышевского, д. 148, ФГБУ «СарНИИТО» МЗ РФ, отделение лучевой диагностики. Тел.: +7-903-384-89-28. E-mail: sumindyu@yandex.ru

Сумин Дмитрий Юрьевич – врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ФГБУ «Саратовский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии» МЗ РФ, Саратов; **Зарецков Владимир Владимирович** – доктор мед. наук, ведущий научный сотрудник отдела инновационных технологий в вертебрологии и нейрохирургии ФГБУ «Саратовский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии» МЗ РФ, Саратов; **Титова Юлия Ивановна** – врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ФГБУ «Саратовский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии» МЗ РФ, Саратов; **Арсениевич Владислав Бранкович** – канд. мед. наук, заведующий травматолого-ортопедическим отделением ФГБУ «Саратовский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии» МЗ РФ, Саратов; **Лихачев Сергей Вячеславович** – канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения ФГБУ «Саратовский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии» МЗ РФ, Саратов; **Норкин Алексей Игоревич** – канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения ФГБУ «Саратовский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии» МЗ РФ, Саратов; **Максюшина Татьяна Дмитриевна** – заведующая отделением лучевой диагностики ФГБУ «Саратовский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии» МЗ РФ, Саратов; **Эйгелис Никита Сергеевич** – клинический ординатор ФГБУ «Саратовский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии» МЗ РФ, Саратов.

Contact: Sumin Dmitry Yurevich – 410002 Saratov, Chernyshevsky str., 148. Saratov Research Institute of Traumatology and Orthopedics of the Ministry of Health of the Russian Federation. Phone: +7-903-384-89-28. E-mail: sumindyu@yandex.ru

Sumin Dmitry Yurevich – radiologist in the radiology Department Saratov Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Saratov; **Zaretskov Vladimir Vladimirovich** – doct. med. sci., leading research scientist of the Department of neurosurgical and vertebral innovations of Saratov Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Saratov; **Titova Yuliya Ivanovna** – radiologist of radiology Department of Saratov Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Saratov; **Arsenievich Vladislav Brankovich** – cand. of med. sci., Head of traumatologist orthopedic Department of Saratov Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Saratov; **Likhachev Sergey Vyacheslavovich** – cand. med. sci., traumatologist orthopedist of traumatologist orthopedic Department of Saratov Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Saratov; **Norkin Alexei Igorevich** – cand. med. sci., traumatologist orthopedist of traumatologist orthopedic Department of Saratov Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Saratov; **Maksyushina Tatyana Dmitrievna** – Head of Radiology Department of Saratov Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Saratov; **Eygelis Nikita Sergeevich** – clinical intern of Saratov Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Saratov.



Таблица 1. Характеристика больных 1-й и 2-й групп с переломами тел позвонков на фоне остеопороза

Группа пациентов	Угол локального кифоза	Индекс деформации тела позвонка	Формы деформации тел поврежденных позвонков		
			передняя клиновидная	двояковогнутая	компрессионная
1-я (n = 190)	12,4 ± 0,36	1,57 ± 0,014	84 (44,1%)	86 (45,1%)	20 (10,8%)
2-я (n = 77)	13,0 ± 0,4	1,4 ± 0,012 p < 0,001	33 (42,5%)	37 (47,5%)	7 (10,0%)
Всего (n = 267)	–	–	117 (43,7%)	122 (45,8%)	27 (10,5%)

собе вертебропластики – 77 (28,8%) (2-я группа). Общая характеристика пациентов представлена в табл. 1.

Результаты

Рентгеноморфометрический анализ поврежденных позвонков был направлен на уточнение характера их деформации и его зависимости от локализации. Как оказалось, передняя клиновидная и двояковогнутая деформации встречались практически в равных процентах случаев и достаточно часто (43,7 и 45,8% соответственно), а компрессионная деформация – только в 10,5%. Передняя клиновидная деформация преимущественно встречалась на уровне вершины патологического грудного кифоза – Th_{VIII}–Th_{IX}-позвонков (16,1%) и в грудопоясничном переходе – Th_{XI}–L_{II}-позвонков (54,8%), что можно объяснить биомеханическими особенностями этих сегментов позвоночника. Пик частоты встречаемости двояковогнутой деформации приходился на Th_{XII}-позвонок (40,0%), а компрессионной деформации – на L_I-позвонок (26,6%). Следует обратить внимание на то, что в основном подвержены переломам позвонки грудопоясничного перехода Th_{XI}–L_{II} (66,2%), при этом чаще всего возникают двояковогнутые деформации (55,3%), затем передние клиновидные (36,2%), а доля компрессионных деформаций составляет всего 8,5%.

Для решения вопроса о целесообразности укрепления переднего или заднего отдела позвонков в процессе выполнения вертебропластики был проведен поиск связи между патологическим кифозом в грудном отделе позвоночника, с одной стороны, и степенью компрессии вентрального и дорсального отделов грудных позвонков – с другой. В формировании патологического кифоза при компрессионном переломе тел грудных позвонков на фоне остеопороза ключевыми оказываются Th_V, Th_{VI}, Th_{VIII} и Th_{XI}-позвонки, при этом прямые корреляции между выраженностью кифоза и уменьшением величины передней и задней высот тел Th_V и Th_{VIII}-позвонков указывают на зависимость степени кифоза от показателей высоты переднего и заднего их отделов. Соответственно при верте-

бропластике необходимо укреплять оба эти отдела, в противном случае может происходить усиление кифотической деформации. Выявленные прямые зависимости между углом кифотической деформации и снижением задней высоты тела Th_{VI}-позвонка, а также между углом кифотической деформации и уменьшением передней высоты Th_{XI} позволяют высказаться в пользу целесообразности преимущественного укрепления заднего отдела Th_{VI}-позвонка и переднего отдела Th_{XI}-позвонка.

Для поясничного отдела позвоночника с целью определения связи между выраженностью лордоза и степенью компрессии поясничных позвонков проведен корреляционный анализ между уменьшением передней и задней высот их тел и пояснично-крестцовым углом. Высокая корреляция отмечается между пояснично-крестцовым углом и величинами передней и задней высот тела L_{IV}-позвонка. На наш взгляд, данный результат является свидетельством того, что выраженность поясничного лордоза в значительной степени определяется как передней, так и задней высотой тела L_{IV}-позвонка, а следовательно, именно на этот поясничный позвонок приходится основная нагрузка и она равномерно распределяется на передний и задний отделы тела позвонка. В связи с этим при выполнении вертебропластики компримированного L_{IV}-позвонка следует в равной степени укреплять оба его отдела.

Анализ результатов рентгеноморфометрических исследований позвонков и сложность стабилизации позвоночника при одной из наиболее часто встречающихся форм двояковогнутой деформации их тел на фоне остеопороза явились поводом для разработки способа перкутанной вертебропластики при крупнооскольчатых двухфрагментарных переломах [12], суть которого заключается в следующем.

На этапе предоперационного планирования проводится морфометрический анализ позвонка по данным КТ (рис. 1). Дорсальный и вентральный фрагменты тела позвонка рассматриваются в виде усеченных пирамид. Вычисляются следующие параметры: S₁ – площадь большого основания

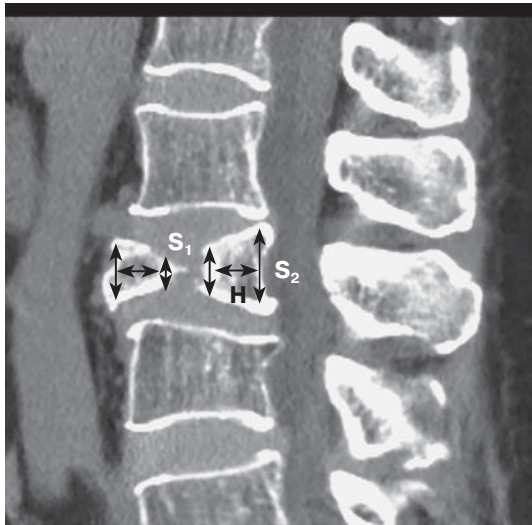
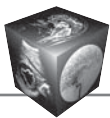


Рис. 1. КТ-изображение пациентки А., 63 лет, до операции. Компрессионно-оскольчатый перелом тела L₁-позвонка. Дорсальный и вентральный фрагменты тела позвонка рассматриваются в виде усеченных пирамид. Вычисляются параметры: S₁ – площадь большого основания вентрального фрагмента, S₂ – площадь малого основания вентрального фрагмента поврежденного тела позвонка, H – высота фрагмента поврежденного тела позвонка.

вентрального фрагмента, S₂ – площадь малого основания вентрального фрагмента поврежденного тела позвонка, H – высота фрагмента поврежденного тела позвонка. По формуле

$$V = (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \cdot S_2}) \cdot H/3$$

определяют объем каждого из фрагментов (см. рис. 1). Под контролем С-дуги транспедикулярно билатерально подводят пункционные иглы к центру каждого фрагмента. Костный цемент в количестве, равном половине объема соответствующего фрагмента, вводят в позвонок. Об эффективности операции судили по данным КТ-исследования, проведенного непосредственно после вертебропластики (рис. 2).

Сравнительный анализ изменений угла локального кифоза грудных и поясничных позвонков до и после оперативного вмешательства показал, что достигнутый результат в течение первого месяца после операции стабилен при применении обеих методик вертебропластики, однако данная ситуация сохраняется на протяжении первого года без значимых изменений угла локального кифоза только при применении предложенного нами способа. Традиционный метод вертебропластики через 1 год после операции по поводу малоэнергетических переломов тел позвонков не обеспечивает стабильности достигнутой коррекции. Кроме того, через 2 года после операции угол локального

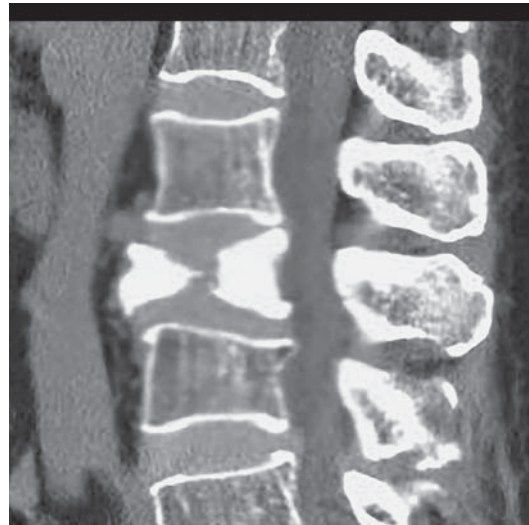


Рис. 2. КТ-изображение пациентки А., 63 лет, после операции. Дорсальный и вентральный фрагменты тела позвонка заполнены костно-пластическим материалом полноценно. Экстравертебрального распространения адгезива не определяется.

кифоза существенно увеличился по отношению к дооперационному значению ($p_1 < 0,05$) и стал значимо отличаться в сторону увеличения от достигнутой коррекции, наблюдаемой через месяц после вертебропластики. В дальнейшем потеря коррекции замедлилась, о чем свидетельствует недостоверность между значениями изучаемого параметра через 2 и 1 год после операции. При применении разработанного нами способа вертебропластики достигнутая коррекция деформации сохранялась как через 1 год, так и через 2 года после ее выполнения (табл. 2).

Сопоставление величин индекса деформации тел поврежденных позвонков групп больных, оперированных общепринятым и предложенным способами вертебропластики, показало, что у пациентов 2-й группы (разработанной способ) выраженность деформации была значительно больше по сравнению с таковой у пациентов 1-й группы (общепринятый способ). Через месяц после выполненной операции данный показатель свидетельствовал о том, что в обеих группах пациентов достигнута значимая коррекция деформации тел позвонков. Однако через 1 год после вертебропластики четко прослеживалась стабильность фиксации тела поврежденного позвонка только в группе больных, оперированных по предложенному способу, в то время как в группе пациентов, оперированных по традиционной методике, отме-



Таблица 2. Изменения угла локального кифоза до и после вертебропластики позвоночника, выполненной по предложенному способу или общепринятым методом

Вариант вертебропластики	Угол локального кифоза, градусы			
	срок наблюдения			
	до операции	через 1 мес после операции	через 1 год после операции	через 2 года после операции
Общепринятый метод введения костного цемента	n = 102 12,4 ± 0,36	n = 84 11,3 ± 0,27 p ₁ < 0,05	n = 98 12,8 ± 0,3 p ₁ > 0,05 p ₂ < 0,001	n = 72 14,1 ± 0,61 p ₁ < 0,05 p ₂ < 0,001 p ₃ > 0,05
Предложенный способ введения костного цемента	n = 40 13,0 ± 0,4	n = 38 10,5 ± 0,33 p ₁ < 0,001 p ₂ > 0,05 p ₄ > 0,05	n = 36 10,9 ± 0,42 p ₁ < 0,001 p ₂ > 0,05 p ₃ > 0,05	n = 36 11,0 ± 0,17 p ₁ < 0,001

Примечание. p₁ – достоверность по отношению к данным до операции внутри группы; p₂ – достоверность по отношению к данным через 1 мес после операции внутри группы; p₃ – достоверность по отношению к данным через 1 год после операции внутри группы; p₄ – достоверность между группами больных до операции.

чалась потеря достигнутой коррекции деформации, при этом степень деформации тел позвонков превзошла дооперационную. Следует отметить, что через 2 года после выполненной операции по общепринятой методике деформация позвонков продолжала нарастать. В группе больных, оперированных по разработанной методике, хотя и произошла потеря коррекции деформации, однако выраженность деформации не достигала предоперационной величины.

Обсуждение

В существующих научно-медицинских публикациях высоко оценивается эффективность и безопасность вертебропластики при переломах тел позвонков на фоне остеопороза [1, 3, 4]. Одним из первых сообщений, посвященных оценке исходов вертебропластики при остеопоротических переломах позвонков, является работа J. Chiras и соавт. [13]. В ней сообщалось о хороших и отличных результатах лечения в 98,5% случаев. M.E. Jensen и соавт. изучили эффективность методики и возможные осложнения [14]. Представленный в данной работе анализ результатов лечения и обследования 29 пациентов, оперированных по поводу остеопороза, показал эффективность вертебропластики в 90% случаев, при этом в тело позвонка вводилось в среднем 7,1 мл цемента. D.F. Kallmes и соавт. у 42 пациентов получили хорошие результаты вертебропластики при среднем объеме вводимого костного цемента на грудном уровне 5,5 мл, на поясничном – 7,0 мл [15].

Однако, по нашим данным, усреднение значений объема вводимого костного цемента может

приводить к неудовлетворительным результатам. Так, при увеличении количества вводимого костнопластического материала повышается риск экстравертебрального истечения цемента как в позвоночный канал, так и по возвратной вене. Введение в тела позвонков небольшого количества костного цемента (2–3 мл) сопровождается частичным заполнением цементом передней или задней трети тела позвонка либо правой или левой половин тела, не обеспечивая необходимого стабилизирующего эффекта, поскольку продолжается разрушение опорных структур позвонка. Следует отметить, что при этом возрастает вероятность послеоперационных осложнений в виде рефрактур, вторичных деформаций компримированного позвонка. Г.М. Кавалерский и соавт. считают, что при плотном заполнении тел позвонков костным цементом (на уровне L₁–L_{IV} – от 6 до 12 мл) удастся добиться стабилизирующего эффекта даже при выраженном остеопорозе [16]. Однако введение больших объемов цемента повышает риск его экстравертебрального распространения и развития жировой эмболии.

Проведенное исследование дает основания считать, что точное знание морфометрических параметров компримированного тела позвонка на фоне остеопороза является определяющим фактором для выбора оптимального способа выполнения вертебропластики, правильной ориентировки иглы при ее введении через ножку в тело позвонка, адекватного объема вводимого костного цемента. В результате этого упрощается выполнение оперативного вмешательства, снижается вероятность развития послеоперационных осложнений.



Выводы

1. Использование рентгеноморфометрии является основой полноценного предоперационного планирования и последующего выполнения перкутанной вертебропластики при повреждениях тел позвонков на фоне остеопороза.

2. Предложенный способ малоинвазивного оперативного вмешательства при двухфрагментарных переломах тел грудных и поясничных позвонков, основанный на предоперационном анализе рентгеноморфометрических данных, является достаточно эффективным при этой патологии. С учетом морфометрии поврежденного сегмента предложенный подход к выполнению вертебропластики следует шире использовать при всех вариантах деформации тел остеопоротически измененных позвонков.

Список литературы / References

1. Педаченко Е.Г., Кушаев С.В., Гармиш А.Р. Пункционная вертебропластика. Российская нейрохирургия. 2006; 1: 19–21.
Pedachenko E.G., Kushhaev S.V., Garmish A.R. Percutaneous vertebroplasty. Rossiyskaya neurokhirurgiya. 2006; 1: 19–21. (In Russian)
2. Дулаев А.К., Хан И.Ш., Дулаева Н.М. Причины неудовлетворительных анатомо-функциональных результатов лечения больных с переломами грудного и поясничного отделов позвоночника. Хирургия позвоночника. 2009; 9: 44–48.
Dulaev A.K., Han I.Sh., Dulaeva N.M. The reasons for the unsatisfactory anatomical and functional results of treatment of patients with fractures of the thoracic and lumbar spine. Khirurgiya pozvonochnika. 2009; 9: 44–48. (In Russian)
3. Saracen A., Kotwica Z. Treatment of multiple osteoporotic vertebral compression fractures by percutaneous cement augmentation. Int. Orthop. 2014; 38 (11): 2309–2312.
4. Chen P., Krege J., Adachionathan J. Vertebral fracture status and the World Health Organization risk factors for predicting osteoporotic fracture risk. J. Bone Miner. Res. 2009; 24 (3): 495–502.
5. Астапенков Д.С. Осложнения чрескожной вертебропластики при патологических переломах позвонков на фоне остеопороза. Хирургия позвоночника. 2012; 2: 55–57.
Astapenkov D.S. Complications of percutaneous vertebroplasty in pathological fractures on the background of osteoporosis. Khirurgiya pozvonochnika. 2012; 2: 55–57. (In Russian)
6. Shi G.H., Li P.C., Wei X.C. Progress on treatment of osteoporotic vertebral compression fracture. Zhongguo gu Shang = China J. Orthopaedics and Traumatol. 2013; 26 (10): 878–882.
7. Норкин И.А., Бахтеева Н.Х., Митрофанов В.А. и др. Практические занятия по травматологии и ортопедии. Саратов: ОАО РИК Полиграфия Поволжья, 2011. 299 с.
Norkin I.A., Bakhteeva N.Kh., Mitrofanov V.A. et al. Practical classes in traumatology and orthopedics. Saratov: JSC RIC Polygraphy of the Volga region, 2011. 299 p. (In Russian)
8. Зарецков В.В., Артемьева И.А. Сравнительная характеристика рентгенологических методов измерения грудного кифоза. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 1997; 3: 58–59.
Zareckov V.V., Artemeva I.A. Comparative characteristic x-ray methods for measuring thoracic kyphosis. Vestnik traumatologii i orthopedii im. N.N. Priorova. 1997; 3: 58–59. (In Russian)
9. Норкин И.А., Зарецков В.В., Зуева Д.П. и др. Анатомо-морфометрическая характеристика сколиотической деформации как составляющая предоперационного планирования. Хирургия позвоночника. 2009; 2: 48–54.
Norkin I.A., Zareckov V.V., Zueva D.P. et al. Anatomical and morphometric characteristics of the scoliotic deformation as a component of preoperative planning. Khirurgiya pozvonochnika. 2009; 2: 48–54. (In Russian)
10. Зарецков В.В., Сумин Д.Ю., Арсениевич В.Б. и др. Вертебропластика при повреждениях тел поясничных позвонков у пациентов с остеопорозом. Хирургия позвоночника. 2011; 3: 26–30.
Zareckov V.V., Sumin D.Yu., Arsenievich V.B. et al. Vertebroplasty in injuries of lumbar vertebral bodies in patients with osteoporosis. Khirurgiya pozvonochnika. 2011; 3: 26–30. (In Russian)
11. Норкин И.А., Зарецков В.В., Арсениевич В.Б. и др. Высокие технологии в хирургическом лечении повреждений и заболеваний позвоночника. Высокие медицинские технологии. 2007; 217–218.
Norkin I.A., Zareckov V.V., Arsenievich V.B. et al. High technology in the surgical treatment of injuries and diseases of the spine. Visokie meditsinskie tehnologii. 2007; 217–218. (In Russian)
12. Сумин Д.Ю., Зарецков В.В., Арсениевич В.Б., Артемов Л.А. Способ перкутанной вертебропластики при крупнооскольчатых двухфрагментарных переломах тела позвонка. Патент РФ на изобретение №2432910. 24.05.2010, опубл. 10.11.2011. Бюл. №31.
Sumin D.Yu., Zareckov V.V., Arsenievich V.B., Artemov L.A. Method of percutaneous vertebroplasty when крупно-блочных дофрагментных переломов тела позвонка. RF patent for the invention №2432910. 24.05.2010, publ. 10.11.2011, bull. No. 31. (In Russian)
13. Chiras J., Sola-Martinez M.T., Weill A. et al. Percutaneous vertebroplasty. Rev. Med. Interne. 1995; 16, 11:854–859.
14. Jensen M.E., Evans A.J., Mathis J.M. et al. Percutaneous polymethylmethacrylate vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral body compression fractures: technical aspects. Am. J. Neuroradiol. 1997; 18: 1897–1904.
15. Martin D.J., Rad A.E., Kallmes D.F. Prevalence of extravertebral cement leakage after vertebroplasty: procedural documentation versus CT detection. Acta Radiol. 2012; 53 (5): 569–572.
16. Кавалерский Г.М., Ченский А.Д., Макиров С.К. и др. Лечение переломов тел позвонков при остеопорозе методом вертебропластики. Проблема остеопороза в травматологии и ортопедии: Тезисы III конф. с междунар. участием. 2006; 90–91.
Kavalerskii G.M., Chenskii A.D., Makirov S. K. et al. Treatment of fractures of the vertebral bodies with osteoporosis by a method of vertebroplasty. The problem of osteoporosis in traumatology and orthopedics: proc. III Conf. with int. participants. 2006; 90–91. (In Russian)