

DOI: 10.35401/2500-0268-2019-16-4-12-17

А.Е. Боков, С.Г. Млявых*, А.А. Булкин, А.Я. Алейник, М.В. Растеряева

ПРОБЛЕМА НЕСООТВЕТСТВИЙ МЕЖДУ РЕЗУЛЬТАТАМИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ И ДВУХЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ РЕНТГЕНОВСКОЙ ДЕНСИТОМЕТРИИ

ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ, Нижний Новгород, Россия

✉ *С.Г. Млявых, Приволжский исследовательский медицинский университет, 603005, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д.10/1, e-mail: serg.mlyavykh@gmail.com

Обоснование	Известно, что радиоденсивность по данным компьютерной томографии (КТ), измеренная в единицах Hounsfield (HU), становится все более популярной в оценке свойств костей, в то же время наблюдается её несоответствие с результатами двухэнергетической рентгеновской денситометрии (DXA).
Целью исследования	явилась оценка взаимосвязей между результатами DXA и КТ с акцентом на объяснение наблюдаемых расхождений.
Материал и методы	Поперечное исследование, в которое были включены сорок пациентов. Все больные подверглись DXA и КТ. Минеральная плотность кости (BMD, г/см ²) рассчитывали для каждого поясничного позвонка от L1 до L4 включительно и проксимального отдела бедра. Радиоденсивность кости в HU была определена для тела каждого позвонка в сагиттальной, аксиальной и коронарной плоскостях. Рассчитывали общую радиоденсивность тела позвонка, включая кортикальную кость, и радиоденсивность только спонгиозной кости. Для оценки потенциального влияния DXA на данные КТ для каждого позвонка измеряли среднюю радиоденсивность, площадь правой и левой ножек и фасеточных суставов.
Результаты	Установлена значительная корреляция между BMD, измеренной с использованием данных DXA и КТ ($r = 0,84169$, $p < 0,0001$), однако наиболее значимыми были параметры, рассчитанные в области фасеточных суставов. Обнаружено, что как радиоденсивность губчатой кости, так и общая радиоденсивность имеют слабую корреляцию с соответствующими измерениями BMD проксимального отдела бедренной кости.
Заключение	Сильное влияние на результаты DXA могут оказывать гипертрофические изменения фасеточных суставов. Результаты измерений как КТ, так и DXA, выполненных в поясничном отделе позвоночника, могут иметь несоответствия с данными, полученными при изучении проксимального отдела бедра.
Ключевые слова:	компьютерная томография, остеоденситометрия, радиоденсивность, минеральная плотность костной ткани.
Цитировать:	Боков А.Е., Млявых С.Г., Булкин А.А., Алейник А.Я., Растеряева М.В. Проблема несоответствий между результатами компьютерной томографии и двухэнергетической рентгеновской денситометрии. Инновационная медицина Кубани. 2019;16(4):12-17. DOI: 10.35401/2500-0268-2019-16-4-12-17
ORCID ID	А.Е. Боков, https://0000-0002-5203-0717 С.Г. Млявых, https://0000-0002-6310-4961 А.А. Булкин, https://0000-0003-4391-7698 А.Я. Алейник, https://0000-0002-17611022 М.В. Растеряева, https://0000-0002-84623824

A.E. Bokov, S.G. Mlyavykh*, A.A. Bulkin, A.Y. Aleynik, M.V. Rasteryeva

THE PROBLEM OF MISMATCHES BETWEEN CT SCAN AND DXA RESULTS

Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

✉ *Sergey G. Mlyavykh, Privolzhsky Research Medical University, 10/1, Minin and Pozharsky Sq., Nizhny Novgorod, Russian Federation, 603005, e-mail: serg.mlyavykh@gmail.com

Background	It is reported that radiodensity measured in Hounsfield units becomes more and more popular in bone property assessment, however also mismatch with DXA results is observed.
Purpose	The aim of this study is to evaluate the relationships between the results of DXA and CT with a focus on explanations for observed discrepancies.
Material and methods	This is a cross-sectional study; forty patients were enrolled, all patients underwent DXA and CT. A bone mineral density BMD (g/cm ²) was calculated for each vertebra of a lumbar spine (L1-L4 inclusive), neck, upper neck, shaft, Wards triangle and trochanter of hip. Bone radiodensity in HU was taken from each vertebral body in the sagittal, axial and coronal planes. A total vertebra body radiodensity including cortical bone and radiodensity of only cancellous bone were calculated. To assess a potential impact on DXA and CT data agreement a mean radiodensity and square of the right and left vertebral pedicles and facet joints were measured for each vertebra.
Results	A strong correlation between BMD measured using DXA and CT data was estimated with a multiply r accounting for $0,84169$, $p < 0,0001$, however the most contributing parameters were those calculated for facet joints. It has been detected that both radiodensity of only a cancellous bone and total have a weak correlation with matching BMD measurements of a proximal femur.

Conclusion	The results of DXA could be strongly influenced by hypertrophic changes of facet joints. Both CT and DXA measurements taken from a lumbar spine may have a mismatch with figures taken from hip.
Keywords:	computed tomography, osteodensitometry, radiodensity, bone mineral density.
Cite this article as:	Bokov A.E., Mlyavykh S.G., Bulkin A.A., Aleynik A.Y., Rasteryeva M.V. The problem of Mismatches between CT scan and DXA Results. Innovative Medicine of Kuban. 2019;16(4):12-17. DOI: 10.35401/2500-0268-2019-16-4-12-17
ORCID ID	A.E. Bokov, https://0000-0002-5203-0717 S.G. Mlyavykh, https://0000-0002-6310-4961 A.A. Bulkin, https://0000-0003-4391-7698 A.Y. Aleynik, https://0000-0002-17611022 M.V. Rasteryeva, https://0000-0002-84623824

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в практике хирурга-вертебролога изменение качества костной ткани у пациентов пожилого возраста является распространенным патологическим состоянием, которое связано либо с низкоэнергетическими переломами, либо с увеличением частоты расшатывания имплантатов после различных фиксирующих вмешательств на позвоночнике [1, 2, 17]. Широко обсуждаемые вопросы, связанные со снижением механических свойств кости, подчеркивают необходимость достоверной оценки её качества с целью прогнозирования и профилактики этих осложнений. Однако имеющиеся данные по методологии оценки качества кости остаются противоречивыми.

Двухэнергетическая рентгеновская денситометрия (DXA) является наиболее используемым диагностическим инструментом для оценки минеральной плотности костной ткани (BMD) в рамках оценки ее качества [3]. Компьютерная томография (КТ) часто применяется при лечении различных травм и заболеваний позвоночника, и также способна определять плотность костной ткани с помощью единиц Хаунсфилда (HU) [4, 5]. Применение для оценки механических свойств костей КТ-измерений в единицах Хаунсфилда по-прежнему остается под вопросом, поскольку представленные в литературе данные по этой теме остаются противоречивыми [6, 7].

ЦЕЛЬЮ

данного исследования является оценка взаимосвязей между результатами DXA и КТ с акцентом на объяснение выявленных несоответствий между результатами этих диагностических инструментов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В поперечное исследование вошли 40 пациентов, которые были зачислены в период между августом 2015 и декабрем 2016 года. Отбирались больные, которым в рамках медицинского обследования выполнялись КТ и DXA поясничного отдела позвоночника. Больные с высокоэнергетической травмой в анамнезе и онкологическими поражениями были исключены из наблюдения.

Всем больным выполняли DXA-сканирование поясничного отдела позвоночника (от L1 до L4 вклю-

чительно) и проксимального отдела бедренной кости на аппарате GE Lunar Prodigy Advance (GE Healthcare, США). КТ-сканирование проводилось на протяжении T12-L5 сегментов позвоночника на аппарата Aquilion 32 (Toshiba Corporation, Япония). Параметры сканирования включали: напряжение трубки 120 кВ, сила тока трубки 300 мА, авто mAs в диапазоне 180-400; 1.0 сек/3.0 мм/0.5×32. Для расчета плотности костной ткани применялось интегрированное программное обеспечение (Vitrea, ver. 5.2.497.5523) с использованием соотношения ширина / уровень окна 2000 / 500.

Измерения радиоденсивности костной ткани были получены в HU от каждого тела позвонка в сагиттальной, аксиальной и коронарной плоскостях двумя способами: получали общую радиоденсивность тела позвонка, включающую кортикальную кость, и радиоденсивность только губчатой кости. Измерения в аксиальной плоскости производились на уровне середины ножек, а в сагиттальной и коронарной плоскостях – вдоль геометрического центра тела позвонка. После этого при измерении радиоденсивности в трех плоскостях рассчитывалось среднее значение в HU для губчатой кости и общая радиоденсивность тела для каждого позвонка.

Для оценки потенциального влияния ножек и фасеточных суставов на данные DXA и КТ для каждого позвонка измеряли среднюю радиоденсивность и площадь правой и левой ножек позвонка во фронтальной плоскости, а также среднюю радиоденсивность и площадь правого и левого фасеточного суставов в аксиальной плоскости. Измерения параметров фасеточных суставов производились на уровне верхней концевой пластины тела позвонка, которая использовалась в качестве эталонного ориентира.

Статистический анализ

Для оценки взаимосвязей между результатами КТ и DXA использовались линейный корреляционный и множественный регрессионный анализы.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Всего в исследование были включены 40 пациентов в возрасте 33-76 лет (в среднем 56±1,844, SD = 11,6623), в том числе 24 женщины (60%) и 16 мужчин (40%). Необходимые измерения выполнены на 153 поясничных позвонках с использованием DXA и КТ.

С помощью DXA были оценены значения BMD проксимального отдела бедренной кости у всех пациентов. Результаты КТ-исследований и данные минеральной плотности костной ткани различных зон проксимального отдела бедра приведены в таблицах 1 и 2.

Линейный корреляционный анализ показал, что измерения плотности костной ткани по DXA для по-

звонков имеют только умеренную корреляцию с соответствующими измерениями проксимального отдела бедренной кости (табл. 3).

Для оценки взаимосвязей между измерениями по данным КТ и DXA, выполненными для поясничного отдела позвоночника, был проведен множественный регрессионный анализ, в результате которого

Таблица 1
Результаты остеоденситометрии
Table 1
The results of DXA examination

Минеральная плотность кости	Mean	SD	Minimum	Maximum
Позвонок	1,1342 + 0,0194	0,2400	0,7260	1,9040
Шейка бедра	0,9195 + 0,0111	0,1375	0,669	1,2970
Проксимальная зона шейки бедра	0,7633 + 0,0118	0,1460	0,4490	1,1150
Зона Варда	0,7237 + 0,0115	0,1420	0,4100	1,1020
Большой вертел	0,7974 + 0,0118	0,1457	0,4750	1,1520
Подвертельная зона	1,1872 + 0,0134	0,1660	0,9250	1,5280

Таблица 2
Результаты компьютерной томографии поясничного отдела позвоночника
Table 2
The results of CT examination of a lumbar spine

Радиоденсивность	Mean	SD	Minimum	Maximum
Радиоденсивность спонгиозной кости, HU	127,8819 + 3,4126	42,2112	42,8000	294,700
Средняя радиоденсивность фасеточных суставов в аксиальной проекции	505,4069 + 10,0609	124,4463	253,7500	854,350
Средняя площадь фасеточных суставов в аксиальной проекции, мм ²	252,9680 + 6,50508	80,4634	44,6000	461,000
Радиоденсивность ножек позвонка в фронтальной проекции, HU	547,2977 + 12,17725	150,6242	286,8000	1452,000
Средняя площадь ножек позвонков в аксиальной проекции, мм ²	124,8660 + 3,51471	43,4745	33,0000	302,000
Общая радиоденсивность тела позвонка, HU	175,7087 + 3,76556	46,5774	87,6667	346,433

Таблица 3
Корреляция минеральной костной плотности позвоночника и проксимального отдела бедра по данным DXA
Table 3
Correlation of lumbar spine and hip BMD measurements by DXA

Минеральная плотность кости	Значение r	P
Шейка бедра	0,6029	<0,0001
Проксимальная зона шейки бедра	0,5172	<0,0001
Зона Варда	0,5650	<0,0001
Большой вертел	0,5802	<0,0001
Подвертельная зона	0,6097	<0,0001

установлена выраженная ($r = 0,84169$, $p < 0,0001$) корреляция между значениями BMD, полученными с использованием DXA (зависимая переменная) и данными КТ (предиктор). Установленные коэффициенты корреляции и бета-коэффициенты, отражающие уникальное влияние конкретного предиктора и его статистическую значимость, представлены в таблице 4. Согласно результатам регрессионного анализа, параметры КТ, рассчитанные для фасеточных суставов, являются наиболее значимыми факторами, влияющими на результаты оценки BMD с использованием DXA, поскольку наибольшее значение бета-коэффициента, рассчитанного как произведение средней радиоденсивности фасеточных суставов на их площадь, перевешивает эффект первого порядка.

Таблица 4
Коэффициенты корреляции и бета-коэффициенты расчетной линейной регрессионной модели для КТ и DXA измерений поясничного отдела позвоночника

Table 4
Regression and beta coefficients of estimated linear regression model for CT and DXA measurements obtained for the lumbar spine

	Бета-коэффициент	Коэффициент корреляции	Статистическая достоверность
Intercept		0,582215	0,0012
Радиоденсивность спонгиозной кости тела позвонка, HU	0,249655	0,001420	0,0158
Произведение средней радиоденсивности и средней площади фасеточных суставов в аксиальной проекции	0,619886	0,000003	0,0062
Средняя радиоденсивность фасеточных суставов в аксиальной проекции, HU	0,143931	0,000278	0,3434
Средняя площадь фасеточных суставов в аксиальной проекции, мм ²	-0,094556	-0,000282	0,6500
Произведение средней радиоденсивности и средней площади ножек позвонков во фронтальной проекции	0,310485	0,000003	0,0957
Радиоденсивность ножек позвонка в фронтальной проекции, HU	-0,154015	-0,000245	0,19739
Средняя площадь ножек позвонков в аксиальной проекции, мм ²	-0,315402	-0,001742	0,0734
Общая радиоденсивность тела позвонка, HU	0,444726	0,002292	<0,0001

Таблица 5
Анализ корреляции между радиоденсивностью тел позвонков по данным КТ и минеральной плотностью костной ткани проксимального отдела бедра по данным DXA

Table 5
An analysis of correlation between CT radiodensity of a vertebral body and hip BMD measurements by DXA

Минеральная плотность кости	Радиоденсивность спонгиозной кости тела позвонка, HU	Общая радиоденсивность тела позвонка, HU
Позвонок	r = 0,3733 p<0,0001	r = 0,4400 p<0,0001
Шейка бедра	r = 0,3365 p<0,0001	r = 0,3805 p<0,0001
Проксимальная зона шейки бедра	r = 0,3834 p<0,0001	r = 0,4368 p<0,0001
Зона Варда	r = 0,1368 p=0,0919	r = 0,2571, p=0,0013
Большой вертел	r = 0,2639 p = p<0,0001	r = 0,3619, p<0,0001

Вклад показателей радиоденсивности тел позвонков, установленных с помощью КТ, в результаты измерений BMD методом DXA (как общей радиоденсивности тела позвонка, так и радиоденсивности его губчатой кости) был значительно меньше. Корреляция параметров КТ, рассчитанных для ножек позвонков, оказалась статистически незначимой. Результаты регрессионного анализа подтверждают вывод о том, что на показатели BMD при применении DXA могут оказывать сильное влияние гипертрофические изменения фасеточных суставов поясничного отдела позвоночника.

Для оценки взаимосвязей между КТ-радиоденсивностью тела позвонка и BMD, полученной с помощью DXA проксимального отдела бедренной ко-

сти, был проведен линейный корреляционный анализ (табл. 5). Установлено, что радиоденсивность и всего тела позвонка, и только его губчатой кости имеют слабую корреляцию с соответствующими измерениями BMD проксимального отдела бедренной кости.

ОБСУЖДЕНИЕ

Ранее установлено, что изменение качества кости связано со значительным риском возникновения низкоэнергетических переломов позвоночника и нестабильностью имплантатов после выполнения фиксирующих операций на позвоночнике [8, 9, 18]. Данные о валидности различных диагностических инструментов в оценке качества костной ткани остаются до некоторой степени противоречивыми.

Остеоденситометрия является наиболее часто применяемым исследованием для оценки качества костной ткани, однако существуют убедительные доказательства того, что результаты оценки BMD в поясничном отделе позвоночника могут в значительной степени зависеть от присутствующих дегенеративных изменений не только в фасеточных суставах, но и даже от кальцификации аорты [10]. Количественная компьютерная томография обеспечивает более точные истинные объемные измерения BMD, однако этот диагностический инструмент не используется рутинно [11, 12]. КТ часто применяется в диагностических исследованиях у пациентов с различной патологией позвоночника и способна определять радиоденсивность тканей в единицах Хаунсфилда, в зависимости от степени подавления рентгеновского излучения [4]. На данный момент существует все больше доказательств того, что этот показатель сильно коррелирует с измерениями минеральной плотности кости и может иметь отношение к прогнозированию низкоэнергетического перелома или дестабилизации имплантата [13, 14]. С другой стороны, установлена умеренная корреляция между значениями КТ и DXA в отношении прогноза стабильной фиксации транспедикулярного винта в ножке позвонка [15].

В ходе анализа полученных нами данных с применением множественной регрессии была обнаружена сильная корреляция между результатами КТ и измерениями BMD, полученными с использованием DXA. При этом параметры КТ, взятые с зоны фасеточных суставов, оказались наиболее коррелированными с результатами DXA, в то время как показатели, рассчитанные для тел позвонков, имели слабую взаимосвязь с измерениями DXA. Также было обнаружено, что как радиоденсивность всего тела позвонка, так и одной только его губчатой кости имеют низкую корреляцию с BMD проксимального отдела бедра по результатам DXA. Кроме того, корреляции измерений BMD поясничного отдела позвоночника и зоны тазобедренного сустава по данным DXA имеют только умеренную статистическую зависимость. Возможным объяснением наблюдаемых несоответствий является то, что у значительной части пожилых людей тазобедренный сустав также подвержен дегенеративным изменениям, при этом подобные изменения могут быть связаны со значительным повышением BMD шейки бедренной кости [16]. Принимая во внимание влияние склеротических и гипертрофических изменений на результаты DXA, наблюдаемые несоответствия между КТ и DXA могут быть объяснены различной степенью выраженности дегенеративных изменений в тазобедренных суставах и поясничном отделе позвоночника.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты DXA имеют сильную корреляцию с данными КТ, однако на эти результаты значительное

влияние могут оказывать гипертрофические изменения фасеточных суставов. Информация о минеральной плотности поясничных позвонков, полученная по результатам КТ и DXA, может не соответствовать значениям, полученным при обследовании проксимального отдела бедра, поэтому последние не должны быть вслепую экстраполированы на оценку качества костной ткани позвонков. Истинное объемное измерение конкретной области, представляющей интерес для оценки качества кости, более подходит для диагностического обследования, особенно в тех случаях, когда планируется хирургическое вмешательство на позвоночнике с установкой имплантов.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Galbusera F, Volkheimer D, Reitmaier S, et al. Pedicle screw loosening: a clinically relevant complication? *Eur Spine J*. 2015; 24:1005-1016. doi: 10.1007/s00586-015-3768-6.
- Gerdhem P. Osteoporosis and fragility fractures: Vertebral fractures. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2013;27:743-55. doi: 10.1016/j.berh.2014.01.002.
- Kanis JA, McCloskey EV, Johansson H, et al. Scientific advisory board of the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis (ESCEO) and the committee of scientific advisors of the International Osteoporosis Foundation (IOF). European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporos Int*. 2013;24:23-57. doi: 10.1007/s00198-012-2074-y.
- Mull RT. Mass estimates by computed tomography: physical density from CT numbers. *AJR Am J Roentgenol*. 1984;143:1101-1104. doi: 10.2214/ajr.143.5.1101.
- Beardsley CL, Anderson DD, Marsh JL, Brown TD. Interfragmentary surface area as an index of comminution severity in cortical bone impact. *J Orthop Res*. 2005;23:686-690. doi: 10.1016/j.orthres.2004.09.008.
- Pietrobelli A, Formica C, Wang Z, et al. Dual-energy X-ray absorptiometry body composition model: review of physical concepts. *Am J Physiol*. 1996;271:E941-951. doi: 10.1152/ajpendo.1996.271.6.E941.
- Bazzocchi A, Ponti F, Albinini U, et al. DXA: Technical aspects and application. *Eur J Radiol*. 2016;85:1481-1492. doi: 10.1016/j.ejrad.2016.04.004.
- Becker S, Chavanne A, Spitaler R, et al. Assessment of different screw augmentation techniques and screw designs in osteoporotic spines. *Eur Spine J*. 2008;17:1462-1469. doi: 10.1007/s00586-008-0769-8.
- Burval DJ, McLain RF, Milks R, Inceoglu S. Primary pedicle screw augmentation in osteoporotic lumbar vertebrae: biomechanical analysis of pedicle fixation strength. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32:1077-1083. doi: 10.1097/01.brs.0000261566.38422.40.
- Atalay A, Kozakcioglu M, Cubuk R, et al. Degeneration of the lumbar spine and dual-energy X-ray absorptiometry measurements in patients without osteoporosis. *Clin Imaging*. 2009; 33:374-1378. doi: 10.1016/j.clinimag.2008.12.005.
- Engelke K, Lang T, Khosla S, et al. Clinical Use of Quantitative Computed Tomography-Based Advanced Techniques in the Management of Osteoporosis in Adults: the 2015 ISCD Official Positions-Part III. *J Clin Densitom*. 2015;18:393-407. doi: 10.1016/j.jocd.2015.06.010.
- Zysset P, Qin L, Lang T, et al. Clinical Use of Quantitative Computed Tomography-Based Finite Element Analysis of the Hip

and Spine in the Management of Osteoporosis in Adults: the 2015 ISCD Official Positions-Part II. *J Clin Densitom.* 2015;18:359-392. doi: 10.1016/j.jocd.2015.06.011.

13. Weaver AA, Beavers KM, Hightower RC, et al. Lumbar Bone Mineral Density Phantomless Computed Tomography Measurements and Correlation with Age and Fracture Incidence. *Traffic Inj Prev.* 2015;16 Suppl 2:S153-S160. doi: 10.1080/15389588.2015.1054029.

14. Matsukawa K, Abe Y, Yanai Y, Yato Y. Regional Hounsfield unit measurement of screw trajectory for predicting pedicle screw fixation using cortical bone trajectory: a retrospective cohort study. *Acta Neurochir (Wien).* 2018;160:405-411. doi: 10.1007/s00701-017-3424-5.

15. Antoniadis L, MacGregor AJ, Matson M, Spector TD. A cotwin control study of the relationship between hip osteoarthritis and bone mineral density. *Arthritis Rheum.* 2000;43:1450-1455. doi: 10.1002/1529-0131(200007)43:7<1450::AID-ANR6>3.0.CO;2-6.

16. Hardcastle SA, Dieppe P, Gregson CL, Davey Smith G, Tobias JH. Osteoarthritis and bone mineral density: are strong bones bad for joints? *Bonekey Rep.* 2015;4:624. doi: 10.1038/bonekey.2014.119.

17. Афаунов А.А., Басанкин И.В., Кузьменко А.В., Шаповалов В.К. Анализ причин ревизионных операций при хирургическом лечении больных с поясничными стенозами дегенеративной этиологии. *Хирургия позвоночника.* 2014. Т. 11. №1. С. 86-93. [Afaunov A.A., Basankin I.V., Kuzmenko A.V., Shapovalov V.K. Analysis of reasons for revision surgery in patients with lumbar stenosis of degenerative etiology. *Surgery of spine.* 2014;1(11):68-93. (In Russ.)].

18. Басанкин И.В., Тахмазян К.К., Афаунов А.А., Пташников Д.А., Понкина О.Н., Гаврюшенко Н.С., Малахов С.Б., Шаповалов В.К. Способ профилактики переломов смежных позвонков при транспедикулярной фиксации на фоне остеопороза. *Хирургия позвоночника.* 2016;13(3):8. [Basankin I.V., Takhmazyan K.K., Afaunov A.A., Ptashnikov D.A., Ponkina O.N., Gavrushenko N.S., Malakhov S.B., Shapovalov V.K. Means of prophylaxis for fractures of adjoining vertebra at transpedicular fixation in cases with osteoporosis. *Surgery of spine.* 2016;13(3):8. (In Russ.)].

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Бокв Андрей Евгеньевич, к.м.н., заведующий отделением онкологии и нейрохирургии, Приволжский исследовательский медицинский университет (Нижний Новгород, Россия). E-mail: andrei_bokov@mail.ru.

Млявх Сергей Геннадьевич, к.м.н., руководитель института травматологии и ортопедии, Приволжский исследовательский медицинский университет (Нижний Новгород, Россия). E-mail: serg.mlyavykh@gmail.com.

Булкин Анатолий Алексеевич, врач-нейрохирург отделения онкологии и нейрохирургии института травматологии и ортопедии, Приволжский исследовательский медицинский университет (Нижний Новгород, Россия). E-mail: anatonbulkin@gmail.com.

Алейник Александр Яковлевич, к.м.н., врач-нейрохирург, травматолог-ортопед отделения онкологии и нейрохирургии института травматологии и ортопедии, Приволжский исследовательский медицинский университет (Нижний Новгород, Россия). E-mail: aaleynik23@gmail.com.

Растеряева Марина Вячеславовна, к.м.н., заведующая отделением лучевой диагностики института травматологии и ортопедии, Приволжский исследовательский медицинский университет (Нижний Новгород, Россия). E-mail: kt-nniito@yandex.ru.

Конфликт интересов отсутствует.

Статья поступила 05.11.2019 г.

AUTHOR CREDENTIALS

Andrey E. Bokov, Cand. of Sci (Med), Head of Department of Oncology and Neurosurgery Department of Trauma and Orthopedic Institute, Privolzhsky Research Medical University (Nizhny Novgorod, Russia). E-mail: andrei_bokov@mail.ru.

Sergey G. Mlyavykh, Cand. of Sci (Med), Chief of Trauma and Orthopedic Institute, Privolzhsky Research Medical University (Nizhny Novgorod, Russia). E-mail: serg.mlyavykh@gmail.com.

Anatoliy A. Bulkin, neurosurgeon of Department of Oncology and Neurosurgery of Trauma and Orthopedic Institute, Privolzhsky Research Medical University (Nizhny Novgorod, Russia). E-mail: anatonbulkin@gmail.com.

Alexander Y. Aleynik, Cand. of Sci (Med), Neurosurgeon and Orthopedics of Department of Oncology and Neurosurgery Department of Trauma and Orthopedic Institute, Privolzhsky Research Medical University (Nizhny Novgorod, Russia). E-mail: aaleynik23@gmail.com.

Marina V. Rasteryeva, Cand. of Sci (Med), Head of Department of Radiology of Trauma and Orthopedic Institute, Privolzhsky Research Medical University (Nizhny Novgorod, Russia). E-mail: kt-nniito@yandex.ru

Conflict of interest: none declared.

Accepted 05.11.2019