



ФАКТОРЫ РИСКА ДРЕНИРОВАНИЯ ЦЕМЕНТА В ПОЗВОНОЧНЫЙ КАНАЛ ПРИ ПУНКЦИОННОЙ ВЕРТЕБРОПЛАСТИКЕ

А.Е. Боков, С.Г. Млявях, А.Я. Алейник, М.В. Растеряева, М.А. Кутлаева

Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр, Нижний Новгород

Цель исследования. Оценка факторов риска дренирования костного цемента в позвоночный канал при пункционной вертебропластике.

Материал и методы. Исследованы результаты 150 вертебропластик, 56 из них произведены из двустороннего доступа, 94 — из одностороннего. До операции по результатам КТ оценивали морфологию венобазиллярной системы позвонка. После операции выполняли КТ повторно, оценивали степень дренирования цемента в позвоночный канал и удаленность вертебропластической иглы от средней линии. Зависимость частоты дренирования цемента в позвоночный канал от указанных предикторов оценивали с использованием логистического регрессионного анализа.

Результаты. Хирургическая техника (односторонний или двусторонний доступ) не влияли на частоту дренирования цемента. Выявлено, что расстояние иглы от центра и тип строения венобазиллярной венозной системы являются прогностическими значимыми факторами.

Заключение. Близкое расположение иглы к средней линии позвонка и магистральный тип строения венобазиллярной системы являются факторами риска дренирования цемента в позвоночный канал, причем техника оперативного вмешательства не оказывает значимого влияния на частоту осложнений.

Ключевые слова: вертебропластика, эпидуральное дренирование цемента, венобазиллярная система.

Для цитирования: Боков А.Е., Млявях С.Г., Алейник А.Я., Растеряева М.В., Кутлаева М.А. Факторы риска дренирования цемента в позвоночный канал при пункционной вертебропластике // Хирургия позвоночника. 2015. Т. 12. № 4. С. 25–29.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2015.4.25-29>.

RISK FACTORS OF INTRACANAL CEMENT LEAKAGE DURING PERCUTANEOUS VERTEBROPLASTY

A.E. Bokov, S.G. Mlyavykh, A.Ya. Aleynik, M.V. Rasteryaeva, M.A. Kutlaeva

Objective. To assess the risk factors of bone cement leakage into the spinal canal.

Material and Methods. Results of 150 vertebroplasties were analyzed: out of them 56 procedures were performed through bipedicular and 94 — through unipedicular approach. The morphology of vertebrobasilar system was assessed by preoperative CT scans. After surgery the CT study was repeated to assess a degree of intracanal cement leakage and a needle-tip position relative to the midline. The correlation between cement leakage rate and mentioned predictors was estimated using logistic regression analysis. **Results.** Surgical technique (unipedicular or bipedicular approach) did not influence the rate of intracanal cement leakage. The distance from the midline to the needle-tip and the type of vertebrobasilar system were found to be significant predictive factors.

Conclusion. The needle-tip position close to the midline and magistral type of vertebrobasilar system are risk factors of intracanal cement leakage during vertebroplasty, while the applied technique has no significant impact on complication rate.

Key Words: vertebroplasty, intracanal cement leakage, vertebrobasilar system.

Please cite this paper as: Bokov AE, Mlyavykh SG, Aleynik AY, Rasteryaeva MV, Kutlaeva MA. Risk factors of intracanal cement leakage during percutaneous vertebroplasty. Hir. Pozvonoc. 2015;12(4):25–29. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2015.4.25-29>.

Патологические компрессионные переломы позвонков являются одной из наиболее частых причин ограничения жизнедеятельности в пожилом возрасте [18]. С середины 80-х гг. XX в. разработано и внедрено в практику минимально-инвазивное оперативное вмешательство – пункционная вертебропластика. Большинство опубликованных данных свидетельствуют о том, что метод

эффективен при патологических компрессионных переломах, причем частота клинически значимого регресса болевого синдрома достигает 97–100 % [2, 6, 13, 16, 19]. Очевидно, что вертебропластика – относительно безопасный метод; частота клинически значимых осложнений всех видов не превышает 1–6 % [3, 13]. Тем не менее описаны случаи дренирования цемента в позвоноч-

ный канал с развитием радикулопатии, миелопатии и клиникой стеноза позвоночного канала [1, 5, 13, 17]. Считается, что, помимо масс-эффекта, клиника при этих осложнениях обусловлена также термическим повреждением корешков и спинного мозга при полимеризации метилметакрилата [12, 17].

В работе Yeom et al. [20] все виды дренирования классифицируются сле-

дующим образом: тип В – дренирование в позвоночный канал по венобазилярной системе, тип С – дренирование в области дефекта кортикального слоя или линии перелома, тип S – дренирование по сегментарным венам позвонка. Некоторые авторы считают, что наиболее опасно дренирование типа В, так как именно в этих случаях наиболее часто приходилось применять оперативные вмешательства в связи с развившимися неврологическими осложнениями [13, 16]. В настоящее время выявлены следующие факторы дренирования цемента за пределы тела позвонка: низкая вязкость цемента, наличие дефекта кортикального слоя тела позвонка. Также установлено, что частота и степень дренирования цемента дозозависимы [14, 15]. Противоречивыми, а часто даже взаимоисключающими являются данные относительно предпочтительной техники выполнения операции [4, 21], но это свидетельствует о возможных неучтенных факторах риска.

Цель исследования – оценка факторов риска дренирования цемента в позвоночный канал при пункционной вертебропластике.

Материал и методы

Исследование является поперечным рандомизированным. Проанализированы результаты лечения 75 пациентов (18 мужчин, 57 женщин; средний возраст 65,2 года; $\sigma = 7,5271$; от 48 до 82 лет). Всего выполнено 150 оперативных вмешательств, так как у 43 (57 %) пациентов отмечались многоуровневые патологические переломы.

Показанием к выполнению вертебропластики являлся стойкий болевой синдром, резистентный к консервативной терапии в течение месяца. Перед оперативным вмешательством пациентам выполняли КТ. Патологические компрессионные переломы классифицировали по Genant et al. [7].

Критерий включения в исследование: патологические переломы позвонков – низкоэнергетическая травма, двояковыпуклые и клиновидные переломы типа А1 по АО клас-

сификации, легкой и средней степени компрессии (сохранена высота позвонка не менее 40 % от исходной); локализация патологии – Th₁₂–L₅ (позвонки с сопоставимым объемом трабекулярного пространства); во время операции не менее 1/3 трабекулярного пространства было заполнено цементом или имеется его распространение до средней линии позвонка.

Критерии исключения: переломы с дефектами или линией перелома в области передней стенки позвоночного канала, так как планировалось исследовать только дренирование типа В; высота тела позвонка менее 40 % от исходного; невозможность оценить локализацию иглы на контрольных КТ; наличие новообразования на уровне оперативного вмешательства.

При исследовании оценивали морфологию передней стенки позвоночного канала, а именно диаметр и расположение питающих отверстий, которые являются местом выхода из тела позвонка сосудов венобазилярной системы. Центральное питающее отверстие, диаметр которого не менее чем в два раза больше, чем у других отверстий, оценивали как магистральный тип строения венобазилярной

системы (рис. 1а). Несколько отверстий с незначительно отличающимся диаметром свидетельствуют о дисперсном строении венозных коллекторов (рис. 1б).

Оперативное вмешательство выполняли в стерильных условиях, под внутривенной седацией и местной анестезией, под контролем флюороскопии. Использовали транспедикулярный доступ, в тело позвонка вводили цемент на основе метилметакрилата: 56 (37,3 %) позвонков оперировано из двустороннего доступа, 94 (62,7 %) – из одностороннего. При двустороннем доступе средний объем введенного цемента составил 6 мл (от 5 до 8 мл), при одностороннем – 6 мл (от 4 до 9 мл). Один и тот же тип цемента использовали во время всех операций. В послеоперационном периоде повторно проводили КТ, оценивали расположение иглы по отношению к средней линии (рис. 2) и степень дренирования цемента в позвоночный канал. Если выполнялась вертебропластика с применением двустороннего доступа, в расчетах использовали наименьшее расстояние от средней линии.

В работе Georgy [8] предложена классификация степени дренирова-

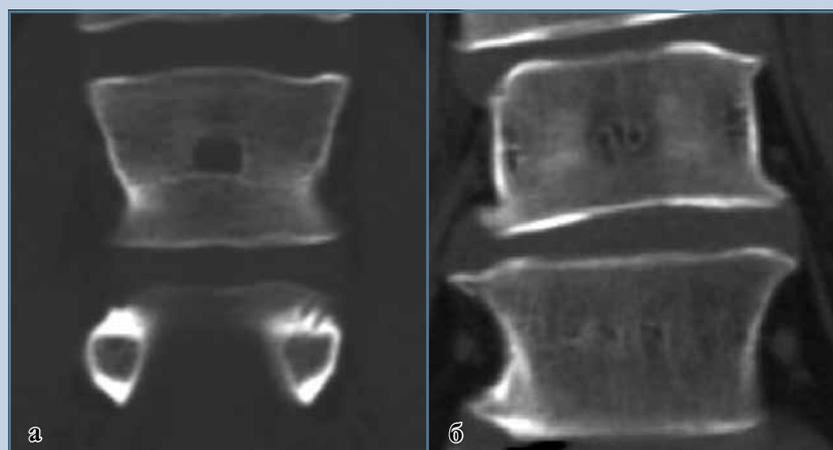


Рис. 1

КТ-скан задней стенки тела позвонка во фронтальной плоскости: а – магистральный тип строения венобазилярной системы; б – дисперсный тип строения венобазилярной системы

ния цемента, но клиническая значимость такой градации не ясна, поэтому мы выделили только локальную экструзию цемента – мениск в области выхода сосуда из тела позвонка, и экстенсивное дренирование (рис. 3).

Для определения статистической значимости отличий двух пропорций применяли точный тест Фишера. Зависимость частоты дренирования цемента в позвоночный канал от предполагаемых предикторов оценивали с помощью логистического регрессионного анализа.

Результаты

Экстенсивное дренирование в позвоночный канал выявлено после выполнения 18,7 % вмешательств (28 позвонков). Все случаи дренирования цемента были асимптоматичны. Признаки магистрального строения венозной сети выявлены у 65 (43,3 %) позвонков, признаки дренирования выявлены после 22 (33,8 %) вмешательств при этом типе строения. Дисперсный тип строения венобазиллярной системы выявлен у 85 (56,7 %) позвонков, дренирование выявлено после 6 (7,1 %) операций. Отличия являются статистически значимыми, $p < 0,0001$ (точный тест Фише-

ра). При увеличении расстояния иглы от средней линии позвонка уменьшалась вероятность экстенсивного дренирования цемента в позвоночный канал, график зависимости вероятности дренирования цемента от положения иглы представлен на рис. 4.

При построении обобщенной логистической регрессионной модели выявлено, что тип строения венобазиллярной системы и удаленность вертебропластической иглы от центра являются прогностически значимыми. Параметры логистической регрессионной модели:

$$B0 = -1,487795, p = 0,0118;$$

$$B1 = -0,1375676, p = 0,01786;$$

$$B2 = 1,9034, p = 0,0002,$$

где $B0$ – свободный член регрессии, $B1$ – регрессионный коэффициент для расстояния иглы от центра, $B2$ – регрессионный коэффициент для типа сети. Отношение шансов для типа сосудистой сети венобазиллярной системы составило 6,7084; границы 95 % доверительного интервала ($ДИ_{95\%}$): 2,4574, 18,3129. Отношение шансов для расстояния иглы от центра составило 0,0841; $ДИ_{95\%}$: 0,0106, 0,6635. Анализ корреляционной матрицы: для расстояния иглы от средней линии позвонка $r^2 = 0,4744$; для типа строения венобазиллярной

системы $r^2 = 0,3161$, иными словами, эти параметры на 79 % объясняют частоту дренирования. Модель правильно классифицирует наблюдения в 84 % случаев. Общая пригодность модели – $p < 0,0001$.

При выполнении оперативного вмешательства из одностороннего доступа экстенсивное дренирование цемента в эпидуральное пространство выявлено после 20 (21,3 %) операций, при двустороннем доступе – после 8 (14,3 %). Тем не менее наблюдаемые отличия не являются статистически значимыми ($p = 0,3869$; двусторонний точный тест Фишера). Добавление или исключение этого признака в регрессионную модель не улучшало ее качества. Отличие моделей, содержащих расстояние от центра и тип строения венобазиллярной системы, включающей и не включающей особенности техники, не является статистически значимым ($p = 0,8903$). Таким образом, тип строения венобазиллярной системы и расстояние иглы от средней линии позвонка являются прогностически значимыми в отношении частоты дренирования цемента в позвоночный канал, а выбор хирургической техники оказался незначимым для прогнозирования осложнения.

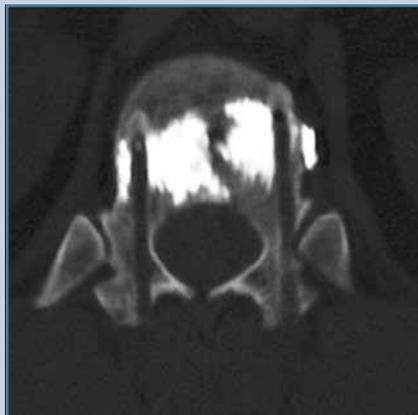


Рис. 2

Аксиальный КТ-скан тела позвонка: положение игл относительно средней линии

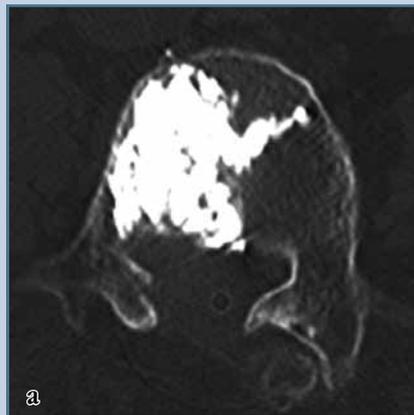


Рис. 3

Аксиальный КТ-скан тела позвонка: а – локальная экструзия цемента в позвоночный канал; б – экстенсивное дренирование цемента в позвоночный канал



Обсуждение

Дренирование цемента в позвоночный канал при вертебропластике является нередким осложнением и чаще всего протекает асимптоматично [13]. Тем не менее есть сообщения, что это осложнение в единичных случаях может привести к развитию неврологической симптоматики, тогда требуется декомпрессивное оперативное вмешательство. Эти наблюдения систематизированы и опубликованы [1, 5, 11, 17]. Для определения возможных паттернов дренирования цемента многие хирурги применяют веноспондилографию, но ее прогностическая значимость не полностью определена: по мнению некоторых авторов, с помощью этого метода исследования удастся предсказать только треть случаев дренирования цемента [13]. Причина, возможно, заключается в том, что контраст и костный цемент имеют разную вязкость, вследствие чего распространение жидкостей в теле позвонка и их дренирование в венозные коллекторы могут сильно отличаться. Интраоперационная флюороскопия не всегда позволяет своевременно выявить начинающийся сброс костного цемента в позвоночный канал, и частота осложнений, выявленная по данным контрольных

КТ, в итоге оказывается существенно выше [13, 16]. Очевидно, что полагаться только на результаты флюороскопии небезопасно, но выявление факторов риска дренирования цемента помогло бы принять дополнительные необходимые меры предосторожности, уменьшив вероятность осложнения.

В настоящее время доступны системы, применяющие цемент высокой вязкости, а высокие разрешающие способности КТ позволяют выявить дефекты кортикального слоя позвонка, таким образом уменьшается влияние ранее описанных негативных прогностических факторов [14, 15]. Однако при попытке изучения влияния применяемой хирургической техники получены противоречивые результаты. Так, в некоторых работах есть данные, что предпочтителен двусторонний доступ, тем не менее другие авторы считают, что вероятность осложнений меньше при одностороннем доступе [4, 21]. Кажущиеся противоречия можно объяснить тем, что существуют более значимые прогностические факторы, нивелирующие влияние применяемой хирургической техники. Результаты исследований подтвердили предположение, что строение венобазиллярной венозной сети и удаленность иглы от цен-

тра оказались более существенными прогностическими факторами.

Результаты нашего исследования подтверждают данные, ранее полученные Kaso et al. [9], и свидетельствуют о том, что предпочтительно удаленное от средней линии позвонка расположение вертебропластической иглы. Близкое расположение к венозному коллектору может облегчить попадание в него цемента, и частота осложнений может увеличиться.

Строение венобазиллярной системы также оказалось значимым прогностическим фактором. При наличии магистрального строения имеется один крупный венозный коллектор, это облегчает выход цемента в позвоночный канал. При рассыпном типе строения дренирующей системы диаметр венозных сосудов меньше, и, следовательно, требуется большее давление для того, чтобы цемент стал поступать в позвоночный канал через венозный коллектор.

В настоящее время доказано, что частота и выраженность дренирования цемента в позвоночный канал дозозависимы, в то время как клинический результат не коррелирует с дозой введенного цемента [10, 14]. Результаты исследований показали, что достаточно заполнить 24 % интертрабекулярного пространства позвонка для достижения клинически значимого и биомеханически удовлетворительного результата [14]. Таким образом, нет необходимости стремиться максимально заполнить тело позвонка цементом, особенно при неблагоприятных прогностических факторах. Применение двустороннего доступа может оказаться недостаточной мерой предосторожности в отношении выявленных факторов риска, что также в этих случаях делает необоснованными попытки тотального заполнения тела позвонка.

Закключение

Близкое расположение иглы к средней линии позвонка и магистральный тип

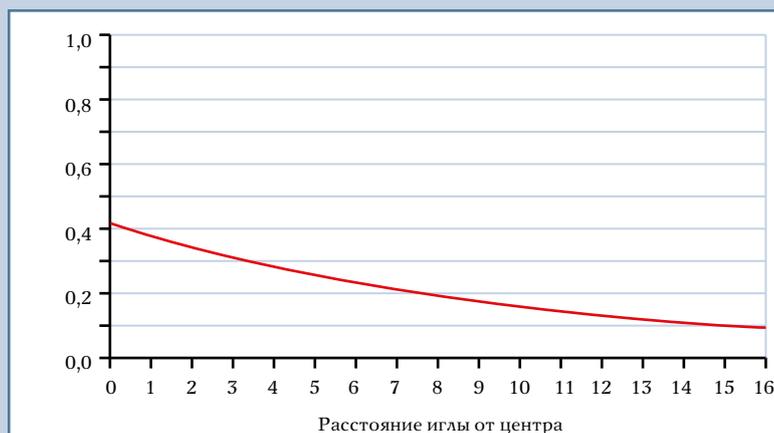


Рис. 4

Зависимость вероятности дренирования в позвоночный канал (ось ординат) от расстояния иглы от средней линии (ось абсцисс)

строения венобазиллярной системы являются факторами риска дренирования цемента в позвоночный канал, причем техника оперативного вмешательства (односторонний или двусто-

ронный доступ) не оказывает значимого влияния на частоту осложнений. При магистральном строении венобазиллярной системы не следует пытаться тотально заполнить тело позвонка

цементом, а близкое расположение иглы к средней линии дополнительно увеличит риск осложнения.

Литература/References

1. **Bhide RP, Barman A, Varghese SM, Chatterjee A, Mammen S, George J, Thomas R.** A rare presentation of subacute progressive ascending myelopathy secondary to cement leakage in percutaneous vertebroplasty. *Am J Phys Med Rehabil.* 2014;93:431–436. DOI: 10.1097/PHM.0000000000000028.
2. **Bozkurt M, Kahilogullari G, Ozdemir M, Ozgural O, Attar A, Caglar S, Ates C.** Comparative analysis of vertebroplasty and kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures. *Asian Spine J.* 2014;8:27–34. DOI: 10.4184/asj.2014.8.1.27.
3. **Chandra RV, Yoo AJ, Hirsch JA.** Vertebral augmentation: update on safety, efficacy, cost effectiveness and increased survival? *Pain Physician.* 2013;16:309–320.
4. **Chen C, Bian J, Zhang W, Zhang W, Zhao C, Wei H.** Unilateral versus bilateral vertebroplasty for severe osteoporotic vertebral compression fractures. *J Spinal Disord Tech.* 2014;27:E301–E304. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000118.
5. **Cosar M, Sasani M, Oktenoglu T, Kaner T, Ercelen O, Kose KC, Ozer AF.** The major complications of transpedicular vertebroplasty. *J Neurosurg Spine.* 2009;11:607–613. DOI: 10.3171/2009.4.SPINE08466.
6. **Dong R, Chen L, Tang T, Gu Y, Luo Z, Shi Q, Li X, Zhou Q, Yang H.** Pain reduction following vertebroplasty and kyphoplasty. *Int Orthop.* 2013;37:83–87. DOI: 10.1007/s00264-012-1709-0.
7. **Genant HK, Wu CY, van Kuijk C, Nevitt MC.** Vertebral fracture assessment using a semiquantitative technique. *J Bone Miner Res.* 1993;8:1137–1148.
8. **Georgy BA.** Clinical experience with high-viscosity cements for percutaneous vertebral body augmentation: occurrence, degree, and location of cement leakage compared with kyphoplasty. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2010;31:504–508. DOI: 10.3174/ajnr.A1861.
9. **Kaso G, Horvath Z, Szenohradszky K, Sandor J, Doczi T.** Comparison of CT characteristics of extravertebral cement leakages after vertebroplasty performed by different navigation and injection techniques. *Acta Neurochir (Wien).* 2008;150:677–683. DOI: 10.1007/s00701-008-1569-y.
10. **Kim DJ, Kim TW, Park KH, Chi MP, Kim JO.** The proper volume and distribution of cement augmentation on percutaneous vertebroplasty. *J Korean Neurosurg Soc.* 2010;48:125–128. DOI: 10.3340/jkns.2010.48.2.125.
11. **Kulkarni AG, Shah SP, Deopujari CE.** Epidural and intradural cement leakage following percutaneous vertebroplasty: a case report. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2013;21:365–368.
12. **Lai PL, Tai CL, Chen LH, Nien NY.** Cement leakage causes potential thermal injury in vertebroplasty. *BMC Musculoskelet Disord.* 2011;26:12:116. DOI: 10.1186/1471-2474-12-116.
13. **Mehbod A, Aunoble S, Le Huec JC.** Vertebroplasty for osteoporotic spine fracture: prevention and treatment. *Eur Spine J.* 2003;12(Suppl 2):S155–162. DOI: 10.1007/s00586-003-0607-y.
14. **Nieuwenhuijse MJ, Bollen L, van Erkel AR, Dijkstra PD.** Optimal intravertebral cement volume in percutaneous vertebroplasty for painful osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine.* 2012;37:1747–1755. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318254871c.
15. **Nieuwenhuijse MJ, Van Erkel AR, Dijkstra PD.** Cement leakage in percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures: identification of risk factors. *Spine J.* 2011;11:839–848. DOI: 10.1016/j.spinee.2011.07.027.
16. **Schmidt R, Cakir B, Mattes T, Wegener M, Puhl W, Richter M.** Cement leakage during vertebroplasty: an underestimated problem? *Eur Spine J.* 2005;14:466–473. DOI: 10.1007/s00586-004-0839-5.
17. **Sidhu GS, Kepler CK, Savage KE, Eachus B, Albert TJ, Vaccaro AR.** Neurological deficit due to cement extravasation following a vertebral augmentation procedure. *J Neurosurg Spine.* 2013;19:61–70. DOI: 10.3171/2013.4.SPINE12978.
18. **Silverman SL.** The clinical consequences of vertebral compression fracture. *Bone.* 1992;13 Suppl 2:S27–S31.
19. **Tian J, Xiang L, Zhou D, Fan Q, Ma B.** The clinical efficacy of vertebroplasty on osteoporotic vertebral compression fracture: a meta-analysis. *Int J Surg.* 2014;12:1249–1253. DOI: 10.1016/j.ijsu.2014.10.027.
20. **Yeom JS, Kim WJ, Choy WS, Lee CK, Chang BS, Kang JW.** Leakage of cement in percutaneous transpedicular vertebroplasty for painful osteoporotic compression fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 2003;85:83–89.
21. **Zhang LG, Gu X, Zhang HL, Zhang QG, Cai XB, Tao K.** Unilateral or bilateral percutaneous vertebroplasty for acute osteoporotic vertebral fracture: a prospective study. *J Spinal Disord Tech.* 2015;28:E85–E88. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000147.

Адрес для переписки: Бокков Андрей Евгеньевич
603115, Нижний Новгород, Верхневолжская набережная, 18/1,
Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр,
nniito@rambler.ru

Address correspondence to: Bokov Andrey Evgenievich
Privolzhsky Federal Research Center,
Verkhnevolzhskaya Naberezhnaya, 18/1,
Nizhniy Novgorod, 603115, Russia,
nniito@rambler.ru

Статья поступила в редакцию 11.06.2015

Андрей Евгеньевич Бокков, канд. мед. наук; Сергей Геннадьевич Млявух, канд. мед. наук; Александр Яковлевич Алейник, научный сотрудник; Марина Вячеславовна Растеряева, канд. мед. наук; Марина Александровна Кутлаева, врач-рентгенолог, Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр, Нижний Новгород.

Andrey Evgenievich Bokov, MD, PhD; Sergey Gennadievich Mlyavukh, MD, PhD; Alexander Yakovlevich Aleynik, MD, PhD; Marina Vyacheslavovna Rasteryaeva, MD, PhD; Marina Alexandrovna Kutlaeva, MD, Privolzhsky Federal Research Center, Nizhny Novgorod, Russia.