



ОСТЕОПЛАСТИКА КОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ ПОЗВОНКА ВСЛЕДСТВИЕ РАСШАТЫВАНИЯ ТРАНСПЕДИКУЛЯРНЫХ ВИНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОРТОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ: ПИЛОТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СЕРИИ СЛУЧАЕВ

И.В. Басанкин¹, А.А. Гюльзатян¹, И.В. Гилевич¹, И.Е. Грицаев¹, Д.А. Таюрский², В.А. Порханов¹

¹НИИ – Краснодарская краевая клиническая больница № 1

им. проф. С.В. Очаповского, Краснодар, Россия

²Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Россия

Цель исследования. Анализ эффективности и безопасности использования ортобиологического продукта при остеопластике костных дефектов позвонков с одномоментным реостеосинтезом.

Материал и методы. Результаты применения технологии аугментации винтов с использованием аллогенной кости, обогащенной тромбогелем, изучены в ходе ретроспективного одноцентрового нерандомизированного исследования, в которое были включены 17 пациентов (10 женщин, 7 мужчин) с нестабильностью металлоконструкций в виде их расшатывания и остеолита вокруг винтов. Средний возраст пациентов – 59 (43–75) лет. Результаты в течение 12 мес. прослежены у 17 (100 %) пациентов. Сравнивали предоперационные и послеоперационные инструментальные данные, клинические параметры в динамике.

Результаты. Распределение пациентов по первичной патологии выглядело следующим образом: 11 (64,7 %) – с дегенеративно-дистрофическими поражениями позвоночника, 4 (23,5 %) – с травматическими повреждениями позвоночника, 2 (11,8 %) – с кифотическими деформациями на фоне болезни Бехтерева. Среднее время от первичной до ревизионной операции – 7,06 мес. (3,1–12,1), среднее значение СРБ – 4,48 (0,5–15,0). При наблюдении в течение 12 мес. у всех пациентов отмечали положительную динамику в виде статистически значимого регресса болевого синдрома в спине по ВАШ с 7,0 (6,0; 7,3) до 1,0 (0,0; 1,0) балла ($\chi^2 = 47,9$, $df 3$, $p < 0,0001$). Также отмечали положительную тенденцию в виде снижения показателей ODI и улучшения качества жизни пациентов с 63,8 (57,1; 69,1) до 3,0 (2,0; 7,5) через 12 мес. При сравнении параметров (ВАШ и ODI) полученные отличия до/после операции статистически были значимы, при этом данные изменения имеют выраженную корреляционную зависимость. Послеоперационные КТ исследования (3, 6, 12 мес.) показали отсутствие нестабильности реимплантированной металлоконструкции.

Заключение. Остеопластика костных дефектов позвонка и аугментация винтов с использованием ортобиологических подходов продемонстрировали свою первичную эффективность и безопасность. Необходимы дальнейшие исследования с большой выборкой для подтверждения полученных результатов.

Ключевые слова: нестабильность металлоконструкций, расшатывание винта, остеопластика, ортобиология, тромбогель, плазма, обогащенная тромбоцитами.

Для цитирования: Басанкин И.В., Гюльзатян А.А., Гилевич И. В., Грицаев И. Е., Таюрский Д.А., Порханов В.А. Остеопластика костных дефектов позвонка вследствие расшатывания транспедикулярных винтов с использованием ортобиологических подходов: пилотное исследование серии случаев // Хирургия позвоночника. 2023. Т. 20. № 3. С. 86–95.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2023.3.86-95>.

OSTEOPLASTY OF VERTEBRAL BONE DEFECTS CAUSED BY PEDICLE SCREW LOOSENING USING ORTHOBIOLOGICAL APPROACHES: A PILOT STUDY OF CASE SERIES

I.V. Basankin¹, A.A. Giulzatyan¹, I.V. Gilevich¹, I.E. Gritsaev¹, D.A. Tayurski², V.A. Porkhanov¹

¹Research Institute – Regional Clinical Hospital No. 1 n.a. Prof. S.V. Ochapovsky, Krasnodar, Russia

²Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia

Objective. To analyze the effectiveness and safety of using an orthobiological product in osteoplasty of bone defects of the vertebrae with simultaneous reosteosynthesis.

Material and Methods. The results of screw augmentation technology using thrombogel-enriched allogeneic bone were studied in a retrospective, single-center, non-randomized study, which included 17 patients (10 women, 7 men) with instability of the hardware in the

form of screw loosening and osteolysis around screws. Results within 12 months were followed up in 17 patients (100 %). We compared preoperative and postoperative instrumental data, clinical parameters in dynamics.

Results. The mean age of the patients was 59 (43–75) years. The distribution of patients, according to the primary pathology, was as follows: 11 patients (64.7 %) had a degenerative-dystrophic pathology of the spine, 4 patients (23.5 %) had a traumatic injury, and 2 patients had a kyphotic deformity on the background of Bechterew's disease (11.8 %). The mean time from primary to revision surgery was 7.06 months (3.1–12.1), mean CRP was 4.48 (0.5–15.0). When observing patients for 12 months, all patients showed a positive trend in the form of a statistically significant regression of back pain according to VAS from 7.0 (6.0; 7.3) to 1.0 (0.0; 1.0) points ($\chi^2 = 47.9$, df 3, $p < 0.0001$). A positive trend was also noted in the form of a decrease in ODI indicators and an improvement in the quality of life of patients from 63.8 (57.1; 69.1) to 3.0 (2.0; 7.5) at 12 months. When comparing the parameters (VAS and ODI), the obtained differences before/after the operation were statistically significant, while these changes have a pronounced correlation. Postoperative CT studies (3, 6, 12 months) showed no instability of the screws.

Conclusion. Osteoplasty of vertebral bone defects and screw augmentation using orthobiological approaches have demonstrated their primary efficacy and safety. Further studies with a large sample size are needed to confirm the obtained results.

Key Words: instability of the hardware, screw loosening, osteoplasty, orthobiology, thrombogel, platelet-rich plasma.

Please cite this paper as: *Basankin IV, Giulzatyan AA, Gilevich IV, Gritsaev IE, Tayurski DA, Porkhanov VA. Osteoplasty of vertebral bone defects caused by pedicle screw loosening using orthobiological approaches: a pilot study of case series. Khirurgia Pozvonochnika (Russian Journal of Spine Surgery). 2023;20(3):86–95. In Russian.*

DOI: <http://dx.doi.org/10.14551/ss2023.3.86-95>.

Методика транспедикулярной фиксации широко применяется при хирургическом лечении большого спектра заболеваний и повреждений позвоночника. Нестабильность имплантированной металлоконструкции встречается в 4–20 % случаев, а у пациентов с нарушением плотности костной ткани превышает 50 % и является одной из основных причин снижения качества жизни и работоспособности [1–6].

Нестабильность металлоконструкции включает в себя переломы фиксирующих элементов, миграцию и расшатывание винтов с появлением зон остеолита вокруг них [7]. Основной причиной нестабильности является расшатывание транспедикулярных винтов. Частота расшатывания в случае ригидной фиксации грудного и/или поясничного отдела позвоночника составляет 1–15 % при нормальной минеральной плотности костной ткани, а у пациентов с остеопорозом данная цифра значительно выше и может достигать 60 % [8].

Факторами риска расшатывания винтов являются снижение минеральной плотности костной ткани, асептическая реакция к титановым микрочастицам, стресс-шилдинг, неполноценный костный блок, имплантат-ассоциированная инфекция, протяженность металлоконструкции и т.д. [8, 9].

В настоящее время для увеличения прочности фиксации винтов разработаны различные методики, включающие в себя использование расширяющихся винтов и способов аугментации, таких как полиметилметакрилат (ПММА) и костная стружка [10, 11].

Следует отметить, что предложенные стратегии аугментации винтов в основном имеют профилактический характер, а тактика лечения пациентов с костными дефектами позвонков вследствие расшатывания транспедикулярных винтов практически не разработана. В работе Lea et al. [12] предлагается методика использования ревизионных винтов с дополнительной остеопластикой аллокостной стружкой. Недостаточно освещены в литературе вопросы остеопластики при обширных дефектах, при хронических имплантат-ассоциированных инфекционных процессах. Нет данных об эффективности применения аллогенной костной стружки в сочетании с остеоиндуктивными материалами или стимуляторами регенерации. Отсутствие тактики лечения пациентов с костными дефектами позвонка вследствие дестабилизации транспедикулярной системы обуславливает разработку новых способов остеопластики с использованием ортобиологических подходов.

Цель исследования – анализ эффективности и безопасности использования

ортобиологического продукта при остеопластике костных дефектов позвонков с одномоментным реостеосинтезом.

Материал и методы

Результаты применения технологии аугментации винтов с использованием аллогенной кости, обогащенной тромбогелем, изучены в ходе ретроспективного одноцентрового нерандомизированного исследования, в которое включили 17 (10 женщин, 7 мужчин) пациентов с нестабильностью металлоконструкции в виде их расшатывания и остеолита вокруг винтов. Средний возраст пациентов – 59 (43–75) лет, результаты в течение 12 мес. прослежены у 17 (100 %).

Данное исследование проведено в соответствии с положениями Хельсинкской декларации (2013) и одобрено этическим комитетом НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского. От каждого пациента получено информированное согласие.

Критерии включения в исследование:

- 1) возраст – 18–80 лет;
- 2) клинически значимые костные дефекты в теле и на ножках позвонков больше 1 мм на фоне расшатывания транспедикулярных винтов;
- 3) болевой синдром в спине по ВАШ больше 5 баллов (по шкале 0–10);

4) индекс ограничения жизнедеятельности больше 40 (по шкале 0–100).

Критерии исключения:

- 1) перелом ножки позвонка;
- 2) любые онкологические заболевания;
- 3) терминальные состояния;
- 4) подписанный отказ от операции.

Для объективной оценки состояния пациента использовали неврологический и клинический осмотры. Интенсивность болевого синдрома оценивали по ВАШ до операции, через 1, 6 и 12 мес. после операции. Степень нарушения жизнедеятельности – по опроснику Освестри (ODI) до операции и через 1, 6 и 12 мес. после операции.

Для визуализации расшатывания транспедикулярных винтов, зон остеолиза вокруг них и для послеоперационного контроля проводили КТ с режимом подавления артефактов от металла (Smart Metal Artifact Reduction (MAR)) через 3, 6 и 12 мес. после операции.

Критерием расшатывания винтов было наличие рентгенопрозрачной зоны вокруг винта не менее 1 мм и признак Double halo. Зоны костного дефекта вокруг винтов оценивали по следующей формуле: размер наибольшего околвинтового костного дефекта в аксиальных КТ-сканах минус диаметр резьбы винта. В зависимости от полученных данных зоны

костных дефектов разделили следующим образом: малые – 1–2 мм, средние – 2–3 мм, большие – более 3 мм.

Получение аллогенной костной ткани. Костную ткань получали путем сохранения головки бедренной кости, удаляемой во время эндопротезирования. Первично проводили механическую обработку головки бедренной кости с целью очистки ее от гиалинового хряща при помощи риммера (рис. 1).

В последующем использовали марбургскую систему термодезинфекции костной ткани [13]. Интраоперационно из головки бедренной кости готовили костную стружку и смешивали с тромбогелем.

Приготовление тромбоцитарного геля. Для получения тромбоцитарного геля у пациентов выполняли эксфузию периферической крови в гемакон с антикоагулянтом ЦФДА-1 объемом 150 мл. Тромбогель готовили по методике, описанной О.И. Шариповым с соавт. [14], с собственной модификацией. Первым этапом из периферической крови выделяли плазму, обогащенную тромбоцитами (ОбТП), путем двойного центрифугирования. Конечный объем ОбТП составлял 20 мл, его делили на 2 компонента: 5 мл ОбТП сохраняли в исходной концентрации (первый компонент тромбогеля), а 15 мл использовали для приготовления тромбина. Для этого 15 мл ОбТП смешивали с раство-

ром 100 мкл CaCl_2 (соотношение 20 : 1) в чашке Петри, после чего оставляли при температуре $+37^\circ\text{C}$ на 15–60 мин до завершения формирования сгустка. После ретракции сгустка в чашке Петри собирали оставшуюся жидкость с высоким содержанием тромбина конечным объемом 5 мл (второй компонент тромбогеля). Готовые пробирки с ОбТП (5 мл) и тромбином (5 мл) передавали в операционный зал в стерильной упаковке (рис. 2а). Непосредственно перед применением в шприце объемом 20 мл смешивали 5 мл ОбТП и 5 мл тромбина, отодвигали поршень в крайнее положение и через 15 с после формирования сгустка использовали полученный тромбогель (рис. 2б).

Техника остеопластики с использованием аллогенной кости, обогащенной тромбогелем. Положение пациента на операционном столе – лежа на животе. Выполняют последовательный доступ к металлоконструкции. Раскручивают гайки, удаляют балки, выкручивают винты, после чего выполняют тщательный кюретаж поствинтовых костных дефектов, содержимое ложа винта направляют на бактериологическое исследование. Далее в поствинтовой дефект через ножку позвонка устанавливают порт-трубку с наружным диаметром 6 мм (на конце порта скос 45°) на максимально возможную глубину таким образом, чтобы скос порта находил-



Рис. 1

Обработка головки бедренной кости: а – головка бедренной кости с гиалиновым хрящом; б – механическая обработка от хряща с помощью риммера; в – окончательный вид после обработки



Рис. 2

Пробирки с тромбином и ОБТП (а) и смешанные компоненты в шприце (б)

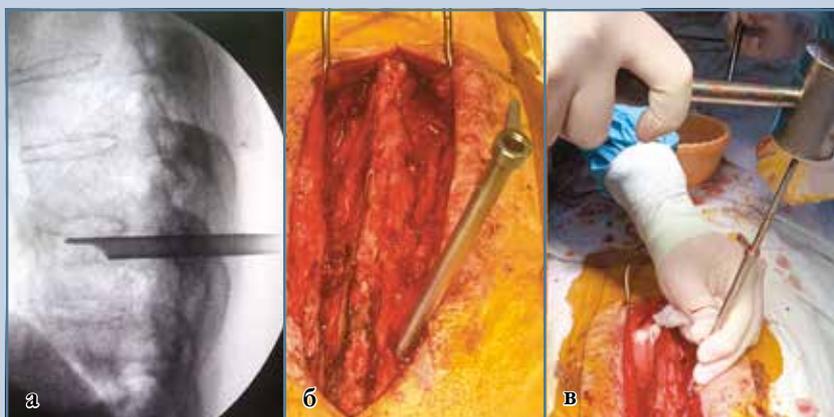


Рис. 3

Установка порт-трубки в поствинтовом дефекте позвонка и этап остеопластики: а – рентгенологический контроль; б – интраоперационная картина; в – процесс утрамбовки пластического материала

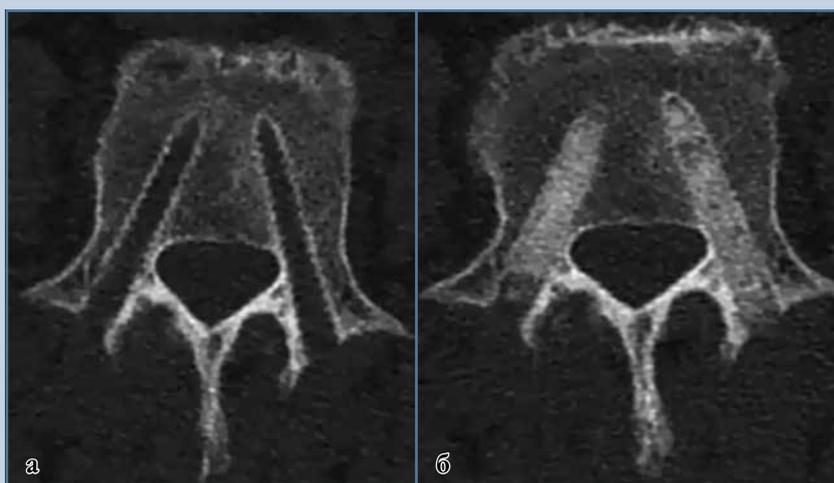


Рис. 4

КТ-картина до (а) и после (б) остеопластики

ся в пределах тела позвонка. Установку порта контролируют методом рентгена в прямой и боковой проекциях (рис. 3а). Малыми дозами пластический материал заводят через порт-трубку в дефект, каждая новая порция материала утрамбовывается при помощи импактора и молоточка, с постепенным обратным подтягиванием порта до тех пор, пока материал не заполнит сначала весь дефект по ходу тела, а потом и ножку позвонка (рис. 3б, 3в).

Костные дефекты заполняются полностью и имеют рентгенологическую картину, представленную на рис. 4.

После наполнения дефекта порт-трубку извлекают, а затем имплантируют новые винты с тем же диаметром, устанавливают штанги на головках винтов и закрепляют гайками. В дальнейшем рану зашивают с установкой активной дренажной системы.

Статистическая обработка результатов. Полученные клинические результаты обрабатывали с использованием программной системы IBM SPSS 16.0. Так как количество пациентов в генеральной совокупности было 17, а распределение числовых значений в части выборки существенно отличалось от нормального закона распределения (проверку гипотезы о нормальности распределения проводили при помощи критерия Колмогорова – Смирнова), применяли непараметрический метод статистического анализа: χ^2 -критерий Фридмана. В качестве нижней границы достоверности принят уровень статистической значимости $p < 0,05$. При представлении результатов исследования данные, полученные на выборке с распределением, отличным от нормального, записывали в виде медианы – Me [25 и 75 перцентили].

Результаты

Анализу подвергнуты результаты лечения 17 пациентов. Распределение пациентов по первичной патологии выглядело следующим образом: 11 (64,7 %) – с дегенеративно-дистрофическими поражениями позвоночника;

Таблица

Показатели ВАШ и ODI до и после оперативного вмешательства

Шкалы	До лечения, Me (25 %; 75 %)	Через 1 мес. после лечения Me (25 %; 75 %)	Через 6 мес. после лечения Me (25 %; 75 %)	Через 12 мес. после лечения Me (25 %; 75 %)	χ^2 Фридмана
ВАШ, баллы	7,0 (6,0; 7,3)	4,0 (3,0; 4,0)	2,0 (2,0; 3,0)	1,0 (0,0; 1,0)	$\chi^2 = 47,9$, df 3, p < 0,0001
ODI, баллы	63,8 (57,1; 69,1)	32,8 (29,5; 39,7)	13,6 (12,0; 15,0)	3,0 (2,0; 7,5)	$\chi^2 = 40,8$, df 3, p < 0,0001

4 (23,5 %) – с травматическими повреждениями позвоночника, 2 (11,8 %) – с кифотическими деформациями на фоне болезни Бехтерева. Среднее время от первичной до ревизионной операции – 7,06 мес. (3,1–12,1), среднее значение СРБ – 4,48 (0,5–15,0). В 15 (88,2 %) случаях посев из ложа расшатанного винта показал отсутствие роста микрофлоры, а у 2 (11,8 %) пациентов обнаружена грамположительная флора со скудным ростом, чувствительная к левофлоксацину и клиндамицину. У этих пациентов в послеоперационном периоде после получения данных посева проводили антибактериальную терапию (левофлоксацин 500 мг: 1 таблетка 2 раза в день) в течение 6 недель с динамическим контролем данных СРБ.

В 12 (70,6 %) случаях определяли средние и большие околовинтовые дефекты, а 5 (29,4 %) пациентов имели клинически значимые малые дефекты.

При наблюдении в течение 12 мес. у всех пациентов отмечали положительную динамику в виде статистически значимого регресса болевого синдрома в спине по ВАШ с 7,0 (6,0; 7,3) до 1,0 (0,0; 1,0) балла ($\chi^2 = 47,9$, df 3, p < 0,0001; табл., рис. 5).

Также отмечали положительную тенденцию в виде снижения показателей ODI и улучшения качества жизни пациентов с 63,8 (57,1; 69,1) до 3,0 (2,0; 7,5) через 12 мес. (табл., рис. 6). При сравнении параметров (ВАШ и ODI) полученные отличия до/после операции статистически значимы, при этом данные изменения имеют выраженную корреляционную зависимость.

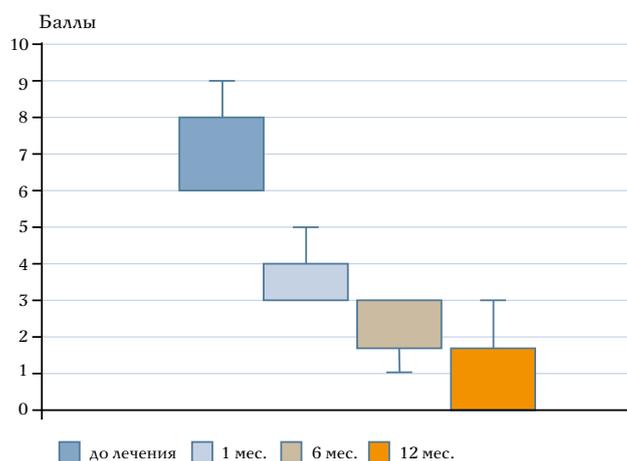


Рис. 5

Динамика изменения болевого синдрома в спине по ВАШ до лечения и через 1, 6, 12 мес. после операции

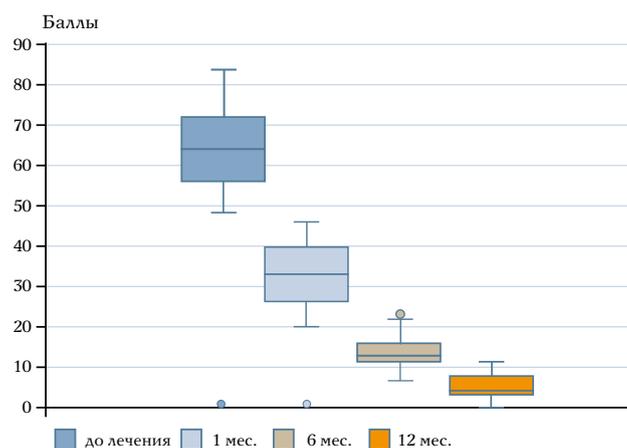


Рис. 6

Динамика изменения показателей ODI до лечения и через 1, 6, 12 мес. после операции

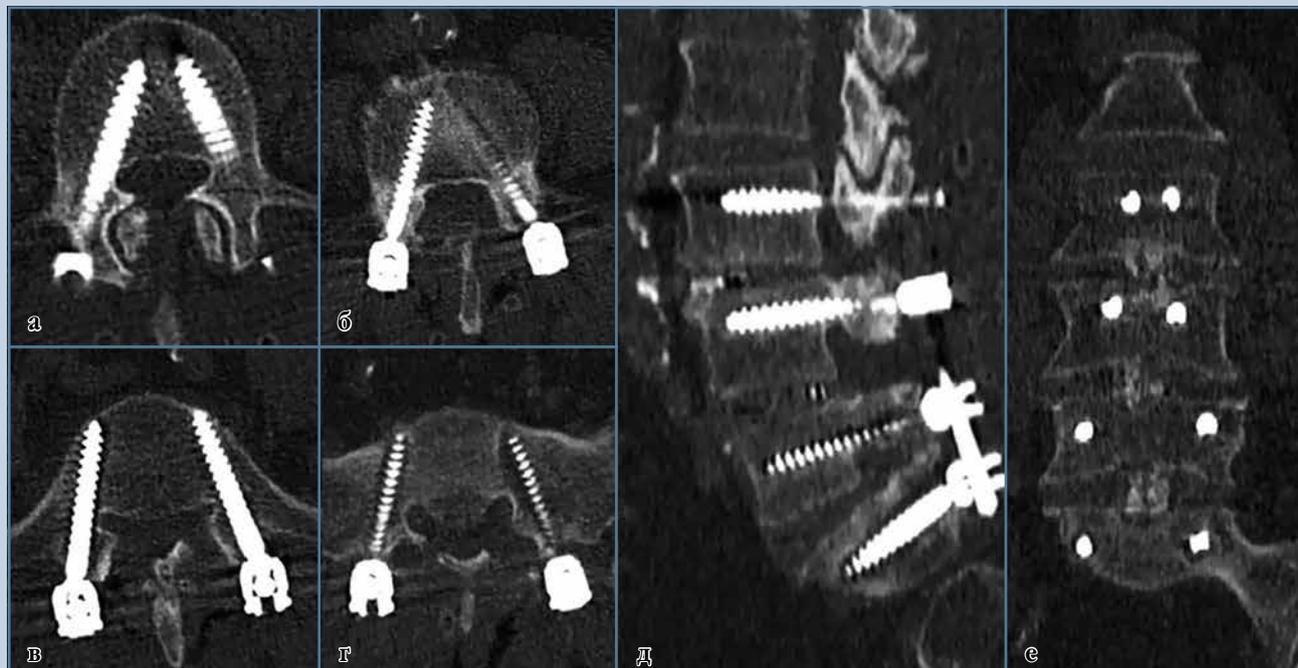


Рис. 7

Аксиальные сканы КТ пациента Л., 74 лет, на уровне L₃ (а), L₄ (б), L₅ (в), S₁ (г), сагиттальная и фронтальная КТ-реконструкции оперированного отдела (д, е)

Послеоперационные КТ-исследования показали отсутствие нестабильности установленных винтов, отмечалась интеграция аллогенной костной ткани.

Клинический случай. Пациент Л., 74 лет, поступил в нейрохирургический стационар с жалобами на выраженные боли в поясничном отделе позвоночника (ВАШ – 7 баллов из 10, ODI – 67). В анамнезе гипертоническая болезнь, сахарный диабет 2-го типа. В 2021 г. перенес декомпрессивно-стабилизирующее оперативное вмешательство в объеме TLIF L₃–L₄–L₅–S₁ по поводу дегенеративного стеноза на уровне L₃–L₄ (тип С по Schizas), L₄–L₅ (тип D по Schizas), L₅–S₁ (тип С по Schizas), нестабильного спондилолистеза L₄ (2-я ст. по Meyeding). После оперативного вмешательства отмечал значительное улучшение состояния в виде регресса болей в нижних конечностях и снижения в поясничном отделе позвоночника (ВАШ – 2 балла из 10).

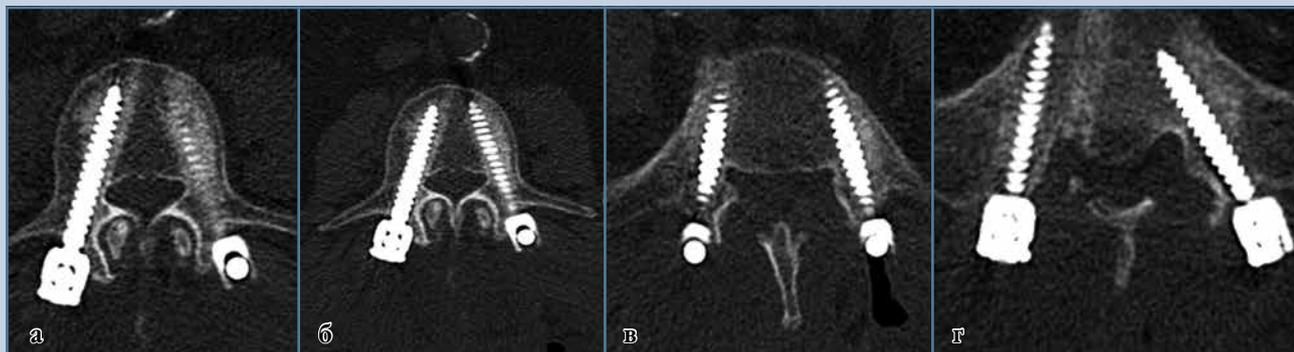
Через 4 мес. пациент отметил прогрессирующее нарастание болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника, резистентного к консервативной терапии. Через 7 мес. после оперативного вмешательства на контрольном осмотре пациенту выполнили КТ поясничного отдела позвоночника (рис. 7) и выявили нестабильность металлоконструкции в виде ее расшатывания в позвонках L₄ (правый винт более 1 мм), L₅ (оба винта более 1 мм), S₁ (оба винта более 2 мм). Кроме того, на фронтальных и аксиальных реконструкциях отмечен костный блок на уровне L₃–L₄ Grade 1 по Tan, на уровне L₄–L₅ Grade 2, на уровне L₅–S₁ Grade 4, проседание кейджа на уровне L₅–S₁.

Объективно: пациент гиперстенического телосложения, передвигается с опорой на трость, с наклоненным вперед туловищем. Локально: выраженная болезненность паравертебральных мышц поясничного отдела позвоночника больше слева. Послеоперационный рубец без признаков

воспаления. В неврологическом статусе сухожильные рефлексы с нижних конечностей снижены. Мышечная сила в конечностях 5 баллов во всех группах мышц. Нарушений функций тазовых органов нет. Чувствительных нарушений нет.

По совокупности клинико-рентгенологических данных выполнили операцию: удаление металлоконструкции, остеопластику винтовых каналов L₃–L₄–L₅–S₁ (тромбогель + аллокость), реимплантацию 8-винтовой системы.

В послеоперационном периоде отмечали положительную динамику в виде регресса болевого синдрома, пациента активизировали в 1-е сут после операции. В послеоперационном периоде на 3-и сут для оценки результатов лечения выполняли КТ поясничного отдела позвоночника. По ее данным, ранее выявленные зоны разряжения костной ткани вокруг винтов тотально заполнены аллокостной стружкой, металлоконструкция стабильна (рис. 8).

**Рис. 8**

Аксиальные сканы КТ поясничного отдела позвоночника пациента Л., 74 лет, на уровнях L₃ (а), L₄ (б), L₅ (в), S₁ (г): плотное заполнение исходных дефектов, отсутствие признака Double halo вокруг реимплантированных винтов

Выписан в удовлетворительном состоянии на 7-е сут после операции без осложнений. Передвигался самостоятельно без средств дополнительной опоры. Рана в последующем зажила первичным натяжением. Контрольное обследование пациента проводили через 3, 6, 12 мес. после операции. Пациент жалоб не предъявлял, вернулся к работе. По данным КТ поясничного отдела позвоночника через 12 мес. признаков нестабильности металлоконструкции нет, отмечается костный блок на уровне L₃–L₄ Grade 1 по Тап, на уровне L₄–L₅ Grade 1, на уровне L₅–S₁ Grade 2 (рис. 9).

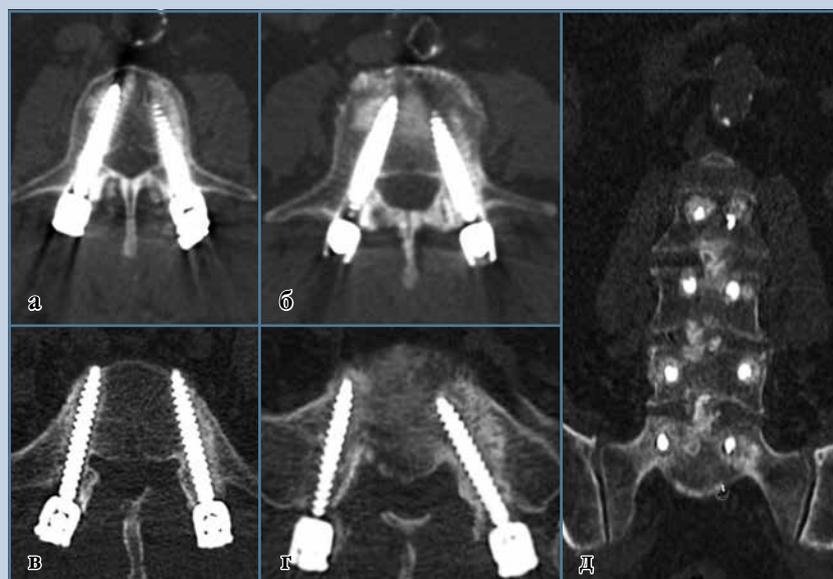
Обсуждение

В настоящее время тактика лечения пациентов с костными дефектами позвонков вследствие остеолита и расшатывания транспедикулярных винтов практически не разработана. Наиболее распространенными методами лечения являются винты большего диаметра, цементная аугментация тела позвонка с использованием перфорированных винтов, альтернативным методом является аугментация ревизионного винта костной стружкой или остеоиндуктивным материалом [11, 16, 17].

Цементная аугментация значительно усиливает жесткость и прочность

транспедикулярного винта, однако у ПММА есть ряд существенных недостатков: экзотермические свойства, риск повреждения нервных структур при экстравазации, ТЭЛА, ограниченная возможность аугментации ножки позвонка, развитие остеонекроза позвонка [17].

Костная стружка была предложена в качестве материала для аугментации винтов в 1994 г. Начальные результаты применения костной стружки свидетельствовали о том, что она уступает по эффективности методике с применением ПММА [10]. С другой стороны, в экспериментальном исследова-

**Рис. 9**

Аксиальные сканы КТ поясничного отдела позвоночника пациента Л., 74 лет, на уровнях L₃ (а), L₄ (б), L₅ (в), S₁ (г): отсутствие признаков нестабильности металлоконструкции; фронтальный скан поясничного отдела с признаками костного блока на всех уровнях (д)

нии Shen et al. [18] было доказано, что метод остеопластики костной крошкой эффективнее, чем ревизионные винты.

В нашем исследовании для остеопластики костных дефектов позвонка на фоне расшатывания винтов использовалась аллогенная кость, обогащенная тромбогелем. В данном случае аллогенная стружка является фокусом регенерации, а тромбогель – стимулятором остеогенеза.

По данным ряда исследователей [19–21], использование тромбоцитарно-коллагеновых концентратов ускоряет восстановление сегментарного дефекта костной ткани, а аутологичная ОБТП является безопасным, оправданным и надежным стимулятором заживления.

Доказано, что стимулирующий эффект ОБТП проявляется при концентрации тромбоцитов 1 000 000/мкл в небольшом количестве плазмы [22]. Повышение количества тромбоцитов в плазме также увеличивает концентрацию факторов роста, влияющих на миграцию и пролиферацию клеток, стимулирующих образование внеклеточного матрикса, подавляет высвобождение провоспалительных

цитокинов и ограничивает воспаление, взаимодействуя с макрофагами, что необходимо для интеграции костной ткани [22, 23].

Оуама et al. [24] сравнили результаты остеопластики альвеолярного дефекта аутокостью с остеопластикой в сочетании с ОБТП у 7 пациентов. В результате авторы получили достоверное увеличение костной массы в альвеолярном дефекте после применения тромбогеля ($p < 0,05$) по сравнению с контрольной группой.

В.Г. Самодай и соавт. [25] использовали ОБТП, насыщенную антибиотиками, при лечении псевдоартрозов и инфицированных дефектов костной ткани, в качестве фокуса регенерации применяли губчатую аутокость. Авторы отметили стимулирующий и антибактериальный эффекты данной комбинации на регенерацию костной ткани.

В нашем исследовании мы получали ОБТП на первом этапе и уже в операционной – тромбогель. По данным послеоперационной КТ отсутствовали признаки нестабильности реимплантированной металлоконструкции. В послеоперационном периоде имплантат-ассоциированной инфекции не было выявлено ни у одного пациента.

Ограничения исследования. Анализирована малая группа пациентов (исследование серии случаев). В исследовании нет контрольной группы. Не подвергнуты анализу факторы риска расшатывания винтов из-за малой выборки.

Заключение

Остеопластика костных дефектов позвонка и аугментация винтов с использованием ортобиологических подходов продемонстрировали свою первичную эффективность и безопасность. Необходимы дальнейшие исследования с большой выборкой для подтверждения полученных результатов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научно-инновационного проекта № НИП-20.1/22.24.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом учреждения.

Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Литература/References

- Pihlajamaki H, Myllynen P, Bostman O.** Complications of transpedicular lumbar-sacral fixation for non-traumatic disorders. *J Bone Joint Surg Br.* 1997;79:183–189. DOI: 10.1302/0301-620x.79b2.7224.
- Mohi Eldin MM, Ali AM.** Lumbar transpedicular implant failure: a clinical and surgical challenge and its radiological assessment. *Asian Spine J.* 2014;8:281–297. DOI: 10.4184/asj.2014.8.3.281.
- Яриков А.В., Смирнов И.И., Павлинов С.Е., Перльмуттер О.А., Липатов К.С., Магомедов С.А., Чапурин С.Е., Соснин А.Г., Фраерман А.П., Пардаев С.Н.** Остеопороз позвоночника: эпидемиология, современные методы диагностики и принципы лечения // *Врач.* 2020. Т. 31. № 11. С. 21–28. [Yarikov A, Smirnov I, Pavlinov S, Perlmutter O, Lipatov K, Magomedov S, Chapurin S, Sosnin A, Pardaev S. Osteoporosis of the vertebral column: epidemiology, current diagnostic methods, and treatment principles. *Vrach.* 2020;31(11):21–28]. DOI: 10.29296/25877305-2020-11-04.
- Лебедев В.В., Епифанов Д.С., Кинзягулов Б.Р., Зуев А.А.** Передний спондилодез из мини-инвазивного ретроперитонеального доступа при лечении пациентов с псевдоартрозом после декомпрессивно-стабилизирующих операций по поводу дегенеративно-дистрофических заболеваний поясничного отдела позвоночника // *Хирургия позвоночника.* 2023. Т. 20. № 2. С. 57–64. [Lebedev VB, Epifanov DS, Kinzyagulov BR, Zuev AA. Anterior spinal fusion through a minimally
- invasive retroperitoneal approach in the treatment of patients with pseudoarthrosis after decompression and stabilization surgeries for degenerative-dystrophic diseases of the lumbar spine. *Khirurgiya Pozvonochnika (Russian Journal of Spine Surgery).* 2023;20(2):57–64]. DOI: 10.14531/ss2023.257-64.**
- Леонова О.Н., Байков Е.С., Пелеганчук А.В., Крутько А.В.** Плотность костной ткани позвонков в единицах Хаунсфилда как предиктор несостоятельности межтелового блока и проседания имплантата при круговом поясничном спондилодезе // *Хирургия позвоночника.* 2022;19(3):57–65. [Leonova ON, Baikov ES, Peleganchuk AV, Krutko AV. Vertebral bone density in Hounsfield units as a predictor of interbody non-union and implant subsidence in lumbar circumferential fusion. *Khirurgiya Pozvonochnika (Russian Journal of Spine Surgery).* 2022;19(3):57–65]. DOI: 10.14531/ss2022.3.57-65.
- Бывальцев В.А., Калинин А.А.** Возможности применения минимально инвазивных дорсальных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств у пациентов с избыточной массой тела и ожирением // *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко.* 2018. Т. 82. № 5. С. 69–80. [Byval'tsev VA, Kalinin AA. Minimally invasive dorsal decompression-stabilization surgery in patients with overweight and obesity. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N.N. Burdenko.* 2018;82(5):69–80]. DOI: 10.17116/neiro20188205169.

7. **Басанкин И.В., Пташников Д.А., Масевнин С.В., Афаунов А.А., Гюльзатян А.А., Тахмазян К.К.** Значимость различных факторов риска в формировании проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкции при оперативном лечении взрослых с деформациями позвоночника // Хирургия позвоночника. 2021. Т. 18. № 1. С. 14–23. [Basankin IV, Ptashnikov DA, Masevnin SV, Afaunov AA, Giulzatyan AA, Takhmazyan KK. Significance of various risk factors for proximal junctional kyphosis and instability of instrumentation in surgical treatment for adult spinal deformities. *Khirurgiya Pozvonochnika (Russian Journal of Spine Surgery)*. 2021;18(1):14–23]. DOI: 10.14531/ss2021.1.14-23.
8. **Bokov AE, Bulkin AA, Bratsev IS, Kalinina SYa, Mlyavykh SG, Anderson DG.** Augmentation of pedicle screws using bone grafting in patients with spinal osteoporosis. *Sovrem Tekhnologii Med*. 2021;13(5):6–10. DOI: 10.17691/stm2021.13.5.01.
9. **Hallab NJ, Cunningham BW, Jacobs JJ.** Spinal implant debris-induced osteolysis. *Spine*. 2003;28:S125–S138. DOI: 10.1097/00007632-200310151-00006.
10. **Pfeifer BA, Krag MH, Johnson C.** Repair of failed transpedicular screw fixation. A biomechanical study comparing polymethylmethacrylate, milled bone, and matchstick bone reconstruction. *Spine*. 1994;19:350–353. DOI: 10.1097/00007632-199402000-00017.
11. **Jia C, Zhang R, Xing T, Gao H, Li H, Dong F, Zhang J, Ge P, Song P, Xu P, Zhang H, Shen C.** Biomechanical properties of pedicle screw fixation augmented with allograft bone particles in osteoporotic vertebrae: different sizes and amounts. *Spine J*. 2019;19:1443–1452. DOI: 10.1016/j.spinee.2019.04.013.
12. **Lea MA, Elmalky M, Sabou S, Siddique I, Verma R, Mohammad S.** Revision pedicle screws with impaction bone grafting: a case series. *J Spine Surg*. 2021;7:344–353. DOI: 10.21037/jss-20-684.
13. **Воробьев К.А., Божкова С.А., Тихилов Р.М., Черный А.Ж.** Современные способы обработки и стерилизации аллогенных костных тканей (обзор литературы) // Травматология и ортопедия России. 2017. Т. 23. № 3. С. 134–147. [Vorobyov KA, Bozhkova SA, Tikhilov RM, Cherny AZh. Current methods of processing and sterilization of bone allografts (review of literature). *Travmatologiya i Ortopediya Rossii (Traumatology and Orthopedics of Russia)*. 2017;23(3):134–147]. DOI: 10.21823/2311–2905-2017-23-3-134-147.
14. **Шарипов О.И., Кутин М.А., Баюклин А.В., Имаев А.А., Абдилатипов А.А., Курносав А.Б., Фомичев Д.В., Михайлов Н.И., Калинин П.Л.** Применение тромбоцитарного геля для пластики ликворной фистулы основания черепа (случай из практики и обзор литературы) // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. 2018. Т. 82. № 1. С. 86–92. [Sharipov OI, Kutin MA, Bayuklin AV, Imaev AA, Abdilatipov AA, Kurnosov AB, Fomichev DV, Mikhailov NI, Kalinin PL. The use of platelet gel for repair of a cerebrospinal fluid fistula of the skull base (a case report and literature review). *Zhurnal Voprosy Neirokhirurgii Imeni N.N. Burdenko*. 2018;82(1):86–92]. DOI: 10.17116/neiro201882186-92.
15. **Renner SM, Lim TH, Kim WJ, Katolik L, An HS, Andersson GB.** Augmentation of pedicle screw fixation strength using an injectable calcium phosphate cement as a function of injection timing and method. *Spine*. 2004;29:E212–E216. DOI: 10.1097/00007632-200406010-00020.
16. **Polly DW Jr, Orchowski JR, Ellenbogen RG.** Revision pedicle screws. Bigger, longer shims—what is best? *Spine*. 1998;23:1374–1379. DOI: 10.1097/00007632-199806150-00015.
17. **Hong SW, Oh TH, Jeon JM, Lee YS, Kim KT.** Cardiac perforation caused by bone cements as a complication of cement augmented pedicle screw fixation using the fenestrated pedicle screw: a case report. *Korean J Neurotrauma*. 2020;16:337–342. DOI: 10.13004/kjnt.2020.16.e33.
18. **Shen FH, Hayward GM, Harris JA, Gonzalez J, Thai E, Raso J, Van Horn MR, Bucklen BS.** Impaction grafting of lumbar pedicle defects: a biomechanical study of a novel technique for pedicle screw revision. *J Neurosurg Spine*. 2022;38:313–318. DOI: 10.3171/2022.10.SPINE22351.
19. **Малыгина М.А., Боровкова Н.В., Сахарова О.М., Пономарев И.Н.** Применение богатой тромбоцитами плазмы при заболеваниях и повреждениях опорно-двигательного аппарата // Трансплантология. 2017. Т. 9. № 4. С. 325–334. [Malygina MA, Borovkova NV, Sakharova OM, Ponomarev IN. The use of platelet rich plasma in diseases and injuries of the musculoskeletal system. *Transplantologiya. The Russian Journal of Transplantation*. 2017;9(4):325–334]. DOI: 10.23873/2074-0506-2017-9-4-325-334.
20. **Ваза А.Ю., Макаров М.С., Сластилин В.В., Боровкова Н.В., Клюквин И.Ю., Похитонов Д.Ю., Пономарев И.Н.** Эффективность комбинации аллогенной богатой тромбоцитами плазмы с коллагеном при лечении дефектов бедренной кости у крыс // Трансплантология. 2016. № 2. С. 36–44. [Vaza AYU, Makarov MS, Slastinin VV, Borovkova NV, Klyukvin IYu, Pokhitonov DYU, Ponomarev IN. Efficiency of allogenic platelet-rich plasma, combined with collagen, in rat's humerus injury healing. *Transplantologiya. The Russian Journal of Transplantation*. 2016;(2):36–44].
21. **Пonomarev И.Н., Савотченко А.М., Бородин Е.Н., Мигулева И.Ю., Файн А.М., Боровкова Н.В.** Эффективность применения тромбоцитарного и тромбоцито-лейкоцитарного концентрата в составе коллагенового трансплантата при замещении дефекта кости. Экспериментальное исследование // III конгресс ОРТОБИОЛОГИЯ 2022 «От исследования к клинической практике»: сб. тезисов конференции (Москва, 15–16 апреля 2022 г.) / под ред. М.А. Страхова. Воронеж, 2022. С. 174–176. [Ponomarev IN, Savotchenko AM, Borodina EN, Miguleva IYu, Fain AM, Borovkova NV. The effectiveness of the use of platelet and platelet-leukocyte concentrate as part of a collagen graft in replacing a bone defect. Experimental study. In: From research to clinical practice: Abstracts of the 3rd Congress of ORTHOBIOLOGY 2022 (Moscow, 15–16 April 2022), ed. by M.A. Strakhov. Voronezh, 2022:174–176].
22. **Кирилова И.А., Фомичев Н.Г., Подорожная В.Т., Этитейн Ю.В.** Сочетанное использование остеопластики и обогащенной тромбоцитами плазмы в травматологии и ортопедии (обзор литературы) // Травматология и ортопедия России. 2008. № 3 (49). С. 63–67. [Kirilova IA, Fomichev NG, Podorozhnaya VT, Eitein YuV. The combined use of osteoplasty and platelet-rich plasma in traumatology and orthopedics (literature review). *Travmatologiya i Ortopediya Rossii (Traumatology and Orthopedics of Russia)*. 2008;(3):63–67].
23. **Бывальцев В.А., Калинин А.А., Оконешникова А.К., Сатардинова Э.Е.** Анализ клинической эффективности применения PRP-терапии при лечении пациентов с изолированным фасеточным синдромом поясничного отдела позвоночника // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2019. Т. 119. № 11. С. 27–31. [Byvaltsev VA, Kalinin AA, Okoneshnikova AK, Sataridinova EE. Analysis of the clinical efficacy of platelet-rich plasma therapy in the treatment of patients with isolated facet-syndrome of the lumbar spine. *Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii imeni S.S. Korsakova*. 2019;119(11):27–31]. DOI: 10.17116/jnevro201911911127.
24. **Oyama T, Nishimoto S, Tsugawa T, Shimizu F.** Efficacy of platelet-rich plasma in alveolar bone grafting. *J Oral Maxillofac Surg*. 2004;62:555–558. DOI: 10.1016/j.joms.2003.08.023.
25. **Самодай В.Г., Брехов В.Л., Гайдуков В.Е.** Использование богатой тромбоцитами аутоплазмы (БОТП) в хирургическом лечении дефектов костной ткани с нарушением непрерывности кости // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2007. Т. 6. № 2. С. 493–495. [Samoday VG, Brekhov VL, Gaydukov VE. The use of platelet-rich autoplasm (PRP) in the surgical treatment of bone tissue defects with bone discontinuity // System analysis and management in biomedical systems. 2007;6(2):493–495].

Адрес для переписки:

Гюльзатян Абрам Акопович
350086, Россия, Краснодар, ул. 1 Мая, 167,
НИИ – Краснодарская краевая клиническая больница № 1
им. проф. С.В. Очаповского,
abramgulz@gmail.com

Статья поступила в редакцию 01.08.2023

Рецензирование пройдено 06.09.2023

Подписано в печать 08.09.2023

Address correspondence to:

Giulzatyan Abram Akopovich
Research Institute – Regional Clinical Hospital No. 1
n.a. Prof. S.V. Ochapovsky,
167 Pervogo Maya str., Krasnodar, 350086, Russia,
abramgulz@gmail.com

Received 01.08.2023

Review completed 06.09.2023

Passed for printing 08.09.2023

Игорь Вадимович Басанкин, д-р мед. наук, заведующий отделением нейрохирургии № 3, НИИ – Краснодарская краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского, Россия, 350086, Краснодар, ул. 1 Мая, 167, ORCID: 0000-0003-3549-0794, basankin@rambler.ru;

Абрам Акопович Гюльзатян, канд. мед. наук, врач-нейрохирург нейрохирургического отделения № 3, НИИ – Краснодарская краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского, Россия, 350086, Краснодар, ул. 1 Мая, 167, ORCID: 0000-0003-1260-4007, abramgulz@gmail.com;

Ирина Валерьевна Гилевич, канд. мед. наук, заведующая лабораторией разработки и изучения новых технологий лечения заболевания, НИИ – Краснодарская краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского, Россия, 350086, Краснодар, ул. 1 Мая, 167, ORCID: 0000-0002-9766-1811, giliv@list.ru;

Иван Евгеньевич Грицаев, врач-нейрохирург нейрохирургического отделения № 3, НИИ – Краснодарская краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского, Россия, 350086, Краснодар, ул. 1 Мая, 167, ORCID: 0000-0001-7854-7741, felicio94@yandex.ru;

Давид Александрович Таюрский, ординатор 2-го года кафедры нейрохирургии, Кубанский государственный медицинский университет, Россия, 350063, Краснодар, ул. М. Седина, 4, ORCID: 0000-0002-1107-2857, David021294@me.com;

Порханов Владимир Алексеевич, д-р мед. наук, главный врач, НИИ – Краснодарская краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского, Россия, 350086, Краснодар, ул. 1 Мая, 167, ORCID: 0000-0003-0572-1395, kkb1@mail.ru.

Igor Vadimovich Basankin, DMSc, Head of the Department of Neurosurgery No. 3, Research Institute – Regional Clinical Hospital No. 1 n.a. Prof. S.V. Ochapovsky, 167 Pervogo Maya str., Krasnodar, 350086, Russia, ORCID: 0000-0003-3549-0794, basankin@rambler.ru;

Abram Akopovich Giulzatyan, MD, PhD, neurosurgeon, Department of Neurosurgery No. 3, Research Institute – Regional Clinical Hospital No. 1 n.a. Prof. S.V. Ochapovsky, 167 Pervogo Maya str., Krasnodar, 350086, Russia, ORCID: 0000-0003-1260-4007, abramgulz@gmail.com;

Irina Valeryevna Gilevich, MD, PhD, Head of the Laboratory for the development and study of new technologies for the disease treatment, Research Institute – Regional Clinical Hospital No. 1 n.a. Prof. S.V. Ochapovsky, 167 Pervogo Maya str., Krasnodar, 350086, Russia, ORCID: 0000-0002-9766-1811, giliv@list.ru;

Ivan Evgenyevich Griksaev, neurosurgeon, Department of Neurosurgery No.3, Research Institute – Regional Clinical Hospital No. 1 n.a. Prof. S.V. Ochapovsky, 167 Pervogo Maya str., Krasnodar, 350086, Russia, ORCID: 0000-0001-7854-7741, felicio94@yandex.ru;

David Aleksandrovich Tayurski, 2nd year resident of the Department of Neurosurgery, Kuban State Medical University, 4 Mitrofana Sedina str., Krasnodar, 350063, Russia, ORCID: 0000-0002-1107-2857, David021294@me.com;

Vladimir Alekseyevich Porkhanov, DMSc, Prof., chief physician, Research Institute – Krasnodar Regional Clinical Hospital No. 1 n.a. Prof. S.V. Ochapovsky, 167 Pervogo Maya str., Krasnodar, 350086, Russia, ORCID: 0000-0003-0572-1395, kkb1@mail.ru.