



СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ГИБРИДНОЙ И ЦИРКУЛЯРНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ НА ОСНОВАНИИ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ВЗРЫВНЫХ ПЕРЕЛОМОВ ТЕЛ ПОЗВОНКОВ НА ФОНЕ ОСТЕОПОРОЗА

В.В. Рерих, В.Д. Синявин

*Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии
им. Я.Л. Цивьяна, Новосибирск, Россия*

Цель исследования. Сравнительный анализ методов гибридной стабилизации (задней фиксации в сочетании с цементной вертебропластикой и остеопластикой депротеинизированной аллокостью) и циркулярной стабилизации (задней фиксации в сочетании с вентральным спондилодезом) на основании рентгенологических критериев в лечении неосложненных взрывных переломов тел позвонков на фоне остеопороза.

Материал и методы. Исследование является ретроспективным. Сформировано две группы пациентов, определены критерии включения и исключения. Оценивали величину коррекции кифоза (по методу Cobb), величину остаточной послеоперационной кифотической деформации, а также ее рецидив в отдаленном послеоперационном периоде, сагиттальный баланс пациентов (индекс Barrey). Период наблюдения составил 12 мес., субъективное состояние пациента не оценивали.

Результаты. Со статистически значимой разницей основными предикторами рецидива локального кифоза, неполной коррекции деформации и декомпенсированного сагиттального дисбаланса являются степень исходной кифотической деформации ($>20^\circ$), неполное достижение коррекции кифоза после оперативного вмешательства ($>5^\circ$), значение Т-критерия по данным денситометрии, сагиттальный дисбаланс до и после оперативного вмешательства.

Заключение. При сравнении методов гибридной и циркулярной стабилизации статистической разницы по рентгенологическим исходам выявлено не было.

Ключевые слова: взрывной перелом, остеопороз, гибридная стабилизация, циркулярная стабилизация, вертебропластика, остеопластика, вентральный спондилодез, кифоз, сагиттальный баланс.

Для цитирования: Рерих В.В., Синявин В.Д. Сравнительный анализ методов гибридной и циркулярной стабилизации на основании рентгенологических критериев при лечении взрывных переломов тел позвонков на фоне остеопороза // Хирургия позвоночника. 2023. Т. 20. № 3. С. 26–33.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2023.3.26-33>.

COMPARATIVE RADIOLOGICAL ANALYSIS OF HYBRID AND CIRCULAR STABILIZATION METHODS FOR THE TREATMENT OF OSTEOPOROTIC VERTEBRAL BURST FRACTURES

V.V. Rerikh, V.D. Sinyavin

Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics named after Y.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia

Objective. To perform a comparative radiological analysis of the methods of hybrid stabilization (posterior fixation in combination with cement vertebroplasty and osteoplasty with deproteinized allograft) and circular stabilization (posterior fixation in combination with anterior fusion) used in the treatment of uncomplicated burst fractures of the vertebral bodies associated with osteoporosis.

Material and Methods. The study is retrospective. Two groups of patients were formed, and inclusion and exclusion criteria were determined. The magnitude of kyphosis correction (according to Cobb), the magnitude of residual postoperative kyphotic deformity, as well as its recurrence in the long-term postoperative period, and the sagittal balance (Barrey index) were assessed. The follow-up period was 12 months. Subjective assessments of the patient's condition were not considered.

Results. The magnitude of initial kyphotic deformity ($>20^\circ$), incomplete achievement of kyphosis correction after surgery ($>5^\circ$), the value of densitometry T-score, and sagittal imbalance before and after surgical intervention are, with a statistically significant difference, the main predictors of local kyphosis recurrence, incomplete correction of deformity and decompensated sagittal imbalance.

Conclusions. When comparing the methods of hybrid and circular stabilization, there was no statistical difference in radiological outcomes.

Key Words: burst fracture, osteoporosis, hybrid stabilization, circular stabilization, vertebroplasty, osteoplasty, anterior fusion, kyphosis, sagittal balance.

Please cite this paper as: Rerikh VV, Sinyavin VD. Comparative radiological analysis of hybrid and circular stabilization methods for the treatment of osteoporotic vertebral burst fractures. *Khirurgiya Pozvonochnika (Russian Journal of Spine Surgery)*. 2023;20(3):26–33. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2023.3.26-33>.

В литературе последних лет отмечается повышенный интерес к хирургическому лечению пациентов с переломами тел позвонков, возникших на фоне остеопороза. На долю взрывных переломов у данной когорты пациентов приходится около 40 % случаев [1]. Вследствие неадекватного выбора тактики лечения исходами таких повреждений более чем в 60 % случаев являются посттравматические болезненные кифотические деформации [2]. Из-за малой эффективности пункционных способов (цементной вертебропластики и баллонной кифопластики) в лечении взрывных переломов сохраняется концепция необходимости стабилизации всех опорных колонн поврежденного позвонка [3–5]. Описаны способы применения задней фиксации в сочетании с пластикой тела позвонка цементом [6] или аллокостью [7], сравнение которых уже было отражено в публикациях [8]. Такой метод стабилизации получил название гибридного. Тем не менее остается востребованным, а в ряде случаев незаменимым метод циркулярной стабилизации, представляющей собой вентральный спондилодез и транспедикулярную фиксацию [9, 10]. Однако у пациентов с остеопорозом применение такой стабилизации ограничено. Отсутствие четких показаний к использованию того или иного варианта лечения, выявленных причин неблагоприятных исходов, а также достаточных достоверных исследований побудили нас к формулированию цели настоящей работы: сравнительный анализ методов гибридной стабилизации (транспедикулярной фиксации в сочетании с цементной пластикой или остеопластикой тела поврежденного позвонка) и циркулярной стабилизации (транспедикулярной фиксации в сочетании с вентральным спондилодезом) на основе рентгенологических критериев при лечении

взрывных переломов тел позвонков на фоне остеопороза.

Материал и методы

В задачи ретроспективного исследования вошло выявление предикторов неполной коррекции кифотической деформации, рецидива локального кифоза, сагиттального дисбаланса пациентов.

Критерии включения пациентов в исследование: неосложненные переломы тел позвонков, возникшие на фоне остеопороза грудного отдела позвоночника (Th₁₀–L₂), полные и неполные взрывные переломы (типы A3, A4 по AO/Spine), Т-критерий по данным денситометрии от -2,5 и ниже, отсутствие остеотропной терапии до операции, период послеоперационного наблюдения не менее 12 мес. Дополнительно у всех пациентов измеряли локальный остеопороз тел позвонков путем вычисления значения единиц Хаунсфилда.

Критерии исключения: осложненные повреждения позвоночника, вторичный остеопороз.

Оценивали следующие параметры: величину коррекции кифоза (по методу Cobb), величину остаточной послеоперационной кифотической деформации. Неполной считали коррекцию, если ее величина составляла более 5°. Оценивали рецидивы деформации в сроки 12 мес. Деформацию считали рецидивирующей, если на всем протяжении послеоперационного наблюдения она возросла более чем на 5° (ошибка в точности рентгенологических измерений межсегментарных отношений составляет 5°). Сагиттальный профиль оценивали до и после оперативного вмешательства и через 12 мес., учитывали параметр Barrey Index C₇/SFD (-0,9+/-1). Сагиттальный баланс был разделен следующим образом: сбалансированный (C₇/SFD близко к 0); компенсированный дис-

баланс (0,5 < C₇/SFD < 1); декомпенсированный дисбаланс (C₇/SFD > 1) [11]. Субъективную оценку состояния пациента, а также осложнения, возникшие в послеоперационном периоде, в настоящем исследовании не рассматривали.

В 2014–2022 гг. в отделении патологии позвоночника Новосибирского НИИТО им. Я.Л. Цивьяна проведено хирургическое лечение 2351 пациента, из которых 197 были с остеопорозом; у 171 пациента были неполные и полные взрывные переломы. Грудно-поясничный уровень повреждения был у 149 из них. В нашем исследовании приняли участие 134 пациента, которых разделили на две группы. Первую группу составили 58 пациентов, которым выполнили заднюю стабилизацию в сочетании с цементной пластикой или остеопластикой тела поврежденного позвонка. Оперативное лечение в этой группе выполняли в 2018–2022 гг. Во вторую группу вошли 76 пациентов, которым проводили заднюю стабилизацию в сочетании с вентральным спондилодезом в 2014–2017 гг. Средние сроки с момента получения травмы до оперативного вмешательства составили 15 ± 7 дней. Морфология взрывных переломов в группах исследования представлена на рис. 1.

Статистический метод. Дескриптивные статистики непрерывных показателей рассчитывали в виде медианы; для бинарных показателей вычисляли количество случаев, процент [95 % доверительный интервал процента] по формуле Уилсона. Проверку нормальности распределения данных проводили с использованием критерия Шапиро – Уилка, для сравнения показателей между группами применяли непараметрический непарный U-критерий Манна – Уитни, производили расчет смещения распределений с построением 95 % доверительного интервала. Выявление предикторов

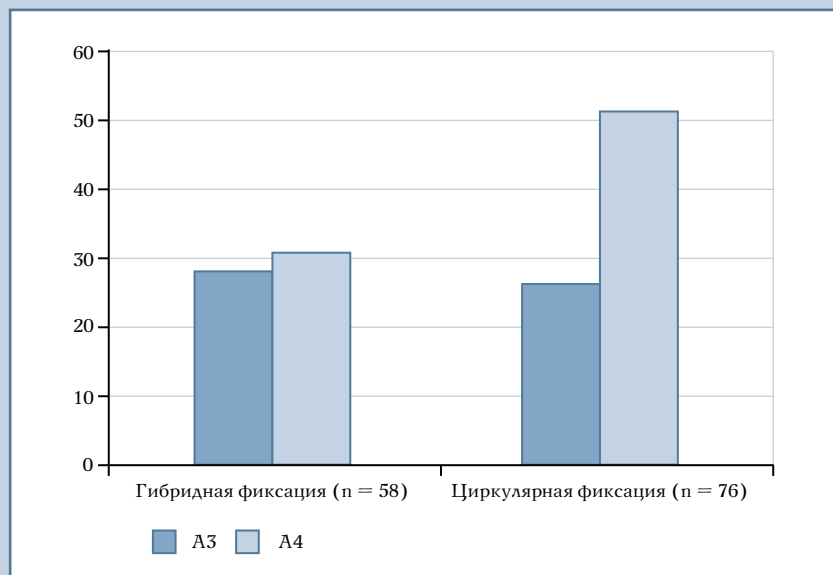


Рис. 1

Морфология взрывных переломов в группах исследования

недостаточной коррекции и потери коррекции кифоза проводили построением моделей логистических регрессий. Парные числовые ассоциации определяли построением однофакторных моделей, множественные числовые ассоциации (предикторы) – построением многофакторных моделей. Проверку статистических гипотез проводили при критическом уровне значимости $p = 0,05$, то есть разли-

чие считали статистически значимым, если $p < 0,05$.

Результаты

В исходных данных пациентов статистической разницы между группами не было. Возраст в первой группе пациентов – $66,17 \pm 8,66$ года, во второй – $59,37 \pm 9,29$ года; величина Т-критерия в первой группе была $-3,2 \pm 0,59$,

во второй – $-2,96 \pm 0,61$; величина исходной кифотической деформации в первой группе – $14,91^\circ \pm 7,39^\circ$, во второй – $21,54^\circ \pm 5,58^\circ$. Морфологическое изменение повреждения было следующее: в первой группе тип А3 – 43,1 %, А4 – 56,4 %; во второй группе тип А3 – 32,9 %, А4 – 67,1 %. Разницы по сагиттальному профилю (сбалансированный/компенсированный/декомпенсированный) до операции между группами выявлено не было ($p = 0,568$). Статистически значимой разницы в величинах кифотической деформации и ее коррекции после оперативного лечения и в указанные сроки послеоперационного наблюдения между группами не было (табл. 1). Статистически значимой разницы в динамике сагиттального баланса между группами также не было выявлено: после операции – $p = 0,081$, через 12 мес. – $p = 0,617$.

При построении моделей логистической регрессии выявлено, что метод оперативного вмешательства не влияет ни на полноту коррекции, ни на частоту рецидивов деформации во всех сроках наблюдения ($p = 0,068$). Предикторами неполной коррекции деформации являются декомпенсированный дисбаланс до операции, значение Т-критерия, исходный кифоз более 20° (табл. 2). Следует отметить, что последний показатель имеет значимую роль в группе

Таблица 1

Динамика кифоза в группах исследования до операции и в контрольные сроки наблюдения

Группа	До операции	После операции	Через 4 мес.	Через 6 мес.	Через 12 мес.	Различие (величина эффекта) ПСЕВДОМЭД [95 % ДИ]	Критерий Вилкоксона p-уровень
1-я (n = 58)	13 [6; 16] $10,89 \pm 7,46$	0 [0; 3] $0,44 \pm 5,59$	0 [0; 5] $1,65 \pm 6,14$	1 [0; 6] $2,11 \pm 6,21$	2 [0; 6] $2,65 \pm 6,66$	0–1: 11,0 [10,5; 11,0] 1–2: -0,5 [-0,5; 0,0] 2–3: -0,5 [-0,5; 0,0] 3–4: 0,0 [-0,5; 0,0] 0–4: 8,5 [8,5; 8,5]	>0,05
2-я (n = 76)	20 [15; 26] $21,71 \pm 8,60$	0 [0; 2] $0,36 \pm 3,23$	0 [0; 2] $0,65 \pm 3,15$	0 [0; 2] $1,17 \pm 3,67$	1 [0; 2] $1,53 \pm 4,23$	0–1: 20,5 [20,5; 21,0] 1–2: 0,0 [0,0; 0,0] 2–3: 0,0 [0,0; 0,0] 3–4: 0,0 [0,0; 0,0] 0–4: 19,5 [19,5; 20,0]	>0,05

Таблица 2

Модели логистической регрессии неполной коррекции кифоза у всех пациентов

Ковариаты	Однофакторные модели		Многофакторные модели	
	ОШ [95 % ДИ]	р	ОШ [95 % ДИ]	р
Декомпенсированный дисбаланс до операции	1,02 [1,01; 1,04]	0,010	1,02 [1,00; 1,05]	0,032
Исходный кифоз >20°	0,34 [0,11; 0,94]	0,043	0,17 [0,04; 0,69]	0,019
Т-критерий	2,19 [1,09; 4,63]	0,020	3,90 [1,36; 12,04]	0,013

ОШ — отношение шансов.

Таблица 3

Модели логистической регрессии рецидива кифоза на сроке 12 мес. у всех пациентов

Ковариаты	Однофакторные модели		Многофакторные модели	
	ОШ [95 % ДИ]	р	ОШ [95 % ДИ]	р
Декомпенсированный дисбаланс после операции	1,04 [1,02; 1,06]	<0,001	1,04 [1,01; 1,06]	0,002
Кифоз после операции >10°	2,17 [0,66; 8,54]	0,02	3,08 [0,85; 13,48]	0,04

ОШ — отношение шансов.

гибридной стабилизации – 2,96 [1,07; 9,02], $p = 0,043$. Чувствительность данных предикторов составляет 88,2 %. Со значимой разницей на потерю коррекции через 12 мес. после операции влияют декомпенсированный дисбаланс и кифоз более 10° (табл. 3). Предикторами сагиттального дисбаланса через 12 мес. после оперативного вмешательства являются Т-критерий (6,76 [1,91; 28,82], $p = 0,005$) и декомпенсированный дисбаланс, не устраненный во время операции (3,9 [1,49; 10,56], $p = 0,006$).

Клинические примеры в обеих группах представлены ниже (рис. 2, 3).

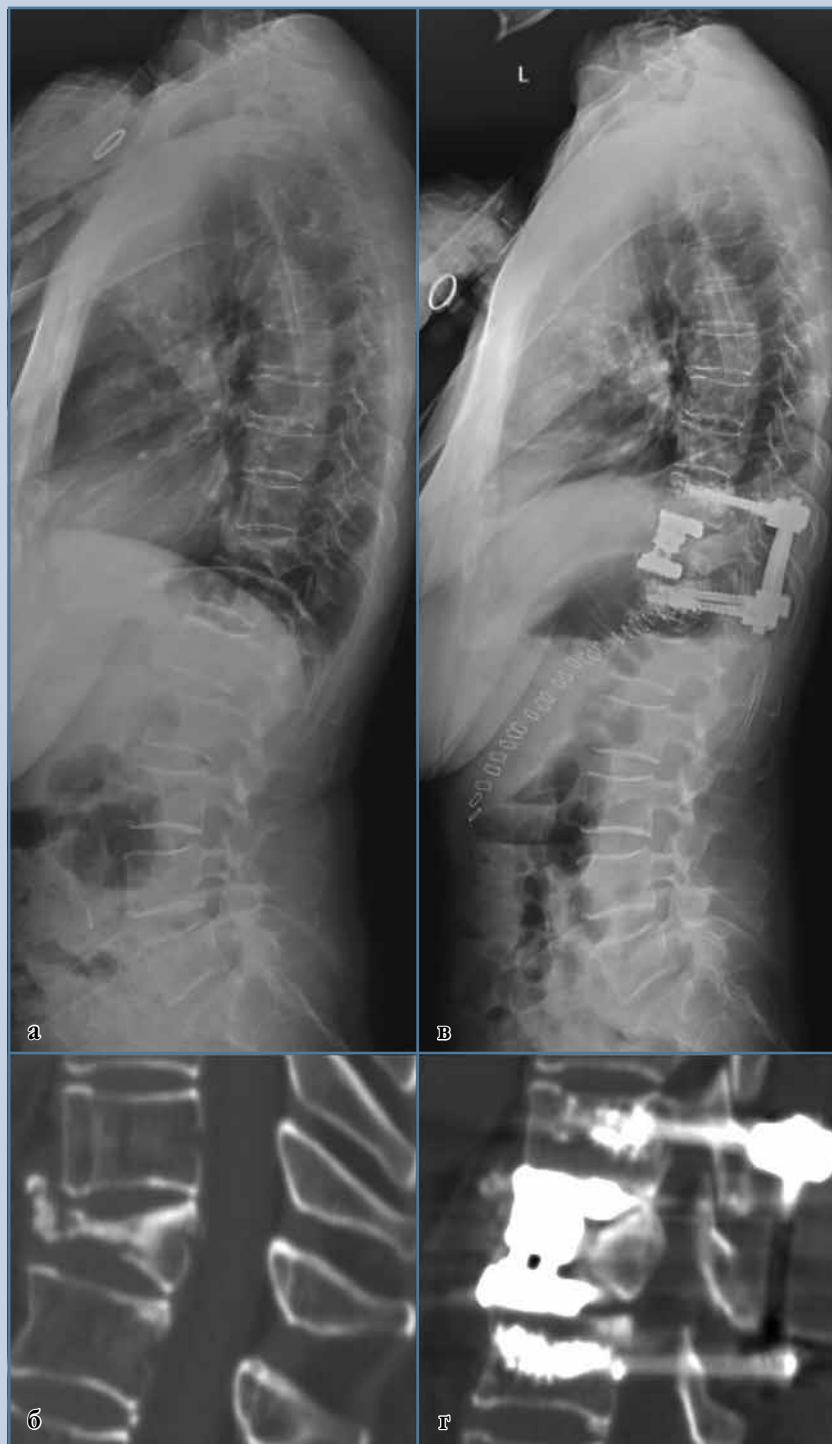
Обсуждение

По мнению Josten et al. [12], повреждения межпозвонковых дисков при взрывных переломах у пожилых лиц встречаются достаточно редко, что, как предполагается, объясняется результатом двух основных причин: процесса фибротизации (гиалинового перерождения пульпозного ядра и дегидратации) самих дисков и низкоэнергетической травмы, возникающей вследствие остеопороза.

На основе этого считается, что фиксации поврежденного тела позвонка цементом может быть достаточно для стабильности передней колонны, а следовательно, выполнение у таких пациентов вентрального спондилодеза с дискэктомией и частичной корпэктомией может представлять собой overtreatment (чрезмерное лечение) [13]. В своем исследовании Spiegel et al. [14] отмечают после выполнения гибридной стабилизации потерю коррекции в среднем на 7,7° и, как следствие, усиление болевого синдрома в течение 12 мес. после операции. Причин данных исходов авторы не называют. Schnake et al. [15] разработали классификацию остеопоротических переломов, в которой решающей в тактике выбора оперативной методики является морфология повреждения тела позвонка, а при определении показаний для хирургии использовали значение Т-критерия, выраженность болевого синдрома, сопутствующую соматическую патологию. Следует отметить, что сама плотность костной ткани не учитывается авторами в качестве ведущего критерия выбора метода оперативного

вмешательства, что, вероятно, привело к разбросу окончательных результатов лечения. При этом в данных работах вопрос о состоянии сагиттального баланса пациентов до и после оперативного вмешательства, его изменения в отдаленном послеоперационном периоде, а также значимости его роли не рассматривается.

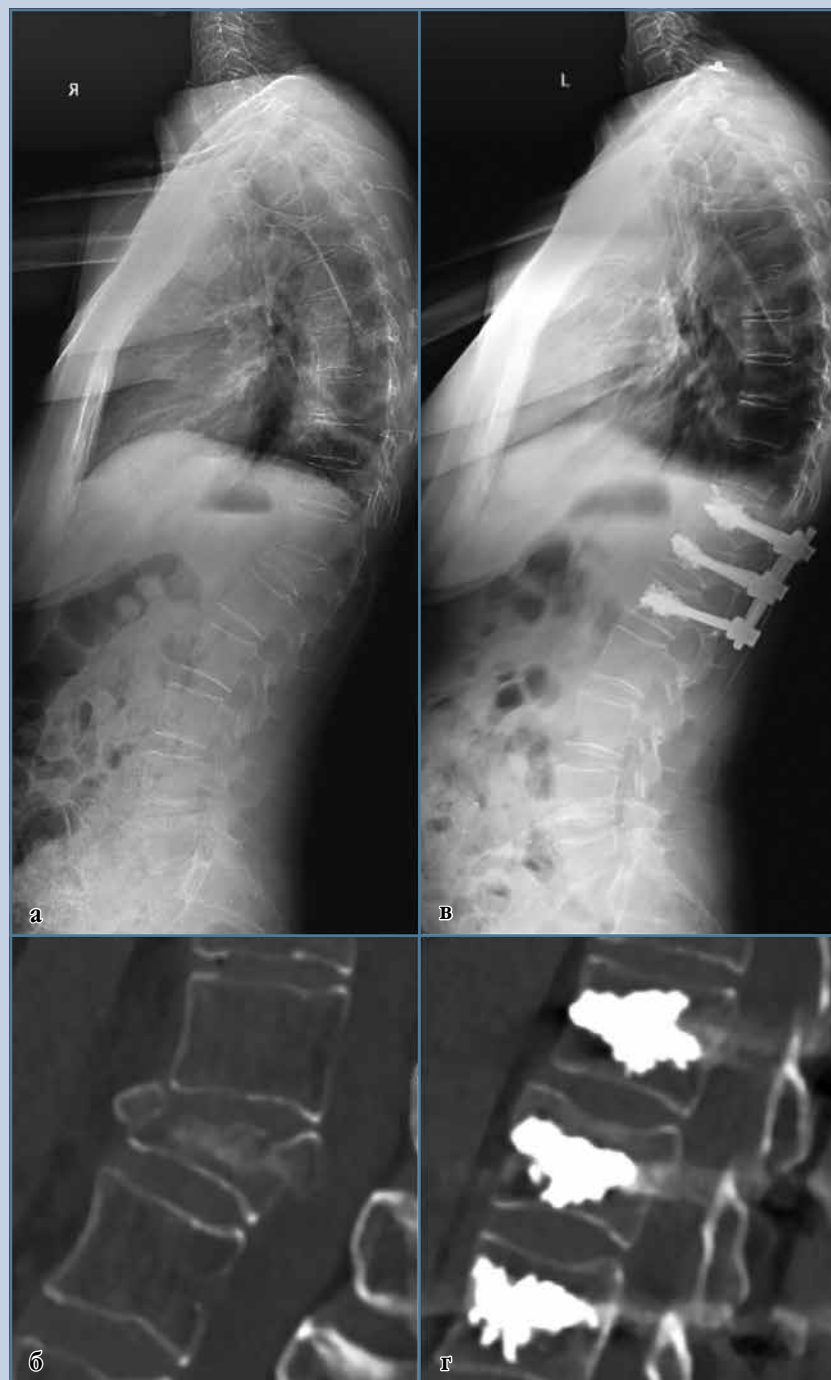
В нашем исследовании при сравнении двух методов оперативного вмешательства статистически значимой разницы по рентгенологическим исходам выявлено не было. Предикторами неполной коррекции являются минеральная плотность костной ткани (Т-критерий) и величина исходного кифоза более 20°. Стоит отметить, что последний показатель значимо влияет на риски неполной коррекции в группе гибридной стабилизации, что говорит об ограниченных корригирующих возможностях данного метода. Вполне вероятно, что предпочтение вентральному спондилодезу стоит отдавать при наличии кифотической деформации свыше 20°, ведь факт необходимости полной коррекции деформации не теряет своей значимости у таких пациентов. Данное

**Рис. 2**

Данные пациентки 74 лет: **а, б** – взрывной перелом тела Th₁₁ позвонка, посттравматический кифоз на уровне Th₁₀–Th₁₁ – 27°, остеопороз позвоночника (Т-критерий -4,1), НУ 106–111 SD; **в, г** – состояние после вентрального бисегментарного спондилодеза на уровне Th₁₀–Th₁₂ телескопическим имплантатом, задней стабилизации с дополнительной аугментацией винтов

обстоятельство подтверждается другими исследованиями [16, 17]. Однако следует помнить о высоких рисках неблагоприятных исходов вентрального спондилодеза, в частности проседания имплантата, который может иметь прямую зависимость от снижения минеральной плотности костной ткани, измеряющейся Т-критерием [18]. Не до конца ясным остается практическое применение единиц Хаунсфилда. Хотя и известны исследования, указывающие на корреляцию данного параметра с нестабильностью металлоконструкций при дегенеративных заболеваниях позвоночника [19, 20], работ по влиянию этого критерия при травме позвоночника на переходном груднопоясничном отделе не достаточно. С целью профилактики проседания предлагают дополнительную цементную аугментацию тел позвонков, контактирующих с имплантатом [21, 22]. Однако данный способ остается дискуссионным и требует дополнительных исследований. Для исключения выполнения вентрального спондилодеза некоторые авторы применяют способ корригирующей вертебротомии и заднего спондилодеза аутокостью [23].

Посттравматические кифотические деформации имеют локальный характер, но вместе с тем приводят к возникновению компенсаторных изменений грудного и поясничного отделов позвоночника и могут сопровождаться нарушением сагиттального баланса. В то же время нередко пациенты с повреждениями позвоночника на фоне остеопороза имеют компенсированные и некомпенсированные изменения сагиттального баланса до травмы. С целью оценки истинной величины кифотической деформации, а также позвоночно-тазовых взаимоотношений по рекомендациям [24] мы проводили оценку сагиттального баланса. Для упрощения оценки сагиттального профиля использовали индекс Barrey. Отмечено, что ряд пациентов с декомпенсированным дисбалансом до операции в отдаленном послеоперационном периоде не только оставались в состоянии декомпен-

**Рис. 3**

Данные пациентки 57 лет: **а, б** – взрывной перелом тела Th₁₂ позвонка, посттравматический кифоз на уровне Th₁₁–Th₁₂ – 18°, остеопороз позвоночника (Т-критерий -4.7), НУ 46–72 SD; **в, г** – состояние после задней фиксации в сочетании с цементной аугментацией поврежденного тела позвонка и винтов

сации, но и теряли локальную коррекцию, что подтверждает необходимость коррекции постурального профиля. Такие исходы коррелируют со сниженной минеральной плотностью костной ткани, что отражено не только в нашем исследовании, но и в работах других авторов [25, 26]. Однако из-за малого количества выборки пациентов необходимы дополнительные исследования с целью проверки достоверности, а также для анализа влияния позвоночно-тазовых параметров на усугубление дисбаланса.

Заключение

Методы циркулярной и гибридной стабилизации приводят к одинаковым рентгенологическим результатам при лечении взрывных переломов тел позвонков, возникших на фоне остеопороза. Предикторами неполной коррекции и потери коррекции в послеоперационном периоде являются декомпенсированный дисбаланс, качество костной ткани, величина исходного кифоза. В ходе предоперационного планирования выбора метода хирургического лечения следует учитывать не только морфологию повреждения и величину деформации, но и оценку качества костной ткани и сагиттального профиля пациента.

Исследование не имело спонсорской поддержки. 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

- Wood KB, Li W, Lebl DR, Ploumis A. Management of thoracolumbar spine fractures. *Spine J.* 2014;14:145–164. DOI: 10.1016/j.spinee.2012.10.041.
- Katsuura Y, Osborn JM, Cason GW. The epidemiology of thoracolumbar trauma: A meta-analysis. *J Orthop.* 2016;13:383–388. DOI: 10.1016/j.jor.2016.06.019.
- Tang B, Cui L, Chen X, Liu Y. Risk factors for cement leakage in percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures: an analysis of 1456 vertebrae augmented by low-viscosity bone cement. *Spine.* 2021;46:216–222. DOI: 10.1097/BRS.0000000000003773.
- Zhang Z, Jing Q, Qiao R, Yang J, Chen H, Qian L, Zhang X, Yang J, Hao D. [Risk factors analysis of adjacent fractures after percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fracture]. *Zhongguo Xue Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* 2021;35:20–25. In Chinese. DOI: 10.7507/1002-1892.202008044.
- Tuan TA, Luong TV, Cuong PM, Long V, Huy HQ, Duc NM. Cement leakage in percutaneous vertebroplasty for multiple osteoporotic vertebral compression fractures: a prospective cohort study. *Orthop Res Rev.* 2020;12:105–111. DOI: 10.2147/ORR.S255517.
- Spiegel U, Jarvers JS, Heyde CE, Josten C. Osteoporotic vertebral body fractures of the thoracolumbar spine: indications and techniques of a 360°-stabilization. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2017;43:27–33. DOI: 10.1007/s00068-016-0751-9.
- Qin Z, Liu H, Chen G, Liu G, Zhang P, Zhu H. Transpedicular interbody bone grafting in the treatment of senile osteoporotic vertebral fracture. *Pak J Med Sci.* 2017;33:1166–1170. DOI: 10.12669/pjms.335.12908.
- Рерих В.В., Синявин В.Д. Сравнительный анализ методов гибридной стабилизации при лечении взрывных переломов тел позвонков на фоне остеопороза // Хирургия позвоночника. 2022. Т. 19. № 4. С. 40–45. [Rerikh VV, Sinyavin VD. Comparative analysis of hybrid stabilization methods in the treatment of burst fractures of the vertebral bodies associated with osteoporosis. *Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika).* 2022;19(4):40–45]. DOI: 10.14531/ss2022.4.40-45.
- Oner C, Rajasekaran S, Chapman JR, Fehlings MG, Vaccaro AR, Schroeder GD, Sadiqi S, Harrop J. Spine trauma – what are the current controversies? *J Orthop Trauma.* 2017;31 Suppl 4):S1–S6. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000950.
- Hoffmann C, Spiegel UJ, Hauck S, Bühren V, Gonschorek O. [What is the effect of ventral thoracoscopic spondylodesis (VTS) on elderly patients and what is the medium-term outcome?]. *Z Orthop Unfall.* 2013;151:257–263. In German. DOI: 10.1055/s-0032-1328522.
- Le Huec JC, Thompson W, Mohsinaly Y, Barrey C, Faundez A. Sagittal balance of the spine. *Eur Spine J.* 2019;28:1889–1905. DOI: 10.1007/s00586-019-06083-1.
- Josten C, Heyde CE, Spiegel UJ. [Complex pathologies of the spine: trauma meets degeneration]. *Z Orthop Unfall.* 2016;154:440–448. In German. DOI: 10.1055/s-0042-108344.
- Spiegel UJ, Josten C, Devitt BM, Heyde CE. Incomplete burst fractures of the thoracolumbar spine: a review of literature. *Eur Spine J.* 2017;26:3187–3198. DOI: 10.1007/s00586-017-5126-3.
- Spiegel UJ, Ahrberg AB, Anemuller C, Jarvers JS, Glasmacher S, von der Hoh N, Josten C, Heyde CE. Which anatomic structures are responsible for the reduction loss after hybrid stabilization of osteoporotic fractures of the thoracolumbar spine? *BMC Musculoskelet Disord.* 2020;21:54. DOI: 10.1186/s12891-020-3065-3.
- Schnake KJ, Blattner TR, Hahn P, Franck A, Hartmann F, Ullrich B, Verheyden A, Mork S, Zimmermann V, Gonschorek O, Muller M, Katscher S, Saman AE, Pajenda G, Morrison R, Schinkel C, Piltz S, Partenheimer A, Muller CW, Gercek E, Scherer M, Bouzraki N, Kandziora F. Classification of osteoporotic thoracolumbar spine fractures: Recommendations of the Spine Section of the German Society for Orthopaedics and Trauma (DGOU). *Global Spine J.* 2018;8(2 Suppl): 46S–49S. DOI: 10.1177/2192568217717972.
- Spiegel UJ, Devitt BM, Kasivskiy I, Jarvers JS, Josten C, Heyde CE, Fakler HM. Comparison of combined posterior and anterior spondylodesis versus hybrid stabilization in unstable burst fractures at the thoracolumbar spine in patients between 60 and 70 years of age. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2018;138:1407–1414. DOI: 10.1007/s00402-018-2993-y.
- Uchida K, Nakajima H, Yayama T, Miyazaki T, Hirai T, Kobayashi S, Chen K, Guerrero AR, Baba H. Vertebroplasty-augmented short-segment posterior fixation of osteoporotic vertebral collapse with neurological deficit in the thoracolumbar spine: comparisons with posterior surgery without vertebroplasty and anterior surgery. *J Neurosurg Spine.* 2010;13:612–621. DOI: 10.3171/2010.5.SPINE09813.
- Tempel ZJ, Gandhoke GS, Okonkwo DO, Kanter AS. Impaired bone mineral density as a predictor of graft subsidence following minimally invasive transposal lateral lumbar interbody fusion. *Eur Spine J.* 2015;24 Suppl 3:414–419. DOI: 10.1007/s00586-015-3844-y.
- Zou D, Muheremu A, Sun Z, Zhong W, Jiang S, Li W. Computed tomography Hounsfield unit-based prediction of pedicle screw loosening after surgery for degenerative lumbar spine disease. *J Neurosurg Spine.* 2020;3:1–6. DOI: 10.3171/2019.11.SPINE19868.
- Schreiber JJ, Hughes AP, Taher F, Girardi FP. An association can be found between Hounsfield units and success of lumbar spine fusion. *HSS J.* 2014;10:25–29. DOI: 10.1007/s11420-013-9367-3.
- Herren C, Quast K, Prescher A, Fischer H, Thuring J, Siewe J, Hildebrand F, Greven J, Kobbe P, Pishnamaz M. Influence of additional cement augmentation on endplate stability in circumferential stabilisation of osteoporotic spine fractures. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2019;68:163–168. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2019.06.008.
- Oberkircher L, Kruger A, Horth D, Hack J, Ruchholtz S, Fleege C, Rauschmann M, Arabmotlagh M. Anterior cement augmentation of adjacent levels after vertebral body replacement leads to superior stability of the corpectomy cage under cyclic loading – a biomechanical investigation. *Spine J.* 2018;18:525–531. DOI: 10.1016/j.spinee.2017.10.068.
- Пташников Д.А., Магомедов Ш.Ш., Роминский С.П., Мытыга П.Г. Оценка нового способа заднего спондилодеза при лечении пациентов с посттравматическими кифотическими деформациями грудного и поясничного отдела позвоночника // Хирургия позвоночника. 2021. Т. 18. № 3. С. 30–35. [Ptashnikov DA, Magomedov SS, Rominskiy SP, Mytyga PG. Assessment of new method of posterior spinal fusion in the treatment of patients with posttraumatic kyphotic deformity of the thoracic and lumbar spine. *Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika).* 2021;18(3):30–35]. DOI: 10.14531/ss2021.3.30-35.
- Spiegel UJ, Fischer K, Schmidt J, Schnoor J, Delank S, Josten C, Schulte T, Heyde CE. The conservative treatment of traumatic thoracolumbar vertebral fractures. *Dtsch Arztebl Int.* 2018;115:697–704. DOI: 10.3238/arztebl.2018.0697.
- Fechtenbaum J, Etcheto A, Kolta S, Feydy A, Roux C, Briot K. Sagittal balance of the spine in patients with osteoporotic vertebral fractures. *Osteoporos Int.* 2016;27:559–567. DOI: 10.1007/s00198-015-3283-y.
- Hu Z, Man GCW, Kwok AKL, Law SW, Chu WWC, Cheung WH, Qiu Y, Cheng JCY. Global sagittal alignment in elderly patients with osteoporosis and its relationship with severity of vertebral fracture and quality of life. *Arch Osteoporos.* 2018;13:95. DOI: 10.1007/s11657-018-0512-y.

Адрес для переписки:

Рерих Виктор Викторович
630091, Россия, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17,
Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии
им. Я.Л. Цивьяна,
clinic@niito.ru

Статья поступила в редакцию 02.06.2023

Рецензирование пройдено 28.08.2023

Подписано в печать 31.08.2023

Address correspondence to:

Rerikh Viktor Viktorovich
Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics
n.a. Ya.L. Tsivyan,
17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia,
clinic@niito.ru

Received 02.06.2023

Review completed 28.08.2023

Passed for printing 31.08.2023

Виктор Викторович Рерих, д-р мед. наук, начальник научно-исследовательского отделения патологии позвоночника, Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0001-8545-0024, clinic@niito.ru;

Владимир Дмитриевич Синявин, врач-травматолог-ортопед, аспирант, Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0001-5237-6403, Dr.VladimirSinyavin@gmail.com.

Viktor Viktorovich Rerikh, DMSc, Head of the Research Department of Spine Pathology, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, 17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0001-8545-0024, clinic@niito.ru;

Vladimir Dmitryevich Sinyavin, orthopedic traumatologist, postgraduate student, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, 17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0001-5237-6403, Dr.VladimirSinyavin@gmail.com.

**Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна
проводит индивидуальное тематическое обучение на рабочем месте
в виде краткосрочных курсов повышения квалификации
по следующим циклам:**

1. Эндопротезирование и эндоскопическая хирургия суставов конечностей (80 ч).
2. Современная диагностика, консервативное и хирургическое лечение деформаций позвоночника детского возраста (144 ч).
3. Хирургия заболеваний и повреждений позвоночника (144 ч).
4. Дегенеративные заболевания позвоночника (80 ч).
5. Артроскопия плечевого сустава (80 ч).

**Занятия проводятся по мере поступления заявок.
После прохождения курсов выдается свидетельство о повышении квалификации.**

E-mail: niito@niito.ru

Тел.: 8 (383) 363-39-81