

© В. А. Бывальцев, А. А. Калинин, 2017
УДК 616.711-001.5-089.22

В. А. Бывальцев^{1, 2}, А. А. Калинин^{1, 2}

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕДУКЦИИ КИФОТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ МЕТОДОМ МИНИМАЛЬНО-ИНВАЗИВНОЙ ТРАНСПЕДИКУЛЯРНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С ТРАВМАТИЧЕСКИМИ КОМПРЕССИОННЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ ГРУДО-ПОЯСНИЧНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ

¹ ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России (ректор — проф. И. В. Малов); ² НУЗ Дорожная клиническая больница на станции Иркутск-пассажирский ОАО «РЖД» (главврач. — канд. мед. наук Е. А. Семенищева), г. Иркутск

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ. Минимально-инвазивная коррекция посттравматической деформации и стабилизация повреждённого сегмента играют важную роль в лечении и профилактике осложнений после травматических компрессионных переломов тел позвонков. **МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ.** Проведено ретроспективное исследование перспективно собранных данных о 25 пациентах с переломами тел позвонков А2—А3 за период 2014—2015 гг., которым осуществлена транскутанная транспедикулярная фиксация. Оценивали в динамике до и после операции величину кифотической деформации позвоночника (угол Кобба, сагиттальный индекс). **РЕЗУЛЬТАТЫ.** Устранение травматической деформации грудного и поясничного отделов позвоночника уменьшило угол Кобба с 42° (39...44°) и 17° (8...24°) до 21° (20...23°) и 9° (5...14°) соответственно ($p < 0,01$ и $p < 0,03$). Значимой потери угла редукции в течение периода наблюдения не отмечено ($p = 0,38$ и $p = 0,46$). **ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Чрескожная транспедикулярная фиксация является эффективным минимально-инвазивным методом лечения пациентов с травматическими компрессионными переломами тел позвонков А2—А3.

Ключевые слова: чрескожная транспедикулярная фиксация, компрессионный перелом, редукция кифотической деформации

V. A. Byval'tsev^{1, 2}, A. A. Kalinin^{1, 2}

Analysis of results of reduction of kiphotic deformation by minimally invasive transpedicular stabilization in patients with traumatic compression fractures of thoracolumbar localization

¹ Irkutsk State Medical University; ² Railway Clinical Hospital on station Irkutsk-passenger, Irkutsk

OBJECTIVE. Minimally invasive correction of posttraumatic deformation and stabilization of damaged segment are important in treatment and prevention of complications after traumatic compression fractures of the vertebral bodies. **MATERIAL AND METHODS.** Retrospective study was made in 25 patients with A2-A3 fractures of the vertebral bodies at the period from 2014 to 2015. The patients underwent transcutaneous transpedicular fixation. The research was based on prospectively collected data. The authors evaluated the dynamics of kyphotic deformation of the spine (Cobb angle, sagittal index) before and after operation. **RESULTS.** The elimination of thoracic and lumbar spine traumatic deformation resulted in decrease of Cobb angle from 42° (39...44°) and 17° (8...24°) to 21° (20...23°) and 9° (5...14°), respectively ($p < 0,01$ and $p < 0,03$). There wasn't noted any significant decrease of reduction angle ($p = 0,38$ and $p = 0,46$). **CONCLUSIONS.** Percutaneous transpedicular fixation is the effective minimally invasive method of treatment for patients with A2—A3 traumatic compression fractures of the vertebral bodies.

Key words: percutaneous transpedicular fixation, compression fracture, reduction of kyphotic deformation

Введение. Закрытая травма позвоночника составляет около 3,3% всех травм мирного времени и является частым патологическим состоянием, с которым сталкиваются травматологи и нейрохирурги [3, 5]. Более 80% пострадавших

с закрытой травмой позвоночника составляют лица трудоспособного возраста от 18 до 45 лет, что обуславливает социально-экономическую значимость проблемы [5]. Переломы нижних грудных и поясничных позвонков наблюдаются

в 55–94 % случаев позвоночно-спинальной травмы [1, 9], при этом в 85 % случаев наблюдаются компрессионные и дистракционные переломы без неврологической симптоматики, но имеющие биомеханически нестабильный характер [3, 5, 8]. При таком характере переломов основным риском является миграция отломков костей и развитие посттравматической кифотической деформации позвоночника [1–3, 11, 16, 21]. В этом случае нарушается распределение статических и динамических нагрузок на передние отделы позвонков, что способствует смещению межпозвоночного диска и фрагментов костей в позвоночный канал, вызывая неврологические симптомы за счёт компрессии спинного мозга, спинномозговых корешков, а также вторичных ликворо-гемодинамических нарушений вследствие сдавления дурального мешка и венозного сплетения позвоночного канала [3, 16, 22].

Ранее в лечении неосложненных компрессионных переломов грудных и поясничных позвонков придерживались консервативной тактики, включающей в себя строгий постельный режим, ортезирование и назначение анальгетиков. К недостаткам этого способа относятся длительный постельный режим и низкая частота полноценной консолидации перелома [21]. Так, прогрессирование кифотической деформации с развитием сегментарной нестабильности, неврологических нарушений или вертеброгенного болевого синдрома происходит, по данным ряда авторов, в 57–70 % случаев [1, 3, 4]. Недостаточная эффективность консервативного лечения явилась предпосылкой к применению способов хирургической стабилизации при нестабильных неосложненных переломах грудных и поясничных позвонков [9, 17, 22].

Стандартом хирургического лечения переломов грудно-поясничной локализации, по мнению большинства хирургов-вертебрологов, являются методики открытой вентральной трансстеловой и дорсальной транспедикулярной фиксации, а также их сочетание [3, 4, 9, 11]. Установка стабилизирующих металлоконструкций при таких операциях изначально сопровождалась значительной хирургической агрессией, повреждением паравертебральных мягких тканей, значительной кровопотерей, последующими длительными болевым синдромом и восстановительным периодом [5, 19].

Решение задачи малотравматичного восстановления сагиттального баланса позвоночника с коррекцией кифотической деформации и сохранением биомеханической стабильности

в отдалённом послеоперационном периоде является приоритетом современной вертебрологии [1, 3–5, 12–13].

В настоящей работе авторы анализируют результаты применения нового малоинвазивного чрескожного способа задней транспедикулярной стабилизации при неосложнённой травме позвоночника.

Цель исследования — проанализировать результаты редукции кифотической деформации методом минимально-инвазивной транспедикулярной стабилизации у пациентов с травматическими компрессионными переломами тел грудных и поясничных позвонков.

Материал и методы. Проведено ретроспективное исследование проспективно собранных данных о результатах лечения пациентов с компрессионными переломами грудных и поясничных позвонков, которым выполнена минимально-инвазивная транспедикулярная фиксация системами u-Centum (Ulrich, Germany) и Viper II (Synthes, Switzerland) в Центре нейрохирургии НУЗ Дорожная клиническая больница на станции Иркутск-Пассажирский ОАО «РЖД» в период с 2014 по 2015 г. Каждый из пациентов дал письменное добровольное информированное согласие, исследование выполнено в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (в ред. 2013 г.).

Критерием включения в исследование служило наличие компрессионного перелома тела позвонка типа А2–А3 по классификации F. Magerl [17] на фоне механической травмы с отсутствием сенсомоторных неврологических нарушений. В исследование вошли 25 пациентов, оперированных одной хирургической бригадой. Переломы тел грудного отдела позвоночника верифицированы в 60 % (n=15), в поясничном — в 40 % (n=10) случаев. Вмешательства производили в острый период (до 3 нед) закрытой неосложненной травмы позвоночника.

Степень деформации позвоночно-двигательного сегмента оценивали на боковых спондилограммах до и после операции путём измерения угла сегментарной кифотической деформации (СКД) по методу Кобба и сагиттального индекса (СИ) [13]. СКД рассчитывали как угол, образованный пересечением двух перпендикуляров, опущенных от линий, проведённых через верхнюю замыкательную пластинку вышележащего позвонка и нижнюю замыкательную пластинку нижележащего позвонка. СИ рассчитывали как разницу между СКД и фиксированным значением сагиттального наклона, индивидуальным для каждого отдела позвоночного столба (для грудного отдела — плюс 5°, для грудно-поясничного — 0°, для поясничного — минус 10°).

Все этапы операции производили под внутривенной анестезией с использованием искусственной вентиляции лёгких. Под контролем электронно-оптического преобразователя («Siemens», Германия) и нейрофизиологического мониторинга («ISIS», Германия) выполняли разметку с определением оснований корней дуг позвонков и их поперечных отростков на двух смежных от места перелома сегментах с последующими перфорацией корковой пластинки, установкой спиц-проводников и моноаксиальных канолированных транспедикулярных винтов из 8 паравертебральных разрезов

длиной до 1,5 см. Затем из отдельных разрезов кожи до 0,5 см с двух сторон субфасциально проводили продольные балки с их фиксацией блокирующими гайками через систему направляющих портов.

Результаты лечения пациентов оценивали в отдалённом периоде от 10 до 16 мес после операции (в среднем 12 мес).

Статистическая обработка результатов исследования произведена на персональном компьютере с использованием прикладных программ обработки баз данных Microsoft Excel и Statistica 8.0. Для оценки значимости различий выборочных совокупностей использовали критерии непараметрической статистики. Данные представлены медианой и интерквартильным размахом.

Результаты. Соотношение мужчин и женщин в группе оперированных пациентов составило 2 : 1. Медиана возраста составила 34 (29; 42) года. Всех пациентов активизировали в первые сутки после операции в компрессионном трикотаже для профилактики тромбэмболических осложнений.

Характеристика оперированных пациентов представлена в *табл. 1*.

При анализе степени коррекции деформации повреждённого позвоночно-двигательного сегмента установлено статистически значимое изменение угла сегментарной кифотической деформации непосредственно после оперативного лечения. При динамическом наблюдении с контрольным обследованием в среднем через 12 мес зафиксировано сохранение достигнутой коррекции у большинства пациентов — выявлено отсутствие статистически значимого изменения СКД, по сравнению с результатами при выписке (*табл. 2*).

Применение чрескожной минимально-инвазивной транспедикулярной фиксации при компрессионных переломах грудного отдела позвоночника (*рис. 1*), грудно-поясничного перехода (*рис. 2*) и поясничного отдела позвоночника

Таблица 1

Характеристика пациентов

№ п/п	Возраст, годы	Пол	Локализация	Вид перелома по F. Magerl [17]	Угол кифоза, ° [13]			Сагиттальный индекс, ° [13]		
					до операции	после операции	в отдалённом периоде	до операции	после операции	в отдалённом периоде
1	31	М	ThVI	A2	44	22	24	49	27	29
2	27	Ж	ThVI	A3	44	21	22	49	26	27
3	30	Ж	ThVII	A2	41	20	21	46	25	26
4	42	М	ThVIII	A3	38	19	19	43	24	24
5	39	Ж	ThIX	A3	49	28	29	54	33	34
6	26	Ж	ThIX	A2	41	21	23	46	26	28
7	44	Ж	ThX	A2	40	21	21	45	26	26
8	45	М	ThX	A3	42	20	21	47	25	26
9	32	Ж	ThX	A3	43	22	22	48	27	27
10	26	М	ThXI	A2	47	26	27	52	31	32
11	44	М	ThXI	A3	39	20	22	44	25	27
12	45	М	ThXII	A2	36	19	19	36	19	19
13	25	М	ThXII	A2	39	22	23	39	22	23
14	38	М	ThXII	A3	42	23	22	42	23	22
15	34	М	ThXII	A2	50	28	30	55	28	30
16	32	М	LI	A3	29	7	9	29	7	9
17	43	М	LI	A2	28	5	5	28	5	5
18	29	М	LI	A2	23	3	4	23	3	4
19	26	М	LI	A3	22	5	6	22	5	6
20	32	М	LI	A3	24	7	8	24	7	8
21	41	Ж	LII	A2	9	11	12	-1	1	2
22	40	М	LII	A3	8	13	14	-2	3	3
23	26	М	LIII	A3	4	14	14	-6	4	4
24	34	Ж	LIII	A2	8	21	23	-2	11	13
25	46	М	LIV	A2	12	23	23	2	13	13

Анализ степени коррекции деформации поражённого позвоночно-двигательного сегмента у пациентов с травматическими неосложненными компрессионными переломами тел позвонков грудного и поясничного отделов в до- и послеоперационном периоде

Отдел позвоночника	Угол сагиттальной кифотической деформации, ° M (интерквартильный размах)			Степень потери редукции деформации, °	p по Вилкоксону при сравнении до операции — при выписке)	p по Манну — Уитни при сравнении при выписке — через 12 мес
	до операции	при выписке	через 12 мес			
Грудной	42 (39; 44)	21 (20; 23)	22(21; 24)	2 (1; 3)	0,01	0,38
Поясничный	17 (8; 24)	9 (5; 14)	10,5 (5; 14)	2 (2; 3)	0,03	0,46

(рис. 3) оказалось успешным для адекватной редукции травматической деформации во всех случаях.

По результатам всех выполненных вмешательств зарегистрировано 2 (8%) инфекционных осложнения в виде появления признаков инфицирования межмышечной гематомы. В обоих случаях продление местной и системной антибиотикотерапии способствовали благоприятному заживлению послеоперационной раны без увеличения сроков госпитализации.

Сравнение опубликованных различными авторами результатов редукции посттравматической деформации и степени её потери в катанезе после чрескожной транспедикулярной фиксации при травматических повреждениях тел грудных и поясничных позвонков и наших данных представлено в табл. 3.

Обсуждение. Подходы к лечению компрессионных переломов позвоночника типа A2 и A3. Подходы к лечению травматических переломов тел позвонков, в том числе типа A2 и A3, различны [8, 16]. Консервативная тактика в остром периоде неосложненных переломов тел грудных и поясничных позвонков может включать в себя симптоматическое лечение (анальгетики), ортезирование и ограничительный ортопедический режим. Неполноценная консолидация повреждённого сегмента и риск развития вторичных ликвородинамических и неврологических нарушений при формировании посттравматической деформации являются главными недостатками данного способа [1, 21].

Оперативное лечение компрессионных и компрессионно-оскольчатых переломов тел позвонков, в том числе типа A2 и A3, направлено

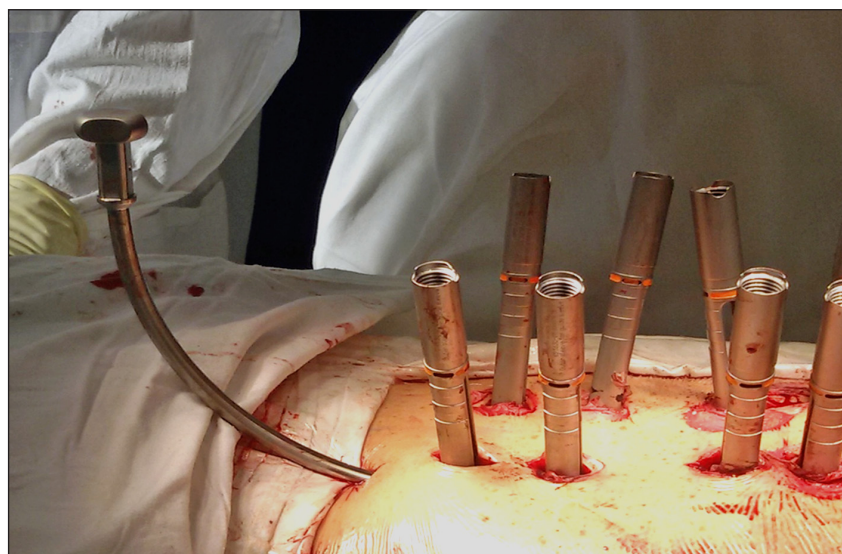


Рис. 1. Чрескожное проведение продольной балки через направляющие порты. Интраоперационная фотография

на восстановление анатомических взаимоотношений повреждённого сегмента за счёт устранения посттравматической деформации и профилактики формирования интра- и послеоперационных осложнений [3–5]. При этом традиционные способы открытых хирургических вмешательств в связи со значительной интраоперационной травматичностью имеют высокий риск развития послеоперационного рубцово-спаечного эпидурита с сохранением вертеброгенного болевого синдрома [5, 8, 16, 19].

Возможности чрескожной транспедикулярной фиксации при компрессионных переломах типа A2 и A3. Для улучшения результатов хирургического лечения пациентов с неосложненными травмами позвоночника в настоящее время стало возможным использование нового метода чрескожной транспедикулярной фиксации повреждённых сегментов [1, 5]. Данный метод позволяет значительно снизить травматичность оперативного вмешательства, сохраняя при этом все преимущества открытой транспедикулярной фиксации [5, 6, 19]. К ограничениям

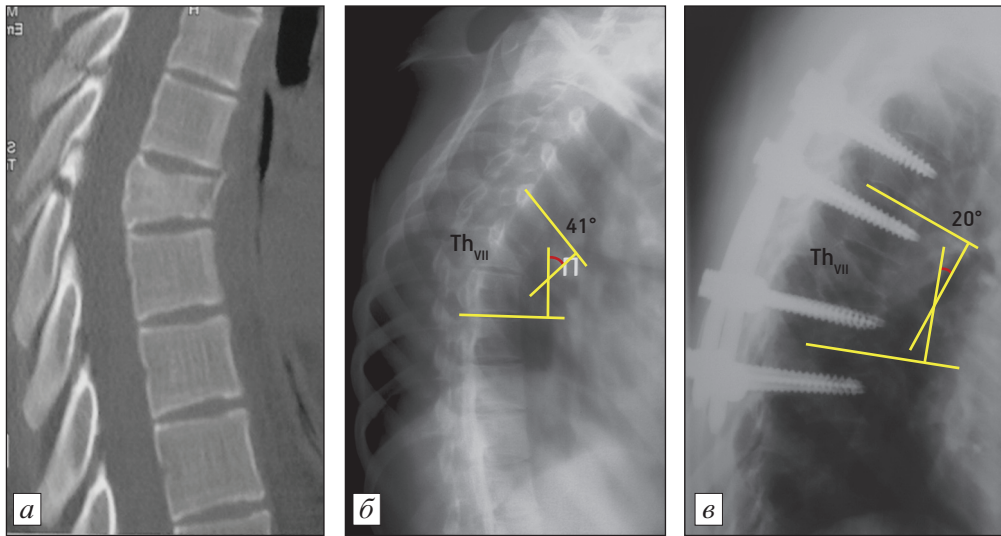


Рис. 2. Компрессионный (A2) перелом тела позвонка Th_{VII}.

а — мультиспиральная компьютерная томограмма грудного отдела позвоночника до операции (положение лежа); б — боковая спондилограмма грудного отдела позвоночника (положение стоя) до операции, СКД = 41°, СИ = 46°; в — боковая рентгенограмма (спондилограмма) грудного отдела позвоночника (положение стоя) после операции, СКД = 20°, СИ = 25°

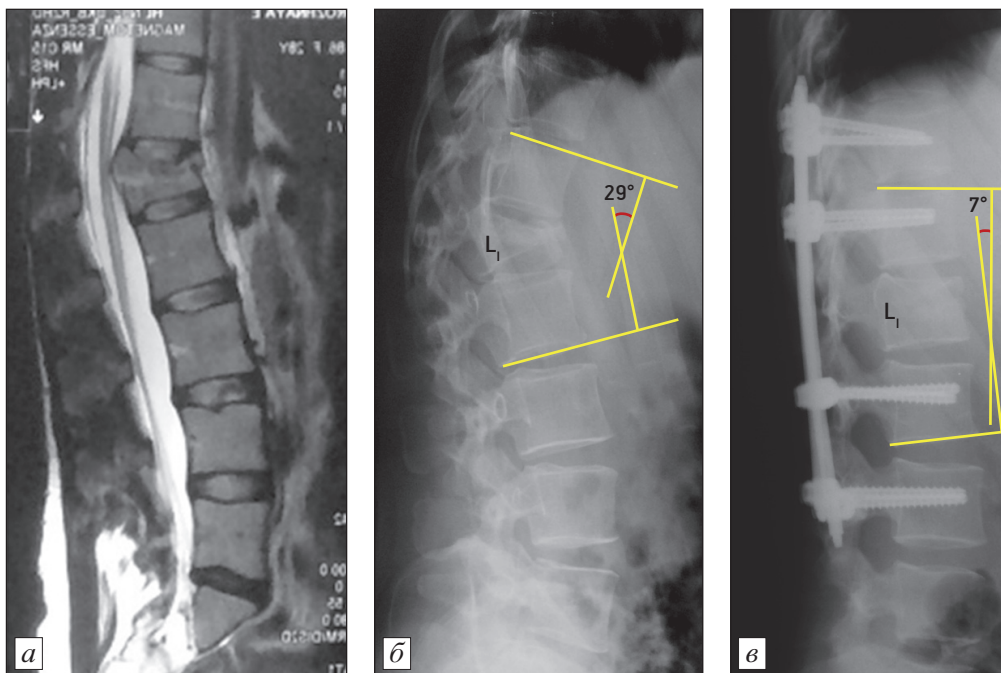


Рис. 3. Компрессионный взрывной (A3) перелом тела позвонка L_I.

а — магнитно-резонансная томограмма поясничного отдела позвоночника до операции; б — боковая рентгенограмма (спондилограмма) поясничного отдела позвоночника до операции, СКД = 29°, СИ = 29°; в — боковая спондилограмма поясничного отдела позвоночника после операции, СКД = 7°, СИ = 7°

методики чрескожной транспедикулярной фиксации можно отнести невозможность изканальной декомпрессии без соответствующего увеличения доступа и практической конверсии его в традиционный открытый. Кроме того, имеются спорные

данные о возможности эффективной редукции кифотической деформации, а также её сохранении при длительном периоде наблюдения. Объективным, достаточно простым и наиболее часто используемым способом динамической

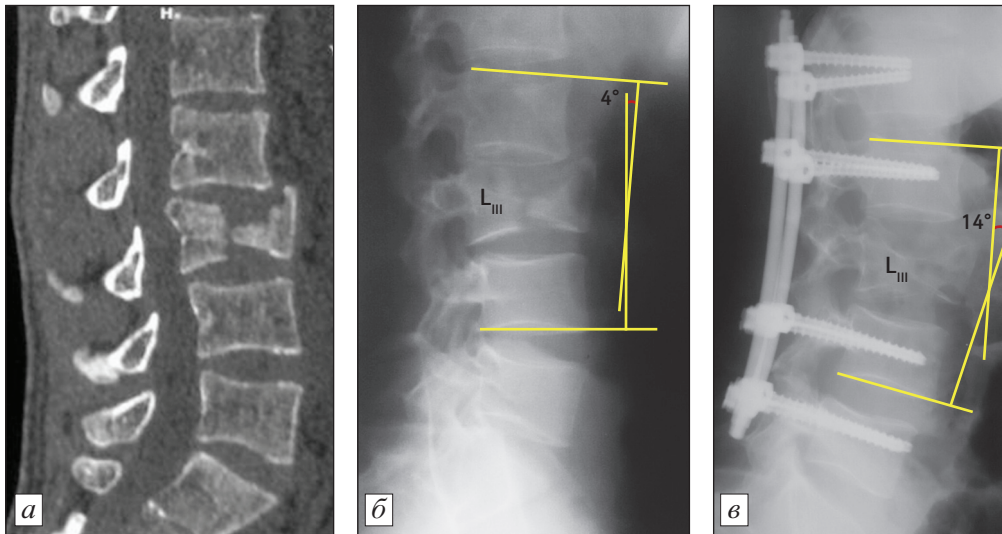


Рис. 4. Компрессионный взрывной (А3) перелом тела позвонка LIII.

а — мультиспиральная компьютерная томограмма поясничного отдела позвоночника до операции;

б — боковая спондилограмма поясничного отдела позвоночника до операции, СКД = 4°, СИ = 6°;

в — боковая спондилограмма поясничного отдела позвоночника после операции, СКД = 14°, СИ = 4°

оценки повреждённого сегмента и редукции посттравматической деформации является величина угла кифотической деформации [1, 8, 11, 13].

Так, S.H.Dong и соавт. [10] сообщают о недостаточной коррекции посттравматического кифоза после операции. СКД до операции составила $21,6 \pm 4,6^\circ$, а после операции $21,2 \pm 5,2^\circ$. N.Rahamimov и соавт. [20] установили прогрессирование деформации в отдалённом послеоперационном периоде до 13° при использовании чрескожной транспедикулярной фиксации. M.Palmisani и соавт. [18] выявили потерю редукции кифоти-

ческой деформации до $4,5^\circ$, а M.C.Wild и соавт. [23] — до $6,8^\circ$ в течение первого года после операции.

В то же время W.E.Yang [24], L.Fang [12], Y.Gu [15] (см. табл. 3) сообщают о значительной редукции кифотической деформации и минимальной её потере в отдалённом послеоперационном периоде. Ряд авторов продемонстрировали эффективность устранения кифотической деформации повреждённого сегмента при различных травматических переломах тел грудных и поясничных позвонков, а также минимальную потерю

Таблица 3

Сравнение опубликованных результатов редукции посттравматической деформации и степени её потери методикой минимально-инвазивной транспедикулярной фиксации при травматических повреждениях грудных и поясничных позвонков с результатами нашего исследования

Автор, год	Число пациентов	Кифоз до операции / после операции, ° M+m	Потеря кифотической редукции, M+m °
W. E. Yang [24]	21	17,1±8,3 / 13,8±8,6	—
N. Rahamimov [20]	40	—	3 (0;13)
S. H. Dong [10]	18 чрескожная методика	18,6±4,9 / 15,5±6,0	3,9±1,7
	21 трансмукулярная методика	21,6±4,6 / 21,2±5,2	1,5±0,7
L. Fang [12]	35	10,31±5,22 / 1,03±3,67	—
Y. Gu [15]	20	17,0±4,3 / 6,4±3,6	—
Наши данные			
M (интеркварт. размах)	Грудной отдел (15)	42 (39; 44) / 21 (20;23)	2 (1;3)
	Поясничный отдел (10)	17 (8; 24) / 9(5; 14)	2 (2;3)

её редукции в отдалённом послеоперационном периоде [10, 12, 15, 20, 24]. Так, в исследовании Y.P.Charles и соавт. [7] в течение двухлетнего катамнеза установлено значительное уменьшение угла сегментарной кифотической деформации с $15,3 \pm 8,6^\circ$ до $0,7 \pm 8,5^\circ$, при этом потеря редукции составила $1,7^\circ$. Таким образом, опубликованные данные о стабильности редукции посттравматической деформации при применении чрескожной транспедикулярной фиксации неоднородны.

В проведённом исследовании проанализированы результаты лечения пациентов с компрессионными переломами тел грудных и поясничных позвонков типа А2–А3 по классификации F.Magerl [17] минимально-инвазивным методом чрескожной транспедикулярной фиксации. Подтверждением эффективности упомянутой методики стало не только значительное уменьшение степени деформации поражённого сегмента при выписке, но и отсутствие статистически значимого изменения угла сагиттальной кифотической деформации в среднем через год после вмешательства.

Таким образом, методика чрескожной транспедикулярной фиксации позволяет безопасно редуцировать компрессию повреждённого тела позвонка и исправить ось позвоночного столба путём изменения высоты повреждённого сегмента с предотвращением развития кифотической деформации [10, 12, 14, 15, 20, 24]. При этом восстановление анатомических взаимоотношений повреждённого позвонка, биомеханики оперированного сегмента и его способности противостоять осевым нагрузкам способствует безопасной ранней активизации пациентов, уменьшению длительности постельного режима, сокращению сроков утраты нетрудоспособности и полноценной социальной реабилитации пациентов [3, 8, 16].

Выводы. 1. Перкутанная транспедикулярная фиксация в группе пациентов с неосложненными компрессионными переломами тел грудных и поясничных позвонков типа А2–А3 в остром периоде травмы позволяет произвести раннюю активизацию и возвращение пострадавших к активной деятельности за счёт эффективной стабилизации и устранения кифотической деформации с минимальной операционной травмой.

2. Требуется дальнейшее изучение отдалённых результатов данной методики в лечении пациентов с травматическими компрессионными переломами позвонков, а также проведение сравнительного анализа с результатами других методик спондилодеза.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCE]

1. Бывальцев В.А., Калинин А.А., Белых Е.Г. Эффективность пункционных методик при лечении пациентов с переломами и гемангиомами тел позвонков // Клини. мед. 2015. № 4. С. 61–66 [Byval'tsev V.A., Kalinin A.A., Belykh E.G. Effektivnost' punktсионnykh metodik pri lechenii patsientov s perelomami i gemangiomami tel pozvonkov // Klinicheskaya meditsina. 2015. № 4. P. 61–66].
2. Бывальцев В.А., Калинин А.А., Будаев А.Э. Оценка клинической эффективности малотравматичного способа транспедикулярной стабилизации в хирургическом лечении пациентов с переломами позвонков грудного и поясничного отделов позвоночника // Вестн. травмат. и ортопед. 2016. № 1. С. 15–20 [Byval'tsev V.A., Kalinin A.A., Budaev A.E. Otsenka klinicheskoi effektivnosti malotravmatichnogo sposoba transpedikulyarnoi stabilizatsii v khirurgicheskom lechenii patsientov s perelomami pozvonkov grudnogo i poynasnichnogo otdelov pozvonochnika // Vestnik travmatologii i ortopedii. 2016. № 1. P. 15–20].
3. Бывальцев В.А., Калинин А.А., Сороковиков В.А., Белых Е.Г., Панасенков С.Ю., Григорьев Е.Г. Анализ результатов редукции кифотической деформации с помощью пункционной вертебропластики и стентопластики у пациентов с травматическими компрессионными переломами груднопоясничной локализации // Вестн. травмат. и ортопед. 2014. № 2. С. 12–18 [Byval'tsev V.A., Kalinin A.A., Sorokovikov V.A., Belykh E.G., Panasenkov S.Yu., Grigor'ev E.G. Analiz rezul'tatov reduksii kifoticheskoi deformatsii s pomoshch'yu punktсионnoi vertebroplastiki i stentoplastiki u patsientov s travmaticheskimi kompressionnymi perelomami grudnopoynasnichnoi lokalizatsii // Vestnik travmatologii i ortopedii. 2014. № 2. P. 12–18].
4. Рамих Э.А. Повреждения грудного и поясничного отделов позвоночника : (окончание) // Хирургия позвоночника. 2008. № 2. С. 94–114 [Ramikh E.A. Povrezhdeniya grudnogo i poynasnichnogo otdelov pozvonochnika (okonchanie) // Khirurgiya pozvonochnika. 2008. № 2. P. 94–114].
5. Рерих В.В., Борзых К.О., Лукьянов Д.С., Жеребцов С.В. Торакоскопический вентральный спондилодез в системе хирургического лечения нестабильных повреждений грудного отдела позвоночника // Хирургия позвоночника. 2009. № 2. С. 8–16 [Rerikh V.V., Borzykh K.O., Luk'yanov D.S., Zherebtsov S.V. Torakoskopicheskii ventral'nyi spondilodez v sisteme khirurgicheskogo lecheniya nestabil'nykh povrezhdenii grudnogo otdela pozvonochnika // Khirurgiya pozvonochnika. 2009. № 2. P. 8–16].
6. Blondel B., Fuentes S., Pech-Gourg G., Adetchessi T., Tropiano P., Dufour H. Percutaneous management of thoracolumbar burst fractures : evolution of techniques and strategy // Orthop. Traumatol. Surg. Res. 2011. Vol. 97. P. 527–532.
7. Charles Y.P., Walter A., Schuller S., Aldakheel D., Steib J. Thoracolumbar fracture reduction by percutaneous in situ contouring // Eur. Spine J. 2012. Vol. 21. P. 2214–2221.
8. Dhall S.S., Wadhwa R., Wang M.Y., Tien-Smith A., Mummaneni P.V. Traumatic thoracolumbar spinal injury : an algorithm for minimally invasive surgical management // Neurosurg. Focus. 2014. Vol. 37, N 1. P. E9.
9. Dick J.C. Spinal Fractures. New device offers improved treatment // Minnesota Physician. 2001. Vol. 14. P. 10.
10. Dong S.H., Chen H.N., Tian J.W., Xia T., Wang L., Zhao Q.H., Liu C.Y. Effects of minimally invasive percutaneous and trans-spaciumintermuscular short-segment pedicle instrumentation on thoracolumbar mono-segmental vertebral fractures without neurological compromise // Orthopaedics & Traumatology : Surgery & Research. 2013. Vol. 99. P. 405–411.
11. Faciszewski T., Winter R.B., Lonstein J.E., Denis F., Johnson L. The surgical and medical perioperative complications of anterior

- spinal fusion surgery in the thoracic and lumbar spine in adults : a review of 1223 procedures // *Spine*. 1995. Vol. 20. P. 1592–1599.
12. Fang L.M., Zhang Y.J., Zhang J., Huang N., Zuo Z.H., Li B., Wang B., Lin H.G. Minimally invasive percutaneous pedicle screw fixation for the treatment of thoracolumbar fractures and posterior ligamentous complex injuries // *J. Peking University (Health Sciences)*. 2012. Vol. 44. N 6. P. 851–854.
 13. Farcry J., Weidenbaum C.M., Glassman S.D. Sagittal index in management of thoracolumbar burst fractures // *Spine*. 1992. Vol. 15. N 9. P. 958–965.
 14. Fuentes S., Blondel B., Metellus P., Gaudart J., Adetchessi T., Dufour H. Percutaneous kyphoplasty and pedicle screw fixation for the management of thoraco-lumbar burst fractures // *Eur. Spine J.* 2010. Vol. 19. P. 1281–1287.
 15. Gu Y., Zhang F., Jiang X., Jia L., McGuire R. Minimally invasive pedicle screw fixation combined with percutaneous vertebroplasty in the surgical treatment of thoracolumbar osteoporosis fracture // *J. Neurosurg. Spine*. 2013. Vol. 18, N 6. P. 634–640.
 16. Koreckij T., Park D.K., Fischgrund J. Minimally invasive spine surgery in the treatment of thoracolumbar and lumbar spine trauma // *Neurosurg. Focus*. 2014. Vol. 37, N 1. P. E11.
 17. Magerl F., Aebi M., Gertzbein S.D., Harms J., Nazarian S. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries // *Eur. Spine J.* 1994. Vol. 3. P. 184–201.
 18. Palmisani M., Gasbarrini A., Brodano G.B., De Iure F., Cappuccio M., Boriani L., Amendola L., Boriani S. Minimally invasive percutaneous fixation in the treatment of thoracic and lumbar spine fractures // *Eur. Spine J.* 2009. Vol. 18, N 1. P. S71–S74.
 19. Park P.K. Foley percutaneous lumbar pedicle screw fixation // *Eur. Musculoskelet. Rev.* 2007. Vol. 1. P. 59–61.
 20. Rahamimov N., Mulla H., Shani A., Freiman S. Percutaneous augmented instrumentation of unstable thoracolumbar burst fractures // *Eur. Spine J.* 2012. Vol. 21. P. 850–854.
 21. Voggenreiter G. Ballonkyphoplasty is effective in deformity correction of osteoporotic vertebral compression fractures // *Spine*. 2005. Vol. 30. P. 2806–2812.
 22. Wilcox R.K., Allen D.J., Hall R.M., Limb D., Barton D.C., Dickson R.A. A dynamic investigation of the burst fracture process using a combined experimental and finite element approach // *Eur. Spine J.* 2004. Vol. 13. P. 481–488.
 23. Wild M.H., Glees M., Plieschnegger C., Wenda K. Five-year follow-up examination after purely minimally invasive percutaneously and conventionally treated patients // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 2007. Vol. 127. P. 335–343.
 24. Yang W.E., Ng Z.X., Koh K.M.R., Low S.W., Lwin S., Choy K.S.D., Seet E., Yeo T.T. Percutaneous pedicle screw fixation for thoracolumbar burst fracture : a Singapore experience // *Singapore Med. J.* 2012. Vol. 53. P. 577–581.

Поступила в редакцию 13.02.2017 г.

Сведения об авторах:

Бывальцев Вадим Анатольевич (e-mail: byval75vadim@yandex.ru), д-р мед. наук, проф., зав. курсом нейрохирургии университета, руководитель Центра нейрохирургии Дорожная клиническая больница; Иркутский государственный медицинский университет, 664003, г. Иркутск, ул. Красного Восстания, 1;

Калинин Андрей Андреевич (e-mail: andrei_doc_v@mail.ru), канд. мед. наук, доцент курса нейрохирургии университета, врач-нейрохирург Центра нейрохирургии НУЗ Дорожная клиническая больница; Дорожная клиническая больница на станции Иркутск-пассажирский ОАО «РЖД», 664082, г. Иркутск, ул. Боткина, 10.