



ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИЕ ДЕФОРМАЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА: АКТУАЛЬНОСТЬ, ПРОБЛЕМЫ, РЕВИЗИОННАЯ ХИРУРГИЯ

О.Г. Прудникова, М.В. Хомченков

*Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия»
им. акад. Г.А. Илизарова, Курган, Россия*

Цель исследования. Анализ тактических подходов и видов оперативных вмешательств при посттравматических деформациях позвоночника.

Материал и методы. Дизайн исследования: ретроспективная моноцентровая когорта. В исследование включено 116 пациентов: 1-я группа — 50 больных с первичными посттравматическими деформациями, 2-я группа — 66 больных со вторичными деформациями на фоне ранее выполненных декомпрессивно-стабилизирующих операций, госпитализированных для ревизионных вмешательств. Средний возраст пациентов: $42,1 \pm 11,6$ года, отдаленный период наблюдения: от 2 до 60 мес. ($16,6 \pm 10,2$). Использовали клинический (неврологический статус, ASIA, ВАШ) метод, оценку результатов лечения по MacNub, рентгенографию, КТ, рентгенометрию (локальный кифоз по Cobb, Surgimap Spine), МРТ, статистический метод.

Результаты. Катамнез пациентов 1-й группы составил $31,3 \pm 28,1$ мес., 2-й — $60,3 \pm 48,1$ мес. Повреждения преимущественно локализовались на уровне грудопоясничного перехода. Во 2-й группе преобладали более грубые неврологические нарушения (ASIA). Всем пациентам из заднего оперативного доступа выполняли первичную или ревизионную транспедикулярную фиксацию и варианты вертебротомии по Schwab. Типы первичных деформаций по Rajasekaran: у 16 (32 %) пациентов — тип IА, у 30 (45 %) — IАА, у 4 (6 %) — IIВ. У пациентов со вторичными деформациями выявлены несостоятельность задней инструментальной фиксации (100 %), несостоятельность (56 %) или отсутствие (73 %) переднего спондилодеза, прогрессирование деформации (100 %). В 1-й группе локальный кифоз до лечения был $32,0^\circ \pm 9,9^\circ$, после лечения — $12,5^\circ \pm 8,8^\circ$, болевой синдром по ВАШ до лечения — $76,6 \pm 6,9$ балла, после лечения — $47,6 \pm 8,8$ балла. Во 2-й группе локальный кифоз — $31,8^\circ$ и $10,1^\circ$, болевой синдром 80,6 и 48,4 балла соответственно. Осложнения зафиксированы в 10 % случаев. Результат лечения: хороший/удовлетворительный в 1-й группе у 32 (64 %)/18 (36 %) пациентов, во 2-й 38 (57 %)/28 (42 %) соответственно.

Заключение. Варианты классификаций и тактические подходы для первичных посттравматических деформаций позвоночника определены, для вторичных посттравматических деформаций отсутствуют классификация, определяющая тактику лечения, и критерии для оценки параметров локального и глобального балансов туловища. Проведение совместных мультицентровых исследований необходимо для принятия консенсуальных заключений при ревизионной хирургии посттравматических деформаций позвоночника.

Ключевые слова: посттравматические деформации позвоночника, ревизионные операции при посттравматических деформациях, классификация посттравматических деформаций, локальный кифоз при посттравматических деформациях, сагиттальный баланс при посттравматических деформациях.

Для цитирования: Прудникова О.Г., Хомченков М.В. Посттравматические деформации позвоночника: актуальность, проблемы, ревизионная хирургия // Хирургия позвоночника. 2019. Т. 16. № 4. С. 36–44.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2019.4.36-44>.

POST-TRAUMATIC DEFORMITIES OF THE SPINE: RELEVANCE, PROBLEMS, AND REVISION SURGERY

O.G. Prudnikova, M.V. Khomchenkov

Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia

Objective. To analyze tactical approaches and types of surgical interventions for post-traumatic deformity of the spine.

Material and Methods. Study design: retrospective monocentric cohort study. The study included 116 patients: Group 1 consisted of 50 patients with primary post-traumatic deformities, and Group 2 of 66 patients with secondary deformities after previously performed decompression and stabilization surgery who were admitted for revision interventions. The average age of patients was 42.1 ± 11.6 years, the long-term follow-up period varied from 2 to 60 months (16.6 ± 10.2). Methods used in the study were clinical (neurological status, ASIA, VAS) one, evaluation of treatment results according to MacNub scale, radiography, CT, radiometry (local kyphosis according to Cobb, Surgimap Spine), MRI, and statistical methods.

Results. The follow-up period of Group 1 patients was 31.3 ± 28.1 months, of Group 2 patients — 60.3 ± 48.1 months. Injuries were predominantly localized at the level of the thoracolumbar junction. In Group 2, more severe neurological disorders (ASIA) prevailed. All patients underwent primary or revision transpedicular fixation and Schwab vertebrotomy variants through posterior approach. The follow-

ing types of primary deformities according to Rajasekaran were observed: type IIA in 16 (32 %) patients, IIIA in 30 (45 %), and IIIB in 4 (6 %). Patients with secondary deformities had failure of posterior instrumental fixation (100 %), failure (56 %) or absence (73 %) of anterior fusion, and progression of deformity (100 %). In Group 1, local kyphosis was $32.0^\circ \pm 9.9^\circ$ before treatment and $12.5^\circ \pm 8.8^\circ$ after treatment, pain VAS score before treatment 76.6 ± 6.9 , and after treatment 47.6 ± 8.8 . In Group 2, local kyphosis was 31.8° and 10.1° , and pain score 80.6 and 48.4, respectively. Complications were registered in 10 % of cases. Treatment results were assessed as good/satisfactory in 32 (64 %)/18 (36 %) Group 1 patients, and in 38 (57 %)/28 (42 %) Group 2 patients, respectively.

Conclusion. Classification options and tactical approaches for primary post-traumatic spinal deformities were defined; for secondary post-traumatic deformities there is no classification defining treatment tactics and criteria for assessing the parameters of local and global body balances. Joint multicenter studies are necessary for the adoption of consensual conclusions in the revision surgery of post-traumatic spinal deformities.

Key Words: post-traumatic spinal deformities, revision surgery for post-traumatic spinal deformities, classification of post-traumatic deformities, local kyphosis in post-traumatic deformities, sagittal balance in post-traumatic deformities.

Please cite this paper as: Prudnikova OG, Khomchenkov MV. Post-traumatic deformities of the spine: relevance, problems, and revision surgery. *Hir. Pozvonoc.* 2019;16(4):36–44. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2019.4.36-44>.

В остром периоде травмы позвоночника часть оперативных вмешательств не выполняют в силу различных причин: тяжести состояния пациента, отсутствия технических возможностей или практических навыков. Оценить частоту и распространенность деформаций позвоночника, которые формируются через какой-то период после травмы, по данным литературы не представляется возможным. Чаще всего встречаются данные о частоте повреждений позвоночника и спинного мозга в остром периоде. Так, в США ежегодно регистрируется от 150 000 до 170 000 повреждений позвоночника и 17 000 травм спинного мозга [1]. В крупных промышленных российских городах (Санкт-Петербурге, Нижнем Новгороде, Иркутске) частота позвоночно-спинномозговой травмы составляет 0,58–0,6 случая на 10 000 населения [2, 3]. Результаты хирургического лечения пациентов с посттравматическими деформациями опубликованы в работах А.А. Афаунова с соавт. [4], которые провели анализ результатов лечения 124 пациентов, В.В. Рериха и К.О. Борзых (106 пациентов) [5], А.К. Дулаева с соавт. (76 пациентов) [6].

Посттравматические деформации позвоночника характеризуются ригидностью за счет формирования фиброзного и костного сращения на уровне повреждения, а если они возникают вторично после выполненных опера-

ций, то требуют ревизионных вмешательств, что сопряжено с техническими трудностями и высоким риском осложнений.

Цель исследования – анализ тактических подходов и видов оперативных вмешательств при посттравматических деформациях позвоночника.

Материал и методы

Дизайн исследования: ретроспективная моноцентровая когорта.

Критерии включения: возраст пациента более 18 лет, деформация позвоночника вследствие травматического повреждения, период после травмы более 4 мес.

Критерии исключения: возраст менее 18 лет, инфекция в зоне повреждения или предыдущего вмешательства, период после травмы менее 4 мес.

Использовали следующие методы исследования: клинический (неврологический статус, ASIA, BASS) [7], оценку результатов лечения по модифицированной шкале MacNub [8], лучевой (рентгенографию, КТ), рентгенометрию – локальный кифоз (Cobb, Surgimar Spine), МРТ, статистический (вычисление средней арифметической (М) и ее ошибки ($\pm m$), коэффициент корреляции г-Пирсона с оценкой по шкале Чеддока, достоверность различия средних по t-критерию Стьюдента с определением показателя статистической достоверности, $p < 0,05$).

Критерии оценки: период после травмы, вид первичной операции, вариант повторного вмешательства, вариант вертебротомии, вид деформации и степень коррекции, структура осложнений.

Исследования проводили в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации 1964 г. Пациенты давали информированное добровольное согласие на проведение диагностических исследований, медицинского вмешательства и использование полученных данных в научных целях.

Период набора пациентов – с января 2014 по июнь 2019 г.

Таким образом, в исследование включили 116 пациентов, поступивших для оперативного лечения: 1-я группа – 50 больных с первичными деформациями, оперативное лечение в остром периоде не выполнялось; 2-я группа – 66 больных со вторичными деформациями на фоне ранее выполненных декомпрессиивно-стабилизирующих операций, госпитализированы для ревизионных вмешательств. Средний возраст пациентов на момент операции – $42,1 \pm 11,6$ года (от 18 до 71), соотношение мужчин и женщин – 66 (56,8 %) к 50 (42,1%). Отдаленный период наблюдения составил от 2 до 60 мес. ($16,6 \pm 10,2$).

Оперативное лечение и исследование выполняли на базе травматолого-ортопедического отделения № 10 РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова (Курган).

Результаты

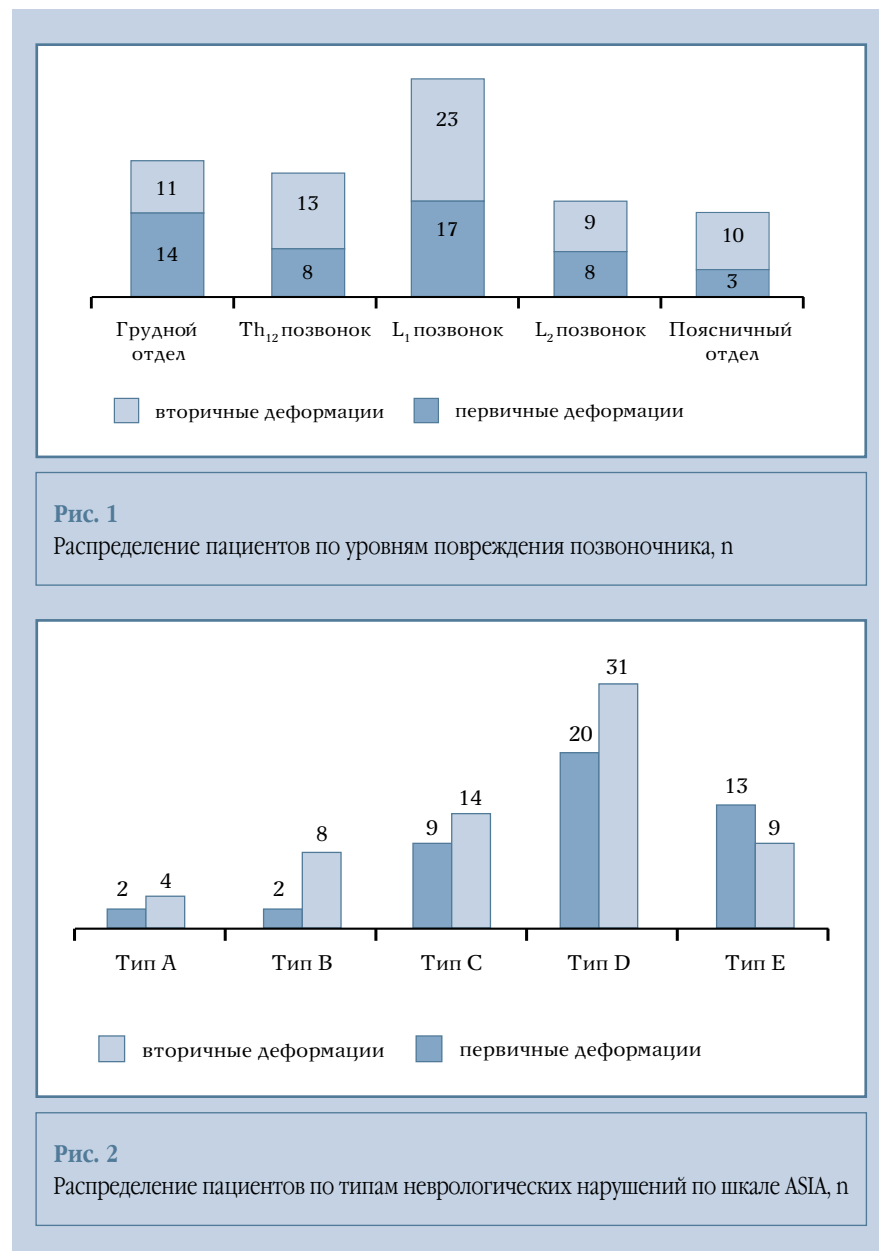
Включение в анализ пациентов с катамнезом более 4 мес. обосновано тем, что в этот период формируются деформации позвоночника за счет фиброзного и/или костного блока на уровне травмы, этот временной интервал соответствует промежуточному периоду травматической болезни спинного мозга по классификации О.А. Амелиной [9]. Пациенты со вторичными деформациями поступили для лечения в более отдаленные сроки после травмы. Для больных 1-й группы этот период составил $31,3 \pm 28,1$ (4–240) мес., 2-й – $60,3 \pm 48,1$ (4–300) мес.

Повреждения позвоночника преимущественно локализовались на уровне груднопоясничного перехода (рис. 1).

Во второй группе преобладали более грубые неврологические нарушения, что дает основание предполагать нейрогенный компонент прогрессирования деформации (достоверность различий по t-критерию – 0,09; рис. 2).

Всем пациентам оперативное лечение осуществляли из заднего оперативного доступа. Выполняли первичную или ревизионную транспедикулярную фиксацию (ТПФ) и варианты вертебротомий [10, 11]. В ряде случаев на уровне консолидированного тела позвонка выполняли дополнительный опорный передний спондилодез кейджем. Выбор объема оперативного вмешательства определяли в зависимости от состояния передней опорной колонны, компрессии дурального мешка и выраженности деформации на уровне повреждения.

При оценке первичных деформаций использовали классификацию кифозов Rajasekaran et al. [12]. У 16 (32 %) пациентов деформация отнесена к типу IIA, у 30 (45 %) – к типу IIIA, у 4 (6 %) – к типу IIIB. При деформациях типа IIA выполняли ТПФ с вертебротомией Shwab 1 или Shwab 2. У пациентов с кифозом типа IIIA при отсутствии деформации позвоночного канала осуществляли



ТПФ с вертебротомией Shwab 3 либо ТПФ с передним спондилодезом кейджем (при отсутствии признаков спонтанного переднего блока). При компрессии дурального мешка ТПФ сочетали с вертебротомией Shwab 5. Деформация позвоночника типа IIIB во всех случаях вызывала сдавление дурального мешка и требовала реконструктивного вмешательства: ТПФ с вертебротомией Shwab 5/Shwab 6.

При выборе объема оперативного вмешательства во 2-й группе дополнительно оценивали состояние конструкции и переднего костного блока.

Таким образом, при первичных деформациях чаще выполняли комбинацию ТПФ с вертебротомией 5-го типа (резекция тела позвонка со смежными дисками) и ТПФ с вертебротомией 2-го типа. При ревизионных вмешательствах также преобладала ТПФ с вертебротомией 5-го типа и варианты ТПФ: перепроведение винтов и перемонтаж конструкций (табл. 1).

Распределить вторичные деформации по классификации Rajasekaran не представляется возможным из-за послеоперационных измене-

ний и металлоконструкции, поэтому выполнили анализ состояния позвоночника, вариантов ранее выполненных манипуляций и ситуации с металлоконструкцией (табл. 2).

В 1-й группе пациентов локальный кифоз до лечения составил $32,0^\circ \pm 9,9^\circ$, после лечения – $12,5^\circ \pm 8,8^\circ$, болевой синдром (по ВАШ) до лече-

ния – $76,6 \pm 6,9$ балла, после лечения – $47,6 \pm 8,8$ балла. Во 2-й группе локальный кифоз – $31,8^\circ$ и $10,1^\circ$, болевой синдром 80,6 и 48,4 балла соответственно.

Клинический пример 1. Пациентка Л., 35 лет, с кататравмой, катанез 23 мес. Диагноз при поступлении: травматическая болезнь спин-

ного мозга, поздний период, тип А (ASIA). Последствия переломов Th₇, Th₈ позвонков. Кифотическая деформация грудного отдела позвоночника, тип 3В по Rajasekaran. Выполнена реконструктивно-стабилизирующая операция: вертебротомия Th₇, Th₈ позвонков по Shwab 6, резекция тела Th₉ позвонка. Реконструкция позвоночного канала. Пластика дурального мешка. ТПФ Th₂–Th₅, Th₁₀–L₁ позвонков, спондилодез Th₆–Th₉ сетчатым имплантом (рис. 3).

Клинический пример 2. Пациентка У., 22 лет, с кататравмой, катанез 11 мес. Диагноз при поступлении: травматическая болезнь спинного мозга, промежуточный период, тип С (ASIA), последствия взрывного перелома L₁ позвонка, состояние после оперативного лечения (ламинэктомия, 4-винтовая ТПФ), несостоятельность металлоконструкции. Выполнена реконструктивно-стабилизирующая операция: демонтаж металлоконструкции, вертебротомия L₁ позвонка по типу Schwab 5, репозиционно-стабилизирующий спондило-синтез Th₁₂–L₂ сетчатым имплантом, спондилосинтез Th₁₁–L₃ системой ТПФ, реконструкция позвоночного канала (рис. 4).

Осложнения зафиксировали в 10 % случаев. Чаще они наблюдались при вертебротомиях 5-го и 6-го типов, технически сложных оперативных вмешательствах (табл. 3).

При оценке результатов лечения по MacNab в срок $16,6 \pm 10,2$ (от 2 до 60) мес. в 1-й группе удовлетворительный результат достигнут у 18 (36 %) пациентов, хороший – у 32 (64 %); во 2-й группе удовлетворительный – у 28 (42 %), хороший – у 38 (57 %).

Обсуждение

Основными вопросами при обсуждении данной категории пациентов можно назвать следующие: отсутствие классификации, определяющей дальнейшую тактику лечения, параметры оценки деформации и ее коррекции, а также выбор вида оперативного вме-

Таблица 1

Распределение пациентов по видам оперативных вмешательств, n (%)

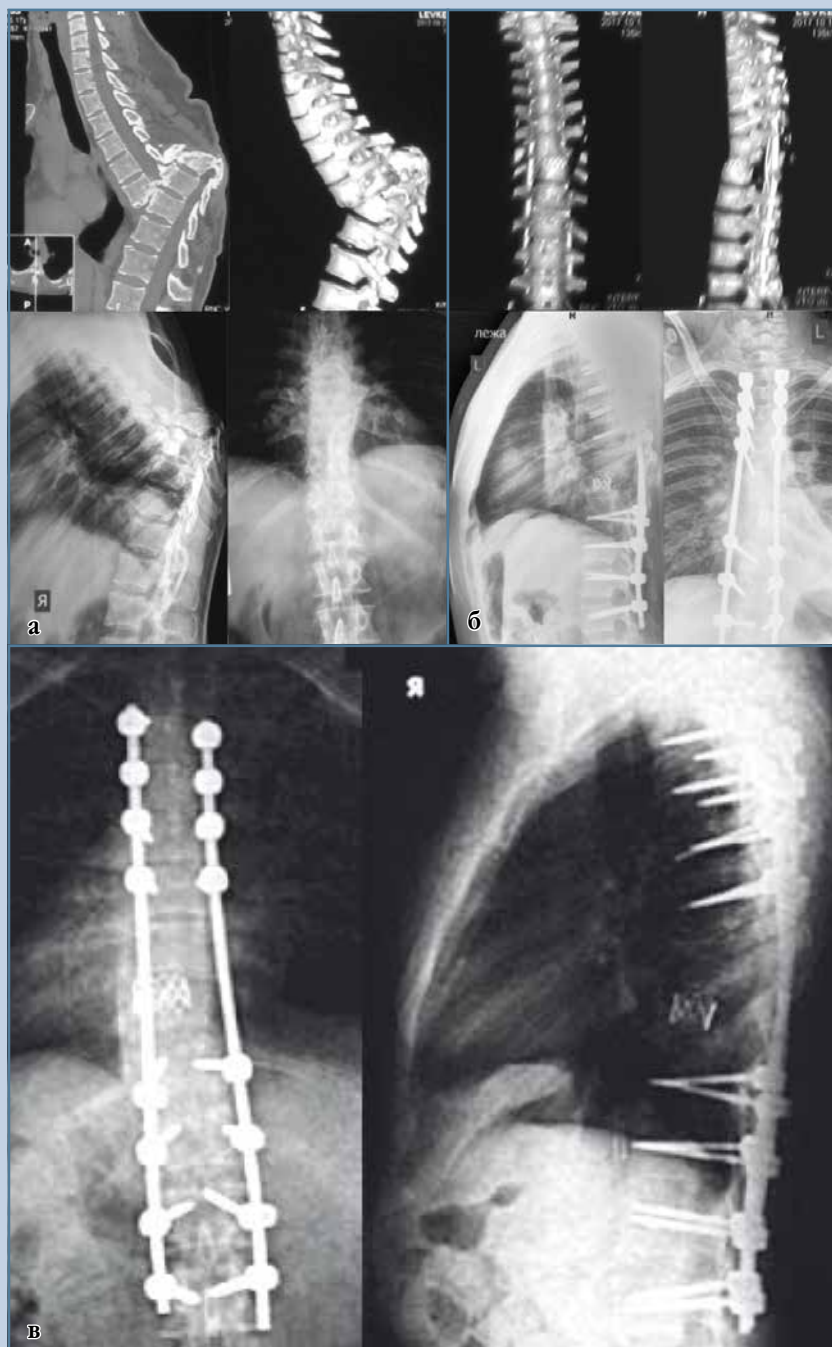
Вид операции	1-я группа (n = 50)	2-я группа (n = 66)
ТПФ/Shwab 1	6 (12)	21 (32)
ТПФ + Shwab 2	11 (22)	10 (15)
ТПФ + передний спондилодез	6 (12)	6 (9)
ТПФ + Shwab 3	7 (14)	6 (9)
ТПФ + Shwab 5	20 (40)	23 (35)
ТПФ + Shwab 6	1 (2)	—

ТПФ — транспедикулярная фиксация.

Таблица 2

Характеристика первичных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств

Параметры	Пациенты, n (%)	Примечания
Инструментальная фиксация позвоночника		
Нет задней инструментальной фиксации	20 (32)	В 6 случаях удалена
Передняя пластина	2 (3)	—
Транспедикулярная фиксация	42 (63)	У 26 (62 %) пациентов 4-винтовая, у 4 (9 %) — 6-винтовая
Передний спондилодез		
Не выполнен передний спондилодез	50 (75)	—
NiTi	6 (9)	—
Раздвижной имплантат	4 (6)	—
Гомокость	2 (3)	—
Сетчатый имплантат	3 (4)	—
Цемент	1 (2)	—
Состояние конструкции		
Нестабильность винтов	42 (100)	—
Фрактуры винтов/балок	18 (43)/2 (5)	—
Миграция имплантатов	7 (43)	Раздвижной имплантат — 4; сетчатый имплантат — 2; NiTi — 1
Состояние позвоночника		
Нет ламинэктомии	13 (20)	—
Деформация позвоночного канала	21 (32)	Интраканальная мальпозиция винтов — 3
Прогрессирование деформации позвоночника	61 (92)	—

**Рис. 3**

Спондилограммы и КТ пациентки Л., 35 лет, на этапах лечения: **а** – при поступлении; **б** – после лечения; **в** – через 12 мес. после операции

шательства с учетом высокого риска неврологических осложнений.

Разработанные классификации повреждений позвоночника (Denis, Magerl, AO Spine Thoracolumbar

Classification System) предложены для острого периода травмы и не подходят для оценки уже сформированных посттравматических изменений, которые отличаются наличием кост-

ного (фиброзного) блока и наложением дегенеративных изменений [13–17].

В публикации Vassaro et al. [18] посттравматические деформации распределяются в зависимости от уровня, этиологии, выраженности кифоза, наличия болевого синдрома.

Во многих исследованиях распределение пациентов проводится в зависимости от варианта вертебротомии [19–26] либо других хирургических техник [4, 5, 27–31]. При этом в большинстве публикаций оцениваются именно первичные посттравматические деформации. Проблемы вторичных деформаций не освещаются.

Rajasekaran et al. [12] предложили универсальную классификацию кифозов, независимую от этиологического фактора, которая позволяет оценить состояние опорных структур позвоночника и угловую деформацию для дальнейшего определения варианта вертебротомии. Эту классификацию мы использовали для оценки деформаций у пациентов с первичными посттравматическими деформациями. Для оценки вторичных деформаций при ревизионных вмешательствах эта классификация не подходит, поскольку встает вопрос о том, как оценивать деформацию с учетом ятрогенных факторов (резекции опорных костных структур, наличия металлоконструкций). Все проблемы, связанные с нестабильностью фиксации и прогрессированием деформации, требуют отражения в классификации ревизионных вмешательств.

А.А. Афаунов с соавт. [32] предложили классификацию на основании спондилометрических параметров, ригидности, стеноза позвоночного канала и хирургического риска в зависимости от исходного неврологического статуса пациентов. Классификация учитывает основные параметры посттравматических деформаций, но не определяет тактические подходы: перепроведение винтов, дополнительную фиксацию позвонков, выбор вертебротомии, показания к переднему спондилодезу.

Дискутабельным является вопрос и об оценке деформации. Показа-

**Рис. 4**

Спондилограммы и КТ пациентки У., 22 лет, на этапах лечения: **а** – при поступлении; **б** – после лечения, **в** – через 12 мес. и 32 мес.

тель локального кифоза понятен при повреждении в грудном отделе позвоночника на фоне физиологического кифоза. Но даже и в этих случаях авторы предлагают измерять величину деформации как разность между локальным и среднефизиологическим кифозом [29]. Измерение кифоза в поясничном отделе позвоночника, особенно на уровне L_3-L_5 позвонков, на фоне лордоза проблематично.

Чаще всего на этом уровне отмечается уменьшение лордоза, а не кифотическая деформация как таковая.

Также является спорным измерение сагиттального баланса у пациентов с посттравматическими деформациями [19–21, 25]. Имея неврологические нарушения разной степени выраженности, часть больных не может самостоятельно находиться в вертикальном положении, а часть – использует вспо-

могательные средства опоры. Следовательно, оценка показателей сагиттального баланса у выборочной группы пациентов без неврологических изменений имеет ограниченную достоверность. Еще одна проблема коррекции деформаций позвоночника: к каким величинам сагиттального баланса должен стремиться хирург – стандартизированным (что может потребовать более сложных реконструктивных вмешательств) или индивидуальным дооперационным (но где взять эти значения)? Ведь пациенты до травмы могли иметь исходный дисбаланс на фоне патологии позвоночника, таза или конечностей.

При определении показаний к оперативному лечению обязательно должен учитываться болевой синдром. Он диагностируется у 60–84 % пациентов [6, 27].

Посттравматическая миелопатия с исходным неврологическим дефицитом либо без него является фактором риска неврологических осложнений в послеоперационном периоде. При выборе варианта остеотомии

Таблица 3

Осложнения, наблюдаемые при вертебротомиях

Типы вертебротомии по Schwab	Удельный вес осложнений	Виды осложнений
1-й	—	—
2-й (SPO), многоуровневая	—	—
2-й (SPO), 2 уровня + передний спондилодез	1,5	Дуротомия — 1
3-й (PSO)	1,5	Дуротомия — 1
5-й, 6-й (VCR)	7,0	Дуротомия — 2, несостоятельность фиксации — 1, кровотечение — 1, неврологические — 1

с учетом декомпрессии, коррекции деформации и протезирования передних опорных структур позвоночника необходимо учитывать состояние спинного мозга [32].

Выявленные в ходе исследования ошибки первичной тактики лечения при ревизионных вмешательствах в виде несостоятельности заднего костного блока (100 % случаев), несостоятельности (56 %) или отсутствия (73 %) переднего костного блока привели к нестабильности конструкций и прогрессированию деформации. Именно тактические ошибки на этапах лечения чаще всего являются причинами неудовлетворительного результата лечения в остром периоде повреждения [6].

При первичных деформациях тактические подходы оперативного вмешательства определяются выбором варианта вертебротомии, декомпрессией, фиксацией и коррекцией кифоза. Задняя инструментальная фиксация в сочетании с вариантами задних вертебротомий (Shwab 1, Schwab 2, Schwab 3) показана при отсутствии сдавления дурального мешка и локальном кифозе до 30°. Дополнительный передний межтеловой спон-

дилодез выполняется при отсутствии переднего блока на уровне повреждения. Компрессия дурального мешка требует реконструктивного вмешательства с вариантами вертебротомий Schwab 5/Shwab 6.

Оперативное вмешательство при ревизионной хирургии включает в себя дополнительные этапы. К ним относят демонтаж нестабильной конструкции или ее элементов, перепроведение винтов с изменением направления введения, дополнительную фиксацию позвонков, выполнение или замену переднего костного блока, реконструкцию позвоночного канала и коррекцию деформации позвоночника.

Техническими особенностями ревизионных вмешательств являются состояние мягких тканей, фиброзный/костный блок, высокий риск инфекционных и неврологических осложнений и наличие ревизионного инструмента.

Заключение

Варианты классификаций и тактические подходы лечения первичных посттравматических деформаций поз-

воночника определены. Фиксация позвоночника, декомпрессия и коррекция деформации зависят от варианта вертебротомии.

Для вторичных посттравматических деформаций не предложена классификация, определяющая тактику лечения. Ревизионная хирургия требует оценки состояния позвоночника, спинного мозга и металлоконструкции, она сопряжена с высокими рисками осложнений.

Общей проблемой для посттравматических деформаций является оценка параметров локального и глобального баланса туловища.

Проведение совместных мультицентровых исследований необходимо для принятия консенсуальных заключений при ревизионной хирургии посттравматических деформаций позвоночника.

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература/References

1. Рерих В.В., Борзых К.О., Шелякина О.В. Посттравматические деформации грудного и поясничного отделов. Клинические рекомендации. 2016. [Rerikh VV, Borzykh KO, Shelyakina OV. Posttraumatic Deformities of the Thoracic and Lumbar Spine. Clinical recommendations. 2016. In Russian].
2. Морозов И.Н., Млявых С.Г. Эпидемиология позвоночно-спинномозговой травмы (обзор) // Медицинский альманах. 2011. № 4(17). С. 157–159. [Morozov IN, Mlyavyykh SG. The epidemiology of vertebral-cerebrospinal trauma: review. Meditsinskiy Almanakh. 2011;(4):157–159. In Russian].
3. Кривенко С.Н., Шпаченко Н.Н., Попов С.В. Экстренная медицинская помощь на догоспитальном этапе и прогноз исходов при сочетанных повреждениях, компонентом которых является позвоночно-спинномозговая травма // Гений ортопедии. 2015. № 3. С. 22–25. [Krivenko SN, Shpachenko NN, Popov SV. Emergency medical care at the prehospital stage and outcome prediction for concomitant injuries with spine-and-spinal cord trauma as their component. Genij Ortopedii. 2015;(3):22–25. In Russian].
4. Афаунов А.А., Полюхович Э.М., Афаунов А.И., Мишагин А.В., Васильченко П.П. Хирургическое лечение посттравматических деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника // Хирургия позвоночника. 2007. № 3. С. 8–15. [Afaunov AA, Polyukhovich EM, Afaunov AI, Mishagin AV, Vasilchenko PP. Surgical treatment of posttraumatic deformities in the thoracic and lumbar spine. Hir. Pozvonoc. 2007;(3):8–15. In Russian]. DOI: 10.14531/ss2007.3.8-15.
5. Рерих В.В., Борзых К.О. Этапное хирургическое лечение посттравматических деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника // Хирургия позвоночника. 2016. № 4. С. 21–27. [Rerikh VV, Borzykh KO. Staged surgical treatment of posttraumatic deformities in the thoracic and lumbar spine. Hir. Pozvonoc. 2016;(4):21–27. In Russian]. DOI: 10.14531/ss2016.4.21-27.
6. Дулаев А.К., Хан И.Ш., Дулаева Н.М. Причины неудовлетворительных анатомо-функциональных результатов лечения больных с переломами грудного и поясничного отделов позвоночника // Хирургия позвоночника. 2009. № 2. С. 17–24. [Dulaev AK, Khan IS, Dulaeva NM. Causes of anatomical and functional failure of treatment in patients with thoracic and lumbar spine fractures. Hir. Pozvonoc. 2009;(2):17–24. In Russian]. DOI: 10.14531/ss2009.2.17-24.
7. Белова А.Н., Щепетова О.Н. Шкалы, тесты и опросники в медицинской реабилитации. М., 2002. [Belova AN, Shchetetova ON. Scales, Tests and Questionnaires in Medical Rehabilitation. Moscow, 2002. In Russian].
8. MacNab I. Negative disc exploration. An analysis of the cause of nerve root involvement in sixty-eight patients. J Bone Joint Surg Am. 1971;53:891–903.
9. Амелина О.А. Травма спинного мозга. Клиническая неврология с основами медико-социальной экспертизы / Под ред. А.Ю. Макарова. СПб., 1998. С. 232–248.

- [Amelina OA. Spinal Cord Injury. Clinical Neurology with the Basics of Sociomedical Assessment. Ed. by AyU Makarov. St. Petersburg, 1998:232–248. In Russian].
10. Schwab F, Blondel B, Chay E, Demakakos J, Lenke L, Tropiano P, Ames C, Smith JS, Shaffrey CI, Glassman S, Farcy JP, Lafage V. The comprehensive anatomical spinal osteotomy classification. Neurosurgery. 2014;74:112–120. DOI: 10.1227/NEU.0000000000001820.
 11. Diebo B, Liu S, Lafage V, Schwab F. Osteotomies in the treatment of spinal deformities: indications, classification, and surgical planning. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2014;24 Suppl 1:S11–S20. DOI: 10.1007/s00590-014-1471-7.
 12. Rajasekaran S, Rajoli SR, Aiyer SN, Kanna R, Shetty AP. A classification for kyphosis based on column deficiency, curve magnitude, and osteotomy requirement. J Bone Joint Surg Am. 2018;100:1147–1156. DOI: 10.2106/JBJS.17.01127.
 13. Denis F. The three-column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. Spine. 1983;8:817–831.
 14. Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. Eur Spine J. 1994;3:184–201. DOI: 10.1007/bf02221591.
 15. Vaccaro AR, Baron EM, Sanfilippo J, Jacoby S, Steuve J, Grossman E, DiPaola M, Ranier P, Austin L, Ropiak R, Ciminello M, Okafor C, Eichenbaum M, Rapuri V, Smith E, Orozco F, Ugolini P, Fletcher M, Minnick J, Goldberg G, Wilsey J, Lee JY, Lim MR, Burns A, Marino R, DiPaola C, Zeiller L, Zeiler SC, Harrop J, Anderson DG, Albert TJ, Hilibrand AS. Reliability of a novel classification system for thoracolumbar injuries: the Thoracolumbar Injury Severity Score. Spine. 2006;31(11 Suppl):S62–S69. DOI: 10.1097/01.brs.0000218072.25964.a9.
 16. Joaquim AF, de Almeida Bastos DC, Jorge Torres HH, Patel AA. Thoracolumbar Injury Classification and Injury Severity Score System: a literature Review of its safety. Global Spine J. 2016;6:80–85. DOI: 10.1055/s-0035-1554775.
 17. Ваккаро А.Р., Барон И.М. Хирургия позвоночника. Оперативная техника. Пер. с англ. под ред. Ю.А. Щербука. М., 2015. [Vaccaro AR, Baron IM, eds. Operative Techniques: Spine Surgery. Transl. under edition of Yu. A. Shcherbuk. Moscow, 2015. In Russian].
 18. Vaccaro AR, Silber JS. Post-traumatic spinal deformity. Spine. 2001;26(24 Suppl):S111–S118. DOI: 10.1097/00007632-200112151-00019.
 19. Avila JM, Garcia OS, Vergara PA, Cisneros AC. Surgical correction of post-traumatic kyphosis with osteotomies in the spine. Coluna/Columna. 2019;18:60–63. DOI: 10.1590/S1808-185120191801215074.
 20. Cecchinato R, Berjano P, Damilano M, Lamartina C. Spinal osteotomies to treat post-traumatic thoracolumbar deformity. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2014;24 Suppl 1:S31–S37. DOI: 10.1007/s00590-014-1464-6.
 21. Heary RF, Bono CM. Pedicle subtraction osteotomy in the treatment of chronic, posttraumatic kyphotic deformity. J Neurosurg Spine. 2006;5:1–8. DOI: 10.3171/spi.2006.5.1.1.
 22. Hu W, Wang B, Run H, Zhang X, Wang Y. Pedicle subtraction osteotomy and disc resection with cage placement in post-traumatic thoracolumbar kyphosis, a retrospective study. J Orthop Surg Res. 2016;11:112. DOI: 10.1186/s13018-016-0447-1.
 23. Jo DJ, Kim YS, Kim SM, Kim KT, Seo EM. Clinical and radiological outcomes of modified posterior closing wedge osteotomy for the treatment of posttraumatic thoracolumbar kyphosis. J Neurosurg Spine. 2015;23:510–517. DOI: 10.3171/2015.1.SPINE131011.
 24. Shigematsu H, Koizumi M, Iida J, Iwata E, Tanaka Y. Floating spine after pedicle subtraction osteotomy for post-traumatic kyphosis. Eur Spine J. 2014;23 Suppl 2:278–284. DOI: 10.1007/s00586-014-3298-7.
 25. Xi YM, Pan M, Wang ZJ, Zhang GQ, Shan R, Liu YJ, Chen BH, Hu YG. Correction of post-traumatic thoracolumbar kyphosis using pedicle subtraction osteotomy. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2013;23 Suppl 1:S59–S66. DOI: 10.1007/s00590-013-1168-3.
 26. Buchowski JM, Kuhns CA, Bridwell KH, Lenke LG. Surgical management of posttraumatic thoracolumbar kyphosis. Spine J. 2008;8:666–677. DOI: 10.1016/j.spinee.2007.03.006.
 27. Munting E. Surgical treatment of post-traumatic kyphosis in the thoracolumbar spine: indications and technical aspects. Eur Spine J. 2010;19(Suppl 1):69–73. DOI: 10.1007/s00586-009-1117-3.
 28. Рерих В.В., Борзых К.О., Рахматиллаев Ш.Н. Атипичные сегментарные корригирующие вертебротомии при лечении грубых посттравматических кифозов грудного отдела позвоночника // Хирургия позвоночника. 2014. № 4. С. 20–24. [Rerikh VV, Borzykh KO, Rakhmatillaev ShN. Atypical segmental corrective vertebrectomy in the treatment of post-traumatic thoracic kyphosis. Hir. Pozvonoc. 2014;4:20–24. In Russian]. DOI: 10.14531/ss2014.4.20-24.
 29. Дулаев А.К., Надулич К.А., Василевич С.В., Теремшонов А.В. Тактика хирургического лечения посттравматической кифотической деформации грудного отдела позвоночника // Хирургия позвоночника. 2005. № 2. С. 20–29. [Dulaev AK, Nadulich KA, Vasilevich SV, Teremshonok AV. Surgical approach to posttraumatic thoracic kyphotic deformity. Hir. Pozvonoc. 2005;2:20–29. In Russian]. DOI: 10.14531/ss2005.2.20-29.
 30. Томилов А.Б., Кузнецова Н.Л. Ортопедическая коррекция посттравматических деформаций позвоночника // Гений ортопедии. 2012. № 1. С. 60–63. [Tomilov AB, Kuznetsova NL. Orthopedic correction of posttraumatic spinal deformities. Genij Ortopedii. 2012;1:60–63. In Russian].
 31. Li S, Li Z, Hua W, Wang K, Li S, Zhang Y, Ye Z, Shao Z, Wu X, Yang C. Clinical outcome and surgical strategies for late post-traumatic kyphosis after failed thoracolumbar fracture operation: Case report and literature review. Medicine (Baltimore). 2017;96:e8770. DOI: 10.1097/MD.00000000000008770.
 32. Афаунов А.А., Кузьменко А.В., Басанкин И.В., Агеев М.Ю. К вопросу о классификации посттравматических деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника // Хирургия позвоночника. 2018. № 2. С. 23–32. [Afaunov AA, Kuzmenko AV, Basankin IV, Ageev MYu. Classification of post-traumatic deformities of the thoracic and lumbar spine. Hir. Pozvonoc. 2018;2:23–32. In Russian]. DOI: 10.14531/ss2018.2.23-32.

Адрес для переписки:

Прудникова Оксана Германовна
Россия, 640014, Курган, ул. М. Ульяновой, 6,
РНЦ «Восстановительная травматология и ортопедия»
им. акад. Г.А. Илизарова,
pog6070@gmail.com

Address correspondence to:

Prudnikova Oksana Germanovna
Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative
Traumatology and Orthopaedics,
6 M. Ulyanovoy str., Kurgan, 640014, Russia,
pog6070@gmail.com

Статья поступила в редакцию 21.06.2019

Рецензирование пройдено 05.07.2019

Подписано в печать 12.07.2019

Received 21.06.2019

Review completed 05.07.2019

Passed for printing 12.07.2019

Оксана Германовна Прудникова, д-р мед. наук, старший научный сотрудник научно-клинической лаборатории патологии осевого скелета и нейрохирургии, заведующая травматолого-ортопедическим отделением № 10, Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова, Россия, 640014, Курган, ул. М. Ульяновой, 6, ORCID: 0000-0003-1432-1377, pog6070@gmail.com;

Максим Викторович Хомченков, травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения № 10, Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова, Россия, 640014, Курган, ул. М. Ульяновой, 6, ORCID: 0000-0001-5996-8444, m.kbomchenkov@yandex.ru.

Oksana Germanovna Prudnikova, DMSc, senior researcher at Scientific-Clinical Laboratory of axial skeleton pathology and neurosurgery, Head of Trauma-Orthopaedic Department No. 10, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, 6 M. Ulyanovoy str., Kurgan, 640014, Russia, ORCID: 0000-0003-1432-1377, pog6070@gmail.com;

Maxim Viktorovich Kbomchenkov, trauma orthopaedist, surgeon of Trauma-Orthopaedic Department No. 10, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, 6 M. Ulyanovoy str., Kurgan, 640014, Russia, ORCID: 0000-0001-5996-8444, m.kbomchenkov@yandex.ru.