© Группа авторов, 2007

Рентгенометрическая характеристика переломов грудного и поясничного отделов позвоночника, по данным компьютерной томографии, на различных этапах лечения методом транспедикулярной фиксации

П.В. Нецветов, А.Т. Худяев, Г.В. Дьячкова, С.В. Люлин

Roentgenometric characteristic of thoracic and lumbar spinal fractures according to CT data at different stages of treatment by transpedicular fixation technique

P.V. Netsvetov, A.T. Khoudiayev, G.V. Diachkova, S.V. Liulin

Федеральное государственное учреждение науки
«Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова Росздрава», г. Курган
(генеральный директор — заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАМН, д.м.н., профессор В.И. Шевцов)

Работа основана на анализе результатов рентгеновской компьютерной томографии грудного и поясничного отдела позвоночника, выполненных 67 больным в возрасте от 14 до 52 лет, лечившихся в отделении нейрохирургии ФГУН «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» по поводу травматической болезни спинного мозга. Компьютерная томография была проведена 67 больным до лечения, 54 пациентам в процессе лечения; после снятия аппарата наружной транспедикулярной фиксации наблюдался 31 пациент и 32 пациента – в отдалённом периоде. В результате проведённых исследований выявлено, что в отдалённом периоде наибольшее снижение высоты наблюдалось в вентральных отделах межпозвонкового диска, расположенного каудальнее повреждённого позвонка. Дефицит от показателя, полученного при измерении высоты межпозвонкового диска в вентральных отделах до лечения, составил 60 %. На втором месте по степени изменения и дефициту высоты был межпозвонковый диск, расположенный краниальнее повреждённого позвонка, в средних отделах (снижение на 48,3 % от высоты до лечения). На несколько меньшую величину изменилась высота межпозвонкового диска, расположенного краниальнее повреждённого позвонка в вентральных отделах (дефицит от данных до лечения – 46,9 %). Наименьшие изменения обнаружены в средних отделах межпозвонкового диска, расположенного каудальнее поврежденного позвонка (на 26,1 %).
Ключевые слова: перелом, позвоночник, метод транспедикулярной фиксации, рентгенометрия, компьютерная томография.

The work is based on analyzing the results of thoracic and lumbar spine roentgen computer tomography, performed in 67 patients at the age of 14-52 years, who were treated at neurosurgery department of Federal State Science Institution – «Russian Ilizarov Scientific Center “Restorative Traumatology and Orthopaedics” of Russian Health Service» for traumatic disease of spinal cord. Computer tomography was performed in 67 patients before treatment, in 54 patients during treatment; there were 31 patients after removal of the device for external transpedicular fixation and 32 patients in the long-term period. The studies made demonstrated as a result that in the long-term period the greatest height decrease was observed in the ventral areas of the intervertebral disc, located caudally relative to the vertebra damaged. There was 60 % deficit of the measurement in comparison with that got by measuring intervertebral disc height in the ventral areas before treatment. In its middle areas the intervertebral disc located cranially relative to the vertebra damaged was second by the degree of height change and deficit (48,3 % decrease of the height before treatment). In the ventral areas the height of the intervertebral disc located cranially relative to the vertebra damaged changed to a lesser extent (46,9 % deficit of the data before treatment). The least changes were determined in the middle areas of the intervertebral disc located caudally relative to the vertebra damaged (26,1 % change).
Keywords: fracture, spine, method of transpedicular fixation, roentgenometry, computer tomography.

ВВЕДЕНИЕ

Повреждения позвоночника и спинного мозга, несмотря на многочисленные профилактические мероприятия: улучшение условий труда, совершенствование систем безопасности автомобильного транспорта, продолжают оставаться в «тройке лидеров» среди всех травм. В среднем среди всех пострадавших с позвоночно-спинномозговой травмой повреждения шейного отдела позвоночника встречаются в 12,3 % случаев [1-3, 9].

Диагностика повреждений позвоночника является одной из наиболее трудных проблем травматологии. Диагностические задачи затруднены сложным анатомическим строением позвоночника, возможностью реализации нескольких основных механизмов повреждающего фактора,

нередко тяжёлым состоянием пострадавшего, проблемами правильных укладок [4, 5, 7].

Рентгенологическое исследование больного с закрытой травмой позвоночника и спинного мозга в системе комплексного обследования является одним из основных объективных методов. Правильное распознавание характера закрытого повреждения позвоночника имеет подчас решающее значение для выбора того или иного метода лечения, а также для решения вопроса о характере операции при показаниях к оперативному лечению. Однако, по наблюдениям Российского научно – исследовательского нейрохирургического института им. А.Л. Поленова, костные повреждения не выявляются у 6,1 % пострадавших [7]. Кроме того, как считают T.H Eddings и др. (1999), на обычных спондилограммах не столь хорошо визуализируются повреждения средней опорной колонны.

M. Schneider (1990) при позвоночно-спинномозговых травмах следующим образом ранжирует исследования по их значимости: спондилография, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, миелография. Автор подчёркивает, что КТ уточняет характер повреждения костей и межпозвонковых дисков, а МРТ даёт более важную информацию о состоянии спинного мозга.

Целями любого диагностического исследования при спинальной травме являются: выявление переломов позвонков, определение их формы, наличия смещения самих позвонков и их фрагментов, определение характера сочетанного поражения связочного аппарата и окружающих тканей, оценка степени сдавления позвоночного канала и спинного мозга, определение степени поражения вещества спинного мозга и его корешков. При травматических повреждениях позвоночника и спинного мозга КТ способствует выявлению компрессии тел, дуг, суставных отростков позвонков, деформации позвоночного канала костными отломками, хроническими гематомами, кистозными образованиями травматического происхождения, пролапсами дисков. Кроме того, КТ позволяет выявить посттравматический дистрофический процесс в веществе спинного мозга, денситометрическое снижение плотности спинного мозга сосудистого генеза как выше, так и ниже участка поражения [5-7].

При КТ помимо подтверждения (или отклонения) предварительных рентгенологических данных возможна подробная характеристика признаков перелома: компрессионный, оскольчатый, раздробленный перелом тела, количество, размеры и локализация костных осколков, вывих или подвывих позвонка, костный блок, стадия сращения перелома [6]. Особо важным для хирурга является обнаружение деформации стенок позвоночного канала и изменение его просвета за счёт смещения тела позвонка, клина Урбана, костных отломков, оторванной дуги или выпавшего межпозвонкового диска [1-3].

Критерием, определяющим тактику лечения, является наличие сочетания трех наиболее важных признаков: выраженность кифосколиотической деформации позвоночника, наличие проникающего или непроникающего перелома тела позвонка и наличие неврологического дефицита или возможности его возникновения вследствие смещения фрагментов тела в позвоночный канал. Первый признак легко устанавливается при обычной рентгенографии и её вариантах. При определении других признаков рентгенологическое исследование в некоторых случаях не даёт исчерпывающей информации. Компьютерная томография, по сравнению с традиционной рентгенографией, является методом выбора для решения некоторых диагностических задач.

Цель настоящей работы состояла в изучении характера и степени деформации позвонков при переломах в грудном и поясничном отделе, по данным компьютерной томографии, на различных этапах лечения методом транспедикулярной фиксации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работа основана на анализе результатов рентгеновской компьютерной томографии грудного и поясничного отдела позвоночника, выполненных 67 больным в возрасте от 14 до 52 лет, лечившихся в отделении нейрохирургии ФГУН «РНЦ «Восстановительная травматология и ортопедия» имени академика Г.А. Илизарова» по поводу травматической болезни спинного мозга (табл. 1).

Таблица 1

Распределение больных травматической болезнью спинного мозга в остром периоде по полу и возрасту (в период обследования)

Пол	Возраст (лет)					Всего больных
	10-20	21-30	31-40	41-50	51-60	
М	4	14	22	10	3	53
Ж	6	6	2	-	-	14
Всего	10	20	24	10	3	67

Чаще всего имело место повреждение грудопоясничного (38 – 56,8 %) и поясничного (21 – 31,4 %) отделов позвоночника. Повреждение грудного отдела позвоночника было у 8 (11,9 %) больных. Переломы Th_{VIII} и Th_{IX} наблюдались по 1 случаю (1,4 %), Th_X и Th_{XI} – по 3 (4,5 %) (рис. 1).

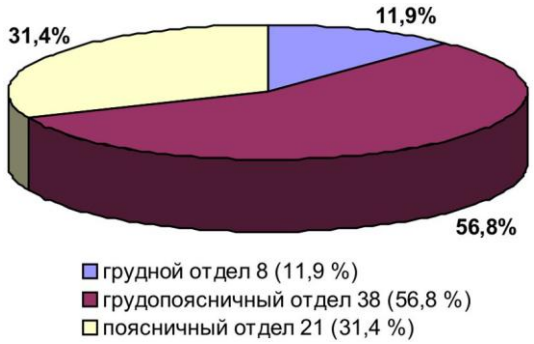


Рис. 1. Распределение больных травматической болезнью спинного мозга в остром периоде по уровню повреждения

В области грудопоясничного перехода сочетание перелома Th_{XII} и L_I позвонков наблюдалось в 11 (28,9 %) случаях. Изолированный перелом L_I позвонка встретился в 21 (55,3 %) случае из всех повреждений этого пограничного отдела позвоночника.

Что касается поясничного отдела позвоночника, то на этом уровне чаще всего определялся перелом L_{II} позвонка (11 из 21 повреждения этого отдела). По 5 случаев наблюдались переломы L_{III} и L_{IV} позвонков (табл. 2).

Таблица 2

Распределение больных травматической болезнью спинного мозга в остром периоде по локализации повреждения

Локализация повреждения	Количество больных	% от общего числа больных
Th_{VIII}	1	1,4
Th_{IX}	1	1,4
Th_X	3	4,5
Th_{XI}	3	4,5
Th_{XII}-L_I	38	56,8
L_{II}	11	16,4
L_{III}	5	7,5
L_{IV}	5	7,5
Итого	67 больных	100 %

Компьютерная томография была проведена 67 больным до лечения, 54 пациентам в процессе лечения; после снятия аппарата наружной транспедикулярной фиксации наблюдался 31 пациент и 32 пациента – в отдалённом периоде. Исследования проводили на компьютерном томографе Somatom AR.HP фирмы «Siemens» (1995 год выпуска) по программе – Thor. spine.

Положение больного горизонтальное, на спине, голова пациента расположена в сторону Гентри.

Технические характеристики сканирования:

Топо-параметры: а) kV 130; б) sec/mAs 3,1/217; в) slice 2 mm; г) tube position lateral; д) length 256 mm; е) algorithm standart; ж) gentry tilt 0.

Томо-параметры: а) kV 130; б) sec/mAs 3,0/300; в) slice 3 mm; г) algorithm standart; д) FOV до 260; е) gentry tilt от -15 до +15.

Томографии предшествовало получение топограммы – цифрового аналога обзорной рентгенограммы, которая использовалась для определения начального уровня томографии, зоны интереса (FOV), направления сканирования (рис. 2). Уровни сканирования устанавливали параллельно замыкательным пластинкам: краниально – дуга вышерасположенного (от повреждённого) позвонка, каудально – дуга нижележащего позвонка.

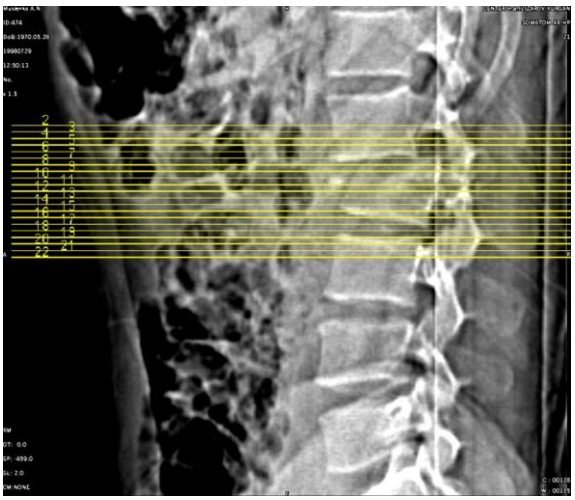
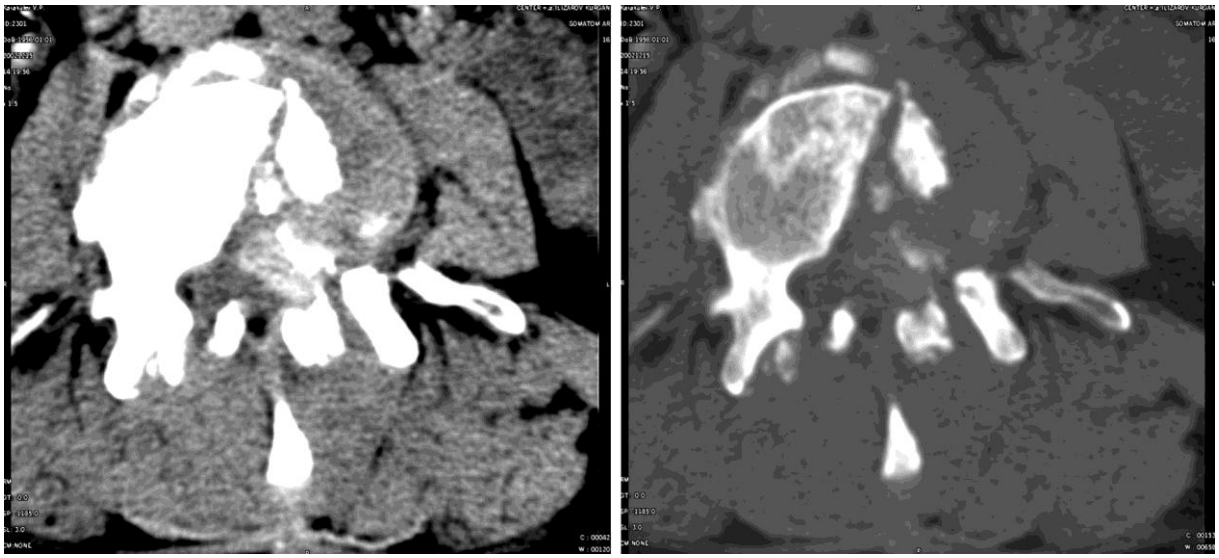


Рис. 2. Компьютерная топограмма поясничного отдела позвоночника больного М., 28 лет, с компрессионно-оскольчатым переломом L_{II} позвонка, вывихом L_I со смещением по ширине на 1/3

Анализ изображений проводился в два этапа.

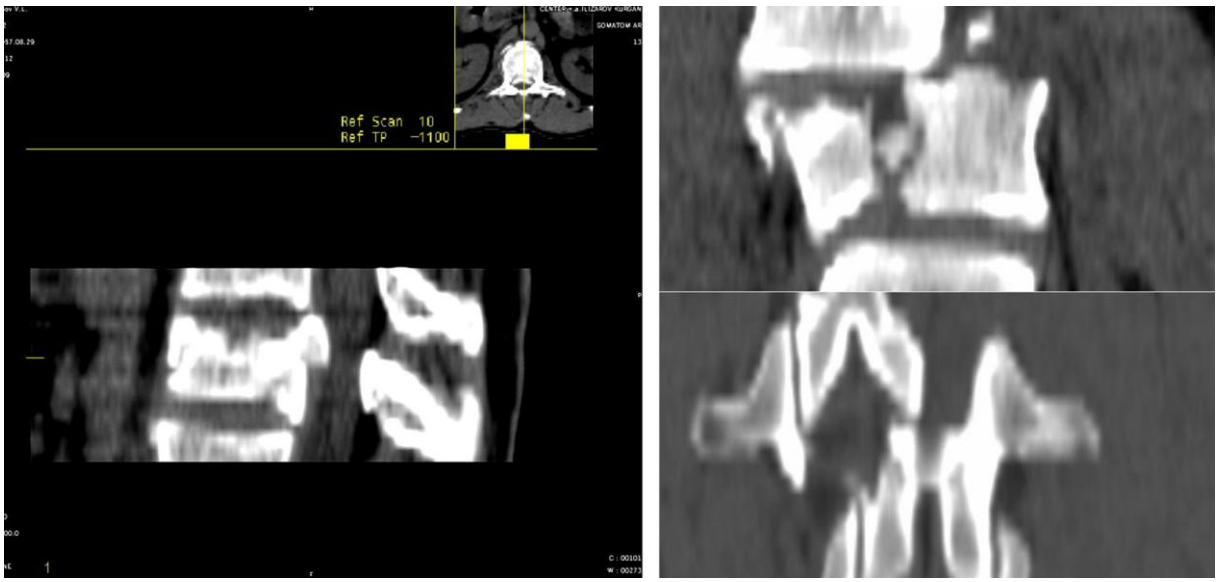
Первый этап заключался в просмотре серии послойных изображений в "костном" и в "мягкотканном" окнах. Параметры ширины и центра "костного окна" не были жестко фиксированными, и в каждом индивидуальном случае подбирались с учетом степени выраженности травматических изменений позвонков. Например, структура губчатой кости лучше визуализировалась при ширине окна 400-700 HU и центре окна до 250 HU. Затем изображения просматривали в "мягкотканном" окне с параметрами ширины окна 100-300 HU и центра окна – 10+80 HU. При этом анализировали состояние мягкотканных структур позвоночного канала, паравертебральных мягких тканей (рис. 3 а, б).

Второй этап анализа исследования заключался в получении серии вторично реконструированных изображений при помощи программной функции MPR (Multiplanar reconstruction) в двух стандартных (сагиттальной и фронтальной) плоскостях (рис. 4 а, б), а при необходимости – и в произвольно выбранных плоскостях.



а б

Рис. 3. Больной К., 46 лет, с компрессионно-оскольчатым переломом L_{IV} позвонка Состояние после ламинэктомии L_{IV}, задней декомпрессии спинного мозга: а – в «мягкотканном» окне: С: 00042, W: 00120. В позвоночном канале парамедианно слева хорошо визуализируется не удалённая посттравматическая грыжа диска L_{III-IV}; б – в «костном» окне: С: 00153, W: 00658



а б

Рис. 4. а – компьютерная томография больного К., 45 лет, с компрессионно-оскольчатым переломом L_I позвонка. MPR в сагиттальной плоскости. Четко визуализируется клин Урбана, степень сужения и деформации позвоночного канала; б – компьютерная томография больного М., 28 лет, с компрессионно-оскольчатым переломом L_{II} позвонка. Вывих L_I со смещением. На MPR во фронтальной плоскости визуализируется оскольчатый перелом тела, дуги L_{II}, со смещением L_I по ширине на 1/3 вправо

Количественная обработка изображений включала в единицах шкалы Хаунсфилда (HU) с помощью функций «Evaluate statistics» измерения расстояний и угловых деформаций с помощью функций «Evaluate distance», «Evaluate angle», измерения площади с помощью функции «Evaluate statistics». Благодаря этим функциям были проведены количественные измерения вентральной, срединной, дорзальной высот повреждённого позвонка, смежных межпозвонковых дисков, критического расстояния, клина Урбана, плотности костного блока на этапах лечения. По мультипланарным реконструкциям (MPR), выполненным в сагиттальной плоскости, проводили измерения:

1. Вентральной, срединной и дорсальной высоты повреждённого позвонка (в см);

2. Вентральной, срединной высоты межпозвонковых дисков, расположенных краниальнее и каудальнее повреждённого позвонка (в см);

3. **Среднесагиттального размера позвоночного канала** (в см) – наименьшего расстояния между задней поверхностью тела позвонка и внутренней поверхностью дуги у основания остистого отростка на уровне вышерасположенного от поврежденного позвонка;

4. Измеряли **критическое расстояние** (в см) – наименьший сагиттальный размер позвоночного канала на уровне поврежденного позвонка (рис. 5);

5. До операции по томограммам и мультипланарным реконструкциям определяли локали-

зацию и проводили измерение **клина Урбана** в сантиметрах. Измеряли вентрально-дорзальный и краниально-каудальный размер (рис. 5);

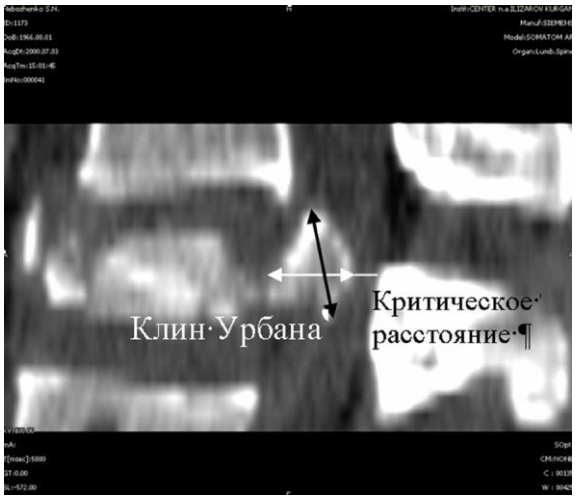


Рис. 5. Схема рентгенометрических измерений вентро-дорзального размера (белая стрелка), краниокаудального (черная стрелка) клина Урбана и критического расстояния (белая линия) по мультипланарной реконструкции (MPR)

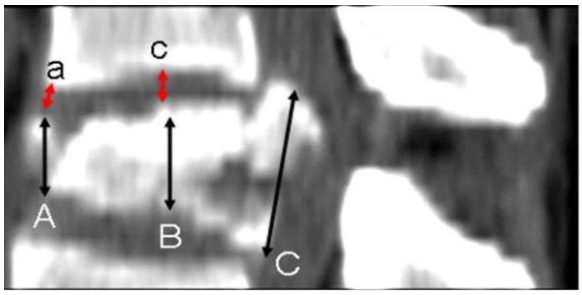
6. ***Коэффициент межпозвонкового пространства (КМП),*** равный отношению вентральной к срединной высоте межпозвонкового диска, расположенноно краниальнее повреждённого позвонка (рис. 6);

7. ***Индекс клиновидности (ИК),*** равный отношению вентральной высоты повреждённого позвонка к дорсальной высоте повреждённого позвонка (рис. 6);

8. ***Индекс деформации (ИД),*** равный отношению вентральной высоты повреждённого позвонка к срединной высоте повреждённого позвонка (рис. 6);

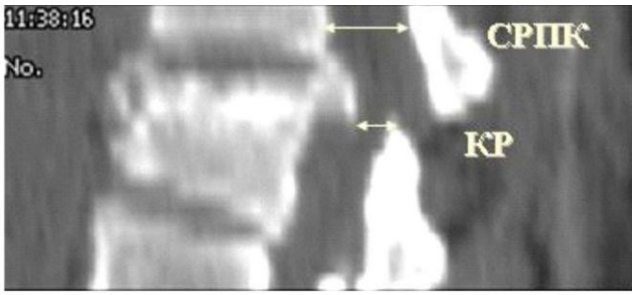
9. ***Степень деформации (СД),*** равная отношению разницы между сагиттальным размером позвоночного канала на уровне вышерасположенного позвонка и критическим расстоянием (КР), и сагиттальным размером позвоночного канала на уровне вышерасположенного позвонка (СРПК), умноженное на 100 (в %) (рис. 7);

10. Проводили измерение смещённого вышерасположенного позвонка кпереди или кзади по ширине в сантиметрах.



КМП= a/c
ИК = A/C
ИД = A/B

Рис. 6. Схема рентгенометрии измерений КМП, ИК, ИД по мультипланарной реконструкции



$$СД\,(\%) = \frac{СРПК - КР}{СРПК} \cdot 100\%$$

Рис. 7. Схема измерений СД по мультипланарной реконструкции (MPR)

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Одним из основных показателей, характеризующих тяжесть повреждения и позволяющих оценить результаты лечения, является высота повреждённого позвонка по вентральной поверхности (табл. 3).

Высота повреждённого позвонка по вентральной поверхности до лечения составила 1,8±0,4 см. В процессе лечения этот показатель не изменился. После снятия аппарата и в отдалённом периоде произошло снижение высоты по отношению к данным до лечения на 0,2 см (11,1 %) и на 0,3 см (16,7 %) по отношению к данным, полученным в процессе лечения (рис. 8).

Таблица 3

Высота повреждённого позвонка по вентральной поверхности (в см) на различных этапах лечения

Показатели	До лечения	В процессе лечения	После снятия аппарата	Отдалённый результат
N	67	54	31	32
Ср. знач. (M)	1,8	1,8	1,6	1,5
Ст. откл. (σ)	0,4	0,4	0,5	0,4
Ошибка ср. (m)	0,1	0,1	0,1	0,1
P	0,176	0,0,52	0,402	0,011

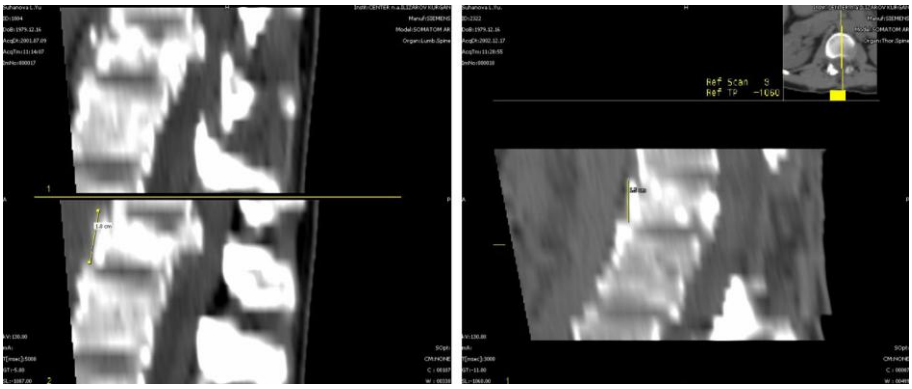


Рис. 8. Компьютерная томограмма поясничного отдела позвоночника больной С., 22 лет, с компрессионно-оскольчатым переломом L_I позвонка. Высота повреждённого позвонка по вентральной поверхности до лечения – 1,8 см, в отдалённом периоде – 1,5 см

Высота повреждённого позвонка в средних отделах до лечения была выше и составила 1,92±0,39 см. В процессе лечения аппаратом наружной транспедикулярной фиксации произошло уменьшение этой высоты до 1,79±0,3 см. После снятия аппарата наблюдалось незначительное увеличение высоты (по отношению к данным до лечения) до 1,84±0,4 см. Это можно объяснить полипеативными процессами при формировании костного блока в этих отделах. В отдалённом периоде произошло снижение высоты по отношению к данным до, и результату после лечения на 0,21 см (10,9 %) и 0,13 см (7 %) соответственно.

Высота повреждённого позвонка по дорсальной поверхности до лечения была значительно больше предыдущих показателей (2,88±0,31 см). В процессе лечения высота уменьшилась до 2,36±0,33 см. Это объясняется тем, что во время операции был резецирован клин Урбана, которым чаще является задневерхний край тела позвонка. После снятия аппарата наблюдалось незначительное (на 1,4 %) увеличение высоты, что, вероятнее, обусловлено формированием фиброзно-костного блока в этих отделах. В отдалённом периоде наблюдалось снижение высоты до уровня показателя в процессе лечения.

Большое прогностическое значение имеет определение высоты вентральных отделов межпозвонкового диска, расположенного краниальнее повреждённого позвонка, что представлено в таблице 4.

Дефицит высоты вентральных отделов межпозвонкового диска, расположенного краниальнее повреждённого позвонка, в отдалённом периоде от данных до лечения составил 0,23 см (46,9 %). Это говорит о грубых посттравматических дистрофических изменениях в межпозвонковом диске краниальнее повреждённого позвонка.

Высота средних отделов межпозвонкового диска, расположенного краниальнее повреждённого позвонка, до лечения была больше, чем предыдущий показатель (0,60±0,23 см). В процессе лечения произошло уменьшение высоты до 0,48±0,22 см, а после лечения – значительное снижение показателя до 0,31±0,2. Из этого следует, что межпозвонковый диск, расположенный краниальнее повреждённого позвонка, в средних отделах, по данным КТ, повреждается больше, чем в вентральных отделах.

Для более объективной характеристики повреждения межпозвонковых дисков оценивали также межпозвонковый диск, расположенный каудальнее повреждённого позвонка, высота вентральных отделов которого до лечения составила 0,75±0,25 см. В процессе лечения высота снизилась до 0,54±0,18 см, после лечения – до 0,49±0,2 см и в отдаленном периоде – до 0,30±0,2 см, и дефицит от первоначального результата составил 60 %.

Показатель высоты средних отделов межпозвонкового диска, расположенного каудальнее повреждённого позвонка, до лечения составил 0,92±0,22 см. В сравнении с данными до лечения снижение высоты средних отделов межпозвонкового диска, расположенного каудальнее повреждённого позвонка, в процессе лечения отмечено на 23,9 % (показатель составил 0,7±0,17 см), в отдалённом периоде – на 26,1 % (результат – 0,68±0,27). Высота средних отделов межпозвонкового диска, расположенного каудальнее повреждённого позвонка, после снятия аппарата незначительно (на 4,3 %) увеличилась при сравнении с данными, полученными в процессе лечения.

Таблица 4

Высота вентральных отделов межпозвонкового диска, расположенного краниальнее повреждённого позвонка, (в см) на различных этапах лечения

Показатели	До лечения	В процессе лечения	После снятия аппарата	Отдалённый результат
N	67	54	31	32
Ср. знач. (M)	0,49	0,37	0,32	0,26
Ст. откл. (σ)	0,24	0,16	0,13	0,12
Ошибка ср. (m)	0,03	0,03	0,04	0,04
P	0,275	0,149	0,131	0,011

Таким образом, в результате проведённых исследований выявлено, что в отдалённом периоде наблюдалось наибольшее снижение высоты вентральных отделов межпозвонкового диска, расположенного каудальнее повреждённого позвонка. Дефицит этого показателя, полученного при измерении до лечения, составил 60 %. На втором месте по степени изменения и дефициту высоты был межпозвонковый диск, расположенный краниальнее повреждённого позвонка, в средних отделах (снижение на 48,3 % от высоты до лечения). На несколько меньшую величину изменилась высота межпозвонкового диска, расположенного краниальнее повреждённого позвонка, в вентральных отделах (дефицит от данных до лечения – 46,9 %). Наименьшие изменения обнаружены в средних отделах межпозвонкового диска, расположенного каудальнее поврежденного позвонка (на 26,1 %). В известной нам литературе на аналогичную закономерность не указано.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабиченко, Е. И. Стабилизация позвоночника при позвоночно-спинномозговой травме в остром периоде / Е. И. Бабиченко, В. Г. Белов // Хирургия позвоночника и спинного мозга. – Новокузнецк, 1995. – С. 25–31.
2. Берснев, В. П. Хирургия позвоночника, спинного мозга и периферических нервов / В. П. Берснев, Е. А. Давыдов, Е. Н. Кондаков. – СПб. : Специальная литература, 1998. – 368 с.
3. Эффекты памяти формы и их применение в медицине / В. Э. Гюнтер [и др.]. – Новосибирск : Наука. – Сиб. отд., 1992. – 742 с.
4. Дмитриев, А. Е. Компьютерная миело – и эпидуротомография в дифференциальной диагностике поражений спинного мозга и позвоночника / А. Е. Дмитриев, Н. В. Мартынов // Материалы XI съезда рентгенологов и радиологов. – Л., 1990. – С. 37.
5. Компьютерная томография в диагностике повреждений позвоночника и спинного мозга у детей / Т. П. Тиссен [и др.] // Матер. XI съезда рентгенологов и радиологов – Л., 1990. – С. 37.
6. Пустовойтенко, В. Т. КТ позвоночника и спинного мозга в разные периоды после травмы / В. Т. Пустовойтенко, Ю. И. Сельхов, Л. И. Никитина // Материалы 11 Всесоюзного съезда рентгенологов и радиологов (12-17ноября 1990 г., Ленинград). - Л., 1990. - С. 38.
7. Холин, А. В. Магнитная резонансная томография позвоночника и спинного мозга / А. В. Холин, А. Ю. Макаров, Е. А Мазуркевич. – СПб., 1995. - 132 с.
8. Шкалы, тесты и опросники в медицинской реабилитации: руководство для врачей и научных работников / под ред. А. Н. Беловой, О. Н. Щепетовой. - М. : Антидор, 2002. – 439 с.
9. Louis, R. Surgery of the Spine. Surgical Anatomy and Operative Approaches / R. Louis. – Berlin ; Heidelberg ; New-York : Springer Verlag, 1983. – 330 p.

Рукопись поступила 15.12.06.