

Репаративная регенерация тела позвонка при стабильном переломе позвоночника в условиях внешней фиксации аппаратом (экспериментальное исследование)

К.П. Кирсанов, А.М. Чиркова, Г.А. Степанова

Reparative regeneration of vertebral body for stable spinal fracture in the process of external fixation with a device (Experimental study)

K.P. Kirsanov, A.M. Chirkova, G.A. Stepanova

Государственное учреждение науки

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

С помощью рентгенологического и морфологического методов авторами изучена динамика репаративной регенерации тела позвонка после стабильного перелома позвоночника в условиях внешней фиксации аппаратом. Полученные данные свидетельствуют о том, что в условиях применения метода чрескостного остеосинтеза костное сращение формируется через 21-28 дней в процессе эндостальной реакции. Ранние сроки репаративного остеогенеза объясняются чётким сопоставлением фрагментов тела сломанного позвонка и их плотным контактом на протяжении всего эксперимента. Это позволяет приблизить сроки сращения к естественному репаративному циклу.

Ключевые слова: эксперимент, собаки, стабильный перелом, репаративная регенерация, позвоночный столб, внешняя фиксация аппаратом.

Using roentgenological and morphological techniques, the authors studied the dynamics of reparative regeneration of vertebral body after stable spinal fracture, treated by a device for external fixation. The data obtained demonstrate, that bone union is formed by 21-28 day in the process of endosteal reaction, when the technique of transosseous osteosynthesis is used. The early periods of reparative osteogenesis are due to exact juxtaposition of body fragments in the vertebra fractured and their close contact all over the experiment. This allows to approximate the periods of union to a natural reparative cycle.

Keywords: experiment, dogs, stable fracture, reparative regeneration, spine, external fixation with a device.

ВВЕДЕНИЕ

Травма позвоночника как наиболее тяжёлое повреждение опорно-двигательной системы до настоящего времени представляет сложную медико-социальную проблему [1, 4, 5, 7, 8, 10, 12, 13]. Частые неудовлетворительные исходы, достигающие 16,1-47,6%, приводят к стойкой инвалидизации пострадавших (от 18,7 до 57,5%) [1, 5, 11].

Переломы тел позвонков, по данным различных авторов, составляют 2,5-12,0% от всех повреждений скелета, занимая второе место среди травм опорно-двигательной системы [2, 3].

Существенное значение в обеспечении оптимальных условий сращения переломов имеет стабильная фиксация повреждённого отдела позвоночного столба. В настоящее время доста-

точно широко используются внутренние металлоконструкции, в том числе и фиксаторы с памятью формы [4].

С 1982 года сотрудниками научной группы экспериментальной вертебрологии РНЦ "ВТО" проводятся исследования по изучению процесса репаративной регенерации позвонков при различных видах их травматических повреждений в условиях применения метода чрескостного остеосинтеза [6].

В данной работе мы представляем результаты изучения динамики и особенностей репаративного остеогенеза при стабильном переломе позвоночника в условиях его внешней стабильной фиксации аппаратом.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Эксперименты проведены на 18-и беспородных собаках в возрасте от 1 года до 3-х лет. В работе использованы экспериментально-клинический, рентгенологический, рентгенометрический, гистологический и статистический методы. Рентгенометрические исследования проводили на 20-и спондилограммах (5 животных), выполненных до операции, в конце периода фиксации и в период после снятия аппарата.

Животных выводили из опыта через 7,14,21 и 28 дней фиксации аппаратом, а также спустя один, три, шесть, двенадцать месяцев после его снятия. Эвтаназию животных осуществляли в соответствии с требованиями приказа МЗ СССР N 755 от 12.08.77г. "О мерах по дальнейшему совершенствованию организованных форм работы с использованием экспериментальных животных".

Методика моделирования стабильного перелома позвоночника. Стабильный перелом позвоночника получали с помощью аппарата внешней фиксации разработанным нами способом (заявка № 95-111005 (018801) на выдачу патента РФ на изобретение "Способ закрытого нарушения целостности позвонка". Приоритет от 13.07.95./ В.И. Шевцов, К.П. Кирсанов). При этом фиксацию оперируемого отдела позвоночного столба осуществляли по стандартной, описанной нами ранее методике [6].

Особенности получения модели стабильного перелома позвоночника аппаратом внешней фиксации заключаются в том, что в участке предполагаемого перелома тела одного из позвонков проводят дополнительную спицу, концы которой параллельно изгибают в кранио-вентральном направлении и закрепляют в тягах, установленных на одной из опор аппарата. По-

сле соединения подсистем аппарата между собой основную пару шарнирных устройств устанавливают таким образом, чтобы ось их вращения проходила на уровне и в плоскости дополнительной спицы, проведённой через тело позвонка, в месте предполагаемого повреждения. Вторую пару шарнирных устройств (дистракторов) устанавливают произвольно (рис. 1а).

Далее в фиксируемом отделе позвоночника создают условия дистракции. Одновременно с этим осуществляют синхронную тракцию в кранио-вентральном направлении концов дополнительной спицы, проведённой через тело повреждаемого позвонка. Совокупность созданных условий напряжения и перемещение дополнительной спицы приводят к разрыву позвонка. При этом линия повреждения проходит через дополнительную спицу от вентральной до дорсальной (до краёв межпозвонковых отверстий) поверхности тела позвонка.

Дистракционные усилия прикладывают к позвоночнику непосредственно в ходе операции, а уровень повреждения и величину диастаза при этом контролируют серией рентгенограмм.

После рентгенографии, подтверждающей нарушение целостности тела позвонка, дополнительную спицу удаляют. Фрагменты позвонка сопоставляют, возвращая подсистемы аппарата в исходное положение. Шарнирные соединения заменяют стержнями.

Предложенный способ моделирования стабильного перелома тела позвонка, обеспечивая однотипное, закрытое, целенаправленное, локализованное нарушение его целостности, позволяет изучить течение репаративного остеогенеза в стандартных условиях внешней стабильной аппаратной фиксации.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При фиксации поясничного отдела позвоночника аппаратом сохранялись анатомически правильное положение позвонков, естественный поясничный физиологический лордоз, а также прямолинейность продольной оси позвоночника.

После моделирования закрытого нарушения целостности позвонка на спондилограммах, выполненных в сагиттальной плоскости, у всех животных чётко определялась линия перелома, которая проходила от вентральной поверхности тела позвонка до дорсальной. При этом высота диастаза на уровне дорсальной части тела составляла 5-7 мм, а на уровне вентральной - 6-10 мм. Местоположение линии перелома зависело от уровня проведения дополнительной спицы (спиц) через тело повреждаемого позвонка.

Во всех наблюдениях гиперэкстензия позвоночника на уровне травматического повреждения составила 27-43°. Увеличение размеров межтеловых промежутков оперированного отдела позвоночника не выявлено. Определялись незначительное (на высоту полученного диастаза) увеличение кранио-каудальных размеров межпозвонковых отверстий и расхождение (до 1,5 мм) фасеток суставных отростков в дугоотростчатых суставах на уровне травматического повреждения (рис. 1б).

У большинства животных после сопоставления фрагментов повреждённого тела позвонка их смещений во фронтальной и сагиттальной плоскостях не наблюдалось. Чётко прослеживались перелом и канал от дополнительной спицы.

Контуры тела позвонка по дорсальной и вентральной поверхностям прерывались на уровне перелома. Суставные отростки возвращались в исходное положение, дугоотростчатые суставы приобретали обычную форму, кранио-каудальные размеры межпозвонковых отверстий соответствовали исходным (рис. 1в).

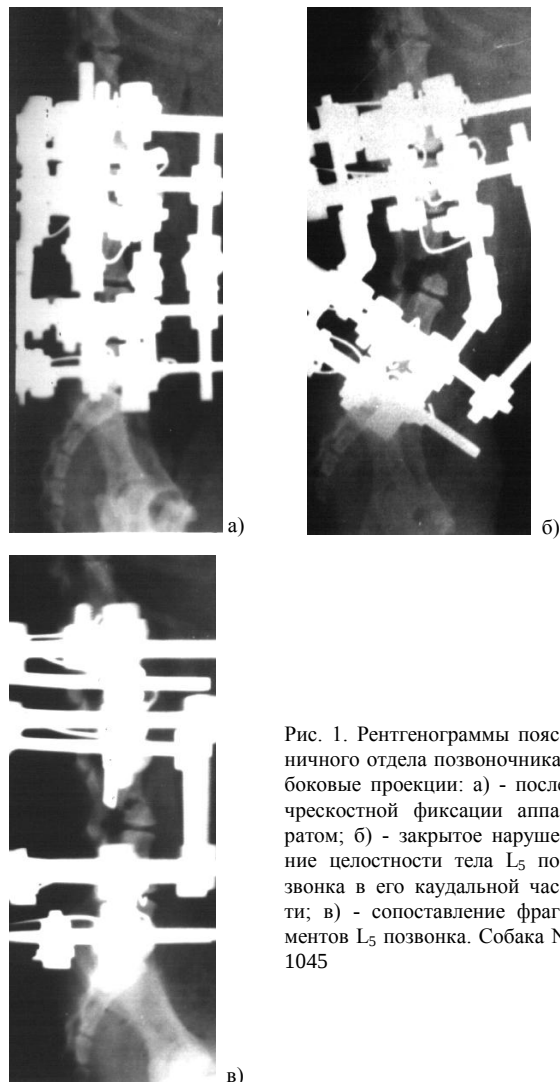


Рис. 1. Рентгенограммы поясничного отдела позвоночника, боковые проекции: а) - после чрескостной фиксации аппаратом; б) - закрытое нарушение целостности тела L₅ позвонка в его каудальной части; в) - сопоставление фрагментов L₅ позвонка. Собака N 1045

В период фиксации, в течение 28 дней, аппарат стабильно удерживал фрагменты позвонка в достигнутом на момент сопоставления положении. Уже через 7 дней на боковых спондилограммах отмечалась расплывчатость обращённых внутрь диастаза краёв фрагментов позвонка. Сохранялась прерывистость контуров тела по дорсальной и вентральной поверхностям. Через 14 дней фиксации появлялась непрерывность контуров тела позвонка. Оно имело однородную структуру, и только в месте проведения дополнительной спицы его оптическая плотность была снижена (рис. 2а).

Микроскопически через 7 дней после операции в диастазе определялись фрагменты некротизированных костных трабекул и фибрин. В отдельных костно-мозговых полостях, прилежащих

к зоне перелома, наблюдались островки скелетогенной ткани с формирующимися остеоидными трабекулами.

Спустя 14 дней образовывалось частичное эндостальное костное сращение. При плотном контакте отломков на уровне корковой пластинки сохранялась узкая (до 0,5 мм) щель (рис. 2б).

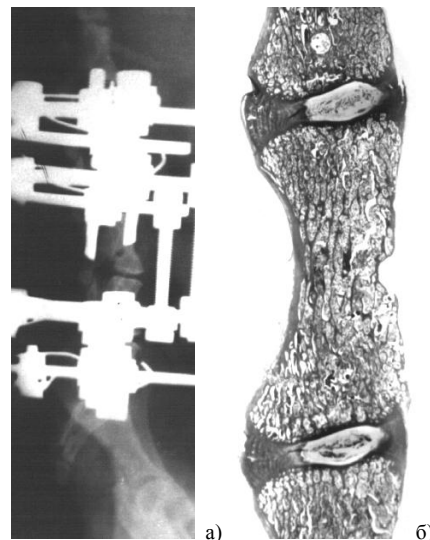


Рис. 2. Через 14 дней фиксации аппаратом: а) - непрерывность контуров тела повреждённого L₅ позвонка. Боковая спондилограмма. Собака N 1045; б) - формирование эндостального костного сращения в теле позвонка. Гистотопограмма. Увеличение лупное, окраска по Ван-Гизону. Собака N 1107/6761

Через 21 день после операции в теле повреждённого позвонка в зоне перелома прослеживался трабекулярный рисунок, а в отдельных местах наблюдались более интенсивные по плотности участки. По дорсальной и вентральной поверхностям тела корковая пластинка становилась более чёткой и во всех опытах была непрерывной. У отдельных животных отмечалось увеличение кранио-каудальных размеров остистых отростков L₃-L₆ позвонков за счёт периостальных наслоений вокруг спицевых каналов.

К концу периода фиксации (28 дней) на обзорных спондилограммах поясничного отдела изменений положения фиксированных сегментов не наблюдалось. Межтеловые промежутки имели исходные размеры. Остистые, суставные и поперечные отростки позвонков сохраняли форму и были анатомически правильно ориентированы.

На рентгенограммах анатомических препаратов тело повреждённого позвонка на всём протяжении имело трабекулярное строение. В зоне перелома определялись отдельные, незначительные по величине, плотные тени расплывчатой формы. Контур тела повреждённого позвонка были хорошо выражены. В телах позвонков диаметр каналов от спиц соответствовал их поперечнику, а в остистых отростках L₃ и

L₆ позвонков в отдельных случаях он в 1,5 раза превышал диаметр спиц. К этому сроку на боковых спондилограммах изменений размеров сагиттального диаметра позвоночного канала как на уровне повреждённого позвонка, так и всего поясничного отдела позвоночника, не выявлено (рис. 3а).

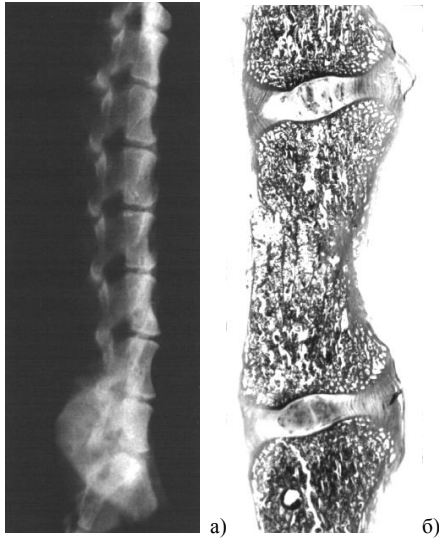


Рис. 3. Через 28 дней фиксации аппаратом (день снятия аппарата): а) формирование трабекулярного рисунка в зоне перелома тела L₅ позвонка. Боковая спондилограмма анатомического препарата. Собака N 1045; б) полное костное сращение. Гистотопограмма. Увеличение лупное, окраска по Ван-Гизону. Собака N 1099/6603

На гистотопограммах через 21-28 дней фиксации аппаратом линия сращения определялась с трудом по мелким новообразованным трабекулам и участкам старых трабекул, лишённых остеоцитов. В одном случае по вентральной поверхности, на уровне перелома корковой пластинки, сохранялся участок соединительной ткани (рис. 3б).

В период после снятия аппарата рентгенологические изменения были незначительны. Уже через один месяц следы травматического повреждения не определялись. В телах поясничных позвонков ещё сохранялись едва заметные каналы от спиц, заполненные рентгенологически плотной тенью, а в остистых отростках они были более выражены. Сохранялось незначительное утолщение и увеличение кранио-каудальных размеров остистых отростков L₃-L₄ и L₆ позвонков. Через три месяца после снятия аппарата следы от спиц выявлялись в виде округлых участков меньшей рентгенологической плотности только в остистых отростках.

На обзорных спондилограммах на протяжении всего этого периода ось позвоночника была прямолинейной. На боковых спондилограммах определялся физиологический лордоз. Высота межтеловых промежутков соответствовала исходным данным. Тела поясничных позвонков

сохраняли прямоугольную форму и имели чёткие контуры. Повреждённый позвонок сохранял исходные размеры, обычную форму и "талию". Сагиттальный диаметр позвоночного канала и размеры межпозвонковых отверстий соответствовали норме. Изменений формы и размеров суставных отростков и образованных ими дугоотростчатых суставов не выявлено (рис. 4а).

После снятия аппарата гистологическая картина была однотипна и характеризовалась перестройкой новообразованной костной ткани в зоне сращения. Через 3 месяца сломанный позвонок по строению не отличался от смежных. Отдалённые результаты показали, что нормальное строение позвонка сохраняется и через один год наблюдения (рис. 4б).

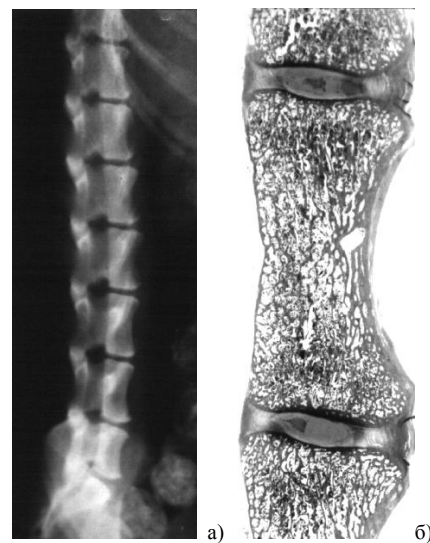


Рис. 4. Через год после снятия аппарата: а) - сохранение формы и размеров повреждённого L₅ позвонка. Боковая спондилограмма; б) - нормальная структура тела позвонка. Гистотопограмма. Увеличение лупное, окраска по Ван-Гизону. Собака N 0951/6791

В телах и задних отделах выше- и нижерасположенных позвонков во все сроки наблюдения существенных изменений не выявлено, кроме наличия эндостальной и периостальной реакций на спицы. В отдельных случаях в задних структурах встречались признаки нарушения микроциркуляции.

При рентгенометрическом исследовании поясничных позвонков на различных этапах опытов изучены кранио-каудальные размеры повреждённого и смежных с ним позвонков, высота межтеловых промежутков и сагиттальный диаметр позвоночного канала на уровне повреждённого отдела позвоночника.

Результаты показали, что при моделировании стабильного перелома высота тела L₅ позвонка до операции составляла в среднем $23,67 \pm 0,37$ мм, в конце периода фиксации (через 28 дней) — $22,87 \pm 0,41$ мм, а в период после снятия аппарата

– 23,07±01,60 мм. Статистический анализ рентгенометрических данных показал, что в условиях стабильной фиксации высота повреждённого и смежных с ним (L₄, L₆) позвонков, межтеловых

промежутков (L₄-L₅, L₅-L₆) и сагиттальный диаметр позвоночного канала на уровне поясничного отдела позвоночника во все изученные сроки опытов не изменялись (p>0,05).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Аппарат внешней фиксации обеспечивает целенаправленное воздействие на конкретный сегмент позвоночника, что подтверждается локальностью травматических повреждений его анатомических структур.

Отсутствие дислокаций фрагментов тела позвонка как на этапе получения травматического повреждения, так и в период фиксации, а также изменений взаимоотношений анатомических элементов и деформаций повреждённого отдела позвоночника обеспечивается внешней стабильной управляемой фиксацией аппаратом.

Полученные нами рентгено-морфологические

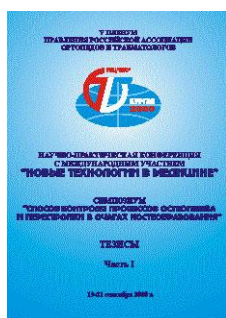
данные свидетельствуют, что в условиях внешней стабильной фиксации повреждённого отдела позвоночника аппаратом после сопоставления и плотного контакта фрагментов тела сломанного позвонка костное сращение формируется путём эндостального остеогенеза в период наибольшей активности репаративной реакции, через 21-28 дней [9]. Ранние сроки репаративного остеогенеза объясняются, на наш взгляд, созданием оптимальных механических и биологических условий, что подтверждается минимальностью проявлений рентгенологической картины при моделировании и лечении переломов тела позвонка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богданович У.Я., Тахавиева Д.Г., Хабилова Г.Х. Оценка методов лечения неосложнённых компрессионных переломов позвоночника // Профилактика травматизма и организация травматологической помощи в нефтяной и газовой промышленности. Диагностика и лечение неосложнённых переломов позвоночника. - М.: ЦИТО, 1983. - С.48-51.
2. Динамика инвалидности от травм позвоночника по данным специализированной травматологической ВТЭК г. Омска / А.Н. Горячев, Л.С. Попов, В.Ф. Сидоров, Ф.Ф. Литвинович // Патология позвоночника. - Л., 1984. - С.20-24.
3. Дуров М.Ф. Межпозвонковая стабилизация в лечении тяжёлых повреждений нижнешейного и грудопоясничного отделов позвоночника: Автореф. дис... д-ра мед. наук. - Казань, 1979. - 30 с.
4. Зильберштейн Б.М. Экспериментальные и клинические аспекты пластического восстановления опороспособности позвоночника конструкциями из пористого никелида титана // Травматол. ортопед. России. - 1994. - N 3. - С.22-29.
5. Камалов И.И. Заболевания и травмы позвоночника. - Казань, 1992. - 142 с.
6. Кирсанов К.П. Экспериментальное обоснование метода чрескостного компрессионно-дистракционного остеосинтеза в вертебрологии: Дис... д-ра мед. наук. - Курган, 1997. - 298 с.
7. Рамих Э.А. Хирургические методы в комплексе лечения неосложнённых повреждений позвоночника // Проблемы хирургии позвоночника и спинного мозга: Тез. Всерос. науч.- практ. конф. - Новосибирск, 1996. - С.44-45.
8. Ромоданов А.П., Рудяк К.Э. Некоторые проблемы травм позвоночника и спинного мозга по данным зарубежной литературы // Вопр. нейрохирургии. - 1980. - N 1. - С.56-62.
9. Стецула В.И., Девятков А.А. Чрескостный остеосинтез в травматологии. - Киев: Здоров'я, 1987. - 200 с.
10. Цивьян Я.Л. Хирургия позвоночника. - 2-е изд., испр. и доп. - Новосибирск, 1993. - 364 с.
11. Цивьян Я.Л., Фейгин Л.Е. Инвалидность при повреждениях позвоночника // Ортопед. травматол. - 1972. - N 1. - С.61-64.
12. Швец А.И. Хирургическое лечение повреждений грудопоясничного и поясничного отделов позвоночника: Автореф. дис... д-ра мед. наук. - Киев, 1990. - 36 с.
13. Юмашев Г.С., Силин Л.Л. Повреждения тел позвонков, межпозвонковых дисков и связок. - Ташкент: Медицина, 1971. - 228 с.

Рукопись поступила 15.09.99.

Вышли из печати



Тезисы докладов научно-практической конференции с международным участием "Новые технологии в медицине" и симпозиума "Способы контроля процессов остеогенеза и перестройки в очагах костеобразования". В 2-х частях. – Курган, 2000. – 495 с.