

Рентгено-морфологические аспекты репаративной регенерации после моделирования нестабильного перелома позвоночника в условиях применения метода чрескостного остеосинтеза

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

Roentgenomorphological aspects of reparative regeneration after modelling of spinal instable fracture, using a technique of transosseous osteosynthesis

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 — академик РАМТН д.м.н. профессор, заслуженный деятель науки РФ В.И. Шевцов)

Авторами на основании рентгено-морфологических исследований изучена динамика репаративной регенерации после нестабильного перелома позвоночного столба при применении метода чрескостного остеосинтеза. Анализ полученных данных показал, что в условиях внешней стабильной аппаратной фиксации костное сращение формируется через 21-28 дней в процессе эндостальной реакции. Доказано, что основными условиями рационального патогенетического лечения переломов позвоночника являются: чёткая репозиция фрагментов сломанного позвонка, устранение кифотической деформации и ранняя стабильная фиксация повреждённого отдела в физиологически правильном положении. Это создаёт благоприятные условия для репаративно-восстановительных процессов в структурах повреждённого позвоночника.

Ключевые слова: нестабильный перелом, репаративная регенерация, позвоночный столб, чрескостный остеосинтез.

On the basis of roentgenomorphological investigations the authors have studied the dynamics of reparative regeneration after spinal instable fracture, using the technique of transosseous osteosynthesis. The analysis of the obtained data has demonstrated, that bone union forms after 21-28 days in the process of endosteal reaction, when stable external fixation with an apparatus is used. It is confirmed, that there are following main conditions of rational pathogenetic treatment of spinal fractures: precise reposition of fragments of fractured vertebra, correction of kyphotic deformity and early stable fixation of involved part in physiologically proper position. It creates favourable conditions for reparative-and-restorative processes in structures of involved spine.

Keywords: instable fracture, reparative regeneration, spine, transosseous osteosynthesis.

ВВЕДЕНИЕ

Учитывая возрастающее количество, тяжесть травм позвоночного столба, до настоящего времени актуальными и до конца не решенными остаются вопросы репаративной регенерации при различных видах переломов позвоночника [12, 15, 16, 22, 23]. Нестабильные переломы относятся к группе наиболее тяжёлых повреждений позвоночного столба. Они приводят к органическим (структуральным) изменениям позвоночного столба и, как следствие, - к хронической нестабильности и его функциональной несостоятельности [6, 18, 19].

Консервативные методы лечения не обеспечивают восстановления функций позвоночного столба, что обуславливает высокий процент

выхода больных на инвалидность. Неустранённые посттравматические осевые деформации приводят к дегенеративным изменениям повреждённого отдела позвоночника - остеохондрозу, спондилёзу, спондилоартрозу, а также к появлению неврологических расстройств (компрессии нервных и сосудистых элементов с грозным прогнозом миелопатии), что является одной из основных причин неудовлетворительных исходов лечения [2-4, 8-12, 17, 18, 20, 23]. И.И. Камалов выявил такие посттравматические деформации у 65,8% больных, жаловавшихся на боли в области позвоночника [6].

Поэтому ряд авторов отдаёт предпочтение оперативным методам, указывая на

необходимость репозиции фрагментов позвонка, стабильной фиксации повреждённого отдела и исправления возникающей деформации позвоночника хирургическим путём. При этом в каждом случае необходимо выбирать оптимальный метод лечения конкретной клинической формы повреждения позвоночника, включая использование металлоконструкций [1, 3, 13, 15, 16, 19, 21, 22].

Новые перспективы в лечении нестабильных переломов позвоночника открылись в связи с разработкой, экспериментальной апробацией и клиническим внедрением в вертебрологию метода чрескостного остеосинтеза. При этом основополагающими условиями получения положительных результатов являются сформулированные академиком Г.А. Илизаровым основные принципы чрескостного остеосинтеза, заключающиеся в необходимости выполнения точной репозиции отломков и их стабильной фиксации на протяжении всего периода лечения с сохранением трофики костной и мягких тканей в условиях сохранения функциональной нагрузки [5].

Вместе с тем, отсутствие сведений о репаративной регенерации и анатомо-функциональном состоянии структур повреждённого отдела позвоночника при его нестабильных переломах в условиях применения метода чрескостного остеосинтеза побудило нас провести настоящее исследование.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Эксперимент проведен на 20-и беспородных собаках в возрасте от 1 года до 3-х лет. Использовали экспериментально-клинический, рентгенологический, рентгенометрический, гистологический и статистический методы. Рентгенометрические исследования проводили на 24-х спондилограммах (6 животных), выполненных до операции, в конце периода фиксации и в периоде после снятия аппарата.

Животных выводили из опыта через 5,7,9,14,21 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 755 от №12.08.77г. "О мерах по дальнейшему совершенствованию организованных форм работы с использованием экспериментальных животных".

Способ моделирования нестабильного перелома позвоночника. Нестабильный перелом позвоночного столба получал путём полной поперечной остеотомии на уровне L5 позвонкового сегмента. Затем осуществляли внешнюю фиксацию поврежденного отдела позвоночника аппаратом по описанной нами ранее методике

[7].

Полное нарушение целостности позвоночного столба на уровне одного из позвонковых сегментов необходимо выполнять, исключая повреждения внутренних органов и анатомических образований (спинного мозга, магистральных и сегментарных сосудов и т.д.). Для этого, после обычного доступа к задним структурам и передне-боковым отделам тел позвонков, выполняется остеотомия по остистому отростку (от верхушки до его основания), затем по дуге с обеих сторон с переходом на тело позвонка. При этом передне-выносящие вены тел позвонков должны располагаться краниальнее линии остеотомии (рис. 1). Это позволяет в значительной степени снизить риск кровопотери.

При выполнении остеотомии позвоночника следует иметь чёткие критерии глубины погружения рабочей части долота в позвонок. Это необходимо, прежде всего, для предупреждения возможных повреждений жизненно важных органов и образований, расположенных в позвоночном канале и в забрюшинном пространстве. При остеотомии дуги позвонка возможны повреждения спинного мозга и его образований из-за малых размеров "резервного" пространства позвоночного канала, а при остеотомии тела позвонка - магистральных сосудов (брюшная аорта, нижняя полая вена), расположенных в 5-6-и мм от передней поверхности тел поясничных позвонков. Для исключения подобных осложнений нами предложено специальное долото, позволяющее осуществлять визуальный контроль глубины погружения его рабочей части в позвонок.

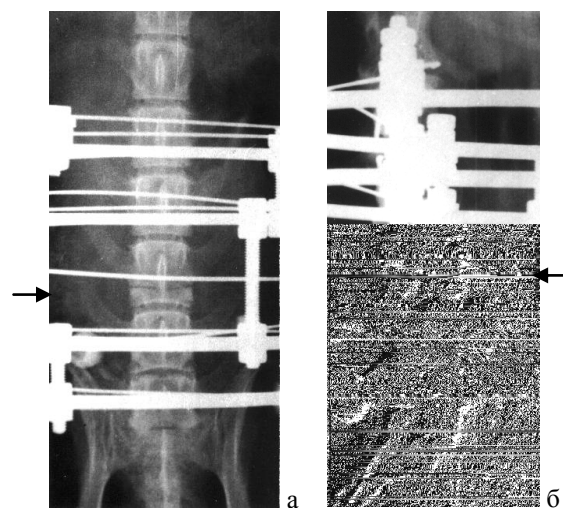


Рис. 1. Спондилограммы после остеотомии L5 позвонка и фиксации поясничного отдела позвоночника аппаратом Собака № 1063:

а) - прямая; б) - боковая проекции

Разработанный способ обеспечивает получение модели нестабильного перелома позвоночника. Предлагаемые технические приёмы остеотомии производятся с учётом локализации важ-

ных для течения дальнейших регенеративных процессов сосудистых образований и позволяют исключить повреждения спинного мозга, его

оболочек, корешков, магистральных и сегментарных сосудов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В день операции на обзорных спондилограммах поясничного отдела позвоночника линия остеотомии проходила косопоперечно от верхушки остистого отростка через его срединную часть до основания, далее по дуге с обеих сторон, переходя на тело позвонка на границе между центральной и каудальной частями, и заканчивалась на его вентральной поверхности. Диастаз между фрагментами позвонка отсутствовал или составлял 0,5-1,0 мм. Края фрагментов по линии остеотомии имели чёткие контуры. Корковая пластинка тела по дорсальной и вентральной поверхностям была прерывиста. В большинстве случаев смещений фрагментов остеотомированного позвонка и изменений его формы не наблюдалось. Тело позвонка сохраняло "талию" и имело прямоугольную форму. Ось позвоночника была прямолинейна, сохранялся физиологический лордоз. Высота межтеловых промежутков не изменялась. Межпозвоночные отверстия и сагиттальный диаметр позвоночного канала на протяжении всего поясничного отдела позвоночника имели исходные размеры. Фасетчатые суставы повреждённого сегмента позвоночника сохраняли обычную форму.

На протяжении всего периода фиксации (28 дней) достигнутое на момент сопоставления положение фрагментов стабильно удерживалось аппаратом. Динамика репаративного остеогенеза характеризовалась скудностью рентгенологических проявлений. Так, через 5-9 дней после операции, линия остеотомии чётко прослеживалась от верхушки остистого отростка до вентральной поверхности тела. Рентгенологически сохранялась прерывистость контуров тела позвонка по дорсальной и вентральной поверхностям.

При микроскопическом исследовании через 5 дней после операции между фрагментами оперированного позвонка определялась щель высотой 0,5-1,5 мм, содержащая мелкие костные осколки и фибрин. Вблизи линии перелома костный мозг был некротизирован, сохранившиеся капилляры резко расширены и полнокровны. На глубине 3-4 мм от линии остеотомии в отдельных костно-мозговых пространствах наблюдались очажки скелетогенной ткани.

Через 7 дней после операции щель между фрагментами сохранялась, в ней содержался фибрин. Вдоль линии перелома костно-мозговые пространства были заполнены скелетогенной тканью с немногочисленными остеидными трабекулами, проникающими в зону остеотомии. В повреждённой надкостнице от-

мечалась пролиферация клеток внутреннего слоя.

Через 9 дней между фрагментами позвонка формировалось частичное эндостальное костное сращение (рис. 2). Сохраняющаяся в отдельных участках дуги позвонка узкая щель была перекрыта скелетогенной тканью.

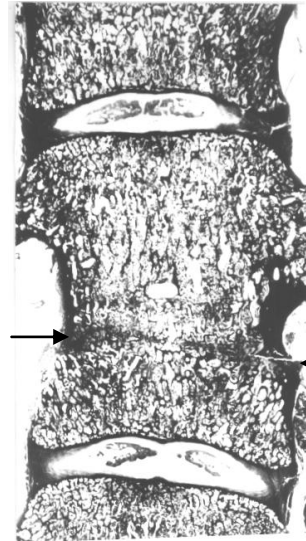


Рис. 2. Частичное эндостальное костное сращение в теле L4 позвонка через 9 дней фиксации аппаратом. Гистотопограмма. Увеличение лупное, окраска по Ван-Гизону. Собака № 6649/5321

Через 14 дней фиксации фрагменты позвонка в зоне перелома рентгенологически имели нечёткие контуры. Линия остеотомии прослеживалась как по передним, так и по задним структурам позвонка. В отдельных участках, преимущественно в теле позвонка, она перекрывалась незначительными по площади тенями. В зоне перелома отмечалась неоднородность структуры тела, выражающаяся в расплывчатости его трабекулярного рисунка.

Через 21 день после операции линия остеотомии прослеживалась в виде едва заметной полосы просветления. На всём протяжении она имела неоднородный характер за счёт перекрывающих её теней различной плотности. К этому сроку ещё сохранялась едва заметная прерывистость контуров тела повреждённого позвонка по вентральной и дорсальной поверхностям.

Через 28 дней фиксации (день снятия аппарата) на обзорных спондилограммах и рентгенограммах анатомических препаратов следы линии остеотомии сохранялись лишь в отдельных участках в виде прерывистой полосы просветления. На большем протяжении зоны травматического повреждения определялся характерный трабекулярный рисунок. В задних структурах по линии остеотомии ещё прослеживалась полоса просветления. Контуры тела позвонка по дор-

сальной и вентральной поверхностям, задних структур на уровне верхушки остистого отростка и дуги были непрерывны (3а). В телах и задних структурах фиксированных позвонков определялись спицевые каналы, диаметр которых соответствовал поперечнику спиц. В отдельных наблюдениях при краевом проведении спицы наблюдалось незначительное (до 1-1,5 мм) утолщение остистых отростков L3-L6 позвонков.

Гистологически через 21-28 дней фиксации по всей площади стыка фрагментов определялось костное сращение (рис. 3б). В некоторых случаях, где было небольшое (до 1 мм) смещение отломков по ширине, на уровне вентральной корковой пластинки сохранялась узкая щель или участок соединительной ткани. Формировалось костное сращение дуги позвонка.

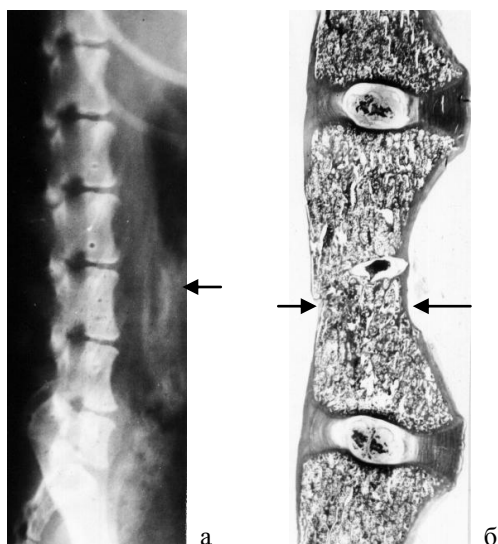


Рис. 3. а) - формирование трабекулярного рисунка и непрерывность контуров L5 позвонка через 28 дней фиксации аппаратом. Боковая спондилограмма. Собака № 1059; б) - эндостальное костное сращение через 21 день фиксации аппаратом. Гистотопограмма тела L5 позвонка. Увеличение лупное, окраска по Ван-Гизону. Собака № 1027/6554

После снятия аппарата на обзорных спондилограммах изменений оси позвоночника не наблюдалось, сохранялся физиологический поясничный лордоз. Сагиттальный диаметр позвоночного канала и межпозвонковые отверстия на протяжении всего поясничного отдела имели исходные размеры. Изменений размеров и формы межтеловых промежутков не выявлено. На рентгенограммах изолированных анатомических препаратов отмечалась дальнейшая структурная перестройка в области бывшего перелома позвонка. Через три месяца следов травматического повреждения в теле не выявлено. Чётко прослеживались его контуры по вентральной и дорсальной поверхностям. Тело позвонка сохраняло прямоугольную форму и "талию". Повреждённый позвонок имел однородный трабе-

кулярный рисунок. В задних его отделах по линии остеотомии в отдельных участках прослеживались едва заметные прерывистые полосы просветления. Через год после снятия аппарата рентгенологически каких-либо изменений анатомических структур оперированного отдела позвоночника не отмечалось (рис. 4а).

В периоде после снятия аппарата (30 дней) на гистологических препаратах линия сращения позвонка определялась с трудом по участкам старых трабекул, лишённых остеоцитов, и по мелким новообразованным трабекулам. В последующие сроки наблюдения регенерат перестраивался, приобретая строение губчатой кости позвонка. Через 180 и 360 дней травмированный позвонок не отличался от смежных (рис. 4б).

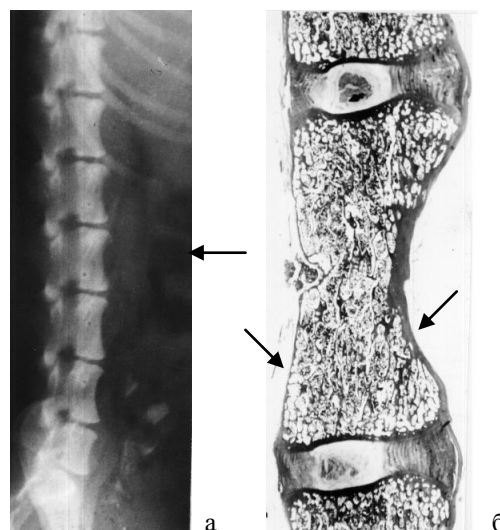


Рис. 4. Отсутствие следов травматического повреждения L5 позвонка, сохранение формы и размеров анатомических образований позвоночника: а) - через год после снятия аппарата. Боковая спондилограмма. Собака № 1059; б) - нормальная структура тела L5 позвонка через 6 месяцев после снятия аппарата. Гистотопограмма. Увеличение лупное, окраска по Ван-Гизону. Собака № 1042/6708

При рентгенометрическом исследовании поясничных позвонков на различных этапах эксперимента были 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 нестабильного перелома высота тела L5 позвонка до операции составляла, в среднем, $22,6 \pm 0,84$ мм, в конце периода фиксации (через 28 дней) - $22,8 \pm 1,26$ мм, в периоде после снятия аппарата - $23,1 \pm 1,03$ мм. При статистическом анализе рентгенометрических данных установлено, 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 всех сроках наблюдения не изменялись

($p > 0,05$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты рентгено-морфологических исследований показали, что внешняя стабильная фиксация компрессионно-дистракционным аппаратом позволяет точно отрепонировать и удерживать фрагменты повреждённого позвонка в достигнутом на момент сопоставления положении, исключая их посттравматические смещения. Это обеспечивает оптимальные механико-биологические условия для репаративного остеогенеза после нестабильного перелома позвоночника: частичное (эндостальное) сращение формируется к 9-14 дням, а полное костное - через 21-28 дней фиксации аппаратом. Подтверждением формирования первичного костно-

го сращения в ранние сроки является скудная картина рентгенологических проявлений травмы, отмечаемая в течение всего периода эксперимента.

Таким образом, выполненное нами исследование подтверждает мнение других авторов о том, что принципиальными условиями рационального патогенетического лечения переломов позвоночника являются: реклинация и чёткая репозиция фрагментов сломанного позвонка, устранение кифотической деформации и ранняя стабильная фиксация повреждённого отдела в физиологически правильном положении [14, 16].

ЛИТЕРАТУРА

1. Дуров М.Ф. Межпозвоночная стабилизация в лечении тяжёлых повреждений нижнешейного и груднопоясничного отделов позвоночника: Автореф. дис... д-ра мед. наук. - Казань, 1979. - 30 с.
2. Закревский Л.К., Попов М.И. Консервативное лечение неосложнённых компрессионных переломов позвонков в грудном и поясничном отделе // Профилактика травматизма и организация травматологической помощи в нефтяной и газовой промышленности. Диагностика и лечение неосложнённых переломов позвоночника. - М.: ЦИТО, 1983. - С. 106-110.
3. Зильберштейн Б.М. Оценка экономической эффективности оперативных и консервативных методов лечения переломов грудного и поясничного отделов позвоночника // Патология позвоночника. - Л., 1978. - Вып. 2. - С. 22-28.
4. Зотикова В.Л. Отдалённые исходы и экспертиза трудоспособности при переломах позвоночника: Автореф. дис... д-ра мед. наук. - Днепропетровск, 1966. - 27 с.
5. Илизаров Г.А. Основные принципы чрескостного компрессионного и дистракционного остеосинтеза // Ортопед., травматол. - 1971. - N 11. - С. 7-15.
6. Камалов И.И. Рентгенодиагностика закрытой позвоночно-спинальной травмы и её последствий. - Казань, 1992. - 220 с.
7. Кирсанов К.П. Варианты фиксации спицами поясничных позвонков собак // Метод Илизарова - достижения и перспективы: Тезисы докладов Международной конференции, посвящённой памяти акад. Г.А. Илизарова. - Курган, 1993. - С. 348-350.
8. Кифотическая деформация после переломов тел позвонков грудной и поясничной локализации / Э.А. Рамих, Л.Г. Кузнецова, Р.М. Трясучева, Б.М. Зильберштейн // Патология позвоночника. - Л., 1982. - С. 34-40.
9. Локшина Е.Г., Веселов Н.Я. Сравнительная оценка методов лечения переломов позвоночника // Ортопед., травматол. - 1976. - N 7. - С. 65-67.
10. Переломы тел позвонков. Опыт хирургического лечения / Э.А. Рамих, М.Т. Атаманенко, В.Н. Бейдин и др. // Актуальные вопросы вертебологии. - Новосибирск, 1991. - С. 21-23.
11. Попов М.И. Изменения позвоночника после компрессионных переломов // Ортопед., травматол. - 1980. - N 10. - С. 10-13.
12. Рамих Э.А. Консервативные и оперативные методы лечения переломов тел позвонков // Профилактика травматизма и организация травматологической помощи в нефтяной и газовой промышленности. Диагностика и лечение неосложнённых переломов позвоночника. - М.: ЦИТО, 1983. - С. 72-75.
13. Рамих Э.А. Особенности заживления и принципы патогенетического лечения переломов тел позвонков: Автореф. дис... д-ра мед. наук. - Киев, 1979. - 33 с.
14. Рамих Э.А. Патогенетические принципы лечения переломов тел позвонков // Патология позвоночника: Науч. труды. - Л., 1978. - Вып. 11. - С. 14-17.
15. 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.
16. Рамих Э.А., Атаманенко М.Т., Рерих В.В. Хирургические методы лечения переломов тел позвонков // Патология позвоночника: Сб. науч. трудов. - СПб, 1992. - С. 14-18.
17. Рамих Э.А., Кузнецова Л.Г. Динамика кифотической деформации при оперативном лечении компрессионных переломов тел позвонков и её влияние на функцию межпозвоночных дисков // Актуальные вопросы вертебологии. - Л., 1988. - С. 25-34.
18. Фадеев Г.И. Декомпрессионно-стабилизирующие операции при нестабильных повреждениях груднопоясничного отдела позвоночника: Автореф. дис... д-ра мед. наук. - Киев, 1984. - 28 с.
19. Хвисько Н.И., Фадеев Г.И. Хирургическое лечение осложнённых нестабильных повреждений груднопоясничного отдела позвоночника // Ортопед., травматол. - 1981. - N 2. - С. 41-44.
20. Цивьян Я.Л. Оперативное лечение переломов позвоночника // Ортопед., травматол. - 1984. - N 3. - С. 56-63.
21. Цивьян Я.Л. Повреждения позвоночника. - М.: Медицина, 1971. - 312 с.
22. Цивьян Я.Л. Хирургия позвоночника. - 2-е изд., испр. и доп. - Новосибирск, 1993. - 364 с.
23. Швеиц А.И. Хирургическое лечение повреждений груднопоясничного и поясничного отделов позвоночника: Автореф. дис... д-ра мед. наук. - Киев, 1990. - 36 с.

Рукопись поступила 07.09.99.