

© К.П. Кирсанов, Г.А. Степанова, 2000

Анатомические изменения в поврежденном отделе позвоночника после разгибательного механизма травмы в условиях внешней фиксации аппаратом (экспериментальное исследование)

К.П. Кирсанов, Г.А. Степанова

Anatomic changes in the involved spine after traumatic extension mechanism in the conditions of external fixation with the apparatus (experimental studies)

K.P. Kirsanov, 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)

С помощью анатомического метода авторами изучены репаративно-восстановительные процессы в поврежденном отделе позвоночника при различных моделях его переломов, полученных путём гиперэкстензии в условиях внешней аппаратной фиксации. Полученные данные свидетельствуют о том, что применение метода чрескостного остеосинтеза создаёт оптимальные механобиологические условия для восстановительных процессов повреждённых мягкотканых структур позвоночного столба. При этом исключаются вторичные смещения фрагментов позвонков, деформации и костно-фиброзное перерождение связочного аппарата. Вместе с тем при проникающих переломах тел позвонков травмированный межпозвонковый диск даже в условиях стабильной фиксации аппаратом повреждённого отдела фиброзируется, что необходимо учитывать при выборе тактики лечения.

Ключевые слова: эксперимент, позвоночник, экстензионные переломы, анатомические изменения, внешняя фиксация, аппарат.

Using an anatomic method, the authors studied reparative-and-restorative processes of the involved spine in different models of its fractures produced by hyperextension in the conditions of external fixation with an apparatus. The obtained data demonstrate, that use of the transosseous osteosynthesis method creates optimal mechanobiological conditions for restorative processes of involved spinal soft-tissue structures in maximally short periods. Moreover, osteofibrous degeneration of ligamentous apparatus is ruled out as well as secondary displacements of vertebral fragments and deformities. At the same time in case of penetrating fractures of vertebral bodies the involved intervertebral disc becomes fibrous even in the conditions of stable fixation of the involved part with the apparatus, that should be taken into consideration when tactics of treatment is selected.

Keywords: experiment, spine, extension fractures, anatomic changes, external fixation, apparatus.

ВВЕДЕНИЕ

Повреждение мягких тканей при переломах позвоночника оказывает существенное влияние на течение репаративной регенерации. Особое значение в этом плане имеет состояние связочного аппарата, играющего важную роль не только в обеспечении стабильности позвоночного столба, но и в развитии вторичного компрессионного фактора, возможность появления которого необходимо учитывать при определении тактики лечебного процесса [1,2,4-6,13,14,16-18]. Известно также, что после повреждения передней и задней продольных связок они замещаются рубцовой тканью или подвергаются окостенению с возникновением одного из гроз-

ных осложнений - миелопатии [8-10,18].

Наряду с повреждением связочного аппарата, большое значение придать состоянию дисков как одному из определяющих факторов стабильности позвоночника. Так, при проникающих переломах тела позвонка происходит повреждение замыкательной пластинки, формирование в субхондральных отделах тела грыжи диска, нарушение структуры последнего с последующим его замещением фиброзной тканью, что клинически проявляется появлением осевых деформаций и развитием посттравматического остеохондроза [1, 7, 11, 13, 15].

В различных условиях фиксации восстано-

ление целостности и функции рассматриваемых анатомических структур происходит по-разному. Естественно, что особенности течения этих процессов имеются и при разгибательном механизме травмы в условиях внешней стабиль-

ной аппаратной фиксации повреждённого отдела позвоночного столба. Необходимость их изучения с целью последующего учёта в клинической практике послужила основанием для проведения данного исследования.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

Эксперименты проведены на 88-и беспородных собаках обоего пола (возраст от 3,5 месяцев до 3-х лет, вес от 2,0 до 23 кг). Учитывая различные виды переломов, моделируемых разгибательным механизмом травмы, экспериментальный материал был распределён на 3 серии опытов.

В первой серии опытов на 52-х щенках (возраст от 3,5 до 10 месяцев) моделировали разгибательный спондилоэпифизеолиз по предложенному академиком Г.А. Илизаровым способу (а.с. СССР № 1688709 Д.С.П. "Способ моделирования травматического эпифизеолиза"). При анализе материала выделено две возрастные группы:

- первая группа - щенки 3,5-6,0 месяцев;
- вторая группа - щенки 7,0-10 месяцев.

Во второй серии опытов на 18-и взрослых животных получена модель стабильного перелома тела позвонка аппаратом внешней фиксации (заявка № 95-111005 (018801) на выдачу патента РФ на изобретение. "Способ закрытого нарушения целостности позвонка" / В.И. Шевцов (РФ), К.П. Кирсанов (РФ). РНЦ "ВТО" (РФ). Приоритет от 13.07.95).

В третьей серии опытов на 18-и животных (возраст 10-13 месяцев) получена модель проникающего перелома тела позвонка по разработанному нами способу (заявка N 95-111019/14 РФ, МПК6 G 09 B 23/28 "Способ моделирования проникающего перелома тела позвонка"

/В.И. Шевцов (РФ), К.П. Кирсанов (РФ), Г.А. Степанова (РФ). РНЦ "ВТО" (РФ). - Заявлено 27.06.95г. Решение о выдаче патента РФ на изобретение от 02.10.98г. Опубл. 10.07.97. Бюл. N 19).

Для стандартизации получаемых результатов моделирование переломов производили на уровне L5. Макроскопически изучено состояние костных и мягкотканых структур поясничного отдела позвоночного столба и соответствующих сегментов спинного мозга.

Предложенные и экспериментально апробированные способы моделирования различных типов повреждений позвоночного столба целенаправленно обеспечивают однотипное, закрытое нарушение его целостности, адекватное разгибательному механизму травмы. Это позволило нам изучить картину патологически изменённых анатомических структур позвоночника в стандартных условиях внешней стабильной фиксации аппаратом его повреждённого отдела.

Макроскопический анализ материала осуществляли после эвтаназии животных. Их выводили из опыта через 5,7,9,11,14, 21,28 и 42 дня фиксации аппаратом, а также спустя один, три, шесть и двенадцать месяцев после его снятия, в соответствии с требованиями приказа МЗ СССР № 755 от 12.08.77г. "О мерах по дальнейшему совершенствованию организованных форм работы с использованием экспериментальных животных".

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Макроскопически в день проведения оперативного вмешательства в травмированном отделе позвоночника при всех типах его переломов были выявлены сходные изменения анатомических образований повреждённого сегмента, а также типичные признаки нарушения целостности его структур, характерные для каждого вида перелома.

Имелся перелом тела позвонка, разрыв передней (вентральной) и задней (дорсальной) продольных связок. В забрюшинной клетчатке, на передне-боковых поверхностях сломанного позвонка и в передней эпидуральной клетчатке определялась гематома. Незначительные кровоизлияния имелись в мышцах в местах проведения спиц.

При разгибательном спондилоэпифизеолизе

линия повреждения позвонка проходила по одной из эпифизарно-хрящевой пластинке роста тела (ЭХП). При этом у щенков младшей возрастной группы (до 6 месяцев) происходило расслоение ЭХП таким образом, что часть пластинки оставалась на стороне тела, а другая - на стороне эпифиза позвонка. У щенков старшей возрастной группы (7-10 месяцев) разрыв ЭХП наблюдался по типу остеоэпифизеолиза, когда пластинка роста оставалась на стороне тела позвонка.

При моделировании стабильного перелома линия повреждения позвонка определялась только в теле, проходя от его вентральной поверхности до края одного (краниального или каудального) межпозвонкового отверстия.

При проникающем переломе наблюдался от-

рыв каудовентрального фрагмента тела позвонка с повреждением прилежащего диска (L5-L6).

Повреждение передней продольной связки при всех видах переломов было ограничено областью травмированного позвонка. При разгибательном спондилоэпифизеолизе разрыв волокон происходил на разных уровнях, в результате чего наблюдалось расслоение и значительное истончение связки без нарушения её непрерывности (рис. 1а). Повреждение задней продольной связки выявлено на уровне центральной части тела позвонка, в месте её анатомического сужения или на уровне повреждённой эпифизарной хрящевой пластинки (рис. 1б).

При стабильных и проникающих переломах определялся косопоперечный разрыв передней связки на уровне центральной части тела, в месте её анатомического сужения или на уровне перелома тела (в каудальной части), т.е. в месте переплетения её волокон с наружными коллагеновыми волокнами фиброзного кольца прилежащего диска. На всех препаратах связка была отслоена от передней поверхности тела повреждённого позвонка. В задней продольной связке определялись разной степени выраженности надрывы. Она была непрерывна и истончена.

В забрюшинной клетчатке распространение гематомы не превышало высоту повреждённого сегмента. Её размеры были незначительными, а площадь не превышала 20 мм². В позвоночном канале, в эпидуральной клетчатке кровоизлияния определялись на уровне линии перелома тела, а их площадь составляла 8-10 мм².

Повреждений других анатомических структур поясничного отдела позвоночника, в том

числе заднего связочного комплекса, не выявлено.

В раннем послеоперационном периоде (5-21 день фиксации аппаратом) сохранялись следы повреждения тела позвонка. На распилах травмированного сегмента позвоночника при разгибательном спондилоэпифизеолизе ЭХП была деформирована и истончена. При стабильном переломе линия повреждения через 21 день была едва заметна по изменённому рисунку костных балок. Смещение фрагментов отсутствовало (рис. 2). При проникающем переломе сохранялась незначительная дислокация каудовентрального фрагмента и деформация повреждённого (L5-L6) диска, выражающаяся в снижении его высоты преимущественно в дорсальной части.

В местах травматического повреждения связок появлялись рубцовые уплотнения. Сохранялись надрывы их волокон. Они были деформированы, истончены, а их края спаяны с поверхностью тела позвонка.

В забрюшинной клетчатке гематома не превышала 1/3 высоты позвонка. В эпидуральной клетчатке также сохранялись незначительные по площади (до 6-8 мм²) кровоизлияния.

В конце периода фиксации аппаратом (28-42 дня) тело повреждённого позвонка макроскопически имело обычное строение. На всём протяжении (за исключением зоны перелома) позвонок имел однородную губчатую структуру. Тела смежных позвонков были обычной формы и размеров. Повреждений задних структур поясничных позвонков на всех анатомических препаратах животных не обнаружено.

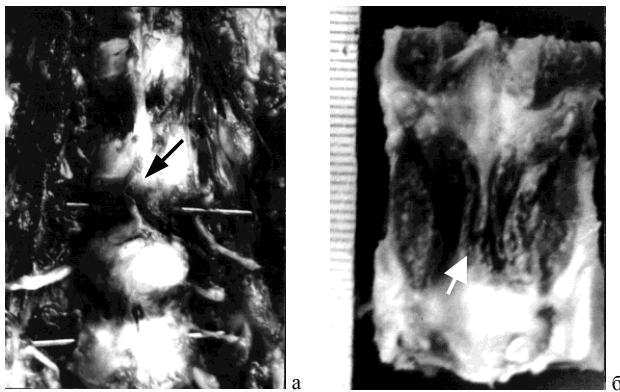


Рис. 1. Повреждение связок на уровне травмированного сегмента позвоночника: а) - расслоение, истончение передней продольной связки и её отслоение от вентральной поверхности тела повреждённого L5 позвонка. Собака № 0252/6217; б) - разрыв задней продольной связки на уровне повреждённой каудальной эпифизарной хрящевой пластинки тела (собака N 0389/6192. Анатомические препараты

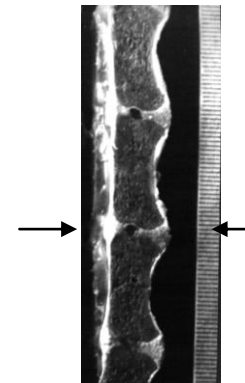


Рис. 2. Эндостальное сращение тела L5 через 21 день фиксации аппаратом (собака 1109/6706). Анатомический препарат

Выраженной динамики восстановления анатомической структуры повреждённых связок не выявлено. Наблюдалось частичное восстановление их формы. Сохранялись их незначительная деформация за счёт рубцовых изменений и истончения, а также плотное спаивание повреждённых участков с поверхностями тела позвонка и отдельные, незначительные по площади (до 1-2 мм²) кровоизлияния в забрюшинной клетчатке.

При проникающих переломах на распилах повреждённого сегмента позвоночника, выполненных в сагиттальной плоскости, деформация L5-L6 диска усугублялась. Он был значительно сужен и представлен фиброзной тканью.

В периоде после снятия аппарата на всех анатомических препаратах животных повреждения дисков спицами не выявлено. На отдельных препаратах отмечалась сглаженность "тали" тела сломанного позвонка. Тела других поясничных позвонков имели прямоугольную форму. Корковая пластинка тела травмированного позвонка сохраняла целостность на всём протяжении. Размер и форма дисков оперированного позвоночника оставались без изменения (рис.3 а,б). Целостность задних структур на всех препаратах не нарушена. Остистые, суставные и поперечные отростки позвонков сохраняли обычную анатомическую форму, размеры и плоскостную ориентацию. На отдельных препаратах отмечалось утолщение остистых отростков преимущественно L3 и L4 позвонков, через которые проводились спицы. При проникающем переломе повреждённый L5-L6 диск был значительно деформирован, область пульпозного ядра замещена фиброзной тканью (рис. 3в).

Наблюдались также процессы восстановления анатомической целостности повреждённого связочного комплекса. Уже через месяц связки были непрерывны и спаены с телом позвонка. Происходило нивелирование рубцовых изменений про-

дольных связок, но сохранялись их истончение и деформация. В более отдалённые сроки наблюдения (через 3 и 6 месяцев) прослеживалась динамика восстановительных процессов и через год отмечалось почти полное восстановление анатомической формы передней и задней продольных связок (рис. 4 а,б).

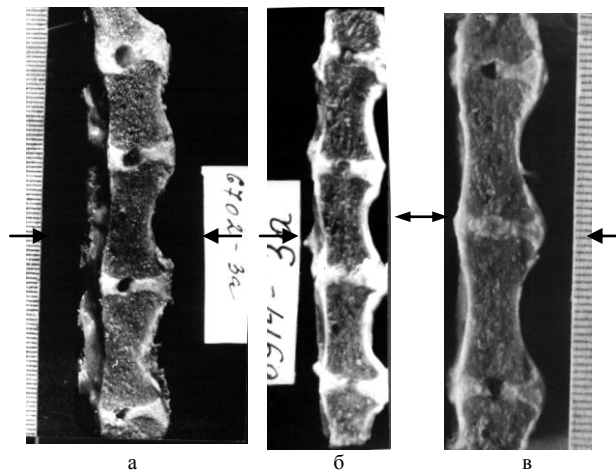


Рис. 3. Нормальная структура тел поврежденного (L5) и смежных с ним позвонков на сагиттальных распилах в отдаленном периоде после снятия аппарата. Сохранение формы и структуры дисков оперированного отдела позвоночника после эпифизеолиза и стабильного перелома. Замещение фиброзной тканью зоны пульпозного ядра L5-L6 диска после проникающего перелома. Анатомические препараты: а) - после разгибательного эпифизеолиза (собака N 0945/6702, эксперимент - год после снятия аппарата); б) - после стабильного перелома (собака N 1155/6914, эксперимент - год после снятия аппарата); в) - после проникающего перелома тела L5 (собака N 1046/6709, эксперимент - 6 месяцев после снятия аппарата)

На всех анатомических препаратах животных повреждения магистральных и сегментарных сосудов, органов и образований забрюшинного пространства и брюшной полости отсутствовали.

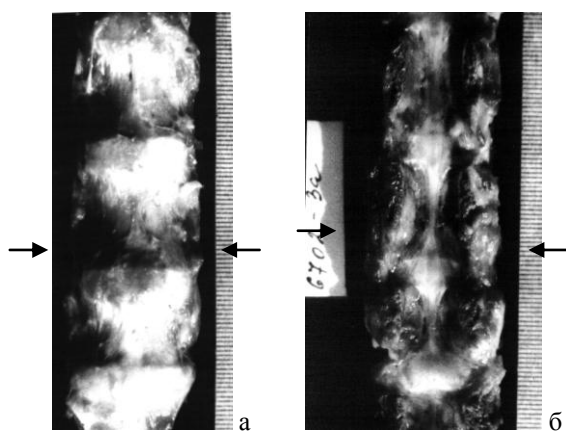


Рис. 4. Восстановление формы передней (а) и задней (б) продольных связок через год после снятия аппарата (собака N 0945/6702). Анатомические препараты

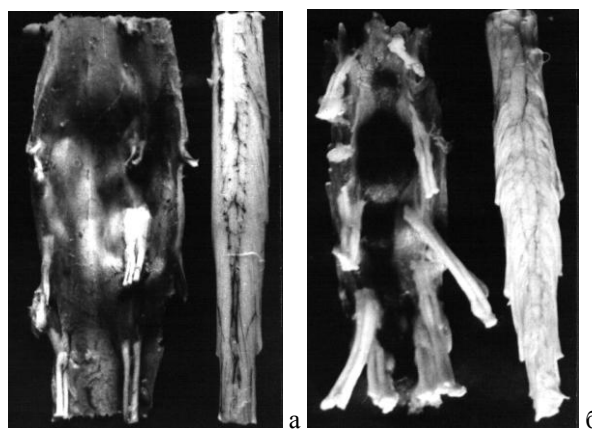


Рис.5 Сохранение целостности сегментов спинного мозга и твердой мозговой оболочки на уровне повреждённого позвонка: а) - собака N 5302/7328, эксперимент -14 дней; б) - собака N 1465/7258, эксперимент - 180 дней после снятия аппарата. Анатомические препараты

При макроскопическом исследовании препаратов поясничного отдела спинного мозга во все сроки опытов мы не выявили анатомических изменений его формы и строения, а также мешка твердой мозговой оболочки, корешков и спинно-мозговых ганглиев (рис. 5а,б).

Скелетотопия поясничных сегментов спинного мозга соответствовала возрасту животных

и была аналогична данным контрольных животных. На уровне L4-L5 позвонков определялся эпиконус спинного мозга (сегменты L6-L7 и крестцового отдела спинного мозга). Мозговой конус и начало концевой нити располагались на уровне L6-L7 позвонков, что соответствует данным других авторов [3, 12, 19].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование аппарата внешней фиксации для получения моделей различных видов повреждений позвоночного столба путём его гиперэкстензии позволяет получить однотипно воспроизводимую модель травмы и тем самым стандартизировать условия опытов, повысить достоверность и информативность результатов исследования. Это обусловлено возможностью целенаправленного локального воздействия аппаратом внешней фиксации на травмируемые участки позвоночника. Повреждения анатомических структур позвоночника зависят от величины прикладываемых дистракционных усилий, могут варьироваться в зависимости от поставленных экспериментатором задач и максимально приближены к клиническим условиям. Аппарат позволяет провести точное сопоставление фрагментов позвоночника с исключением их

дислокации и обеспечить поддержание этих условий в течение всего послеоперационного периода, что создаёт оптимальные механофизиологические условия для восстановительных процессов повреждённых мягкотканых структур позвоночного столба. При этом исключаются вторичные смещения фрагментов позвонков, деформации и костно-фиброзное перерождение связочного аппарата.

Вместе с тем при проникающих переломах тел позвонков травмированный межпозвонковый диск даже в условиях стабильной фиксации аппаратом повреждённого отдела фибротизируется. Поэтому лечебная тактика при данном типе повреждения должна основываться на радикальной реконструкции травмированного сегмента позвоночника.

ЛИТЕРАТУРА

1. Базилевская З.В. Патолого-анатомические изменения и репаративные процессы при переломах тел поясничных позвонков // Вопросы травматологии и ортопедии. - Свердловск, 1938. - Вып. 1-2. - С.5-65.
2. Базилевская З.В. Клиника и лечение повреждений связок при травме позвоночника и спинного мозга // Ортопед., травматол. - 1970. - № 6. - С.16-19.
3. Бурден Г.Д. Спинной мозг. - Саратов, 1984. - 236 с.
4. Дмитриев А.Е., Силин Л.Л. Современное состояние вопроса по изучению повреждений связочного аппарата позвоночника // Проблемы патологии позвоночника. - М., 1972. - Вып. 2. - С.9-13.
5. Дмитриев А.Е., Силин Л.Л. Комплексная рентгенологическая диагностика повреждений связочного аппарата позвоночника // Ортопед., травматол. - 1973. - № 8. - С.51-54.
6. Дмитриев А.Е., Силин Л.Л. Лечение изолированных повреждений связочного аппарата позвоночника // Ортопед., травматол. - 1975. - № 4. - С.46-51.
7. Каган М.И. Механизм перелома позвоночника и повреждения межпозвонкового диска // Вестн. хир. - 1937. - Т. 49, Кн.132. - С.175-194.
8. Курбанов Н.М., Худайбердиев К.Т., Преображенская Т.М. Оссификация задней продольной связки шейного отдела позвоночника // Патология позвоночника: Сб. науч. тр. - Л., 1990. - С.71-73.
9. Мсахурадзе Р.А. Посттравматические изменения в позвоночнике при его неосложненных переломах // Ортопед., травматол. - 1968. - № 6. - С.35-38.
10. Оссификация задней продольной связки в патогенезе посттравматической цервикальной миелопатии / Н.М. Курбанов, Т.М. Преображенская, С.В. Бровкин, К.Т. Худайбердиев // Актуальные вопросы вертебрыологии: Сб. науч. тр. - Л., 1988. - С.60-63.
11. Рамих Э.А. Особенности заживления и принципы патогенетического лечения переломов тел позвонков: Автореф. дис... д-ра мед. наук. - Киев, 1979. - 33 с.
12. Таюшев К.Г. Морфологические особенности позвоночника и скелетотопия спинного мозга у собак // Бюл. науч. тр. Читинского отд. Всесоюз. об-ва анат., гистол. и эмбриол. - Чита, 1960. - Вып. 4. - С. 24-27.
13. Черепанов А.В. Тензометрия напряжений вентральной поверхности тел позвонков при повреждении передней продольной связки позвоночника в эксперименте // Патология позвоночника: Сб. науч. тр. ЛНИИТО. - Л., 1984. - С.42-48.
14. Черепанов А.В. Изменения в биомеханике сегментов позвоночного столба человека при повреждениях передней продольной связки // Повреждения и заболевания позвоночника: Сб. науч. трудов. - Л., 1986. - С.107-112.
15. Цивьян Я.Л. и др. Репаративная регенерация тела сломанного позвонка / Я.Л. Цивьян, Э.А. Рамих, М.В. Михайловский. - Новосибирск: Наука, 1985. - 183 с.
16. Цивьян Я.Л., Черепанов А.В. Биомеханика повреждений передней продольной связки позвоночника // Ортопед., травматол. - 1983. - № 12. - С.10-14.
17. Цуканова Н.Н. Патоморфологические изменения связочного аппарата при закрытых повреждениях позвоночника // Вопросы травматологии и ортопедии. - Иркутск, 1968. - С.104-109.
18. Юмашев Г.С., Румянцев Ю.В. Хирургическое лечение повреждений шейного отдела позвоночника // Ортопед., травматол. - 1976. - № 7. - С.1-8.
19. Grottel K. Stosunki topograficzne w kanale kręgowym u psa // Folia morphologica. - 1964. - Vol. 23, N 4. - P. 375-390.

Рукопись поступила 20.08.99.