

Динамика заживления и исход проникающего перелома тела позвонка при применении метода чрескостного остеосинтеза (экспериментальное исследование)

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

Dynamics of healing and outcome of penetrating fracture of vertebral body in case of using technique of transosseous osteosynthesis (experimental study)

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

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 по данным рентгеноморфологических исследований изучена динамика репаративной регенерации после проникающего перелома тела позвонка в условиях применения метода чрескостного остеосинтеза. Изучено также состояние анатомических структур оперированного отдела позвоночника. Показано, что в условиях внешней стабильной фиксации позвоночника аппаратом исключается вторичное смещение краниоventрального фрагмента тела позвонка. Это обуславливает ранние сроки его сращения с телом: частичное костное сращение формируется через 28-42 дня, а полное - через месяц после снятия аппарата. Однако выраженные дегенеративные изменения диска (деформация, разрыв и разволокнение пластин фиброзного кольца, наличие грыжи Шморля) свидетельствуют о необходимости радикальной реконструкции повреждённого сегмента позвоночника при проникающих переломах тел позвонков.

Ключевые слова: позвоночник, тело позвонка, проникающий перелом, чрескостный остеосинтез, репаративная регенерация, рентгено-морфологические исследования.

According to the data of roentgenomorphologic investigations the authors studied the dynamics of reparative regeneration after a penetrating fracture of vertebral body, using the technique of transosseous osteosynthesis. Condition of anatomic structures of the operated part of spine was also studied. It was demonstrated, that secondary displacement of cranioventral fragment of vertebral body was impossible in the conditions of external stable fixation of spine with the apparatus. It results to early periods of the fragment union with the body: partial bone union is formed after 28-42 days and a complete one — in a month after the apparatus removal. However, marked degenerative changes of disk (deformity, rupture and fibrillar separation in fibrous ring plates, Schmorl's node) show the necessity of radical reconstruction of damaged spinal segment in case of penetrating fractures of vertebral bodies.

Keywords: spine, vertebral body, penetrating fracture, transosseous osteosynthesis, reparative regeneration, roentgenomorphologic studies.

ВВЕДЕНИЕ

До настоящего времени переломы позвоночника являются одними из самых тяжёлых травм и составляют 2,5 - 12% от общего числа повреждений опорно-двигательной системы [2, 8, 14, 17]. Они вызывают длительную потерю трудоспособности и нередко приводят к инвалидности. К группе наиболее тяжёлых повреждений позвоночника, ухудшающих прогноз исходов лечения, относятся проникающие компрессионные переломы тел позвонков. По данным различных авторов, среди переломов тел позвонков они встречаются в 28,3%-49,8%, а оскольчатые проникающие компрессионные переломы составляют 10,6%-14% [1, 6, 8, 12, 14].

Существующие консервативные методы лечения не позволяют создать оптимальные усло-

вия для репаративной регенерации при данном виде повреждения, что, в конечном итоге, не обеспечивает получения положительных клинических результатов [14, 17]. Оперативные способы коррекции анатомо-функциональных нарушений, возникающих при проникающих переломах тел позвонков, с использованием внутренних металлоконструкций позволяют зафиксировать повреждённый отдел позвоночника, что является необходимым условием для сращения переломов [5, 8, 13, 15, 16].

Наиболее благоприятные условия для заживления различных переломов позвоночного столба, получения положительного клинического эффекта, восстановления целостности структуры позвоночника, а в конечном итоге и его

опорной функции, создаются при использовании аппарата внешней фиксации [3, 4, 9-11, 20-22].

В последние годы опубликованы экспериментально-теоретические работы, объясняющие принципы, условия и возможности метода управляемого чрескостного остеосинтеза в хи-

рургии позвоночника [7, 19]. Для изучения динамики заживления и исходов проникающего перелома тела позвонка, получаемого открытым путём, в условиях применения чрескостного остеосинтеза мы использовали модель данного вида повреждения, предложенную Я.Л. Цивьяном с соавт. [18].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Эксперименты проведены на 19 беспородных собаках в возрасте от 11 месяцев до 3-х лет, у которых проникающий перелом тела позвонка получали открытым путём из левого внебрюшинного передне-бокового доступа. Далее повреждаемый и смежные с ним позвонки фиксировали аппаратом внешней фиксации по описанной нами ранее методике [7].

Животных выводили из опыта через 14, 28, 42 дня фиксации аппаратом, а также спустя один, три, шесть и двенадцать месяцев после

его снятия. В работе использовали экспериментально-клинический, рентгенологический, рентгенометрический, анатомический, гистологический и статистический методы исследования. Макроскопически исследовали оперированный отдел позвоночника. Рентгенометрические исследования проводили на 24-х спондилограммах (6 животных), выполненных до операции, в конце периода фиксации и в периоде после снятия аппарата.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В день операции на спондилограммах, выполненных в сагиттальной плоскости, проникающий перелом тела L5 с повреждением краниального (L4-L5) межпозвонкового диска определялся по линии повреждения, проходящей через тело, вентральную корковую и краниальную замыкательную пластинки. Образовывался краниовентральный фрагмент и определялась его дислокация в вентральном направлении. Между сформированным фрагментом и телом позвонка имелся диастаз, размеры которого варьировали от 1,0 до 5,0 мм. У большинства животных дефект краниальной замыкательной пластинки наблюдался между центральной частью и дорсальной половиной тела позвонка (рис. 1а).

После фиксации повреждённого отдела позвоночника аппаратом диастаз между телом и краниовентральным фрагментом не изменялся. Структура неповреждённых участков тела оставалась без изменений. Межтеловой промежуток L4-L5 имел исходные размеры. Сохранялся физиологический лордоз, ось позвоночника имела прямолинейную направленность (рис. 1б).

Через 14 дней фиксации аппарат удерживал фрагменты повреждённого позвонка в достигнутом на день операции положении. Деформация оперированного отдела позвоночника как в сагиттальной, так и во фронтальной плоскостях не наблюдалась. К этому сроку во всех случаях отмечалось неравномерное снижение высоты межтелового промежутка (повреждённого диска), больше выраженное в его дорсальной части. На рентгенограммах анатомических препаратов контуры краёв фрагментов тела L5, обращённых

внутрь диастаза, становились расплывчатыми. Сохранялись деформации краниальной замыкательной и вентральной корковой пластинок тела повреждённого позвонка.

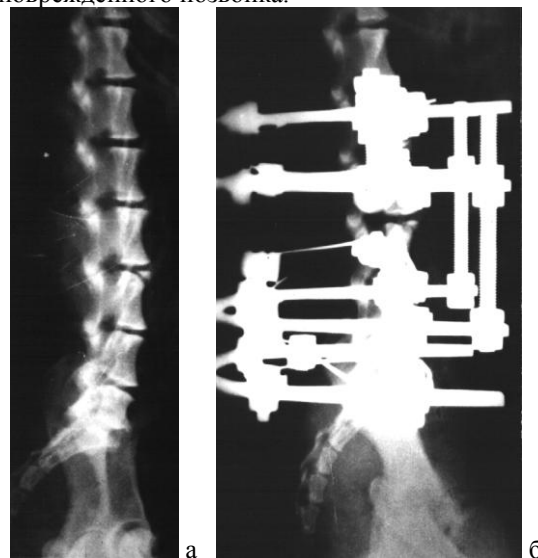


Рис. 1. Проникающий перелом тела L5 позвонка: а) формирование краниовентрального фрагмента тела с повреждением вентральной корковой и краниальной замыкательной пластинок; б) после внешней фиксации повреждённого отдела позвоночника аппаратом. Собака N 1445/7086. День операции. Спондилограммы

Макроскопически отмечалось полное повреждение передней продольной связки. Задняя продольная связка сохраняла обычную форму и анатомическую целостность. В краниальной части тела остеотомированного позвонка, на вентральной его поверхности, определялась ступенеобразная деформация. Площадь кровоизлияний в забрюшинной клетчатке на уровне

оперативного вмешательства не превышала 20,0-30,0 мм². Высота травмированного диска уже к этому сроку наблюдения была снижена.

На гистопограммах чётко прослеживались краниовентральный фрагмент и повреждение прилежащего диска (рис. 2а). В диастазе наблюдались соединительная и частично костная ткань, которая образовывалась на раневой поверхности позвонка. Во фрагменте определялись некробиотические изменения. Капилляры были расширены и полнокровны. Межпозвоночный диск был деформирован, пластины фиброзного кольца расслоены. В области пульпозного ядра имелись полости, содержащие фибрин или мелкие костные осколки.

Спустя 28 дней после травмы на рентгенограммах диастаз между краниовентральным фрагментом и телом позвонка был заполнен плотными неоднородными тенями. На рентгенограммах изолированных анатомических препаратов структура тела в месте травматического повреждения была неоднородна. Во всех случаях сохранялись деформации краниальной замыкательной и вентральной корковой пластинок тела позвонка, а также неравномерное снижение высоты межтелового промежутка L4-L5 (повреждённого диска).

При микроскопическом исследовании в диастазе между телом L5 и краниовентральным фрагментом содержались соединительная ткань с костной спайкой в центре, а также некротизированный волокнистый хрящ, сместившийся из пульпозного ядра через дефект замыкательной пластинки (рис. 2б). Во фрагменте, наряду с сохраняющимися некротическими изменениями, наблюдались очажки пролиферации остеогенных клеток. В зонах повреждения замыкательной пластинки были видны новообразованные костные трабекулы. В межпозвоновом диске имелись выраженные дистрофические изменения: некроз волокнистого хряща, полости и кровоизлияния, отрыв пластин фиброзного кольца, их расслоение.

К концу периода фиксации (через 42 дня) взаиморасположение анатомических структур позвоночного столба соответствовало достигнутому в момент сопоставления. На рентгенограммах анатомических препаратов сохранялась деформация краниальной замыкательной пластинки на уровне её повреждения. Отмечались размытость и деформация контуров вентральной поверхности позвонка в области перелома. Участок тела в месте травматического повреждения был представлен плотными неоднородными тенями, соответствующими трабекулярному строению губчатой кости. Неравномерное снижение высоты межтелового промежутка L4-L5 сохранялось. Уменьшались краниокаудальные размеры межпозвоночных отверстий, расположенных на этом уровне (рис. 3а).

На анатомических препаратах животных передняя продольная связка на уровне остеотомии была рубцово деформирована и спаяна с передней поверхностью тела L5 позвонка. Следы кровоизлияний отсутствовали. На распилах повреждённого сегмента позвоночника, выполненных в сагиттальной плоскости, ступенеобразная деформация тела по вентральной поверхности в месте оперативного вмешательства сохранялась. Деформация травмированного диска усиливалась. Он был значительно сужен и представлен фиброзной тканью (рис. 3б). Сохранялась грыжа диска.

К этому сроку микроскопически на значительном протяжении между фрагментом и телом L5 формировалось костное сращение (рис. 3в). В краниальной замыкательной пластинке сохранялись повреждение и деформация, а в субхондральных отделах тела - грыжа Шморля. Вблизи дефекта замыкательной пластинки отмечалась пролиферация хрящевых клеток гиалинового хряща. Определялись резкая деформация межпозвоночного диска, нарушение архитектоники фиброзного кольца, особенно в дорсальной части.

Через один месяц после снятия аппарата на спондилограммах, выполненных в сагиттальной плоскости, наблюдалось сращение краниовентрального фрагмента с телом позвонка. На рентгенограммах анатомических препаратов тело позвонка в месте перелома имело неоднородный трабекулярный рисунок. Контур тела повреждённого позвонка по вентральной поверхности были чёткими. Сохранялись ступенеобразная деформация сломанной краниальной пластинки тела и уменьшение высоты повреждённого L4-L5 диска.

В последующие сроки наблюдения (через шесть месяцев и один год после снятия аппарата) на обзорных спондилограммах и рентгенограммах анатомических препаратов проникающий перелом тела позвонка можно было определить только по имеющемуся сужению межтелового промежутка, соответствующего травмированному межпозвоновому диску, и ступенеобразной деформации краниальной замыкательной пластинки. Линия перелома в теле позвонка не определялась. Его структура была однородной и имела трабекулярный рисунок (рис. 4а).

Следует особо отметить, что в периоде после снятия аппарата ни в одном из наблюдений мы не выявили грубых деформаций повреждённого тела позвонка, дислокаций его краниовентрального фрагмента, а также плоскостных деформаций оперированного отдела позвоночника. На обзорных спондилограммах, выполненных во фронтальной плоскости, во все сроки наблюдения ось позвоночника сохраняла прямолинейную направленность. На сагиттальных рентгенограммах определялся физиологический пояс-

ничный лордоз.

Рентгенометрическими исследованиями установлено, что высота межтелового промежутка L4-L5 до операции составляла $2,4 \pm 0,16$ мм, к концу периода фиксации аппаратом (через 42 дня) уменьшалась до $1,9 \pm 0,19$ мм, а в отдалённом периоде после снятия аппарата достигала $1,7 \pm 0,16$ мм. Кранио-каудальные размеры измеряемых межпозвонковых отверстий на исходных рентгенограммах (до операции) составляли $7,9 \pm 0,22$ мм, а в конце периода фиксации - $6,6 \pm 0,69$ мм, что достоверно меньше. В периоде после снятия аппарата дальнейшего уменьшения межтеловых промежутков и межпозвонковых отверстий не отмечено. Продольные размеры тел повреждённых (L5) позвонков достоверно не изменялись ($p > 0,05$). Сагиттальный диаметр позвоночного канала на уровне повреждённого отдела позвоночного столба во все изучаемые сроки также оставался неизменённым.

Даже через год после снятия аппарата на анатомических препаратах передняя продольная связка сохраняла рубцовые уплотнения и была плотно спаяна с вентральной поверхностью тела позвонка. Задняя продольная связка на уровне выполненного оперативного вмешательства была не изменена. На сагиттальных распилах

деформация травмированного диска была чётко выражена. Макроскопически выявлялись снижение его высоты и замещение фиброзной тканью. Сохранялись дефект краниальной замыкательной пластинки и грыжа диска (рис. 4б).

Гистологически через месяц после снятия аппарата зона сращения фрагмента с телом позвонка определялась по мелкоячеистой структуре костной ткани. Вся центральная часть замыкательной пластинки на протяжении 5 мм была повреждена, имелись грыжи Шморля. Межпозвонковый диск был деформирован, с участками разрывов пластин фиброзного кольца. Всю область пульпозного ядра занимал волокнистый хрящ.

В отдалённые сроки наблюдения (через 3, 6, 12 месяцев после снятия аппарата) на гистопограммах линия сращения краниоventрального фрагмента с телом L5 была неразличима. Замыкательная пластинка повреждена на протяжении 3 мм. Диск деформирован, с выраженными дегенеративно-дистрофическими изменениями, проявляющимися наличием полостей, разрывом наружных пластин фиброзного кольца в вентральной части, разволокнением и расслоением пластин. Сохранялась грыжа Шморля в теле L5 (рис. 4в).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённое исследование показало, что моделируемый проникающий перелом тела позвонка подтверждается наличием патоморфологических изменений только в оперируемом сегменте позвоночного столба. Они заключаются в разрыве или расслоении пластин фиброзного кольца, повреждении замыкательной пластинки тела позвонка. При этом происходят дислокация вентрального фрагмента по ширине и высоте с образованием диастаза между ним и телом, а также деформация диска.

Аппарат, наряду с внешней стабильной фиксацией фрагментов повреждённых позвонковых сегментов, исключает дальнейшее (в периоде фиксации) усугубление дислокации образуемого краниоventрального фрагмента тела, что, в конечном итоге, является одним из наиболее

значимых факторов для репаративной регенерации после данного типа повреждения. В этих условиях к 28-42 дням определяется костно-соединительно-тканное сращение, а через один месяц после снятия аппарата, как правило, между телом позвонка и фрагментом формируется костное сращение. При этом сохраняются деформация диска, дефекты замыкательных пластинок и грыжи Шморля. Происходит фибризация диска, то есть замещение пульпозного ядра волокнистым хрящом.

Таким образом, результаты данного исследования свидетельствуют о необходимости радикальной реконструкции повреждённых сегментов позвоночного столба при данном типе его перелома.

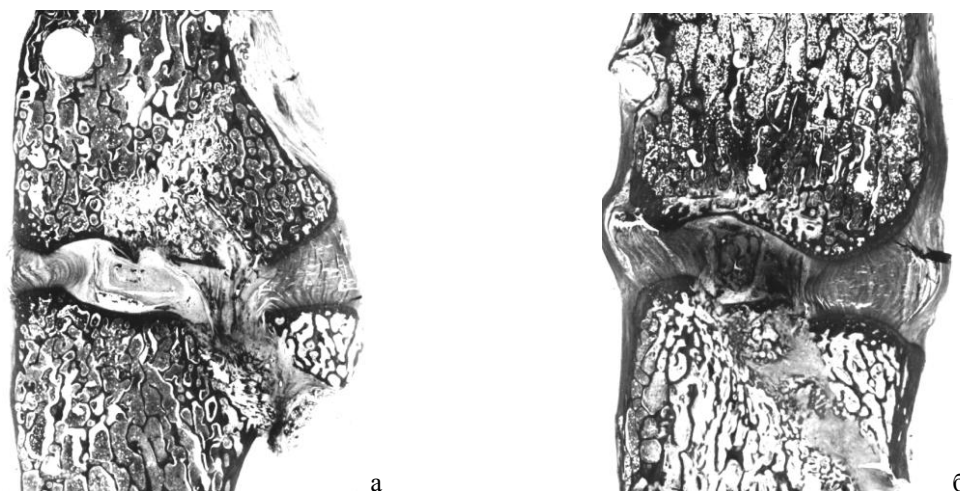


Рис. 2. Соединительно-тканное сращение фрагмента с телом позвонка; деформация повреждённого межпозвонкового диска: а) через 14 дней (собака N 5015/7164), б) через 28 дней после операции (собака N 1453/7096). Гистотопограммы. Окраска гематоксилином и эозином

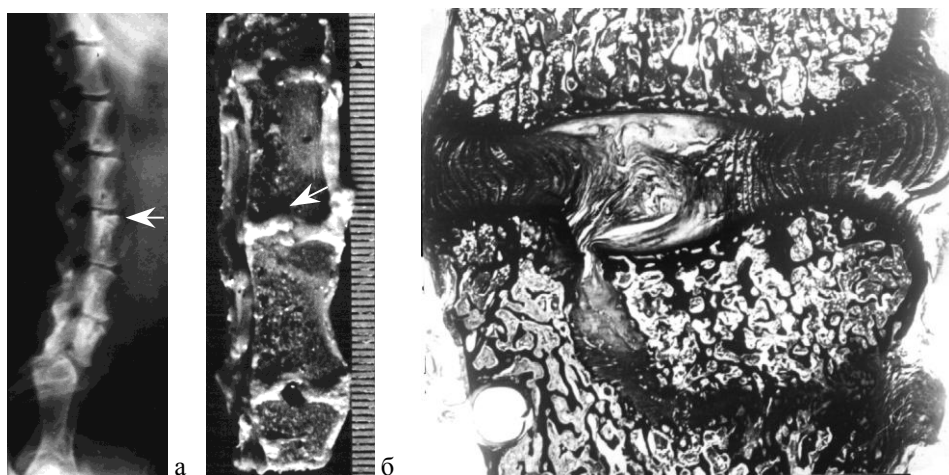


Рис. 3. Рентгеноморфологическая картина повреждённого сегмента позвоночника в конце периода фиксации аппаратом: а) значительная деформация краниальной замыкательной пластинки тела L5 позвонка и неравномерное снижение высоты межтелового промежутка L4-L5 (спондилограмма), собака № 1442/7384; б) замещение области пульпозного ядра повреждённого диска фиброзной тканью (анатомический препарат, распил в сагиттальной плоскости), собака N 1475/7174; в) - костно-соединительно-тканное сращение краниоventрального фрагмента и тела L5 позвонка (гистотопограмма, окраска гематоксилином и эозином), то же наблюдение

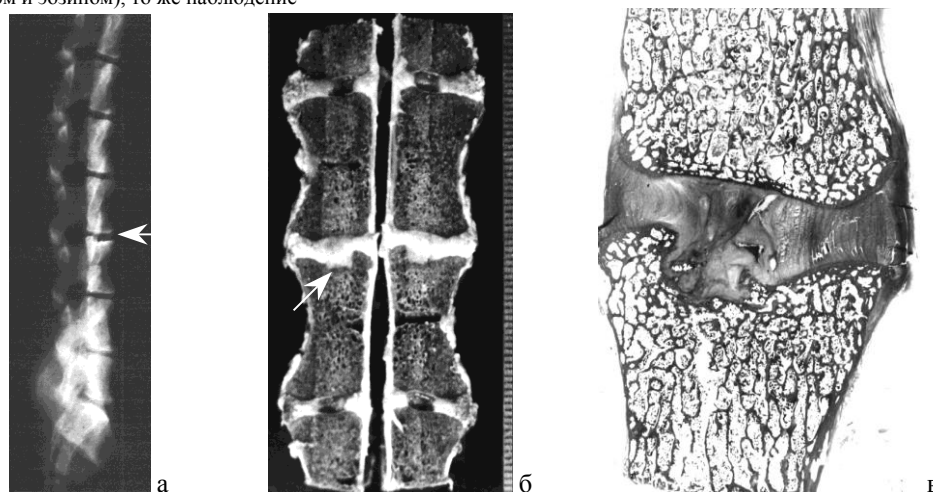


Рис. 4. Усугубление рентгеноморфологических изменений повреждённого сегмента позвоночника через год после снятия аппарата: а) уменьшение высоты межтелового промежутка и сохранение деформации повреждённой краниальной замыкательной пластинки (спондилограмма); б) замещение повреждённого диска фиброзной тканью (анатомический препарат, распил в сагиттальной плоскости); в) дегенеративные изменения в травмированном диске (гистотопограмма, окраска гематоксилином и эозином). Собака № 1442/7384

ЛИТЕРАТУРА

1. Бейдин В.Н. Компрессионные клиновидные переломы тел позвонков с повреждением краниоventрального угла // Патология позвоночника: Сб. науч. тр. - С.-Пб., 1992. - С. 19-25.
2. Горячев А.Н., Попов Л.С., Сидоров В.Ф. Опыт хирургического лечения неосложнённых повреждений шейного и грудно-поясничного отделов позвоночника // Профилактика травматизма и организация травматологической помощи в нефтяной и газовой промышленности. Диагностика и лечение неосложнённых переломов позвоночника. - М.: ЦИТО, 1983. - С. 149-154.
3. Глазырин Д.И., Лавруков А.М., Томилов А.Б. Внеочаговая стабилизация нижнегрудного и поясничного отделов позвоночника при переломах и заболеваниях // Хирургия позвоночника и спинного мозга: Сб. науч. тр. / Новокузнецкий ГИУВ, Новокузнецкий центр реабилитации инвалидов. - Новокузнецк, 1995. - С. 111-118.
4. Грунтовский Г.Х., Филиппенко В.А. Хирургическое лечение осложнённых повреждений позвоночника и их последствий // Актуальные вопросы травматол. ортопед. Сб. науч. трудов. - Екатеринбург, 1992. - С. 31-36.
5. Зильберштейн Б.М. Лечение повреждений и заболеваний позвоночника функциональными материалами и конструкциями с памятью формы: Автореф. дис... д-ра мед. наук. - СПб., 1993. - 40 с.
6. Казьмин А.И., Каплан А.В. Актуальные вопросы лечения неосложнённых переломов позвоночника // Профилактика травматизма и организация травматологической помощи в нефтяной и газовой промышленности. Диагностика и лечение неосложнённых переломов позвоночника. - М.: ЦИТО, 1983. - С. 39-47.
7. Кирсанов К.П. Экспериментальное обоснование метода чрескостного компрессионно-дистракционного остеосинтеза в вертебрологии: Дис... д-ра мед. наук. - Курган, 1997. - 298 с.
8. Никитин Г.Д. и др. Костная и металлическая фиксация позвоночника при заболеваниях, травмах и их последствиях / Г.Д. Никитин, Г.П. Салдун, Н.В. Корнилов и др. - СПб., 1998. - 448 с.
9. Лавруков А.М., Глазырин Д.И., Томилов А.Б. Возможности внеочагового остеосинтеза у больных с повреждениями и заболеваниями позвоночника // Проблемы хирургии позвоночника и спинного мозга: Тез. Всерос. науч.- практ. конф. - Новосибирск, 1996. - С. 32-33.
10. Первый опыт клинического применения аппарата внешней фиксации позвоночника у больных со свежими и застарелыми переломами поясничных позвонков / А.М. Лавруков, Д.И. Глазырин, А.Б. Томилов, В.А. Мухачев // Клиника и эксперимент в травматологии и ортопедии: Тез. докл. юбил. науч. конф. НИЦТ "ВТО". - Казань, 1994. - С. 155-157.
11. Применение аппарата наружной фиксации при лечении повреждений и заболеваний позвоночника и спинного мозга / В.И. Шевцов, А.Т. Худяев, П.И. Коваленко и др. // Тез. докл. I съезда нейрохирургов России. - Екатеринбург, 1995. - С. 320.
12. Рамих Э.А. Компрессионные "взрывные" оскольчатые переломы тел позвонков // Патология позвоночника: Сб. науч. тр. - Л., 1984. - С. 12-15.
13. 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.
14. 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.
15. Усиков В.Д. Реконструктивно-стабилизирующие вмешательства при тяжёлых повреждениях позвоночника // Травматол. ортопед. России. - 1994. - № 3. - С. 34-39.
16. Фадеев Г.И. Нестабильные повреждения позвоночника и современные принципы их лечения // Ортопед. травматол. - 1996. - № 3. - С. 8-12.
17. Цивьян Я.Л. Хирургия позвоночника. - 2-е изд., испр. и доп. - Новосибирск, 1993. - 364 с.
18. Цивьян Я.Л. и др. Репаративная регенерация тела сломанного позвонка / Я.Л. Цивьян, Э.А. Рамих, М.В. Михайловский. - Новосибирск: Наука, 1985. - 183 с.
19. Шевцов В.И., Кирсанов К.П. Теоретическое обоснование применения метода чрескостного компрессионно-дистракционного остеосинтеза в вертебрологии // Проблемы хирургии позвоночника и спинного мозга: Тез. Всерос. науч.- практ. конф. - Новосибирск, 1996. - С. 66-67.
20. Шевцов В.И., Худяев А.Т., Коваленко П.И. Новое направление в хирургии позвоночника // Клиника и эксперимент в травматологии и ортопедии: Тез. докл. юбил. науч. конф. НИЦТ "ВТО". - Казань, 1994. - С. 52-53.
21. Weber B.G., Magerl F. The external fixator AO/ASIF. Threaded rod system spine fixator. Chapters 3-7. - Berlin-New York-Tokyo: Springer-Verlag, 1985.
22. Wolter D., Kortmann H.R. Transpediculaere Spondylodese der Brust- und Lendenwirbelsäulenverletzung // Chirurg. - 1992. - Bd. 63, H. 11. - S. 866-874.

Рукопись поступила 14.05.1999.