

10. А.с. 511076 СССР. Способ устранения реберного горба /Блискунов А.И. — 1976.
11. А.с. 602168 СССР. Устройство для рассечения тканей /Блискунов А.И. — 1978.
12. А.с. 605610 СССР. Устройство для рассечения тканей /Блискунов А.И. — 1978.
13. А.с. 608526 СССР. Устройство для рассечения тканей /Блискунов А.И. — 1978.
14. А.с. 610520 СССР. Устройство для коррекции позвоночника /Блискунов А.И. — 1978.
15. А.с. 644472 СССР. Устройство для фиксации позвоночника /Блискунов А.И. — 1979.
16. А.с. 644473 СССР. Устройство для фиксации позвоночника /Блискунов А.И. — 1979.
17. А.с. 648215 СССР. Устройство для фиксации позвоночника /Блискунов А.И. — 1979.
18. А.с. 654251 СССР. Устройство для фиксации позвоночника /Блискунов А.И. — 1979.
19. А.с. 733668 СССР. Устройство для лечения переломов позвоночника /Блискунов А.И. — 1980.
20. А.с. 1727804 СССР. Устройство для фиксации позвонков. /Блискунов А.И. — 1992.
21. А.с. 1818091 СССР. Фиксатор позвоночника /Блискунов А.И. — 1993.

© Коллектив авторов, 2001

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ РАЗРАБОТКА И КЛИНИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНОЙ ВНУТРЕННЕЙ СТЕРЖНЕВОЙ ФИКСАЦИИ ТАЗОВОГО КОЛЬЦА

В.М. Шаповалов, А.К. Дулаев, А.В. Дыдыкин

Военно-медицинская академия, Санкт-Петербург

*Представлены разработанные на кафедре военной травматологии и ортопедии Военно-медицинской академии способ минимально инвазивной внутренней стержневой фиксации тазового кольца и система его реализации. Предложенная система позволяет при малой хирургической агрессии и небольшой интраоперационной кровопотере выполнять анатомически точную репозицию отломков и внутреннюю функционально-стабильную фиксацию тазового кольца в ранние сроки после травмы. При использовании данной системы у 16 пострадавших с нестабильными повреждениями таза неудовлетворительных анатомических результатов лечения, вторичных смещений костей таза под влиянием функциональной нагрузки не отмечено. Продолжительность стационарного лечения и общий срок медицинской реабилитации пострадавших с неосложненными повреждениями таза составили при абсолютно нестабильных повреждениях тазового кольца соответственно 31,5 и 51,2 дня, при синдроме вертикальной нестабильности в переднем полукольце — 27,8 и 43,4 дня.*

*The method of minimum invasive internal rod fixation of the pelvic ring elaborated at the Chair of Military Traumatology and Orthopaedics, Military Medical Academy, is presented. Suggested method allowed to perform anatomically precise fragment reposition and internal functional stable fixation of the pelvic ring by small surgical intervention and low intraoperative blood loss when fixation was performed at early terms after trauma. In 16 patients with unstable pelvic injuries treated by that method neither unsatisfactory anatomic outcomes nor secondary displacement of pelvic bones under the functional load were noted. In uncomplicated pelvic injuries the duration of hospital treatment and medical rehabilitation was 31.5 and 51.2 days, respectively. In syndrome of vertical instability of the anterior semi-ring was 27.8 and 43.4 days, respectively.*

Лечение пострадавших с нестабильными повреждениями тазового кольца остается актуальной проблемой травматологии и военно-полевой хирургии [1]. Появившиеся хирургические технологии стабилизации тазового кольца более эффективны, чем консервативный метод, однако их применение в большинстве центров ограничивается внешней фиксацией аппаратами [3, 6]. По мнению большинства хирургов, этот способ не обеспечивает достаточно стабильной фиксации, характеризуется высокой частотой неудовлетворительных анатомических и функциональных исходов, низкой комфортностью, значительными сроками стационарного лечения и медицинской реабилитации

[2, 4, 7]. Это заставляет специалистов шире использовать преимущества внутренней стабилизации таза. Однако она, как правило, весьма травматична, сопровождается большой кровопотерей, требует обширных хирургических доступов, сопряжена с повышенным риском повреждения крупных сосудистых и нервных структур и в силу изложенного практически неприменима в ранние сроки после травмы у большинства пострадавших [1, 3]. Все это делает актуальной разработку таких способов внутренней стабилизации тазового кольца, которые наряду с простотой выполнения характеризовались бы малой травматичностью. Последнему требованию отвечает чрескожная фиксация крест-

цово-подвздошных сочленений винтами, крестцовыми стержнями. Но, по данным ряда авторов [4–7], эти способы при всех их преимуществах имеют и существенные недостатки, главными из которых являются техническая сложность, отсутствие универсальности для различных вариантов повреждений таза, ограниченность показаний к применению, недостаточная функциональная стабильность, а также высокая частота осложнений.

Настоящее исследование имело целью на основании опытно-конструкторской разработки, биомеханических испытаний и клинической апробации предложить новый способ и систему минимально инвазивной фиксации таза, а также сформулировать рекомендации по их применению.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование включало два этапа. На первом этапе были проведены опытно-конструкторская разработка и биомеханическое обоснование оригинальной стержневой системы для минимально инвазивного остеосинтеза тазового кольца, на втором этапе — клиническая апробация предложенной системы.

Эффективность стабилизации тазового кольца при помощи стержневой системы изучалась в ходе стендовых биомеханических испытаний. При планировании исследований мы использовали разработанную на кафедре военной травматологии и ортопедии ВМА классификацию нестабильных повреждений таза, в соответствии с которой были выделены два вида нестабильности, требующие хирургической коррекции: синдром вертикальной нестабильности в переднем полукольце таза и синдром абсолютной нестабильности. Модель повреждения таза с синдромом вертикальной нестабильности в переднем полукольце создавали путем резекции обеих ветвей лонной кости на протяжении 1 см, пересечения крестцово-бугорных, крестцово-остистых и передних крестцово-подвздошных связок с одной стороны. Для получения модели абсолютно нестабильного повреждения тазового кольца разрушали ветви лонной кости, затем с одной или с обеих сторон — крестцово-подвздошные, подвздошно-поясничные, крестцово-остистые и крестцово-бугорные связки. После воспроизведения повреждений тазовое кольцо стабилизировали системой минимально инвазивной фиксации и подвергали нагрузкам, векторы сил которых располагались коллинеарно основным осям тела человека (сагиттальной, вертикальной и горизонтальной). В результате моделировались передние, задние, вертикальные смещения в переднем и заднем полукольце таза, а также наружная и внутренняя ротация тазовых костей. Определяли при помощи микрометра линейные размеры смещений как под действием нагрузки, так и после ее прекращения.

Были проведены 4 серии экспериментов (каждая на 10 костно-связочных нефиксированных препаратах таза, полученных от трупов людей обо-

пола в возрасте от 38 до 53 лет): на модели вертикальной нестабильности таза в переднем полукольце, на модели вертикальной нестабильности таза в переднем полукольце с формированием нестабильного костного сектора (в результате остеотомии ветвей обеих лонных костей), на моделях одно- и двусторонней абсолютной нестабильности таза.

При выполнении стендовых испытаний на моделях вертикальной нестабильности в переднем полукольце винты стержневой системы вводили в область угла верхней ветви лонной кости и в нижнюю переднюю подвздошную ость, использовали соединительные стержни диаметром 5,5 мм, длиной 115, 100 и 85 мм.

На моделях абсолютно нестабильных повреждений таза исследовали компоновки системы, фиксирующие изолированно заднее полукольце таза и одновременно стабилизирующие оба полукольца.

Заднее полукольце скрепляли путем создания одной или двух «стяжек» при введении винтов в задние отделы гребня подвздошной кости, причем угол введения верхних винтов по отношению к горизонтальной плоскости варьировал от 0 до 90° (0, 45 и 90°), а длина соединительных стержней — от 130 до 160 мм (130, 145 и 160 мм). Для усиления конструкции применяли поперечные стержни, позволявшие создавать единую трапециевидную раму.

При воспроизведении двусторонних абсолютной нестабильных повреждений таза на верхних «стяжках» в заднем полукольце дополнительно устанавливали один или два винта, которые транспедикулярно проводили в тело L5 или S1 позвонка. При оценке смещений использовали критерии, рекомендованные J. Matta и P. Tornetta (1996) и S. Majeed (1990). Предельно допустимыми во всех сериях считали нагрузки, не вызывающие смещений в области лонного симфиза более 5 мм, а в области крестцово-подвздошного сочленения — 3 мм.

С 1997 по 2000 г. предложенная система фиксации была применена у 16 пострадавших, в том числе у 11 с абсолютно нестабильными повреждениями таза и у 5 с синдромом вертикальной нестабильности в переднем полукольце. Возраст пациентов колебался от 22 до 57 лет (в среднем  $30,1 \pm 7,4$  года). Преобладали мужчины (10 человек).

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При создании фиксатора мы сформулировали следующие принципы «минимально инвазивной» фиксации тазового кольца:

1) фиксация должна выполняться предельно малотравматично, из ограниченных разрезов, по возможности из проколов кожи, полукрытым методом;

2) сопоставление отломков должно проводиться закрытым непрямым путем, при необходимости — с помощью внешних съемных репозиционных устройств. Анатомическая точность репозиции должна быть достаточной для устранения укорочения конечностей, переднезадних смещений тазовых

костей, а также для создания контакта между отломками в заднем полукольце на максимальной площади с восстановлением правильной конфигурации тазового кольца;

3) следует добиваться такой стабильности фиксации, которая позволяла бы рано начать реабилитационное лечение и, как минимум, полностью активизировать пострадавшего в постели. Допустимо снижение функциональной стабильности фиксации, если при этом достигается уменьшение травматичности, операционного риска и упрощение методики хирургического вмешательства. Вместе с тем величина межотломковой компрессии в заднем полукольце является принципиальной характеристикой способа фиксации таза, определяющей объем внутренней кровопотери. Согласно мнению большинства специалистов, значение этого показателя следует приближать к 300–345 Н;

4) необходимо использовать конструкции, основанные на чрескостном введении винтов, причем располагать их связующие элементы в межмышечных промежутках и щелях. Такой подход позволяет исключить давление имплантата на надкостницу, нарушение кровообращения и дополнительную травматизацию мягких тканей в зоне перелома, а также значительно уменьшить хирургическую агрессию и интраоперационную кровопотерю;

5) большое разнообразие нестабильных повреждений таза, анатомо-топографические особенности этой области требуют весьма универсальной системы минимально инвазивной фиксации таза. Вместе с тем она должна быть высокотехнологичной для стандартизации оказания медицинской помощи пострадавшим, повышения ее эффективности. Нам представляется, что этим требованиям удовлетворяют имплантаты на основе стержней, которые при обеспечении адекватной жесткости металлической конструкции и достаточной прочности фиксации можно хорошо моделировать по форме и подгонять по размерам.

В результате опытно-конструкторских разработок и стендовых биомеханических исследований на костно-связочных препаратах таза была предложена система внутренней стержневой минимально инвазивной фиксации тазового кольца при его нестабильных повреждениях (положительное решение о выдаче патента РФ № 99110639 от 17.05.99), отвечающая перечисленным принципам.

Данная система состоит из следующих элементов: спонгиозных винтов с конусной резьбой диаметром от 4,5 до 7,5 мм и длиной от 30 до 50 мм, прижимных шайб, фиксирующих гаек, соединительных и поперечных стержней. Прижимные шайбы благодаря наличию сферической зенковки позволяют жестко фиксировать винт под разными углами — до 35° к плоскости системы и выполняют роль связующих узлов, соединяющих спонгиозные винты со стержнями в единую конструкцию, как правило, в виде «стяжки» или трапециевидной рамы.

Анализ результатов стендовых экспериментов позволяет считать применение внутренней стержневой системы для остеосинтеза фрагментов ветвей лонных костей при наличии синдрома вертикальной нестабильности в переднем полукольце таза достаточно надежным и эффективным способом. При достижении смещения отломков в 5 мм величина внешнего усилия в среднем составляла  $252 \pm 5$  Н. Вместе с тем при проведении хирургического вмешательства для повышения прочности фиксации следует по возможности стремиться к уменьшению длины соединительного стержня. Это может быть достигнуто за счет использования оптимальных мест введения винтов, каковыми, по нашему мнению, являются угол верхней ветви лонной кости и нижняя передняя подвздошная ость.

Исходя из данных биомеханических испытаний, в случае абсолютно нестабильных повреждений таза при выполнении фиксации внутренней стержневой системой необходимо руководствоваться следующим правилом: полное отсутствие патологической подвижности тазовых костей возможно только после стабилизации как заднего, так и переднего полукольца таза. Однако скрепление заднего полукольца таза стержневой системой в виде двух «стяжек», особенно при замыкании их в трапециевидную раму поперечными стержнями или при дополнительном проведении транспедикулярных винтов, позволяет достичь значительно большей стабильности в переднем полукольце и перевести абсолютно нестабильное повреждение в повреждение с остаточной наружной ротационной нестабильностью. Таким образом, внутренняя стержневая система в некоторых компоновках способна выполнять функцию крестцово-бугорных и крестцово-остистых связок. Это дает возможность при лечении пострадавших с тяжелой сочетанной травмой, в том числе сопровождающейся повреждением внутренних органов, уже после проведения фиксации заднего полукольца достичь достаточно высокой стабильности таза и отложить окончательную фиксацию на некоторое время. Важное значение для стабильности фиксации имеет угол введения винтов в крылья подвздошных костей в заднем полукольце таза по отношению к горизонтальной плоскости. Расположение винтов в горизонтальной плоскости дает наименьшую прочность фиксации, равную  $205 \pm 5$  Н, а в вертикальной плоскости — наибольшую —  $372 \pm 2$  Н. Промежуточный вариант (под углом 45°) характеризуется средними значениями —  $295 \pm 4$  Н.

На моделях абсолютной нестабильности тазового кольца, в том числе и двусторонней, использование внутренней стержневой системы позволяло получить высокую степень стабилизации таза практически во всех изученных компоновках: предельно допустимые нагрузки составляли в среднем  $325 \pm 5$  Н.

**Показаниями к применению внутренней стержневой системы мы считали закрытые ротацион-**

но нестабильные повреждения таза, включающие переломы верхней и нижней ветвей одной или обеих лонных костей, а также абсолютно нестабильные повреждения.

*Стабилизация переднего полукольца таза*

Делали разрез кожи, подкожной жировой клетчатки и фасций над передней нижней подвздошной остью на стороне повреждения и лонным симфизом длиной 1,5–4 см каждый. Расслаивая мыш-

цы, вкручивали винты. На стержни винтов помещали прижимные шайбы и гайки. Корнцангом формировали подкожный канал, соединяющий места введения винтов, так, чтобы бедренная вена, артерия и нерв оказались ниже, а семенной канатик у мужчин (круглая связка у женщин) — выше него. Через канал подкожно проводили стержень, концы которого помещали в прижимные шайбы. Используя внешнее репозиционное устройство, устраняли смещения отломков, после чего систему

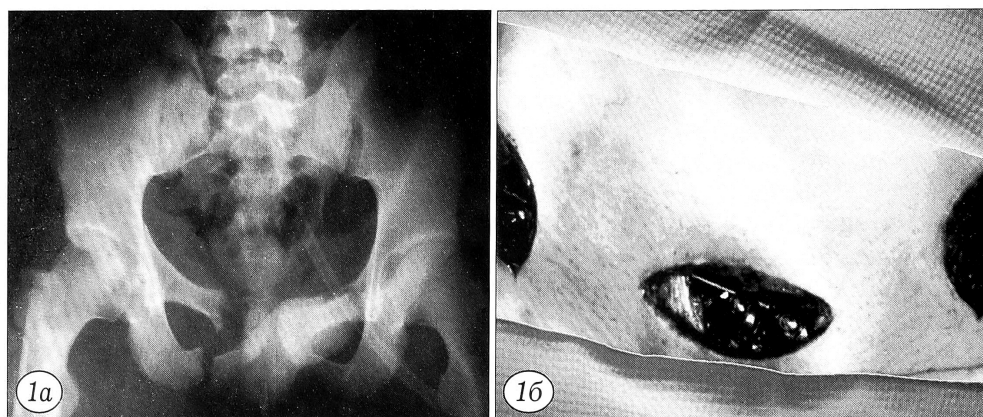
жестко фиксировали гайками (рис. 1).

Если переломы ветвей лонных костей сопровождались разрывом лонного симфиза, для его фиксации применяли накостные опоры системы в виде одной или двух реконструктивных пластин с 3–5 отверстиями (рис. 2).

*Стабилизация заднего полукольца таза*

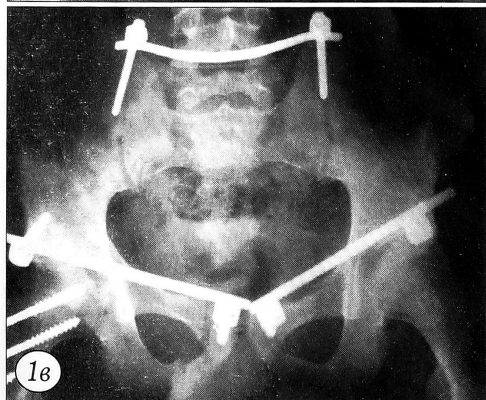
В зависимости от варианта повреждения придерживались разных подходов: 1) фиксация одной или двумя «стяжками», при необходимости с применением поперечных штанг, замыкающих трапециевидную раму, и введением винтов в крылья подвздошных костей; 2) фиксация тазовой кости к позвоночнику и/или к крестцу путем проведения винтов в крыло подвздошной кости и транспедикулярно в тела нижних поясничных и/или верхних крестцовых позвонков.

Кость обнажали только в месте введения винтов на протяжении 2–4 см. В случае необходимости дополнительно осуществляли доступ к остистым отросткам позвонков и их резекцию на уровне проведения стержня. Затем корнцангом формировали



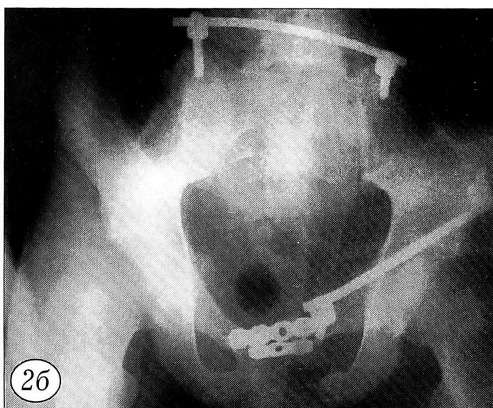
**Рис. 1.** Пострадавший 19 лет с абсолютно нестабильным повреждением таза: закрытым переломом ветвей обеих лонных костей, разрывом левого крестцово-подвздошного сочленения, переломом правой боковой массы крестца. Произведена фиксация внутренней стержневой системой.

*а* — рентгенограмма таза при поступлении больного в клинику; *б* — внешний вид внутренней стержневой системы после стабилизации переднего полукольца; *в* — рентгенограмма таза после выполнения внутренней стержневой фиксации.



**Рис. 2.** Пострадавший 27 лет с абсолютно нестабильным повреждением таза: закрытым переломом ветвей левой лонной кости и левой боковой массы крестца. Произведена фиксация тазового кольца с использованием накостных опор.

*а* — компьютерная томограмма таза при поступлении больного в клинику; *б* — рентгенограмма таза после оперативного лечения.

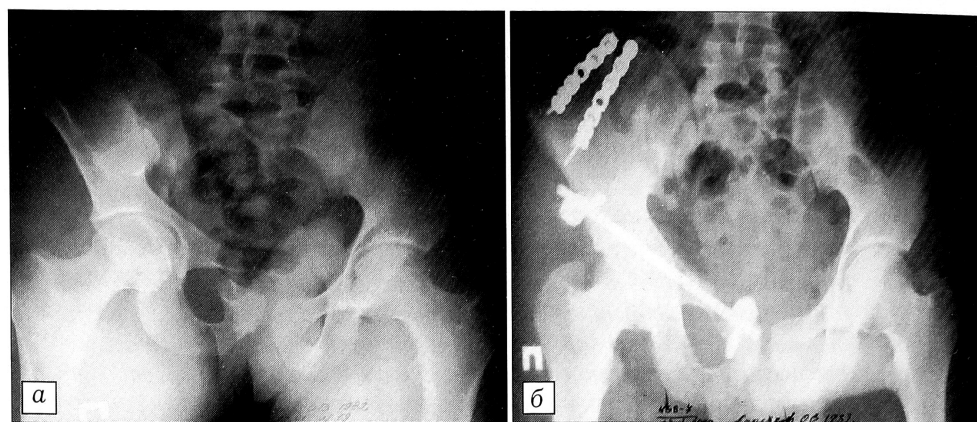


канал под длинными мышцами спины над крестцом, позвоночником или, если производили остеосинтез крыла подвздошной кости, под кожей над ее гребнем. Через подготовленный канал проводили отмоделированный по форме стержень; ориентируясь на него, вкручивали винты, затем собирали конструкцию, используя прижимные шайбы и поперечные штанги. С помощью внешнего репозиционного устройства сопоставляли отломки до приемлемого их положения и жестко фиксировали систему гайками (рис. 3).

По нашему мнению, применять технологию минимально инвазивной фиксации тазового кольца внутренней стержневой системой предпочтительно после выведения пациента из тяжелого состояния, коррекции посттравматических нарушений гомеостаза, нормализации функций жизненно важных органов и систем. У пострадавших с тяжелой сочетанной травмой, нестабильной гемодинамикой для стабилизации таза мы использовали внешние аппараты, а затем, чаще через 10–14 сут, при отсутствии противопоказаний заменяли их на внутреннюю стержневую систему. У пострадавших со стабильной гемодинамикой и без повреждений внутренних органов внутреннюю стержневую фиксацию выполняли первично, в структуре неотложных хирургических мероприятий. В среднем продолжительность оперативного вмешательства с использованием данной методики составляла 1 ч 30 мин (от 40 мин до 2 ч), интраоперационная кровопотеря равнялась 70–120 мл.

После выполнения стабильно-функциональной фиксации таза по описанным выше схемам пострадавшим разрешали самостоятельно поворачиваться в постели, лежать на боку и животе со 2–4-х суток после операции, назначали лечебную гимнастику, включавшую пассивные и активные движения в тазобедренных суставах. Через 2–3 нед при отсутствии противопоказаний со стороны других органов и систем пациентов поднимали и разрешали ходить с помощью костылей, не нагружая поврежденную сторону таза в течение периода консолидации переломов. Металлические конструкции удаляли через 1–1,5 года после травмы.

Из осложнений послеоперационного периода следует отметить образование пролежня над элементами конструкции у одного больного, что было связано с погрешностью предоперационного пла-



**Рис. 3.** Пострадавший 17 лет с абсолютно нестабильным повреждением таза: закрытым переломом обеих ветвей правой лонной кости, полным вертикальным переломом крыла правой подвздошной кости со смещением отломков. Произведена внутренняя стабилизация таза с использованием двух реконструктивных пластин и минимально инвазивной стержневой системы.

*a* — рентгенограмма таза при поступлении больного в клинику;  
*б* — после оперативного лечения.

нирования, а также миграцию соединительного стержня в одном случае вследствие нарушения технологии монтажа системы.

Неудовлетворительных анатомических результатов оперативного лечения, вторичных смещений костей таза под влиянием функциональной нагрузки отмечено не было. Продолжительность стационарного лечения и общий срок медицинской реабилитации пострадавших с неосложненными переломами таза составили при абсолютно нестабильных повреждениях тазового кольца соответственно 31,5 и 51,2 сут, при наличии синдрома вертикальной нестабильности в переднем полукольце — 27,8 и 43,4 сут.

Таким образом, первые результаты лечения нестабильных повреждений таза с помощью предложенной внутренней стержневой системы фиксации позволяют говорить о перспективности более широкого клинического применения этой новой технологии минимально инвазивного остеосинтеза.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Allen C.F., Goslar P.W., Barry M., Christiansen T. // *Am. J. Surg.* — 2000. — Vol. 66, N 8. — P. 735–738.
2. Biewener A., Holch M., Muller U. et al. // *Unfallchir.* — 2000. — Bd 103, N 2. — S. 137–143.
3. Holz U., Weller S., Borell-Kost S. // *Chirurg.* — 1982. — Bd 53, N 4. — S. 219–224.
4. Routt M.L., Kregor P.J., Simonian P.T., Mayo K.A. // *J. Orthop. Trauma.* — 1995. — Vol. 9, N 3. — P. 207–214.
5. Routt M.L., Simonian P.T., Mills W.J. // *Ibid.* — 1997. — Vol. 11, N 8. — P. 584–589.
6. Shuler T.E., Boone D.C., Gruen G.S., Peitzman A.B. // *J. Trauma.* — 1995. — Vol. 38, N 3. — P. 453–458.
7. Stockle U., Going T., Konig B. et al. // *Unfallchir.* — 2000. — Bd 103, N 8. — S. 618–625.