

ЛАБОРАТОРНЫЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 616.71:616.13]-001.5.-089.84:620.3

А.В. Штейнле*, **Г.П. Хандорин****, **Е.В. Гаврилин***,
Г.И. Дубов**, **Е.С. Цепляев****, **В.И. Мазин****,
К.Ю. Дудузинский*, **Л.А. Штейнле***,
Л.Р. Мустафина*, **Т.М. Коботаева***, **В.Н. Сунцов***,
Ю.В. Роговская*, **Л.А. Ефтеев***, **Б.В. Бодоев***

E-mail: steinle@mail.tomsknet.ru

ЧРЕСКОСТНЫЙ ОСТЕОСИНТЕЗ И НАНОТЕХНОЛОГИИ В ЛЕЧЕНИИ СОЧЕТАННЫХ ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ КОСТНО-АРТЕРИАЛЬНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ

* Томский военно-медицинский институт;

** Томский атомный центр

В современных локальных конфликтах боевые повреждения конечностей достигают 70-75% санитарных потерь [2-8, 16]. Обширные огнестрельные повреждения мягких тканей конечностей составляют в этой группе 40%, а сочетанные огнестрельные костно-артериальные повреждения, по данным различных авторов, в пределах от 11 % до 54% [9, 19, 20, 23, 25, 26, 28, 29, 32, 33]. Лечение данной категории раненых является сложным и длительным, сопровождается частым развитием осложнений и нередко приводит к неудовлетворительным результатам [9, 19, 20, 30]. Летальность на этапах эвакуации со времен Великой Отечественной войны снизилась с 11,8% до 1,4% в мирное время в наши дни [24]. Если количество ампутаций во Второй мировой войне [9, 27] и в начальный период войны США в Корее (1950-1953 гг.) – 49% случаев [2, 3], то в конце войны – уже 13%, а во время войны во Вьетнаме (1965-1973 гг.) снизилось до 8%, в первые годы войны в Афганистане по опыту советской военной медицины (1979-1989 гг.) – 13,9% [23], во время войны США в Ираке (2004-2006 гг.) – 6,6-9,3% [25, 26].

Если основным методом хирургического лечения

огнестрельных повреждений артерий во Вторую мировую войну была перевязка ранений сосудов [11], то современная военно-медицинская доктрина промышленно развитых государств в отношении лечения ранений сосудов практически однотипна; она исходит из опыта локальных войн и рассчитана на рутинное использование авиасанитарной эвакуации [2-8, 21, 30, 32, 33]. При условии ранней доставки перевязка артерии даже не упоминается в «Указаниях по военно-полевой хирургии» США с 1988 года в числе возможных ангиохирургических вмешательств [22]. Согласно «Указаниям по военно-полевой хирургии» Великобритании 1985 года, разрешена лишь перевязка глубокой артерии бедра, одной из артерий предплечья и голени [30]. Военные хирурги ФРГ наиболее категоричны. В их указаниях с 1980 года перевязка артерии любой локализации считается профессиональной ошибкой [31, 34]. Однако хирурги стран НАТО весьма пессимистичны в отношении возможностей восстановления сосудов в ходе полномасштабной войны с большим количеством раненых, многоэтапной эвакуацией и недостаточным медицинским снабжением. В таких условиях, по их мнению, оптимальной будет ампутация конечности, так как предпринимаемые перевязки артерий будут сопровождаться гангреной в 45-85% случаев [22, 26, 31, 32, 33].

Значительным этапом в развитии хирургии повреждений конечностей стала разработка и внедрение метода чрескостного остеосинтеза. Надежная иммобилизация, возможность репозиции, наблюдения за раной, выполнения пластических операций, в том числе и на сосудах, и мобильность пострадавших делают данный способ наиболее перспективным при костно-артериальных ранениях. Тем не менее, если в устранении дефектов диафизов длинных костей метод возбуждения дистракционного регенерата на основе чрескостного остеосинтеза позволил излечить и вернуть качество жизни многим раненым и пострадавшим, то, к сожалению, возможности применения эффекта «напряжения растяжения» в устранении сочетаний огнестрельных дефектов сосудов и костных дефектов конечностей не нашёл применения. При обширных дефектах артерий (более 2-3 см) рекомендуют производить аутопластику с использованием реверсированного отрезка большой подкожной вены неповреждённой конечности и искусственное протезирование [2, 3, 16, 18]. В полевых условиях это не всегда выполнимо, особенно при множественных ранениях конечностей и при отсутствии искусственных протезов.

Таким образом, увеличение количества сочетанных огнестрельных костно-артериальных повреждений конечностей в структуре санитарных потерь в последние десятилетия и оставляющие желать лучшего результаты лечения этой категории раненых заставляют вести поиск новых способов лечения данной категории раненых.

Поэтому целью нашего исследования явилась экспериментальная разработка хирургической тактики по устранению костно-артериальных дефектов более 3 см при сочетанных огнестрельных костно-артериальных повреждениях конечностей путем одномоментного оперативного восстановления анатомической целостности и функции конечности на основе чрескостного остеосинтеза, изучить особенности гемодинамики в различные сроки послеоперационного периода, оценить и провести коррекцию патофизиологических изменений, влияющих на кровоток и костеобразование в восстанавливаемом сегменте конечности.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование выполнено в соответствии с «Европейской конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей», согласно «Правилам проведения работ с использованием экспериментальных животных» (приказ МЗ СССР №755 от 12.08.1987 г.), и с Федеральным законом о защите животных от жестокого обращения от 01.01.1997 г., а также Директивой 86/609 ЕЭС, основанной на тексте соглашения Dr. Robert Hubrecht, Current EU Legislation Controlling Animal Experiments. Материалом явились 36 взрослых беспородных собак с массой тела от 20 до 40 кг и длиной бедра не менее 18 см. Под внутривенным наркозом 10% раствора тиопентала натрия из расчета 25 мг/кг массы тела выполняли венесекцию большой подкожной вены, устанавливали катетер, осуществляли интубацию трахеи. Наркоз поддерживали внутривенным введением кетамин гидрохлорида из расчета 1,0-1,2 мг/кг.

Модель сочетанного костно-артериального огнестрельного повреждения бедра получали выстрелом в упор из пистолета «Марголин» патронами калибра 5,6 мм. Через 6-8 секунд после ранения выполняли пальцевое прижатие бедренной артерии для остановки кровотечения, тотчас выше раны накладывали кровоостанавливающий жгут, асептическую повязку, осуществляли иммобилизацию подручными средствами. Через 1-1,5 часа после ранения в условиях некомпенсированной ишемии по В.А. Корнилову [2, 12, 17, 18] выполняли контроль жгута, после чего приступали к первичной хирургической обработке сочетанного огнестрельного костно-артериального повреждения, которая являлась по своей сущности первичной реконструктивно-восстановительной операцией. Она состояла из двух этапов (Патент на изобретение № 2349282 от 20.03.2009 г.). Первый этап – остеосинтез огнестрельного перелома бедра. Но прежде для профилактики дальнейшего развития ишемии выполняли временное восстановление кровотока. После ослабления жгута и прижатия поврежденной бедренной артерии на протяжении выше раны ее обнажали широким доступом, независимо от хода раневого канала и предстоящих разрезов первичной хирургической обработки и накладывали на нее резиновый турникет. Таким же образом поступали с артерией дистальнее раны. Далее приступали к обнажению артерии на уровне ранения. Просвет самой поврежденной артерии очищался от тромбов. При сочетанных огнестрельных костно-артериальных повреждениях конечностей применяемая нами техника временного восстановления кровотока отличалась от рекомендуемой методики временного протезирования для двухэтапного лечения. Отличий было два: 1) трубка соответствующего сосуду диаметра закреплялась резиновыми турникетами, которые не повреждали сосудистую стенку; 2) применялись не линейные, а длинные петлеобразно изогнутые протезы, что позволяло далее безопасно проводить остеосинтез и другие манипуляции. Остеосинтез: через проксимальный и дистальный отломки перекрестно проводили спицы с оригинальной заточкой (патент на полезную модель № 59394 – спица для остеосинтеза), которые фиксировали на дуговых и кольцевых металлических опорах с натяжением. Данные опоры соединяли между собой стержнями со сплошной нарезкой, в которых развивали компрессионные усилия до стыковки отломков, на которых при необходимости выполняли краевую резекцию. Это приводило к гофрированию-укорочению сегмента до 20% его длины, что позволяло позже свести до контакта концы поврежденной бедренной артерии. **Второй этап – сосудистый шов.** Перед наложением сосудистого шва иссекали только явно нежизнеспособные окружающие ткани, удаляли мелкие костные осколки, инородные тела и сгустки крови. При анализе объема последних было установлено, что кровопотеря у всех животных составляла $198 \pm 14,6$ мл. На центральный и периферический концы артерии накладывали зажимы Сатинского. Снимали резиновые турникеты, удаляли протез. Иссекали поврежденные участки концов артерии до 1,0-1,5 см на каждом. Концы артерии после иссечения адаптировали для последующего наложения сосудистого шва, чтобы

вичной хирургической обработки и накладывали на нее резиновый турникет. Таким же образом поступали с артерией дистальнее раны. Далее приступали к обнажению артерии на уровне ранения. Просвет самой поврежденной артерии очищался от тромбов. При сочетанных огнестрельных костно-артериальных повреждениях конечностей применяемая нами техника временного восстановления кровотока отличалась от рекомендуемой методики временного протезирования для двухэтапного лечения. Отличий было два: 1) трубка соответствующего сосуду диаметра закреплялась резиновыми турникетами, которые не повреждали сосудистую стенку; 2) применялись не линейные, а длинные петлеобразно изогнутые протезы, что позволяло далее безопасно проводить остеосинтез и другие манипуляции. Остеосинтез: через проксимальный и дистальный отломки перекрестно проводили спицы с оригинальной заточкой (патент на полезную модель № 59394 – спица для остеосинтеза), которые фиксировали на дуговых и кольцевых металлических опорах с натяжением. Данные опоры соединяли между собой стержнями со сплошной нарезкой, в которых развивали компрессионные усилия до стыковки отломков, на которых при необходимости выполняли краевую резекцию. Это приводило к гофрированию-укорочению сегмента до 20% его длины, что позволяло позже свести до контакта концы поврежденной бедренной артерии. **Второй этап – сосудистый шов.** Перед наложением сосудистого шва иссекали только явно нежизнеспособные окружающие ткани, удаляли мелкие костные осколки, инородные тела и сгустки крови. При анализе объема последних было установлено, что кровопотеря у всех животных составляла $198 \pm 14,6$ мл. На центральный и периферический концы артерии накладывали зажимы Сатинского. Снимали резиновые турникеты, удаляли протез. Иссекали поврежденные участки концов артерии до 1,0-1,5 см на каждом. Концы артерии после иссечения адаптировали для последующего наложения сосудистого шва, чтобы

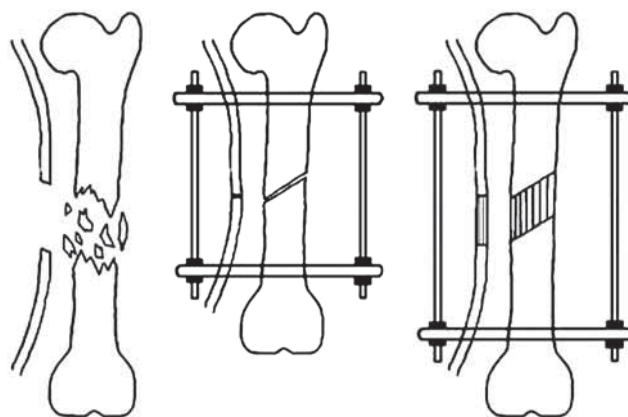


Рис. 1. Сопоставление костных отломков с укорочением и сшивание поврежденной артерии после огнестрельного костно-артериального ранения с последующим восстановлением кости и артерии за счет возбуждения дистракционного регенерата

они были конгруэнтны, а избытки адвентиции не попадали в просвет сосуда. Неоднократно смачивали концы сосуда гепарином. Костные отломки, сопоставленные с укорочением конечности и уже стабилизированные в аппарате чрескостного остеосинтеза, позволяли сшить циркулярным сосудистым швом центральный и периферический концы артерии без натяжения под углом до $50-60^\circ$ по отношению к поперечному сечению сосуда без натяжения и гофрирования (рис. 1). Восстановление кровотока проверяли путем снятия сосудистого зажима прежде с периферического конца артерии, затем – с центрального (см. рис. 2, обложка 3). По окончании операции область сосудистого шва прикрывалась мышечными тканями. Для осуществления в послеоперационном периоде проточно-промывного дренирования и исследования дренажного отделяемого к области огнестрельного ранения устанавливали дренажные трубки. Закрепление образовавшейся после хирургической обработки раны осуществляли 2 вариантами в 2 группах с равным количеством животных: 1) марлевыми салфетками, пропитанными водорастворимыми мазями или 2) асептической абсорбирующей повязкой на основе наноструктурированного терморасширенного графита. Выполняли противовоспалительную блокаду (по И.И. Дерябину – А.С. Рожкову) [15] путем введения в окружность раны 0,25% раствора новокаина – 100 мл, 90 мг преднизолона, 30000 ЕД контрикала, цефазолин 1 г. По показаниям во временном промежутке 2-12 суток рану ушивали первичными отсроченными, вторичными ранними или же вторичными поздними швами. В первые дни после операции проводили профилактику тромбообразования введением гепарина в дозе 100 мг/сут в течение 2 суток. Далее дозу снижали: на третьи сутки – до 50 мг/сут., на четвертые – до 10 мг/сут., после чего введение прекращали. Через 10 суток после операции начинали восстановление длины сегмента конечности возбуждением дистракционных усилий между состыкованными костными отломками в системе «аппарат чрескостного остеосинтеза – конечность» со скоростью $0,25\text{ мм} \times 4$ раза в сутки. Раннее начало дистракции позволяло быстрее осуществить восстановление длины – анатомии бедра, следовательно, в более короткие сроки устранить гофрирование мягких тканей поврежденного сегмента и улучшить трофику конечности. Сроки дистракции зависели от дефекта тканей сегмента конечности. В среднем размеры дефекта составляли $34 \pm 6,20$ мм. После восстановления длины сегмента конечности аппарат чрескостного остеосинтеза переводили в режим стабилизации до окончания формирования костного дистракционного регенерата, что завершалось к 120-м суткам, поэтому аппарат в этот срок демонтировали. Животные выводились из опыта путем передозировки наркотических препаратов.

Для характеристики консолидации огнестрельного перелома, восстановления проходимости арте-

рии и течения раневого процесса на 1-10, 15, 30, 60, 120-е сутки и 1 год после огнестрельного ранения проводили морфологические, цитологические, рентгенографические и ультразвуковые доплерографические исследования.

Статистическая обработка результатов исследования осуществлялась с применением методов статистического анализа, используемых в биологии и медицине, с помощью пакета прикладных программ Statistica, v.6. Показатели приведены в их среднем значении со стандартным отклонением: $\bar{X} \pm \sigma$. Статистическую значимость различий анализировали с помощью непараметрического парного критерия Вилкоксона для парных сравнений при повторных измерениях (частный случай критерия Фридмана при ранговом дисперсионном анализе для множественных сравнений). Для оценки статистической значимости различий несвязанных выборок применяли критерий Манна-Уитни (U).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Рентгенологическая картина поврежденных конечностей в 1-е сутки у всех животных соответствовала нанесенной огнестрельной травме, характеризовалась четкостью контуров отломков и осколков костей.

Макропрепараты бедренной кости в 1-е сутки после огнестрельных переломов характеризовались большим количеством свободных и связанных с мягкими тканями костных осколков (см. рис. 3, обложка 3). Дефекты костей превышали 3 см и составляли $1/5-1/6$ длины бедренной кости. При гистологическом исследовании между концами отломков в параоссальных тканях отмечались сгустки фибрина, свернувшейся крови и множество мелких костных осколков. Надкостница у линии перелома была отслоена и разволокнена. Костный мозг в области концов отломков оказывался некротизированным на расстоянии до 1 см.

Макроскопически повреждения сосудов у всех животных сопровождались образованием истинного дефекта длиной $14 \pm 0,57$ мм, а также последующим диастазом между разошедшимися концами сосуда до $39,06 \pm 2,83$ мм как следствие проведенного иссечения и большой эластичности образующих сосуд тканей. Видимые снаружи макроскопические изменения центрального и периферического концов сосудов составляли до $2,87 \pm 0,42$ мм. При осмотре просвета сосуда и микроскопическом исследовании определялось повреждение интимы на протяжении до $12,87 \pm 1,42$ мм, мышечной оболочки – до $6,50 \pm 0,42$ мм, адвентиции – до $3,22 \pm 0,46$ мм. При изучении макропрепаратов после восстановления кровотока на внутренней стенке в области шва обнаруживался фибрин. По-видимому, для его отложения требовалось не более 3-5 минут с момента восстановления кровотока. Сначала из зоны швов после восстановления кровотока возникало незначительное кровотечение,

которое через 3-5 минут прекращалось, так как все отверстия между швами закрывались фибрином – анастомоз приобретал герметичность. В зоне анастомоза откладывался циркулярный пристеночный тромб, который мы далее именуем «фибриновой вставкой». Иногда она была в виде довольно тонкой пленки, а в некоторых случаях – в виде более толстых напластований. Первоначальная «фибриновая вставка» легко отделялась от места сшивания, так как была связана с ним весьма непрочной. При гистологическом исследовании восстановленной артерии было установлено, что в 1-е сутки после операции в стенке артерии по линии анастомоза развивались некробиотические процессы в виде распада части гладкомышечных волокон средней оболочки, разрушения и исчезновения ядер. Внутренняя эластическая мембрана представлялась утолщенной, местами разрушенной. Вокруг анастомоза и в стенке артерии определялась воспалительная реакция. В препаратах были видны скопления лейкоцитов, наблюдалось расширение мелких сосудов. Местами можно было видеть набухание адвентиции, что также свидетельствовало о воспалительных изменениях (см. рис. 4, обложка 3). Внутренняя вставка состояла из слоя фибрина. При исследовании морфологической структуры контрлатеральной артерии интима представляла собой один слой эндотелиальных клеток.

В 1-е сутки после операции на ангиограммах определялась проходимость поврежденной бедренной артерии, однако выявлялось сужение сосуда в месте его сшивания. Подтекания контрастного вещества через зону швов не определялось. Допплерографически установлено, что скорость кровотока в восстановленной артерии увеличивалась более чем в два раза и достигала в среднем $148,18 \pm 3,63$ см/сек. В интактной артерии скорость кровотока составляла $57,85 \pm 1,65$ см/сек. Диаметр просвета анастомоза восстановленной артерии составлял $2,93 \pm 0,08$ мм, интактной – $3,46 \pm 0,06$ мм ($p < 0,05$ – различия статистически значимы), что подтверждалось и ангиографически. Индекс резистентности восстановленной артерии составлял $0,91 \pm 0,01$, интактной – $0,82 \pm 0,04$ ($p < 0,05$). Индекс пульсативности восстановленной артерии достигал $2,98 \pm 0,18$, интактной – $4,13 \pm 0,45$ ($p < 0,05$).

Таким образом, в 1-е сутки после операции отмечалось повышение скорости кровотока в восстановленной артерии и увеличение индекса резистентности по сравнению с интактной, что свидетельствовало о возрастании периферического сопротивления кровотоку дистальнее области анастомоза. По нашему мнению, это было связано с развитием травматического отека в мягких тканях, сдавливавшего мелкие сосуды и нарушавшего кровоток. Даже при сшивании сосуда по срезу под углом $50-60^\circ$, что увеличивало площадь соприкосновения, все же определялось уменьшение диаметра просвета в зоне анастомоза. Однако имевшееся сужение было компенсирован-

ным, нарушений кровотока и тромбообразования в месте сшивания не отмечалось. Выявленные отложения фибрина в области шва сглаживали внутреннюю поверхность зоны анастомоза и обеспечивали его герметичность.

Через 15 суток после операции (5 суток дистракции) при рентгенологическом исследовании у всех животных выявлялись явления остеопороза. Интенсивность тени краев отломков и осколков снижалась. Определялись формирующаяся периостальная костная мозоль, интенсивное снижение плотности мелких костных осколков. Диапаз между отломками составлял 5 мм.

При исследовании макропрепаратов на 15-е сутки после операции определялась патологическая подвижность в области перелома, которая отличалась от прежнего срока меньшей крепитацией и меньшей амплитудой движения костных отломков. Создавалось впечатление, что костные отломки контактировали между собой не непосредственно, а через мягкую костную мозоль. После рассечения и осмотра сегмента с последующим вывариванием обнаруживались 3-5 костных осколков, связанных с мягкими тканями. Гистологически подтверждалось начало образование периостальной костной мозоли. Надкостница была представлена двумя слоями: внутренним (камбиальным) и наружным (волокнистым): Камбиальный слой включал остеобласты, ретикулоподобные клетки, соединительно-тканые элементы, кровеносные сосуды разного диаметра. Из камбиального слоя в формирующуюся костную мозоль вращалась остеогенная ткань: кровеносные сосуды, остеобласты, остеокласты и ретикулярные клетки (см. рис. 5, обложка 3). Остеокласты резорбировали поврежденную костную ткань. В костные каналы и трещины из соединительной ткани, заполнявшей дефект кости, вращались капилляры.

Через 15 суток после операции на макропрепаратах артерий снаружи область анастомоза покрывалась соединительной тканью. При продольном рассечении можно было наблюдать уменьшение толщины «фибриновой вставки», определялось сглаживание неровностей в просвете артерии. Гистологически было выявлено неравномерное утолщение интимы за счет пролиферации эндотелиальных клеток, отека и набухания соединительно-тканых волокон. Внутренняя эластическая мембрана также представлялась утолщенной, складчатость ее была выражена равномерно. Клеточность медиа определялась неравномерно за счет более компактного расположения миоцитов в некоторых участках. Отмечалась пролиферация гладкомышечных клеток. Данные изменения подтверждали появление новых клеточных структур и расценивались нами как начало роста сосудистой стенки. В адвентиции определялась негустая мононуклеарная инфильтрация. Следует подчеркнуть, что в клиновидную «фибриновую вставку», заполнявшую щель в области сшивания,

начинали прорастать эндотелиальные клетки из концов артерии. Внутренняя поверхность «фибриновой вставки» покрывалась эндотелием, растущим со стороны интимы артерии. Вблизи анастомоза со стороны адвентиции соединительно-тканый слой содержал богатую сеть широкопетлистых сосудов. Соединительная ткань в виде муфты окружала область анастомоза. Установлено, что в этот период исследования «фибриновая вставка» начинала замещаться эндотелиальными клетками; при этом отмечалась пролиферация гладкомышечных клеток в меди, что свидетельствовало о восстановлении интимы в области анастомоза за счет роста новых клеточных структур. Сосудистая стенка в области повреждения не только восстанавливала обычное строение, но и начинала расти, в том числе за счет стимуляции distraction.

Ангиографически на 15-е сутки проходимость артерии сохранялась. Определялось незначительное сужение в зоне анастомоза, слабо визуализировались коллатеральные сосуды. В процессе distraction на 15-е сутки наблюдения зона анастомоза не разрушалась. Образования аневризм на фоне дозированного растяжения сегмента конечности не обнаруживалось. При доплерографическом исследовании в этот срок нарушений проходимости поврежденного сосуда не обнаруживалось. Скорость кровотока в оперированной артерии снижалась по сравнению с 1-ми сутками после операции с $148,18 \pm 3,63$ см/сек до $98,73 \pm 8,58$ см/сек ($p < 0,05$ – различия статистически значимы). Индекс резистентности оперированной артерии составлял $0,98 \pm 0,08$, контрлатеральной – $0,81 \pm 0,08$ ($p < 0,05$). В области анастомоза определялось незначительное сужение сосуда ($3,14 \pm 0,09$ мм против $3,41 \pm 0,15$ мм в интактной артерии, $p < 0,05$) и уменьшение индекса пульсативности ($2,39 \pm 1,03$ против $4,19 \pm 0,71$ в интактном сосуда, $p < 0,05$), что расценивалось нами как некоторое снижение его эластических свойств.

Таким образом, к 15-м суткам в оперированной конечности определялось уменьшение травматического отека, однако сохранялись нарушения микроциркуляции, что находило подтверждение в незначительном увеличении индекса резистентности и уменьшении пульсационного индекса по сравнению с соответствующими результатами в предыдущий период исследования. Необходимо отметить также, что за счет уменьшения отека выявлялась тенденция снижения средней скорости кровотока. Снижение эластических свойств сосуда объясняется начавшейся distraction.

На 30-е сутки исследования период distraction достигал середины своей продолжительности и составлял 20 дней. При рентгенологическом исследовании в этот срок отчетливо были выражены явления остеопороза в зоне перелома, но определялись и признаки костного distractionного регенерата. Зона перелома была частично заполнена формирующим-

ся костным distractionным регенератом неоднородной структуры с низкой оптической плотностью, длина которого составляла до 20 мм. Периостальная костная мозоль определялась более выраженной, надкостница – утолщенной.

В макропрепаратах костей на 30-е сутки после операции отсутствовала патологическая подвижность. Костные отломки удавалось разъединить только при вываривании. Обращало на себя внимание наличие двух-трех костных осколков, остальные прирастали к основным костным структурам. Гистологически на 30-е сутки в области огнестрельного перелома обнаруживали более совершенные костные перекладины, что подтверждалось наличием в них полостей, занятых остеокитами. По периферии костные перекладины были окружены остеобластами и остеокластами. Более четко выявлялись гаверсовы системы и вставочные пластинки. В гаверсовых каналах осколков определялись кровеносные сосуды. Остеобласты осколков продуцировали волокнистую костную ткань, которая в виде разветвленных костных балок росла от поверхности осколка и срасталась с регенератом. Регенерат состоял большей частью из хрящевой и соединительной ткани.

К 30-м суткам в макропрепаратах артерий «фибриновая вставка» сглаживалась и полностью покрывалась эндотелием. Попытки отделить ее не удавались. На продольном разрезе визуализировалась блестящая интима без разрывов и дефектов. Зона анастомоза была проходима, эластична и легко растяжима. Данные изменения расценивались нами как восстановление интимы в месте сшивания артерии. Область анастомоза к этим срокам наблюдения становилась более прочной. При изучении гистологической динамики зоны анастомоза в этот срок была отмечена четкая тенденция к постепенному восстановлению интимы. «Фибриновая вставка» полностью замещалась эндотелием (см. рис. 6, обложка 3). Эндотелиоциты представлялись как незначительно набухшие, в некоторых препаратах регистрировался небольшой субинтимальный отек. Внутренняя эластическая мембрана отмечалась складчатостью, в месте сшивания определялось незначительное ее выпрямление. В меди определялась переориентация гладкомышечных клеток (см. рис. 7, обложка 3). Данные изменения свидетельствовали о росте сосудистой стенки в период distraction. В некоторых препаратах в адвентиции выявлялась незначительная лимфоцитарная инфильтрация. Визуализировалась складчатость наружной эластической мембраны.

На ангиограммах к 30-м суткам проходимость зоны анастомоза сохранялась. Диаметр просвета артерии по линии швов оставался незначительно суженным. Сеть коллатеральных сосудов прослеживалась более четко.

При доплерографическом исследовании, проведенном на 30-е сутки (20 суток distraction), скорость кровотока продолжала незначительно снижаться,

составляя $83,23 \pm 7,80$ см/сек ($p < 0,05$). Диаметр просвета поврежденной артерии по сравнению с интактным сосудом статистически значимо не различается ($3,21 \pm 0,12$ мм против $3,38 \pm 0,15$ мм в контрлатеральной артерии, $p > 0,05$). Индекс резистентности оперированной артерии также статистически значимо не отличался по отношению к интактному сосуду и достигал $0,93 \pm 0,06$, контрлатеральной – $0,81 \pm 0,07$ ($p > 0,05$). Индекс пульсативности оперированной артерии в указанные сроки наблюдения ($3,50 \pm 0,61$ против $4,15 \pm 0,67$ в контрлатеральном сосуде; $p > 0,05$) статистически значимо не отличался от такового в интактной артерии, тогда как на 15-е сутки эксперимента аналогичные показатели различались ($2,30 \pm 0,90$ против $4,19 \pm 0,71$ в интактном сосуде, $p < 0,05$), что свидетельствовало о неполном восстановлении эластических свойств сосуда.

По нашему мнению, полученные ангиографические и доплерографические данные свидетельствовали о проходимости артерии, восстановлении микроциркуляторного русла, развитии коллатералей, восстановлении эластических свойств исследуемого сосуда, что приводило к лучшему кровоснабжению мягких тканей и кости оперированной конечности. Данные изменения благоприятно сказывались и на процессе остеогенеза. Следует подчеркнуть, что «фибриновая вставка» в месте сосудистого шва в этот период наблюдения полностью замещалась эндотелием, однако сохранялось незначительное сужение области анастомоза. Данные изменения не препятствовали кровотоку. Одним из важных факторов, подтверждающих процесс роста сосуда в период distraction, является переориентация гладкомышечных клеток из циркулярного положения в продольное.

На 60-е сутки после операции аппарат чрескостного компрессионно-дистракционного остеосинтеза находился уже в режиме стабилизации в среднем 20 суток.

Рентгенологическое исследование к этому сроку наблюдения выявило наличие более плотной тени костного регенерата в области перелома. Костные балки в зонах, соответствующих кортикальному слою, становились более плотными. Длина костного регенерата составляла 3-4 см.

Макропрепараты костей на 60-е сутки после операции характеризовались отсутствием патологической подвижности после демонтажа аппарата. Костных осколков при вываривании не обнаруживалось. Длина бедренной кости была восстановлена. Обращала на себя внимание грубая неровность поверхности поврежденной кости, напоминавшая собой кору дуба, более выраженная в местах проведения спиц. Гистологически в этот срок в костном регенерате прослеживались явления энхондрального остеогенеза; определялись пластинчатая и волокнистая костная ткань, хрящевая и соединительная ткани.

В макропрепаратах сосудов через 60 суток после

операции область анастомоза покрыта эластичной соединительной тканью. На продольном разрезе анастомоз проходим, интима представлялась блестящей и прозрачной. Зона анастомоза была эластична и легко растяжима. Существенных отличий от 30-х суток после операции не отмечено. Гистологически в области анастомоза артерии через 60 суток после операции определялось уплощение интимы. Внутренняя эластическая мембрана представлялась складчатой, в некоторых препаратах сохранялось ее утолщение за счет набухания. Гладкомышечные клетки медики приобретали однонаправленный ход, что подтверждало завершение восстановительного процесса в оперированном сосуде. Воспалительных изменений к этому периоду в адвентиции не определялось. Произошедшие изменения характеризовали несколько продолжавшийся по инерции после окончания distraction и завершившийся процесс роста интимы, мышечной стенки, восстановление эластических свойств сосуда.

При доплерографическом исследовании на 60-е сутки (10 суток после операции, 30-40 суток distraction, 10-20 суток последующей стабилизации) скорость кровотока в оперированной бедренной артерии достигала $70,14 \pm 5,01$ см/сек и статистически значимо не отличалась от таковой в интактной артерии, скорость кровотока в которой составляла $59,89 \pm 8,16$ см/сек ($p > 0,05$ – различия статистически незначимы). Диаметр просвета поврежденной артерии составлял $3,31 \pm 0,14$ мм, контрлатеральной – $3,40 \pm 0,17$ мм ($p > 0,05$). Индекс резистентности оперированной артерии в исследуемые сроки равнялся $0,86 \pm 0,13$, контрлатеральной – $0,81 \pm 0,09$ ($p > 0,05$). Индекс пульсативности исследуемого сосуда достигал $3,81 \pm 0,64$ по отношению к аналогичному показателю контрлатеральной артерии – $4,15 \pm 0,86$ ($p > 0,05$). Выявленные доплерографические изменения расценивались нами как продолжение восстановительного процесса в поврежденной конечности. Эластичность, диаметр просвета сосуда, скорость кровотока приближались к аналогичным показателям в контрлатеральной артерии.

Ангиографические исследования подтверждали проходимость бедренной артерии. При анализе ангиограмм не удалось четко обнаружить область анастомоза, что расценивалось нами как восстановление эластичности исследуемой зоны. Более четко прослеживалось развитие сети коллатеральных сосудов.

Таким образом, на 60-е сутки выявленные изменения подтверждали продолжающийся восстановительный процесс в магистральном сосуде оперированной конечности. Характерным было также восстановление эластических свойств исследуемой артерии, что подтверждалось изучением макропрепаратов и ангиограмм.

На 90-е сутки после операции наступала консолидация огнестрельного перелома, аппарат чрескостного остеосинтеза был демонтирован. Поэтому

к 120-м суткам животные были без иммобилизации аппаратом чрескостного остеосинтеза в течение 30 суток, свободно опирались на восстановленную конечность.

При рентгенологическом исследовании у всех животных костный регенерат к 120-м суткам приобрел плотность, соответствующую нормальной костной плотности диафиза. Отмечалось формирование кортикального слоя и костномозгового канала, хорошо визуализировалась периостальная костная мозоль, особенно в местах проведения спиц.

Поверхность макропрепаратов костей на 120-е сутки была более гладкой. В местах проведения спиц напластования костной ткани уменьшались. Спицевые каналы к этому сроку полностью не зарастали и четко определялись. Восстановленная после повреждения бедренная кость по сравнению с контрлатеральной была толще. Подтверждались рентгенологические данные о восстановлении костномозгового канала.

На 120-е сутки исследования отмечалась оссификация регенерата, что свидетельствовало об ускорении регенерации при дистракционном остеосинтезе. В условиях остеосинтеза в режиме стабилизации эти сроки более длительны – область перелома начинает приобретать костную плотность лишь к шестому месяцу наблюдения [1]. В условиях наших экспериментов уже на четвертый месяц костный регенерат состоял на 85% из костной ткани и лишь на 15% из хрящевой, что подтверждалось гистологическими исследованиями (см. рис. 8, обложка 3). Превалировала пластинчатая костная ткань над волокнистой. Среди хондроцитов отмечалось формирование костных балок, между которыми определялись клетки крови. В интермедиарной зоне обнаруживались остатки хрящевой ткани в виде групп либо одиночных хондроцитов.

При исследовании на 120-е сутки макропрепаратов сосудов изменений по сравнению с таковыми в предыдущие сроки не отмечалось. Область анастомоза была так же эластична и легко растяжима. Изучение гистологической картины зоны анастомоза выявило еще большее уплотнение интимы, однако сохранялась умеренная пролиферация эндотелиоцитов. В контрлатеральной артерии эндотелиальные клетки располагались в один слой. Набухания мышечных волокон меди выявлено не было. Структура адвентиции становилась более четкой.

При доплерографическом исследовании на 120-е сутки скорость кровотока в восстановленной артерии $61,63 \pm 1,99$ см/сек приближалась к таковой в интактной $58,28 \pm 2,95$ см/сек ($p > 0,05$). Диаметр просвета поврежденного сосуда, индекс резистентности, индекс пульсативности практически не отличались от аналогичных показателей в интактной артерии. Нарушения кровоснабжения оперированной конечности обнаружено не было. Конечности одинаковы по объему и длине.

Изучение на 120-е сутки ангиограмм подтверждало сохранение проходимости бедренной артерии. Четко прослеживалась сеть развитых коллатералей. Область анастомоза, как и в предыдущие сроки исследования, не определялась, что свидетельствовало о восстановлении эластичности сосудистой стенки, магистрального и коллатерального кровотока.

Таким образом, к 120-м суткам восстановительные процессы после сочетанного костно-артериального огнестрельного повреждения конечности завершались. Анатомия и функция конечности были восстановлены.

Несмотря на чрезмерность получаемой доказательной базы, с точки зрения принципов разумной достаточности, мы не смогли удержаться от искушения проследить результаты наблюдений через 1 год после огнестрельного костно-артериального повреждения конечности и его оперативного лечения.

Поверхность макропрепаратов костей через 1 год после операции становилась более гладкой, диафиз исследуемой бедренной кости был утолщен по сравнению с контрлатеральной (см. рис. 9, обложка 3).

При гистологическом исследовании костей через 1 год после ранения и операции в зоне окрепшего дистракционного регенерата – полноценная костная ткань с лакунами, заполненными красным костным мозгом.

Изучение гистологической картины зоны анастомоза через 1 год не выявило значительных отличий от контроля.

При доплерографическом исследовании через 1 год скорость кровотока в восстановленной артерии приближалась к таковой в интактной артерии и составляла $63,0 \pm 0,64$ см/сек. В интактной артерии скорость кровотока составляла $58,17 \pm 2,53$ см/сек ($p > 0,05$). Диаметр просвета восстановленной артерии, индекс резистентности, индекс пульсативности существенно не отличались от аналогичных показателей в интактной артерии. Нарушения кровоснабжения оперированной конечности обнаружено не было. Конечности одинаковы по объему и длине.

Выполненные через 1 год ангиографические исследования подтвердили проходимость бедренной артерии. Коллатеральная сеть более развита. Область анастомоза, как и в предыдущие сроки исследования, не определялась (см. рис. 10, обложка 3).

Таким образом, через 1 год после ранения и операции восстановление анатомии и функции конечности после сочетанного костно-артериального огнестрельного повреждения конечности подтвердилось.

Необходимость динамического контроля эффективности первичной хирургической обработки, фаз раневого процесса сделали необходимым в первые 12 суток исследования осуществить цитологические исследования [12]. В наших экспериментах было два объекта цитологического исследования: 1) дренажное отделяемое из межмышечного пространства (помещенное на предметное стекло, но прежде цент-

рифугируемое); 2) отделяемое с поверхности раны (мазки-отпечатки).

При исследовании дренажного отделяемого в 1-2-е сутки из форменных элементов превалировали эритроциты, лейкоциты встречались в виде единичных экземпляров. Число лейкоцитов составляло $8,06 \pm 2,86$ в поле зрения, признаки деструкции форменных элементов не выявлены, микрофлора не определялась. Содержание палочкоядерных лейкоцитов составило $1,00 \pm 0,01\%$, сегментоядерных – $94,33 \pm 0,77\%$, моноцитов – $1,83 \pm 0,38\%$, лимфоцитов – $2,83 \pm 0,38\%$. На 3-6-е сутки раневой процесс характеризовался воспалительным типом цитогрaмм. На 6-9-е сутки раневой процесс переходил в воспалительно-регенераторный тип цитогрaмм. К 10-12-м суткам наступал регенераторный тип цитогрaмм.

Исследование раневого экссудата (мазки отпечатки) выполнено на двух подгруппах, запускаемых в исследование одновременно: 1) с применением марлевых салфеток, пропитанных водорастворимыми мазями; 2) с применением асептической абсорбирующей повязки на основе наноструктурированного терморасширенного графита.

В первой подгруппе, в которой открытая огнестрельная рана закрывалась марлевыми салфетками, пропитанными водорастворимыми мазями, в 1-3-и сутки из форменных элементов превалировали эритроциты, лейкоциты встречались единично. Число лейкоцитов составляло $8,36 \pm 1,99$. Деструкция лейкоцитов достигает 30%. Микрофлора единичная в состоянии завершеного и незавершеного фагоцитоза. Палочкоядерные лейкоциты составили $1,21 \pm 0,10\%$, сегментоядерные – $88,22 \pm 0,43\%$, моноциты – $1,91 \pm 0,19\%$, лимфоциты – $2,91 \pm 0,18\%$. Этот период соответствовал дегенеративно-воспалительному типу цитогрaмм [10]. На 4-6-е сутки раневой процесс характеризовался воспалительным типом цитогрaмм, на 7-9-е – воспалительно-регенераторным. К 10-12-м суткам раневой процесс соответствовал регенераторному типу цитогрaмм. Все раны были ушиты вторичными поздними швами на 9-12-е сутки.

Во второй подгруппе, где после первичной хирургической обработки применялась асептическая адсорбирующая повязка на основе наноструктурированного терморасширенного графита, в 1-2-е сутки из форменных элементов, как и в первой подгруппе, превалировали эритроциты и единичные лейкоциты ($9,17 \pm 1,87$ в поле зрения без признаков деструкции) без признаков деструкции. Микрофлора не определялась. Палочкоядерные лейкоциты составили $1,11 \pm 0,10\%$, сегментоядерные – $88,12 \pm 0,43\%$, моноциты – $1,90 \pm 0,19\%$, лимфоциты – $2,92 \pm 0,18\%$. Деструкция лейкоцитов не превышала 25%. Единичная микрофлора – в состоянии активного фагоцитоза. Длительность дегенеративно-воспалительного типа цитогрaмм в отличие от первой подгруппы составила двое суток. Воспалительный и воспалительно-регенераторный типы цитогрaмм во второй подгруппе,

в отличие от первой, начинались раньше и укладывались в более короткие сроки – на 3-5-е сутки. На 6-е сутки у половины животных второй подгруппы были наложены первичные отсроченные швы. У другой половины животных второй подгруппы 6-8-е сутки стали переломным моментом – происходил переход во 2-ю фазу раневого процесса – регенерации. На 8-е сутки всем оставшимся животным были наложены вторичные ранние швы. Ни у одного из животных вторичные поздние швы не применялись.

Таким образом, проточно-промывное дренирование, осуществляемое в послеоперационном периоде после первичной реконструктивно-восстановительной операции сочетанного огнестрельного костно-артериального повреждения, позволяет эффективно санировать рану, удалять остатки гематомы, продукты деструкции тканей и токсины. Такой способ дренирования позволяет максимально сохранить сегмент конечности. Адсорбирующая повязка на основе наноструктурированного терморасширенного графита позволяет, в отличие от традиционных водорастворимых мазевых повязок, при равных прочих условиях ускорить регенерацию и ушить огнестрельную рану первичными отсроченными и вторичными ранними швами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенный комплекс исследований дает право утверждать, что разработанная хирургическая тактика лечения сочетанного огнестрельного костно-артериального повреждения конечности позволяет сохранить ее анатомию и функцию за счет собственных структур без дополнительных условий и затрат. Именно результат повреждения – костно-сосудистый дефект (более 3 см) является в нашей тактике основным условием положительного результата лечения, несмотря на некомпенсированную ишемию. Наложение сосудистого шва и восстановление кровообращения в условиях компрессии сегмента конечности с последующей стимуляцией костно-сосудистой регенерации за счет развития дистракционных усилий со скоростью 0,25 мм × 4 раза в сутки в системе «аппарат чрескостного остеосинтеза – конечность» не только не препятствовали состоятельности сосудистого анастомоза, что подтверждено ангиографически и доплерографически, но и явились залогом устранения дефекта атрепии и кости. Применение наноструктурированного терморасширенного графита в качестве основы адсорбирующей повязки позволило ушить огнестрельную рану в половине случаев первичными отсроченными, а во второй половине случаев – вторичными ранними швами. Изучение динамики морфологической картины в разные сроки послеоперационного периода подтвердило факт переориентации гладкомышечных клеток меди артерии из циркулярного положения в продольное, что свидетельствовало о росте-восстановлении сосудистой стенки за счет

собственных структур (устранении дефекта) сосуда под влиянием эффекта «напряжения растяжения». Появление соединительно-тканной и хрящевой тканей в области дефекта кости к 30-60-м суткам и последующая оссификация костного дистракционного регенерата в срок 90-120 суток свидетельствовали не только о восстановлении дефекта, но и об ускорении регенерации при дистракционном остеосинтезе в отличие от режима стабилизации. Наша экспериментальная разработка перспективна в условиях реализации хирургической тактики Orthopaedic damage control.

ЛИТЕРАТУРА

- Белоусов А.Е. Особенности огнестрельных диафизарных переломов голени, нанесенных высокоскоростными ранящими снарядами, и способы фиксации отломков: Дис. ... канд. мед. наук. – Л., 1976. – 232 с.
- Военно-полевая хирургия: Учебник / Под ред. Е.К. Гуманенко. – С-Пб: ООО «Издательство Фолиант», 2004. – 464 с.
- Военно-полевая хирургия: Учебник / Под ред. Н.А. Ефименко. – М.: Медицина, 2002. – 528 с.
- Гуманенко Е.К., Самохвалов И.М., Трусов А.А., Северин В.В. Принципы организации оказания хирургической помощи и особенности структуры санитарных потерь в контртеррористических операциях на Северном Кавказе (Сообщение первое) // Воен.- мед. журн. – 2005. № 1. – С. 4-13.
- Гуманенко Е.К., Самохвалов И.М., Трусов А.А., Головкин К.П. Хирургическая помощь раненым в контртеррористических операциях на Северном Кавказе: первая, доврачебная и первая врачебная помощь в зоне боевых действий (Сообщение второе) // Воен.- мед. журн. – 2005. № 3. – С. 4-13.
- Гуманенко Е.К., Самохвалов И.М., Трусов А.А., Северин В.В., Головкин К.П. Хирургическая помощь раненым в контртеррористических операциях на Северном Кавказе в отдельных медицинских батальонах дивизий (Сообщение третье) // Воен.- мед. журн. – 2005. № 9. – С. 7-13.
- Гуманенко Е.К., Самохвалов И.М., Трусов А.А., Северин В.В., Головкин К.П. Хирургическая помощь раненым в контртеррористических операциях на Северном Кавказе в отрядах специального назначения (Сообщение четвертое) // Воен.-мед. журн. – 2006. № 1. – С. 12-19.
- Гуманенко Е.К., Самохвалов И.М., Трусов А.А., Бадалов В.И. Организация и содержание специализированной хирургической помощи в многопрофильных военных госпиталях 1-го эшелона во время контртеррористических операций на Северном Кавказе (Сообщение пятое) // Воен.-мед. журн. – 2006. № 3. – С. 7-18.
- Жигунов А.К. Хирургическое лечение больных с сочетанными сосудисто-костными повреждениями конечностей: Автореф. дис. ... док. мед. наук. – Нальчик, 2007. – 24 с.
- Корнилов Е.А. Временное протезирование магистральных артерий конечностей при боевой хирургической травме на этапах медицинской эвакуации: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – С-Пб., 2006. – 21 с.
- Петровский Б.В. Заключение // Опыт советской медицины в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг. – М., 1955. – Т. 19. – С. 432-441.
- Раны и раневая инфекция: Руководство для врачей / Под ред. М.И. Кузина, Б.М. Костюченко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. Медицина, 1990. – 592 с.
- Самохвалов И.М., Завражнов А.А., Корнилов Е.А. Результаты применения временного протезирования при боевых повреждениях артерий конечностей // Воен.-мед. журн. – 2006. – № 9. – С. 29-33.
- Самохвалов И.М., Завражнов А.А., Корнилов Е.А., Маргарян С.А. Хирургическая тактика при сочетанных огнестрельных ранениях конечностей с повреждением магистральных артерий // Вестн. хир. – 2006. – Том. 165. – № 5. – С. 45-49.
- Травматическая болезнь / Под ред. И.И. Дерябина и О.С. Насонкина. – Л.: Медицина, 1987. – 304 с.
- Травматология и ортопедия. Учебник под ред. В.М. Шаповалова, А.И. Грицанова, А.Н. Ерохова С-Пб: ООО «Изд-во Фолиант», 2004 г. – 544 с.
- Указания по военно-полевой хирургии / ЦВМУ. – М.: Б.и., 1988. – 218 с.
- Указания по военно-полевой хирургии. Утвержд. нач-ком ГВМУ МО РФ. Изд. 2-е, перераб. – М. 2000. – 416 с.
- Andrikopoulos V, Antoniou I, Panoussis P. Arterial injuries associated with lower-extremity fractures // Cardiovasc. Surg. – 1995. Feb. P. 15-18.
- Atteberry L.R., Dennis J.W., Russo-Alesi. F., Menawat S.S., Lenz B.J., Frykberg E.R. Changing patterns of arterial injuries associated with fractures and dislocations // J. Am. Coll. Surg. – 1996. Oct. – P. 377-383.
- Bellamy R.F., Zeitchuk H. 3 Ed. Conventional warfare: Ballistic, blast and burn injuries. Textbook: of military medicine. Series on combat casualty care. – Washington etc., 1991. Vol. 5, pt. 1. – 396 p.
- Bowen T.E., Bellamy R.F. / Ed. Emergency war surgery. Second United States revision of the Emergency war surgery NATO handbook. – Washington: US Government Printing Off., 1988, – 446 p.
- Brusov P.G., Nikolenko V.K. Experience of treating gunshot wounds of large vessels in Afghanistan // World. J. Surg. 2005; 1. P. 25-29
- Cakir O., Subasi M., Erdem K., Eren N. Treatment of vascular injuries associated with limb fractures // Ann. R. Coll. Surg. Engl. 2005; 87: P. 348-352.
- Clouse W.D., Rasmussen T.E., Peck M.A., Eliason J.L., Cox M.W., Bowser A.N., Jenkins D.H., Smith D.L., Rich N.M. In-theater management of vascular injury: 2 years of the Balad Vascular Registry // J. Am. Coll. Surg. 2007; 4. P. 625-632.
- Clouse W.D., Rasmussen T.E., Perlstein J., Sutherland M.J., Peck M.A., Eliason J.L., Jazerevic S., Jenkins D.H. Upper extremity vascular injury: a current in-theater wartime report from Operation Iraqi Freedom // Ann. Vasc. Surg. 2006; 4. 429-434.
- De Bakey M.E., Simeone F.A. Battle injuries of the arteries in world war II: An analysis of 2471 cases // Ann. Surg. – 1946. – Vol. 123, № 4. P. 534-579.
- Jie Q., Yang L., Zhu Q.S., Li M.Q., Li Z., Zhao G.Y., Hu Y.Y. Orthopedic trauma of limbs associated with vascular injuries // Chin. J. Traumatol. 2007 Dec; P. 371-375.
- Ketterhagen J.P., Wright O.B. Vascular trauma // Mllit. Med. – 1987. – Vol. 152, № 1. – P. 2-5.
- Kirby N.G., Blackburn G. / Ed. Field surgery pocket book. – London: Her Majesty's stationery off., 1985. – 305 p.
- Kriegschirurgie. Schweizerische Armee. – Nachdruck, 1986. – 178 s.
- Shah D.M., Corson J.D., Karmody A.M., Fortune J.B., Leather R.P. Optimal management of tibial arterial trauma // J. Trauma. – 1988. – Vol. 28, № 2. – P. 228-234.

33. Trooskin S.Z., Sclafani S., Winfield J., Duncan A.O. The management of vascular injuries of the extremity associated with civilian firearms // Surg.Gynecol.Obstet. – 1993. – Vol. 176, № 4. – P. 350-354.
34. Wachsmuth W., Rebentisch E., Wedel K.-W., Roottgen P., Felkt K. Kriegschirurgie // Wehrmedizin. Ein kurzes Handbuch mit Beiträgen zur Katastrophenmedizin. – Urban u.a., 1980. – S. 309-387.

TRANSOSSEOUS OSTEOSYNTHESIS AND NANOTECHNOLOGIES IN THE TREATMENT OF ASSOCIATED GUNSHOT BONE-ARTERIAL INJURIES

**A.V. Shteinle, G.P. Khandorin, Ye.V. Gavrilin,
G.I. Doubov, Ye.S. Tseplyaev, V.I. Mazin,
K.Y. Doudouzinski, L.A. Shteinle, L.R. Moustafina,
T.M. Kobotayeva, V.N. Sountsov,
Yu.V. Rogovskaya, L.A. Yefteyev, B.V. Bodayev**

SUMMARY

The purpose of our experimental investigation was the development of new surgical approach to the removal of bone-arterial defects of more than 3 cm in associated gunshot bone-arterial injuries of the extremities is presented in the article. The approach developed by us showed definite efficacy and perspectives of using nanostructural thermo-broadened graphite as a basic component of the adsorbing bandage.

Key words: combined gun-shot bone-arterial injuries of limbs, transbone osteosynthesis, aseptic adsorbing bandage, nano-structural thermomodulated graphitis.

Ñ È Á È Ð Ñ Ê Ë
Ì Ä Æ Ò Ö È Í Ñ Ê Ë
Æ Ó Ð Í À Æ

**ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
ЦЕНТРАЛЬНОЕ ИЗДАНИЕ**

*Издавался в г.Томске с 1923-го по 1931 год.
С 1996 года возрождено издание журнала
решением президиума Томского
научного центра СО РАМН.*

Адрес в сети INTERNET:

<http://www.medicina.tomsk.ru>

**В настоящее время начинается
подписка на второе полугодие 2009 года.**

Стоимость журналов:

для индивидуальных

подписчиков

690 руб.

для организаций

1610 руб., вкл. НДС

**Тарифы на размещение рекламного материала
Для отечественного рекламодателя:**

1 черно-белая страница 4000 руб.

1/2 черно-белой страницы 2200 руб.

1/4 черно-белой страницы 800 руб.

1 цветная страница 8000 руб.

1/2 цветной страницы 4300 руб.

Наценки:

2-я стр. обложки – +40%

3-я стр. обложки – +25%

4-я стр. обложки – +35%

(плюс 5% налог на рекламу)

Подписку на журнал можно оформить:

• **ДЛЯ ЮРИДИЧЕСКИХ ЛИЦ,**

выслав заявку с указанием полного названия заказчика, его почтового адреса, ИНН по адресу: 634012, г. Томск, ул. Киевская, 111а, редакция «СМЖ»; факс (3822) 55-87-17.

E-mail: medicina@tomsk.ru

По заявке высылается счет для оплаты.

• **ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПОДПИСЧИКОВ,**

отправив почтовый перевод с указанием полных Ф.И.О., почтового адреса и заказываемых номеров по адресу: 634012, г. Томск, а/я 922, Коломийцеву Андрею Юрьевичу, прислав копию квитанции почтового перевода по факсу редакции: (3822) 55-87-17.