



Хаджибаев А.М., Ахмедов Р.А.,
Низов О.Н., Сайдалиев З.Р.

Республиканский научный центр
экстренной медицинской помощи
Министерства Здравоохранения
Республики Узбекистан

Address for correspondence/
Adres do korespondencji:
Farkhadskaya 2, 100107 Tashkent,
Uzbekistan,
Republican Research Center
of Emergency Medicine,
Angio- and microsurgeon Department.
Akhmedov Rustam, Head of Angio-
and microsurgeon Department, PhD
+99893 6007510 (mob),
+99871 1504320 (office),
+99871 1504501 (fax)
e-mail: ara.angio@rambler.ru

Received: 05.07.2011
Accepted: 25.10.2011
Published: 15.02.2012

STATISTIC STATYSTYKA

Word count Liczba słów	2626/2019
Tables Tabele	5
Figures Ryciny	8
References Piśmiennictwo	9

Choice of lower extremity bone-vascular injuries surgical approach

Выбор тактики лечения при костно-сосудистых повреждениях нижних конечностей

Original article

© J ORTHOP TRAUMA SURG REL RES 1 (27) 2012

Summary

Introduction. The analysis of 119 treated patients with open associated injuries of lower extremities has been done and 72 (60.5%) of them had bone-vascular traumas. Instrumental methods of examination of blood circulation degree consisted of pulseoximetry, X-ray contrast angiography, colour duplex scanning.

Materials and methods. On 34 (47.2%) of 72 patients restorative-reconstructive operations, including the stages of osteosynthesis and revascularization of ischemic lower limb, were performed. Osteosynthesis was mostly frequently performed with the use of Ilizarov apparatus (38.9%) that made further observation and aftercare of the wound easier. End-to-end anastomosis was the main method of blood supply restoration (57.1%). If there was a considerable vascular defect, its autovascular replacement was made in 8 (22.9%) cases.

Results. In 57 (79.2%) cases primary healing was observed. 29 (85.3%) of 34 patients who were performed restorative-reconstructive operations on had an adequate blood circulation restoration.

Conclusions. Timely blood circulation restoration is the main condition for saving the extremity. The choice of osteosynthesis method must be decided by the character of bones and soft tissues injuries and the possibility of performing vascular reconstruction. The kind of operation must be chosen with no risk on the patient's life.

Keywords: the bone-vascular injuries, traumatic shock, osteosynthesis, arterial anastomoses, autovenous prosthesis.

Реферат

Статья посвящена одному из актуальных вопросов современной травматологии и ангиохирургии – возможности выполнения первичных реконструктивных операций при костно-сосудистых повреждениях нижних конечностей на основании опыта лечения 72 больных. В 34 (47,2%) случаях выполнены первичные восстановительные вмешательства, как на поврежденных костях, так и на магистральных сосудах. Из них у 29 (85,3%) отмечены адекватное восстановление кровообращения в нижней конечности. В статье приведены основные показания к проведению восстановительных операций и сделаны определенные выводы. На клиническом примере показаны основные этапы выполнения реконструкций.

Ключевые слова: костно-сосудистые повреждения, травматический шок, остеосинтез, артериальные анастомозы, аутовенозное протезирование.

INTRODUCTION

The problem of lower extremities associated traumas, complicated by arterial vessels injuries, reconstructive operations management, nowadays, is very actual [2, 4, 7, 8]. In majority of cases, the character of injuries of lower extremities (railway, automobile, and explosive traumas) makes the management of reconstructive operations impossible. For such kind of injuries, as a rule, a massive destruction of soft tissues of a crushed mode with traction is typical, frequently with formation of extensive and deep defects, multifragmental fracture of bones and, that is the most dangerous, arterial vessels injuries of a considerable length, accompanied with polyfocal ruptures and detachment of intima. Injuries of cut and chopped mode, with a relatively smooth damage of structures on the same level, are the most perspective in terms of reconstruction. Among different kinds of associated injuries, bone-vascular ones has a considerable share and are accompanied with high frequency of postoperative complications (39-46 %), amputations (25%) and lethality (12-21%) [1, 3, 5].

Traumatic and hemorrhagic shocks, severity of which depends on the character and extensiveness of injury are the main burdening moments of such kinds of traumas, often make reconstructive operations realization impossible. Time constraints of tissue ischemia sometimes exceed the maximum permissible level, that usually takes place in cases of tardy delivery of patients and inaccurate medical assistance on pre-admission stage. All these factors put specialists into tough time constraints and a decision whether to perform reconstructive operation on the vessels to save an extremity or to make primary amputation for save the life of the patient has to be made [4, 6, 9].

There is no doubt that reconstructive operations for associated bone and vascular injuries of lower extremities, including the stage of osteosynthesis and revascularization, and must performed by joint brigades of traumatologists and angiosurgeons in specialized centers, where the conditions for any kind osteosynthesis as well as for reconstructive operations of vessels and nerves with the use of microsurgical equipment are available.

MATERIALS AND METHODS

During the period from 2001 to 2010 in RRCEM were treated 119 patients with open associated injuries of lower extremities and 72 (60.5%) of them had bone-vascular trauma. There were 49 (68.1%) males and 23 (31.9%) females. The age of the patients varied from 8 to 82 years old (in average 39.9 ± 2.3 years old). 50 (69.4%) of the patients were in "20 to 50" age group, that is the most able-bodied one.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ

Проблема выполнения реконструктивных операций при сочетанных травмах нижних конечностей, осложненных повреждением магистральных сосудов, в настоящее время стоит достаточно остро. В большинстве случаев, сам механизм травм нижних конечностей, (железнодорожные, автомобильные, минно-взрывные травмы) делает невозможным проведение реконструктивных операций [2,4,7,8]. Для подобного рода повреждений, как правило, всегда характерно массивное разрушение мягких тканей раздавленного характера в сочетании с тракцией, нередко с образованием обширных глубоких дефектов, многооскольчатые переломы костей и, что наиболее опасно, повреждение магистральных сосудов на значительном протяжении, сопровождающееся полифокальными разрывами и отслойкой интимы. Повреждения резаного и рубленого характера, при которых, как правило, имеет место относительно ровное повреждение структур на одном уровне, являются наиболее перспективными в плане реконструкции. Среди различных видов сочетанных повреждений костно-сосудистые занимают значительное место и сопровождаются высокой частотой послеоперационных осложнений (39-46 %), ампутиаций (до 25 %) и летальностью (12-21 %) [1,3, 5].

Травматический и геморрагический шок, тяжесть которого зависит от механизма и обширности повреждения, является основным отягчающим моментом подобных травм и зачастую делает невозможным выполнение реконструктивных операций. Сроки ишемии тканей порой превышают предельно допустимые, что довольно часто имеет место при поздней доставке больных и неправильном оказании помощи на догоспитальном этапе. Всё это ставит специалистов в жесткие временные рамки и перед выбором: выполнение реконструктивной операции на сосудах с целью сохранения конечности или проведение первичной ампутации сегмента с целью спасения жизни больного [4,6,9].

Не вызывает сомнения, что реконструктивные операции при сочетанных костно-сосудистых повреждениях нижних конечностей, включающие этапы остеосинтеза и ревазуляризации, должны выполняться совместными бригадами травматологов и ангиохирургов в специализированных центрах, где имеются условия для проведения любого вида остеосинтеза, а также для проведения реконструктивных операций на сосудах и нервах с применением микрохирургической техники.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

За период с 2001 по 2010 год в Республиканском Научном Центре Экстренной Медицинской Помощи Республики Узбекистан было пролечено 119 больных с открытыми сочетанными повреждениями нижних конечностей, из которых у 72 (60,5%) диагно-

14 (19.4%) of the patients came to the hospital themselves, 31 (43.1%) were conveyed by emergency and 27 (37.5%) were redirected from other hospitals. The highest number of the patients 49 (68.1%) were conveyed within 3 hours after accident. 11 (15.3%) of the patients conveyed within 24 hours from the moment of sustaining a trauma, were transferred from other institution after rendering first aid and stabilization of their condition. The period of time of patients' being conveyed from the moment an injury has been sustained is shown on the fig.1.

As is known, in case of associated injuries of anatomical structures of lower extremities, occurrence of traumatic and hemorrhagic shocks is one of the most important factors that have an influence on the choice of treatment tactic.

Partition of the patients according to the degree of shock is given in the Table-1.

стирована костно-сосудистая травма. Мужчин было 49 (68,1%), женщин – 23 (31,9%). Возраст больных варьировал от 8 до 83 лет (в среднем 39,9±2,3 лет). При этом 50 (69,4%) больных были в возрасте от 20 до 50 лет, то есть наиболее трудоспособном. Детей до 14 лет было - 3(4,2%). Самостоятельно в Центр доставлены 14 (19,4%) больных, скорой помощью - 31 (43,1%), по направлению из других больниц – 27 (37,5%). Наибольшее количество больных 49(68,1%) были доставлены к нам в сроки до 3 часов от момента получения травмы. 11 (15,3%) больных доставленных к нам после 24 часов от момента получения травмы были в переведены из других лечебных учреждений после оказания первой помощи и стабилизации состояния. Время доставки больных после получения травмы представлено на рисунке 1.

Как известно, при сочетанных повреждениях анатомических структур нижних конечностей, одним из самых важных факторов влияющих на выбор тактики лечения является наличие травматического или геморрагического шока.

Распределение больных по степени шока представлено в таблице 1.

Fig. 1. Period of time after accident

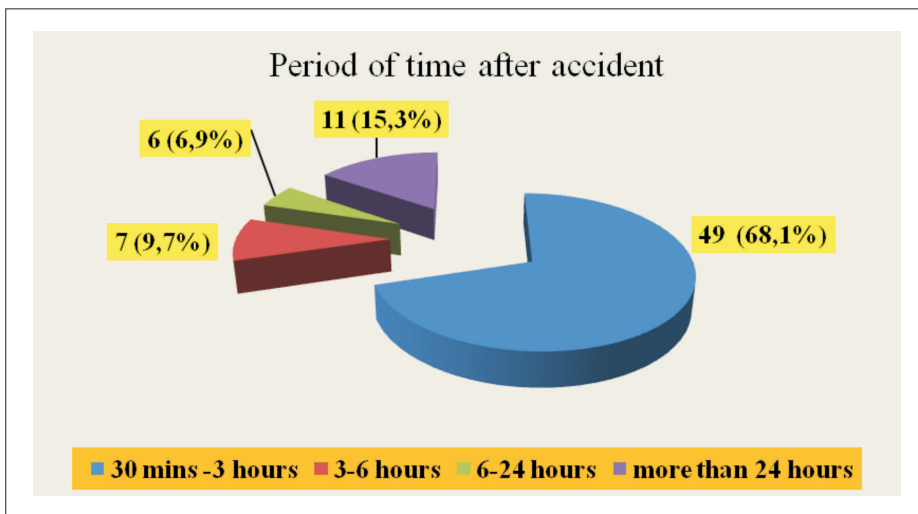
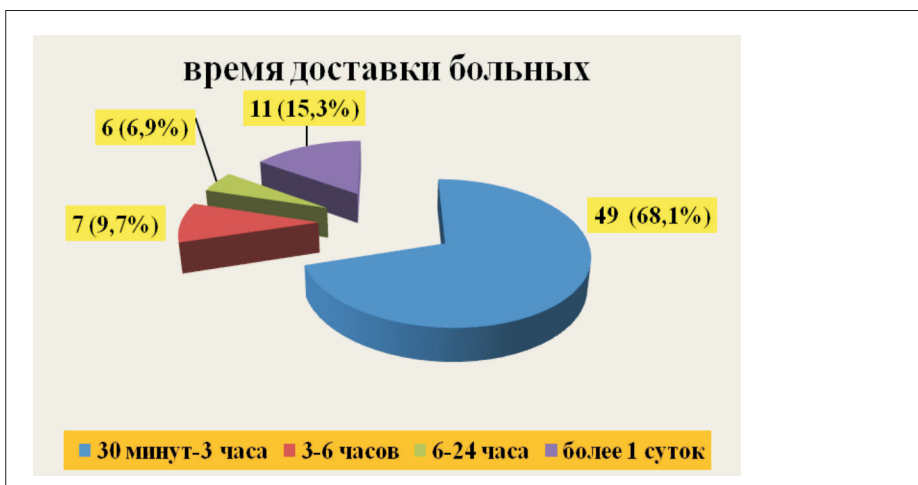


Рис. 1. Время доставки больных после травмы



As can be seen from the Table-1, the shock II (31.9%), that was mainly caused by traumas were got in traffic accidents and severe crushed injuries, prevailed in the percentage share. Shocks of the III and IV degrees were observed in cases of vast injuries of femurs and shins being combined with multiple injuries of other organs. 10 (13.9%) of the patients delivered in a state of strong alcoholic inebriation that to a considerably extent complicated their examination.

Как видно из таблицы 1, в основном превалировал шок II степени (31,9%), причинами которого, в основном, являлись травмы, полученные при ДТП и тяжелых рвано-размозженных повреждениях нижней конечности. Шок III-IV степени чаще отмечался при наличии сочетанных с другими органами множественных повреждений с наличием обширных ран бедра, голени. В 10 (13,9%) случаях пострадавшие были доставлены в состоянии тяжелого алкогольного опьянения, что в значительной мере затрудняло их обследование.

Tab. 1. Partition of the patients according to the degree of shock

Degree of shock	Absolute number	%
I grade	15	20,8
II grade	23	31,9
III grade	15	20,8
IV grade	5	6,9
No shock	14	19,4
In all	72	100

Таб. 1. Распределение больных по степени тяжести шока

Степень шока	Абсолютное число	%
I степень	15	20,8
II степень	23	31,9
III степень	15	20,8
IV степень	5	6,9
Нет шока	14	19,4
Всего	72	100

Fig. 2. Partition of the patients regarding the location of injuries

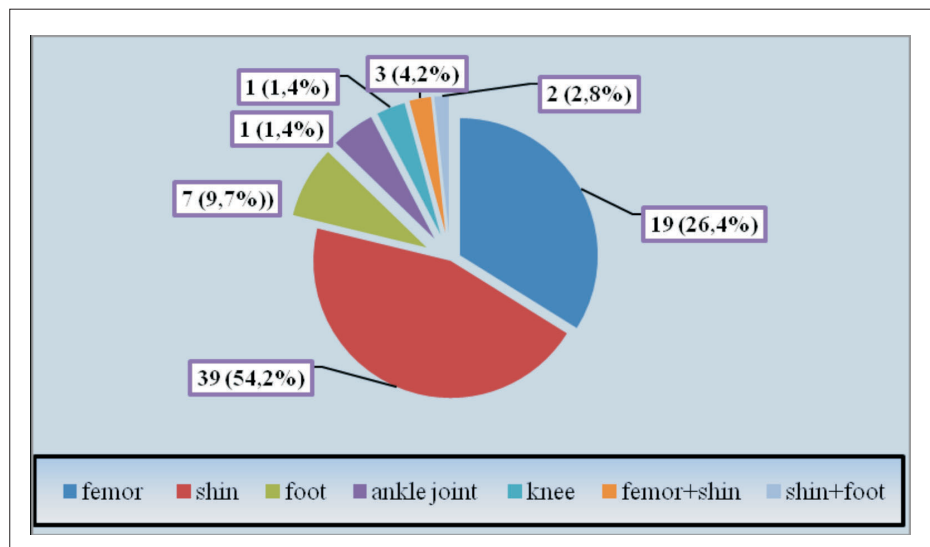
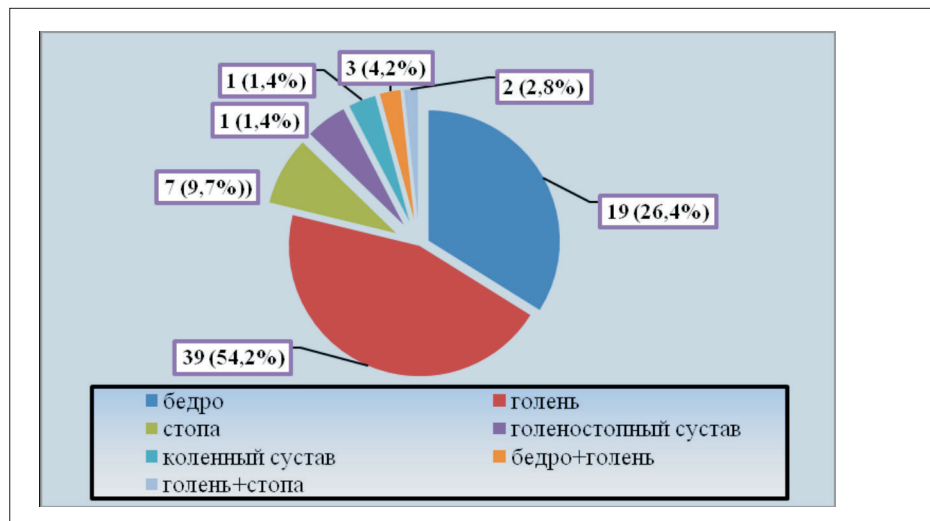


Рис. 2. Распределение больных по локализации повреждений



In most of the cases 47 (65.3%), traumas of lower extremities were got in traffic accidents. After falling from a height, were delivered 6 (8.3%) patients with different bone-vascular injuries. The other 19 (26.4%) patients were diagnosed to have tear-crushed injuries (n=13), complete and incomplete traumatic amputations of lower extremities on different levels (n= 4) and bullet wounds (n=2). Apart from that, in 28 (38.9%) cases traumas of lower extremities were combined with closed and open craniocerebral injuries of various degrees of severity, in 5 (6.9%) with blunt traumas of abdomen with injuries of internals, in 6 (8.3%) with closed traumas of thorax, that considerably burdened the condition of the patients.

Partition of the patients regarding the location of injuries is shown on fig. 2.

As it can be seen on the chart, the majority of injuries were located in the area of shin (54.2%) and femur (26.4%). Therewith, injuries of both lower extremities were diagnosed in 18 (25%) patients cases.

To each patient instrumental methods of examinations were carried out as well as laboratory ones, that shown in Table-2. However, the condition of the patients made it possible to carry out meticulous examination not in all of the cases.

As can be seen from the table, instrumental methods of examination of blood circulation disturbances degree (pulseoximetry, X-ray contrast angiography, colour duplex scanning) were carried out only to 25 (34.7%) patients, who had not sufficiently reliable estimation of blood circulation disorder by main clinical signs.

In other cases - 47 (65.3%), when there were no difficulties with vessel injuries diagnostics and indications for an emergency operation gave no rise to doubt, these examinations were not carried out. In addition, overall clinical and biochemical analyses of the blood and urine were carried out to all patients. As additional methods of examination there were used: Ultrasonic Scanning – in cases of concomitant injuries of abdominal cavity and thorax 8(11.1%), echoencephalography – in cases of craniocerebral traumas 28 (38.1%). 31 (43.1%) patients had Computer Tomography examination.

В большинстве случаев 47(65,3%) травмы нижних конечностей были получены в результате ДТП. После падения с высоты, с различными костно-сосудистыми повреждениями, были доставлены 6 (8,3%) больных. Ещё в 19 (26,4%) случаях у больных были диагностированы рвано-размозженные повреждения (n=13), полные и неполные травматические ампутации на различных уровнях нижней конечности (n=4) и огнестрельные ранения (n=2). Кроме того, в 28 (38,9%) случаях травмы нижних конечностей сочетались с закрытыми и открытыми черепно-мозговыми травмами различной степени тяжести, в 5 (6,9%) – с тупыми травмами живота с повреждением внутренних органов, в 6 (8,3%) – с закрытыми травмами грудной клетки, что значительно отягощало состояние пациента.

Распределение больных по локализации повреждений представлено на рис. 2.

Как видно, на данной диаграмме, большинство повреждений были локализованы в области голени (54,2%) и бедра (26,4%). При этом повреждение обеих нижних конечностей было диагностировано у 18 (25%) больных.

Всем больным при поступлении проводились как лабораторные, так и инструментальные методы исследования, которые представлены в таблице 2. Но не во всех случаях, состояние больного позволяло проводить полноценное обследование больного.

Как видно из таблицы, инструментальные методы исследования степени нарушения кровообращения (пульсоксиметрия, ЦДС, рентгеноконтрастная ангиография) выполнены всего 25 (34,7%) больным, у которых оценка степени нарушения кровообращения по основным клиническим признакам не являлась достаточно достоверной. В остальных же 47 (65,3%) случаях, когда при диагностике повреждения сосудов затруднений не возникало, а показания к экстренной операции не вызывали сомнений, данные исследования не выполнялись. Кроме того, всем больным были выполнены общеклинические и биохимические анализы крови и мочи. В качестве дополнительных методов исследования, при сопутствующих повреждениях брюшной полости и грудной клетки в 8 (11,1%) случаях было выполнено УЗИ, при черепно-мозговых травмах в 28 (38,9%) случаях - ЭХО-ЭГ. КТ исследование выполнено 31 (43,1%) больному.

Tab. 2. Methods of instrumental examinations

Method of examination	Number of patients
Radiography	72 (100%)
Pulseoximetry	25 (34,7%)
Color duplex scanning	11 (15,3%)
X-ray contrast angiography	5 (6,9%)

Tab. 2. Методы инструментальных исследований

Метод исследования	Количество больных
Рентгенография	72 (100%)
Пульсоксиметрия	25 (34,7%)
Цветное дуплексное сканирование	11 (15,3%)
Рентгеноконтрастная ангиография	5 (6,9%)

RESULTS OF TREATMENT AND DISCUSSION

The basic indications for management of reconstructive operations of open associated injuries of lower extremities were the following:

- Relatively wholeness of the segment, when there was an opportunity of single-stage performance of reliable osteosynthesis, reconstructive operation of arterial vessels and closing of postoperative wounds by local tissues or with the use another kind of skin grafting.
- Stable general condition of the patient, which make the performance of the operation possible without any risk for life.

In 34 (47.2%) cases from 72, restorative-reconstructive operations, including the stages of osteosynthesis and revascularization of ischemic lower limb, were performed.

During making osteosynthesis there was a frequent need to shorten bones considerably, firstly, for extraction of nonviable bone fragments and, secondly, with an aim of facilitation of vessels reconstructive operation and further closing of the wound. The choice of osteosynthesis method depended on the bone fracture character as well as on soft-tissues damages of the given area. Supposed bacterial dirtiness of open fractures also had not a small importance. The time of limb ischemia and its degree were also taken into consideration.

Taking into account all above-listed factors, the most optimal method of osteosynthesis, which was convenient for operative interventions in arterial vessels as well, was defined. The main types of osteosynthesis are shown in Table-3.

As it can be seen from the given table, mostly frequently used type of osteosynthesis was the Ilizarov apparatus (38.9%) that made easier further observation and aftercare of the wound. However for the patients with traumatic amputations the possibility of this method application was limited, because the superimposed apparatus considerably complicated revascularization stage. Taking into account this fact, in 3 (8.3%) cases osteosynthesis was made with the use of pins and in 2 (5.6%) cases with the use of nails. It must be mentioned that in one case Ilizarov apparatus was superimposed on the patient with incomplete traumatic amputation of lower one-third of shin because of instability of shin bone reposition by pins.

Tab. 3. The main methods of osteosynthesis

Osteosynthesys method	Absolute number	%
by rod	7	19,4
by pin	3	8,3
by nail	7	19,4
by lamina	3	8,3
by compressive-distractive osteosynthesis with Ilizarov apparatus.	14	38,9
by screw	1	2,8
by AO apparatus	1	2,8
all together	36	100

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Основными показаниями к проведению реконструктивных операций при открытых сочетанных повреждениях нижних конечностей являлись следующие:

- относительная сохранность сегмента, когда имелась возможность одномоментного выполнения надежного остеосинтеза, проведения реконструктивной операции на магистральных сосудах, закрытия послеоперационной раны местными тканями или с применением того или иного вида кожной пластики.
- стабильное общее состояние больного, позволяющее выполнить операцию без угрозы для жизни.

Из поступивших 72 больных в 34 (47,2%) случаях были проведены восстановительно-реконструктивные операции, включающие этапы остеосинтеза и реваскуляризации ишемизированной нижней конечности.

При выполнении остеосинтеза нередко приходилось прибегать к значительному укорочению костей, во-первых, для удаления нежизнеспособных костных фрагментов, а во-вторых, с целью облегчения выполнения реконструктивной операции на сосудах и последующего закрытия раны. Выбор того или иного способа остеосинтеза зависел как от характера перелома кости так и от повреждения мягких тканей в данной зоне. Немаловажную роль играла и условная бактериальная загрязненность открытых переломов. Также принималось во внимание время ишемии конечности и её степень.

С учетом всех вышеперечисленных факторов, и определялся наиболее оптимальный способ остеосинтеза, который был бы удобен и для вмешательств на поврежденных магистральных артериях. Основные виды остеосинтеза представлены в таблице 3.

Как видно из данной таблицы, наиболее часто выполнялся остеосинтез аппаратом Илизарова (38,9%), что облегчало возможность последующего наблюдения и ухода за раной. Однако у больных с травматическими ампутациями, возможность данного метода была ограничена, так как наложенный аппарат значительно затруднял этап реваскуляризации. Учитывая это, в 3 (8,3%) случаях остеосинтез был выполнен спицами и в 2 (5,6%) – стер-

Tab. 3. Основные методы остеосинтеза

Вид остеосинтеза	Абсолютное число	%
Штифтом	7	19,4
Спицами	3	8,3
Стержнем	7	19,4
Пластиной	3	8,3
Компрессионно-дистракционный остеосинтез аппаратом Илизарова.	14	38,9
Шурупом	1	2,8
Аппаратом АО (Ассоциации остеосинтеза)	1	2,8
Всего	36	100,0

In all cases of bone-vessel injuries, the vascular stage was performed after stabilization of bone fragments. The main methods of vessels reconstruction are shown in Table 4.

An indispensable condition of restorative-reconstructive interventions in arterial vessels was a stable hemodynamics without the use of vasopressor medicines. As is shown in the table, end-to-end anastomosis was the main method of blood supply restoration (57.1%). If there was a considerable vascular defect, its autovascular replacement by a fragment of great saphenous vein was performed - in 8 (22.9%) cases. The length of autovascular shunt varied from 6 to 25 cm.

CLINICAL EXAMPLE

Patient K. – 32 years old. The patient was conveyed on 21.01.2011 with complaints on pain at both lower extremities, numbness and coldness of limbs, difficulty of left feet and foot toes movement and general weakness.

From anamnesis obtained, the trauma was got after falling from a 6 meter height. The patient was conveyed to RRCTO (Republican research center of traumatology and orthopedy) and hospitalized, skeletal extension system of both legs was regulated through tuberosities of tibia, but because of the pulsation absence on left foot arteries the patient was transferred to RRCEM on suspicion of having an injury of left femoral artery.

At the moment of admission, the general condition of the patient was of moderate severity. The consciousness was clear and the patient was adequate and slightly adynamic. The position – constrained. The skin and visible mucous tunics were pale. Pulsation was 88/min and arterial pressure – 150/80.

The local conditions were: there was a deformation and edema in lower one-third of the left femur, in case of palpation pathologic mobility and bony crepitus were observed. In the left knee joint were signs of temperate hemarthrosis of the knee joint. Pulsation on femoral artery was clear only just under the inguinal fold, but more distal, on other identification points it was absent. SpO₂ indicator – 89% with a low pulse curve. Movements and sensitivity of left foot toes were worsened. The skin in shin and foot areas was pale. To the touch, the left foot was cold. The right lower limb was on the system of skeletal extension and the axis of the limb was correct. In the area of middle and lower thirds of hip there was an edema, in case of palpation a pain, bony crackle and

жнями. При этом необходимо отметить, что одному больному с неполной травматической ампутацией н/3 голени, в последующем из-за нестабильности репозиции большеберцовой кости спицами, пришлось наложить аппарат Иллизарова.

Во всех случаях костно-сосудистых повреждений сосудистый этап выполнялся после стабилизации костных отломков. Основные способы восстановления сосудов представлены в таблице 4.

Непременным условием выполнения восстановительно-реконструктивных вмешательств на магистральных артериях являлось стабильная гемодинамика без применения вазопрессорных препаратов. Как видно из таблицы, основным способом восстановления кровотока являлся анастомоз «конец в конец» (57,1%). При наличии значительного дефекта сосуда выполнялось его аутовенозное протезирование фрагментом большой подкожной вены - в 8 (22,9%) случаях. При этом длина аутовенозного шунта варьировала от 6 до 25 см.

КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР

Больной К. 32 лет. Поступил 21.01.2011 года с жалобами на боли в обеих нижних конечностях, онемение и похолодание, а также затруднение движений стопы и пальцев в левой ноге, общую слабость.

Из анамнеза выяснено, что травму получил 20.01.2011 г. в результате падения с 6-ти метровой высоты. Доставлен в УзНИИТО, госпитализирован, налажена система скелетного вытяжения через бугристости большеберцовых костей на обеих ногах, но в связи с отсутствием пульсации на артериях левой стопы с подозрением на повреждение левой бедренной артерии больной переведен в РНЦЭМП.

Общее состояние больного при поступлении средней тяжести. Сознание ясное, адекватен, несколько адинамичен. Кожа и видимые слизистые бледной окраски. Пульс - 88 уд. в мин. АД-150/80 мм.рт.ст.

Локально: Имеется деформация, отечность в н/3 левого бедра, при пальпации патологическая подвижность и костная крепитация. Признаки умеренного гемартроза левого коленного сустава. Пульсация на бедренной артерии под паховой складкой определяется, дистальнее, на всех опознавательных точках отсутствует. Показатель SpO₂-89% с низкой пульсовой кривой. Движения и чувствительность в пальцах левой стопы снижены. Кожа в области голени и стопы

Tab. 4. Methods of vessels restoration

Method	Absolute number	%
interrupted and circular vascular suture	20	57,1
Autovain prosthetics	8	22,9
thrombectomy, side suture of vessel	2	5,7
Vessel ligation	5	14,3
all together	35	100,0

Tab. 4. Способы восстановления сосудов

Способ восстановления сосуда	Абсолютное число	%
Узловой и циркулярный сосудистый шов	20	57,1
Аутовенозное протезирование	8	22,9
Тромбэктомия, боковой шов артерии	2	5,7
Лигирование сосудов	5	14,3
Всего	35	100,0

pathological movement arise. There are also pins laid through tuberosities of both tibias. The pulsation of dorsal artery of the right foot is clear and no disorders of sensitivity and movements of right-foot toes and of ankle joint.

By X-ray imaging comminuted fracture of middle and lower thirds of the right femoral bone without displacement of fragments and transverse comminuted fracture of the left femoral bone with displacement of fragments were observed. (Fig. 3)

бледной окраски. На ощупь левая стопа прохладная. Правая нижняя конечность на системе скелетного вытяжения. Ось конечности правильная. В области с-н/3 бедра имеется отек, при пальпации боль, костный хруст и патологическая подвижность. Пульсация на тыльной артерии правой стопы отчетливая, нарушений чувствительности и движений в пальцах правой стопы и голеностопном суставе нет.

При рентгенологическом исследовании были диагностированы: оскольчатый перелом с-н/3 правой бедренной кости без смещения костных отломков и поперечный оскольчатый перелом левой бедренной кости со смещением костных отломков (рис.3).

Fig. 3. Radiography of a) the right and b) the left femoral bones
Рис. 3. Рентгенография костей а) правого и б) левого бедра

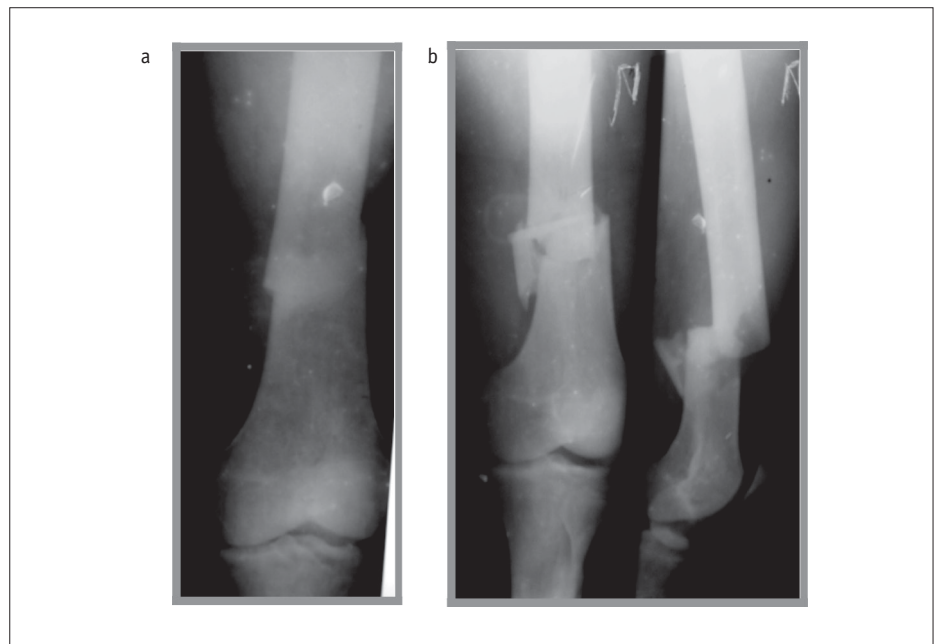
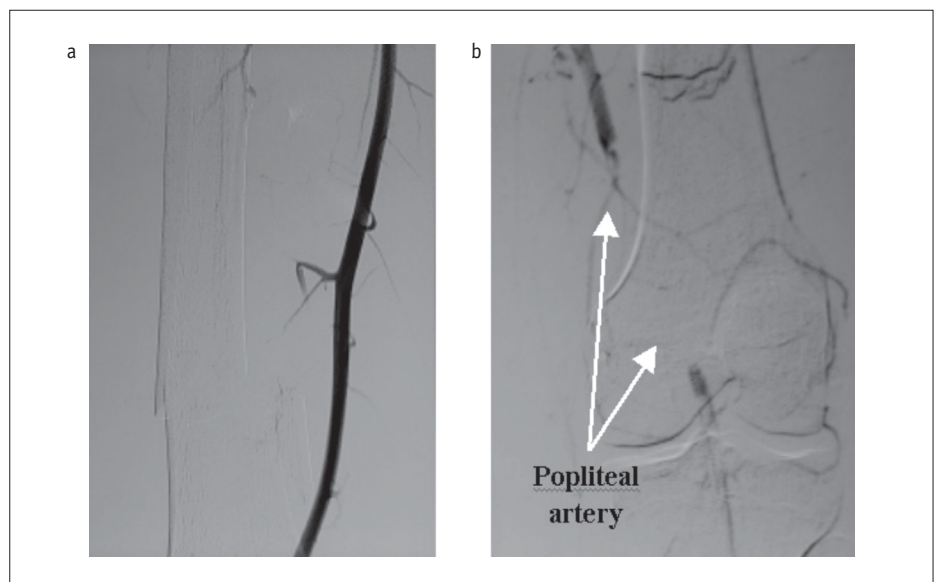


Fig. 4. X-ray contrast angiography of a) the right b) the left popliteal artery

Рис. 4. Рентгеноконтрастная ангиография а) правой б) левой подколенной артерии



With an aim to visualize the level, character and length of arterial injuries of the left extremity, an X-ray contrast angiography of lower limbs vessels was carried out, on which a thrombosis of popliteal artery's proximal part was observed. (Fig 4)

Basing on the examinations conducted, a clinical diagnosis was made to the patient: Multiple injuries; closed comminuted fracture of middle and lower thirds of the right femoral bone without displacement of fragments; closed transverse comminuted fracture of the left femoral bone with displacement of fragments; closed injury of the left popliteal artery's proximal part; thrombosis of the left popliteal artery's proximal part; ischemia of the left limb First B stage (by V.S. Savelev). Abrasion of the left knee joint.

Taking into consideration the extent and duration of the supposed surgical intervention, after a short-time infusion preparation an operation was made:

1. Closed intramedullary osteosynthesis of the right femoral bone by rod.
2. Closed intramedullary osteosynthesis of the left femoral bone by rod. (Fig.5)
3. Operative exploration and emptying the haematoma, thrombectomy from femoral and popliteal arteries, autovenous prosthetics of the left popliteal artery.

After performing osteosynthesis of the left femoral bone, repeated Pulsoxymetry by the sensor attached to the II toe of the left foot was carried out. There was not a pulse curve and $SpO_2 - 86\%$, however, the sensor attached to the same toe of the right foot gave a clear pulse curve and $SpO_2 - 98\%$.

Femoral and popliteal artery's proximal part preparation was carried out, the latter was thrombosed and did not pulsate. Injury of popliteal artery anterior wall of 1.5cm length with prolonged thrombosis was detected. 8 cm of popliteal artery up to the site with normal wall was separated and damaged part of it was resected. Thrombotic masses were extracted by tractions with use of Fogarty 6F catheter; vigorous central and satisfactory

С целью визуализации уровня, характера и протяженности повреждения артерий левой нижней конечности, произведена рентгеноконтрастная ангиография сосудов нижней конечности, на которой отмечается тромбоз проксимального отдела левой подколенной артерии (рис.4).

На основании выполненных исследований больному был выставлен клинический диагноз: Множественная травма. Закрытый оскольчатый перелом средне-нижней трети правой бедренной кости без смещения костных отломков. Закрытый поперечный перелом нижней трети левой бедренной кости со смещением костных отломков. Закрытое повреждение проксимального отдела левой подколенной артерии. Тромбоз проксимального отдела левой подколенной артерии. Ишемия левой нижней конечности IA-B ст. по Савельеву В.С. Ссадина левого коленного сустава.

Учитывая объем и длительность предполагаемого хирургического вмешательства после кратковременной инфузионной подготовки произведена операция:

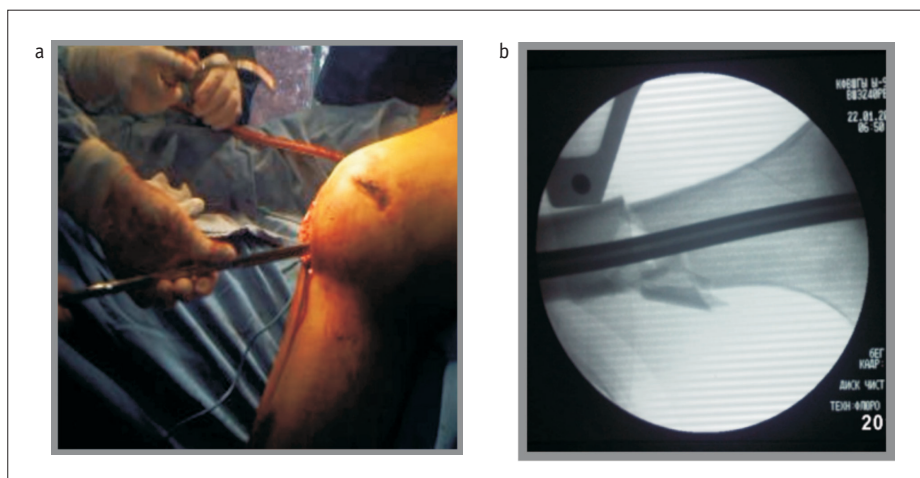
1. Закрытый интрамедуллярный остеосинтез левой бедренной кости штифтом.
2. Закрытый интрамедуллярный остеосинтез левой бедренной кости штифтом (рис.5).
3. Ревизия, опорожнение гематомы, тромбэктомия из бедренной и подколенной артерий, аутовенозное протезирование левой подколенной артерии.

После остеосинтеза левой бедренной кости выполнена повторная пульсоксиметрия датчиком установленном на II палец левой стопы - пульсовой кривой нет, $SpO_2 - 86\%$. На правой ноге при идентичном положении датчика - отчетливая пульсовая кривая, $SpO_2 - 98\%$.

Произведено выделение ПБА и проксимальной части подколенной артерии, последняя тромбирована, не пульсирует. Выявлено повреждение передней стенки подколенной артерии на протяжении 1,5 см с продолженным тромбозом. Подколенная артерия

Fig. 5. a) the stage of closed osteosynthesis of femoral bone b) intraoperative rentgenologic control of reposition correctness

Рис. 5. а) Этап закрытого остеосинтеза бедренной кости б) интраоперационный рентгенологический контроль правильности репозиции



retrograde blood flow was gained. After the resection of popliteal artery a diastasis between the ends was 6 cm. It was considered to replace artery by fragment of v.saphena magna. The ends of autovein graft was sutured to the ends of artery uninterruptedly by Polypropylen 5/0 suture. After blood flow startup anastomosis stood leak-proof and a clear pulsation on autovein and popliteal artery lower then anastomosis were observed. When pulsoxymetry was carried out with the sensor attached to the II toe of the left foot, a clear pulse arterial curve is observed with 97% saturation.

During the postoperative period, preventive measures of reperfusion syndrome, adipose tissue embolism and thromboembolism were carried out. Primary healing was observed. On monitoring X-ray picture the position of bone fragments was satisfactory. (Fig. 6).

During the postoperative period, a monitoring angiography of left lower extremity was made on which the passability of the left femoral artery and the replaced site of popliteal artery were satisfactory. (Fig. 7)

Color Duplex Scanning of the vessels of the left extremity was also made on which the passability of the anastomosis site was satisfactory. Arterial blood flow in reconstructed popliteal artery is shown in Fig 8.

The patient was discharged on ambulatory observation in satisfactory conditions. In three months the patient was activated. There was no deficiency in strength and amplitude of movements and blood circulation in extremities.

максимально выделена на протяжении 8 см, до участка нормальной стенки и резецирована. Катетером Фогарти 6f неоднократными тракциями удалены тромботические массы, получен мощный центральный и удовлетворительный ретроградный кровоток.

После резекции подколенной артерии образовался диастаз между концами около 5 см. Решено данный участок протезировать фрагментом БПВ. Анастомозы наложены по типу конец аутовены в конец артерии нитью Полипропилен 5/0, непрерывным швом. После пуска кровотока анастомозы герметичные, четкая пульсация на аутовене и подколенной артерии дистальнее анастомозов. При пульсоксиметрии с наложенным датчиком на II палец левой стопы отмечается отчетливая пульсовая магистральная кривая с насыщенностью 97%.

В послеоперационном периоде больному проводилась профилактика реперфузионного синдрома, жировой и тромбоэмболии. Заживление ран первичное. На контрольной рентгенограмме стояние костных отломков удовлетворительное (рис.6).

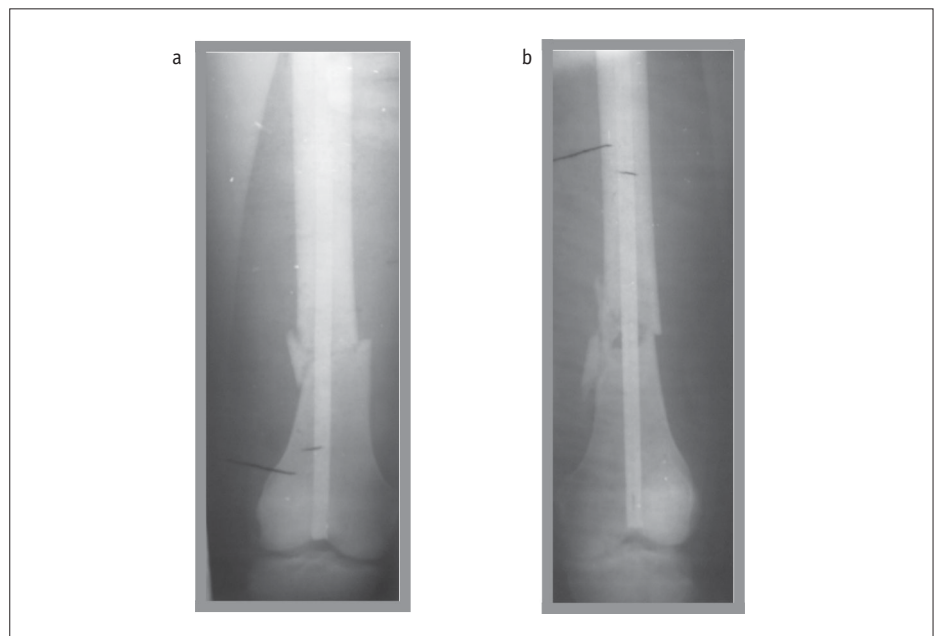
В послеоперационном периоде произведена контрольная ангиография сосудов левой нижней конечности, на которой проходимость левой бедренной и протезированного участка подколенной артерий удовлетворительная (рис.7).

Также произведена ЦДС сосудов левой нижней конечности, на которой проходимость области анастомоза удовлетворительная. Магистральный кровоток по реконструированной подколенной артерии (рис.8).

Больной в удовлетворительном состоянии выписан на амбулаторное наблюдение. Через три месяца больной был активизирован. Дефицита в двигательных движениях и в кровообращении конечностей нет.

Fig. 6. Monitoring radiography of a) the right and b) the left femoral bone

Рис. 6. Контрольная рентгенография а) правой и б) левой бедренной кости после остеосинтеза



It should be noticed that microsurgical equipments (optical magnification, suture material 7/0-8/0, interrupted suture) obligatory was used in cases of anastomosis more distal than bifuractional level of popliteal artery. Reperfusion syndrome prophylaxis with the use of modern antioxidant and rheological medicines was carried out both during antishock measures taking and during postoperative period. Timely prophylaxis of reperfusion and suppurative-septic complications in cases of lingering ischemia gave an opportunity of earlier mobilization and restoration of lower limb performance.

Следует подчеркнуть, что при наложении анастомозов дистальнее уровня бифуркации подколенной артерии, в обязательном порядке использовалась микрохирургическая техника (оптическое увеличение, шовный материал 7/0 – 8/0, узловые швы). Начиная с проведения противошоковых мероприятий, так и в послеоперационном периоде выполнялись профилактика реперфузионного синдрома с применением современных антиоксидантных и реологических препаратов. Своевременная профилактика реперфузионных и гнойно-септических осложнений при длительных ишемиях, давало возможность более ранней активизации и восстановления функции нижней конечности.

Fig. 7. Monitoring angiography of the replaced site of the left popliteal artery

Рис. 7. Контрольная ангиография протезированного участка левой подколенной артерии

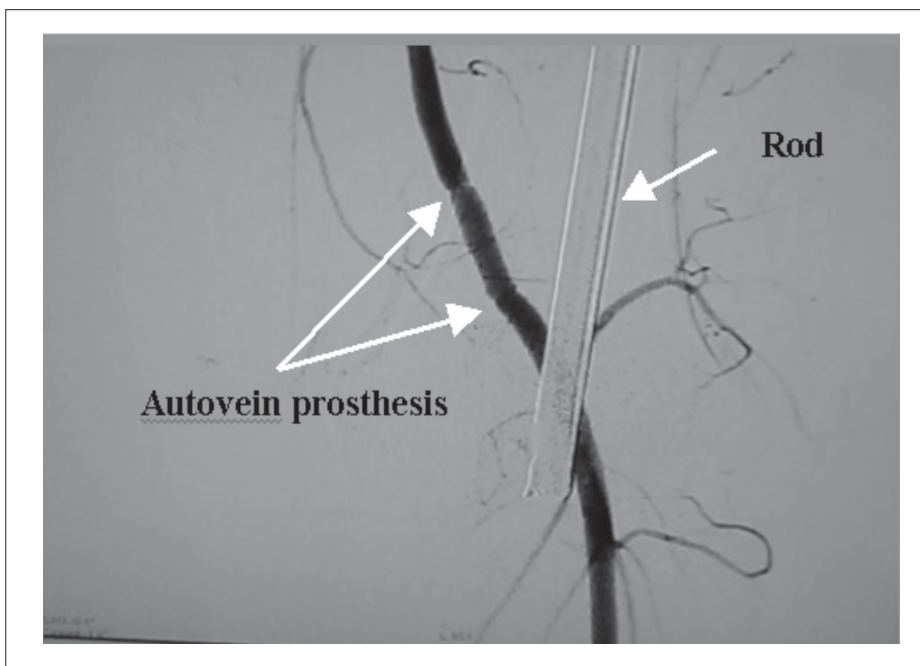
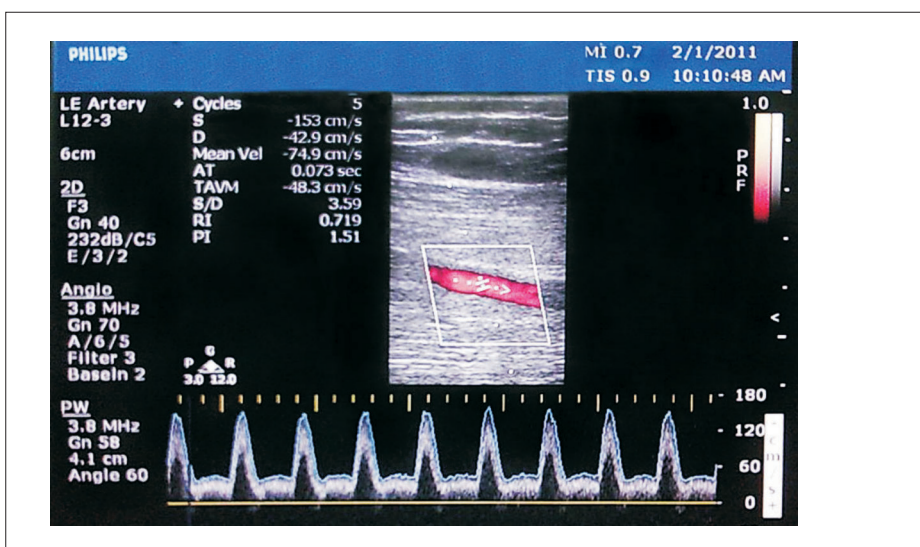


Fig. 8. Monitoring Color Duplex Scanning of left leg's arteries

Рис. 8. Контрольное ЦДС магистральных артерий левой ноги



Tab. 5. Short-term results of surgical interventions

Type of complication	Absolute number	%
Wound healing with no complications	57	79,2
Secondary amputations	8	11,1
fatal outcome	7	9,7
All together	72	100,0

In 38 (52.8%) cases, in view of considerable destructions of damaged segments, occurrence of extensive soft tissues' defects and absence of conditions for reconstructive operations management, primary amputation with formation of stump was performed.

Short-term results of surgical interventions are given in Table-5.

As is shown in the table, in 57 (79.2%) cases primary healing was observed. 29 (85.3%) of 34 patients whom restorative-reconstructive operations were performed had an adequate restoration of the blood circulation. In 5 cases were diagnosed the early thrombosis of anastomosis, associated with peripheral channel failure after continuous ischemia on the background of severe shock. In spite of the restored blood circulation, 3 of the patients had extensive necrotic-suppurative complications in crushed tissues of lower extremities. In all of these cases, secondary amputations of nonviable segments of lower extremities were performed. In 7 cases (9.7%) fatal outcomes were observed, mainly of the patients with severe poly-traumas.

Thus, promptly and sufficiently carried out primary restoration of damaged anatomical structures of lower extremities in cases of bone-vascular traumas gives a chance to achieve the most favorable results. Application of modern treatment-and-diagnostics equipments considerably facilitates the choice of tactic and methods of restorative-reconstructive interventions.

Tab. 5. Ближайшие результаты выполненных хирургических вмешательств

Вид осложнения	Абсолютное число	%
Заживления ран без осложнений	57	79,2
Повторные ампутации	8	11,1
Летальный исход	7	9,7
Всего	72	100,0

В 38 (52,8%) случаях ввиду значительного разрушения поврежденных сегментов, наличия обширных мягкотканых дефектов и отсутствия условий для выполнения реконструктивных операций была выполнена первичная ампутация с формированием культи.

Ближайшие результаты хирургических вмешательств представлены в таблице 5.

Как видно из таблицы, в 57 (79,2%) случаях у больных отмечено первичное заживление ран. Из 34 больных, которым были выполнены восстановительно-реконструктивные вмешательства у 29 (85,3%) отмечено адекватное восстановление кровообращения в нижней конечности. У 5-х больных были диагностированы ранние тромбозы сформированных анастомозов, связанные с несостоятельностью периферического русла после длительной ишемии на фоне тяжелого шока. Несмотря на восстановленное кровообращение у 3-х больных были отмечены обширные гнойно-некротические осложнения, в разможенных тканях нижней конечности. Во всех этих случаях были выполнены вторичные ампутации нежизнеспособных сегментов конечности. В 7 (9,7%) случаях отмечены летальные исходы, в основном у больных с тяжелыми поли-травмами.

Таким образом, своевременно и адекватно выполненное первичное восстановление поврежденных анатомических структур нижней конечности при костно-сосудистых травмах дает возможность получить наиболее благоприятные результаты. Применение современных лечебно-диагностических технологий значительно облегчают выбор тактики и способа восстановительно-реконструктивных вмешательств.

CONCLUSION

1. Timely blood circulation restoration is the main condition for saving the extremity and its functioning as well as for prevention necrotic and suppurative complications.
2. The choice osteosynthesis method must be decided not only by the character of bones and soft tissues injuries but also by the possibility of execution vascular reconstruction.
3. The priority must be given to the saving the patient's life: if the reconstructive operation performance exposes the risk to the patient's life, a primary amputation must be performed.

ВЫВОДЫ

1. Своевременное восстановление адекватного кровотока является основным условием, как для сохранения конечности и её функции, так и профилактики реперфузионных, гнойно-некротических осложнений.
2. Выбор метода остеосинтеза должен определяться не только характером повреждения костей и мягких тканей в этой зоне, но и учитывать возможность выполнения сосудистой реконструкции.
3. Приоритет всегда должен отдаваться сохранению жизни больного: если проведение реконструктивной органосохраняющей операции представляет собой угрозу для жизни пациента, должна выполняться первичная ампутация конечности.

References

1. Byalik E.I.: *Early osteosynthesis of extremity bone fractures in associated trauma [dissertation]*, Moscow: 2004.
2. Datiaschvilli R.O. *Replantation of extremities*. Moscow: «Medicine».1991.
3. Zhigunov A.K.: *Surgical management of the patients with associated bone-vascular injuries of extremities [abstract of the dissertation]*, Moscow: 2007.
4. Lemenev V.L., Michailov I.P., Isaev G.A. *Management of the patients with the injuries of the lower limbs' arteries*. *Angiologia and vascular surgery* 2005; 11(3): 108-114.
5. Cakir O, Subasi M, Erdem K, Eren N. *Treatment of vascular injuries associated with limb fractures*. *Ann R Coll Surg Engl*. 2005; 87(5): 348-52.
6. Glass G.E., Pearse M.F., Nanchaha J. *Improving lower limb salvage following fractures with vascular injury: a systematic review and new management algorithm*. *J. of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*. 2009 ; 62 (5): 571-579/
7. Lin CH, Wei FC, Levin LS, Su JJ, Yeh WL. *The functional outcome of lower-extremity fractures with vascular injury*. *J. Trauma*. 1997; 43(3): 480-5.
8. Moniz MP, Ombrellaro MP, Stevens SL, Freeman MB, Diamond DL, Goldman MH. *Concomitant orthopedic and vascular injuries as predictors for limb loss in blunt lower extremity trauma*. *Am Surg*. 1997; 63(1): 24-8.
9. Piatek S, Burger T, Halloul Z, Westphal T, Holmenschlager F, Winckler S. *Arterial vascular injuries in fractures and dislocations*. *Zentralbl Chir*. 2001; 126(5): 379-83