

Large vessel injuries — own experience

Obrażenia dużych naczyń — doświadczenia własne

Mirosław Dziekiewicz¹, Andrzej Obara¹, Marek Maruszyński¹, Marek Najdecki²,
Krzysztof Paśnik², Tadeusz Przystasz²

¹Military Institute of Health Service, Central Teaching Hospital, Department of General, Oncological and Vascular Surgery, Warsaw, Poland (Klinika Chirurgii Ogólnej, Onkologicznej i Naczyniowej w Warszawie)

²Military Institute of Health Service, Central Teaching Hospital, Department of General, Oncological and Thoracic Surgery, Warsaw, Poland (Klinika Chirurgii Ogólnej, Onkologicznej i Torakochirurgii w Warszawie)

Abstract

Background. The aim of the authors was to present the characteristics of large vessel injuries in patients wounded during 1966–2004 and their management in the Department of General, Oncological and Vascular Surgery and Department of General, Oncological and Thoracic Surgery of the Military Institute of Health Service in Warsaw.

Material and methods. Retrospective analysis was performed on the medical records of 249 patients treated for large vessel injuries e.g. vessels of the neck, chest, abdomen and extremities. According to the type of injury and vessel localization, different types of reconstruction were performed. All possible methods of vessel reconstruction were done.

Results. A total of 249 patients presenting large vessel injuries were recorded. 59% (115/193) presented femoral artery injuries, 24% (47/193) — popliteal artery injuries, 10% (20/193) — brachial artery injuries, 1% (2/193) — common carotid artery injuries, 1% (2/193) — aorta injuries, 1% (2/193) pulmonary artery injuries and 0.5% (1/193) mesenteric artery injuries. Then 32% (25/76) of inferior vein cava injuries, 21% (16/76) — popliteal vein, 11% (9/76) — femoral vein injuries, 5% (4/76) — brachial vein injuries, 5% (4/76) — subclavian vein injuries, 5% (4/76) — axillary vein injuries, 5% (4/76) — renal vein injuries, 5% (4/76) — iliac vein injuries, 2.5% (2/76) — jugular vein injuries, 2.5% (2/76) — pulmonary vein injuries and 2.5% (2/76) — transverse vein of neck were treated. The time from injury and hospital admittance ranged from 40 minutes up to 87 hours. In 4 cases, facing evident peripheral necrotic lesions of the leg, amputation was performed.

Conclusions. These injuries require prompt treatment to save life. The wounds have to be treated individually. Early and adequate primary treatment, combined with early reparation and reconstruction of vessel wall, establishment of circulation and closure of soft tissue defects gives the best functional and aesthetic results, decreased mortality, morbidity and cost of treatment.

Key words: gunshot wounds, penetrating injuries, surgery

Streszczenie

Wstęp. Przedstawiono charakterystykę obrażeń dużych naczyń u chorych leczonych w latach 1966–2004 w Klinice Chirurgii Ogólnej, Onkologicznej i Naczyniowej WIM oraz Klinice Chirurgii Ogólnej, Onkologicznej Klatki Piersiowej WIM w Warszawie.

Materiał i metody. Przeprowadzono retrospektywną analizę 249 przypadków chorych operowanych z powodu obrażeń dużych naczyń, czyli naczyń szyi, klatki piersiowej, brzucha oraz kończyn. Postępowanie

Address for correspondence (Adres do korespondencji):

Dr med. Mirosław Dziekiewicz, Klinika Chirurgii Ogólnej, Onkologicznej i Naczyniowej WIM
ul. Szaserów 128, 00–909 Warszawa, Poland
tel: +48 (22) 681 64 14, fax: +48 (22) 810 27 38
e-mail: dziekiewicz@wp.pl

uzależniono od rodzaju uszkodzenia naczyń oraz ich lokalizacji. Przeprowadzając zabiegi rekonstrukcyjne, wykorzystano wiele różnych metod.

Wyniki. U 59% (115/193) pacjentów stwierdzono obrażenia tętnicy udowej, u 24% (47/193) — tętnicy podkolanowej, u 10% (20/193) — tętnicy ramiennej, u 1% (2/193) — tętnicy szyjnej wspólnej, u 1% (2/193) — aorty, u 1% (2/193) — tętnicy płucnej i w 0,5% (1/193) tętnicy kręzkowej górnej. Następnie w 32% (25/76) przypadków rozpoznano uszkodzenie żyły głównej dolnej, w 21% (16/76) — żyły podkolanowej, w 11% (9/76) — żyły udowej, w 5% (4/76) — żyły ramiennej, w 5% (4/76) — żyły podobojczykowej, w 5% (4/76) — żyły pachowej, w 5% (4/76) — żyły nerkowej, w 5% (4/76) — żyły biodrowej, w 2,5% (2/76) — żyły szyjnej, w 2,5% (2/76) — żyły płucnej i w tym samym procencie żyły poprzecznej szyi. Czas od urazu do przyjęcia do szpitala wynosił od 40 minut do 87 godzin. U 4 chorych ze względu na zaawansowane zmiany martwicze a priori wykonano amputacje.

Wnioski. Obrażenia dużych naczyń są stanami bezpośrednio zagrażającymi życiu i wymagają właściwego ukierunkowanego postępowania.

Słowa kluczowe: rany postrzałowe, rany penetrujące, leczenie chirurgiczne

Introduction

Penetrating injuries of the heart and great vessels have very high mortality rates. The incidence of abdominal vascular injuries in military conflicts is surprisingly low. In World War II, DeBakey reported only a 2% incidence of abdominal vascular injuries in his paper on arterial injuries [1]. A similar incidence was reported from conflict in Korea (2.3%) and Vietnam (2.9%). Most likely, these low numbers reflect the highly lethal potential of military firearms [2]. In civilian trauma centres, as much as 33% of vascular injuries are in the abdomen. This striking difference can be attributed to low-energy missiles from civilian handguns and short pre-hospital transit times [3, 4].

Trauma consequences, especially firearm injuries of large vessels, usually have serious clinical implications resulting from the extent and sometimes the number of wounds. Vessel damage can give a variety of symptoms, depending on the force, nature and localization of a gunshot wounds, the size and position of the vessel, the type of injury of the vessel wall, the degree and extent of damage to neighbouring tissue and organs as well as the general condition of the patient and blood loss severity [5–7].

Experiences from recent wars and conflicts have shown the need for professionally administered first aid and maximal shortening of the time between being wounded and surgically treated [1, 2, 8–11].

The specific nature of these injuries imposes similar medical requirements during peacetime. It seems that better results of treatment can also be attributed to the progress in treating the shock. It should be pointed out that aggressive and early shock management is crucial in reducing mortality, complications and improving outcome [12].

Wstęp

Rany penetrujące serca i dużych naczyń wiążą się z bardzo dużą śmiertelnością. Częstość obrażeń naczyń zlokalizowanych w brzuchu podczas działań wojennych jest zaskakująco mała. Na podstawie doniesień DeBakey, z czasu drugiej wojny światowej można się dowiedzieć się o tylko 2-procentowym udziale urazów tętnic przy urazach brzucha [1]. Podobne wyniki otrzymano po analizie raportów medycznych z wojen w Korei (2,3%) i Wietnamie (2,9%). Tak zaskakujący wynik należy tłumaczyć dużą skutecznością rażenia broni używanej na współczesnym polu walki [2]. W wyspecjalizowanych ośrodkach, zajmujących się leczeniem urazów w sektorze cywilnym, około 33% urazów naczyń współistnieje z urazami brzucha. Tak istotną różnicę należy przypisać rodzajom pocisków (o niższej energii i sile rażenia), przede wszystkim jest to broń krótka, oraz szybkiemu transportowi do szpitala [3, 4].

Następstwa urazów, zwłaszcza ran postrzałowych naczyń, często skutkują ciężkim stanem chorego z powodu licznych i rozległych ran. Kliniczna manifestacja uszkodzeń naczyń zależy od siły urazu, jego charakteru, okolicy ciała, wielkości i lokalizacji naczynia, rodzaju obrażenia, stopnia uszkodzenia tkanek otaczających oraz narządów sąsiednich, jak również od stanu ogólnego chorego oraz utraty krwi [5–7].

Na podstawie doświadczeń przede wszystkim zebranych podczas ostatnich konfliktów można stwierdzić, jak istotne znaczenie ma pierwsza pomoc oraz czas, jaki upływa od urazu do momentu leczenia chirurgicznego [1, 2, 8–11].

Przeniesienie doświadczeń zebranych w czasie konfliktów wojennych do sektora cywilnego skutkuje lepszymi wynikami leczenia tego rodzaju urazów. Z całą pewnością wpływ na poprawę wyników terapii tych

Material and methods

We treated 249 patients (246 men and 3 women), mean age 24 years (from 20 to 69) with large vessel trauma in the period from 1966–2004 at the Military Institute of Health Service in Warsaw. All of the wounds were inflicted during peacetime. Forty-five percent (112 wounded) of the wounds were inflicted by projectiles with a low or moderate exit velocity, i.e. less than 900m/s, fired from small calibre arms [7.62 mm × 39, 7.65 × 17SR, 7.62 × 25, 7.92 × 57, 9 × 18, 9 × 19, 9 × 19 CCI shot ammunition, 7.92 × 33 and 0.22 LR] as well as artillery shell fragments and hand grenade shrapnel. The overwhelming majority of patients were wounded by one bullet 101 (40.5% vs. 90% of gunshot wounds) and 11 (4.45% vs. 10% of gunshot wounds) were wounded by more than one. This results from the fact that the weapons had been fired at close range, either accidentally (mainly due to carelessness, non-compliance with regulations) or intentionally (suicide attempts or criminal assault). The remaining 126 (50.6%) patients were wounded with sharp objects such as bayonets, knives, glass or metal rods. Eleven (4.45%) of the reported patients suffered blunt trauma as the consequence of traffic accidents or falls from height. Concomitant injury both to veins and to arteries occurred simultaneously in 20 cases (both the popliteal artery and vein were injured 16 times, both the femoral vein and artery 4 times).

The types of injured vessels, according to the anatomical classification, are presented in Tables I and II.

We diagnosed vessel injury on the grounds of clinical condition and history data. In the 60s and 70s, we performed arteriography and X-ray examination. Plain X-rays, especially when the bullet was embedded, were very helpful in localizing the bullet or shell fragments before surgery, while we use ultrasonography in cases of endovascular trauma. In the 80s we used ultrasound examination. The next 10 years brought us CT scanning. Since 1999, we have been using spiral CT. In summary, 268 large vessel injuries required surgery. We used the following techniques during surgical procedures: vessel suturing — 33(12.3%) times; saphenous vein patch — 90 (33.6%) times; reconstructive surgery on vessels using autologous saphenous vein grafts — 115 (42.9%) times; reconstructive vessel surgery using Dacron or Gore-Tex prostheses — 18 (6.7%) times; patching injured vessels with a Gore-Tex patch — 7 (2.6%) times and ligation of injured vessels — 5 (1.9%) times. As we have shown, a comparison of the rate of autogenous vein as a material for vessel injury repair to synthetic grafts was 205 (76.5%) vs. 25 (9.3%) of reconstruction procedures.

Table I. Traumatized arteries and frequency of injury

Tabela I. Podział anatomiczny uszkodzonych tętnic i częstość uszkodzeń

Injured artery Uszkodzone tętnice	Frequency Częstość
Femoral artery Tętnica udowa	115 (59%)
Popliteal artery Tętnica podkolanowa	47 (24%)
Brachial artery Tętnica ramienna	20 (10%)
Common carotid artery Tętnica szyjna wspólna	6 (3%)
Aorta	2 (1%)
Pulmonary artery Tętnica płucna	2 (1%)
Mesenteric artery Tętnica kręzkowa górna	1 (0.5%)
Total number Całkowita liczba	193 (100%)

chorych miało poznanie patofizjologii wstrząsu. Dlatego celowane i specjalistyczne leczenie we wczesnym okresie wstrząsu było na tym etapie najważniejszym postępowaniem [12].

Material i metody

W latach 1966–2004 w Wojskowym Instytucie Medycznym w Warszawie, w obu Klinikach Chirurgicznych leczono 249 chorych z powodu obrażeń dużych naczyń (246 mężczyzn i 3 kobiety), średnia wieku wynosiła 24 lata (20–69 rż.). Do wszystkich obrażeń doszło w czasie pokoju. W 45% (112 chorych) urazów doznało w wyniku postrzału z broni palnej o małej i średniej prędkości, to znaczy mniejszej niż 900 m/s, broni małokalibrowej (7,62 mm × 39, 7,65 × 17SR, 7,62 × 25, 7,92 × 57, 9 × 18, 9 × 19, 9 × 19 CCI *shot ammunition*, 7,92 × 33 i 0,22 LR). Do tej grupy należeli również chorzy zranieni pociskami wtórnymi broni artyleryjskiej, granatami i szrapnelami. W większości były to obrażenia wynikające z postrzału jednym pociskiem — 101 (40,5% vs. 90% postrzałów z broni palnej), a 11 (4,45% vs. 10% postrzałów z broni palnej) powstało w wyniku postrzału więcej niż jednym pociskiem. Należy to tłumaczyć faktem, że większość strzałów oddano z bliskiej odległości (w większości przypadków doszło do postrzałów z powodu nieostrożności i nieprzestrzegania przepisów bezpieczeństwa) lub celowe (przestępczość). Część chorych 126 (50,6%) hospitalizowano z powodu ran zadanych ostrymi przedmiotami, czyli bagnetami, nożami, szkłem lub odłamkami metali. U 11 pacjentów (4,45%) uszkodzenia naczyń były wynikiem tępych ura-

Table II. Traumatized veins and frequency of injury**Tabela II.** Podział anatomiczny uszkodzonych żył i częstość uszkodzeń

Injured vein Uszkodzone żyły	Frequency Częstość
Vena cava Żyła główna dolna	25 (32%)
Popliteal vein Żyła podkolanowa	16 (21%)
Femoral vein Żyła udowa	9 (11%)
Brachial vein Żyła ramienna	4 (5%)
Subclavian vein Żyła podobojczykowa	4 (5%)
Axillary vein Żyła pachowa	4 (5%)
Renal vein Żyła nerkowa	4 (5%)
Iliac vein Żyła biodrowa	4 (5%)
Jugular vein Żyła szyjna	2 (2.5%)
Pulmonary vein Żyła płucna	2 (2.5%)
Transverse vein of neck Żyła poprzeczna szyi	2 (2.5%)
Total number Całkowita liczba	76 (100%)

We used to use cyanoacrylic glues, Kanokonlit B [Bulgaria], Chirurgicol-Polfa [Poland], Histoacryl-Braun [Germany] and, more recently, the tissue glues Tissucol-Immuno and Beriplast-Behring to seal vessel ligations. During surgical treatment of the femoral or popliteal arteries, closed or open fasciotomy was performed additionally with 16 patients during surgery, while in addition to reconstructive surgery, lumbar sympathectomy was carried out on 18 patients. In the next group of patients (49 persons), fasciotomy was done during the first 24 hours after reconstructive operation.

Results

A total of 249 patients underwent emergency surgery. The elapsed time from injury to hospital admittance ranged from 40 minutes to 87 hours. In four cases, facing evident peripheral necrotic lesions of the leg, we aimed treatment at creating the best conditions for amputation and subsequent limb replacement. Two of these patients had been transferred to our hospital three days after the injury. Eleven patients had been transported with compression bandages or tourniquets. For the patients transported after the injury directly to the hospital there was no necessity to improve peripheral circulation. Only three

zów lub upadków z wysokości. W grupie 20 chorych rozpoznano jednoczesne uszkodzenie jednoimiennej tętnicy i żyły (naczynia podkolanowe — w 16 przypadkach i udowe — w 4).

W tabeli I i II przedstawiono zestawienie anatomiczne uszkodzonych naczyń.

Diagnostykę chorych z obrażeniami naczyń przeprowadzono na podstawie badań podmiotowego, przedmiotowego oraz badań dodatkowych. W latach 60. i 70. XX wieku wykonywano głównie badania arteriograficzne i rentgenograficzne. To drugie było szczególnie pomocne przed przystąpieniem do leczenia chirurgicznego, w lokalizacji pocisków pierwotnych lub wtórnych. Lata 80. ubiegłego wieku to okres rozwoju badań ultrasonograficznych. W latach 90. natomiast nastąpił rozwój diagnostyki opierającej się na możliwości tomografii komputerowej. W 1999 roku zaczęto stosować spiralną tomografię komputerową. W analizowanej grupie chorych 268 obrażeń dużych naczyń wymagało leczenia chirurgicznego. W leczeniu chirurgicznym wykorzystano następujące techniki rewaskularyzacyjne: proste zszycie naczyń u 33 (12,3%) chorych, u 90 (33,6%) wszyto łąkę żylną z żyły odpiszczelowej, u 115 (42,9%) ubytek naczyń tętniczego zastąpiono przeszczepem z żyły własnej, u 115 (42,9%) pacjentom wszyto pomost z materiału sztucznego (Gore-Tex lub Dacron), 7 (2,6%) pacjentom wszyto łąkę żylną (Gore-Tex) oraz u 5 (1,9%) chorych podwiązano naczynie. W przedstawionym przez autorów niniejszej pracy materiale, wykonując rekonstrukcje naczyniowe, wykorzystywano materiał własny u 205 (76,5%) chorych, natomiast sztuczny u 25 (9,3%) pacjentów.

Ponadto stosowano kleje cyjanoakrylowe Konkolit B (Bułgaria), Chirurgicol (Polfa, Polska), Histoacryl (Braun, Niemcy) oraz kleje tkankowe Tissucol (Immuno) i Beriplast (Behring). Podczas zabiegów na tętnicy udowej lub podkolanowej wykonano zamkniętą lub otwartą fasciotomię u 16 chorych oraz dodatkowo u 18 sympatektomię lędźwiową. U kolejnych 49 chorych wykonano sympatektomię lędźwiową w czasie 24 godzin od operacji.

Wyniki

Do leczenia operacyjnego zakwalifikowano 249 chorych. Czas od urazu do momentu przyjęcia do szpitala wynosił od 40 minut do 87 godzin. Ze względu na stopień zaawansowania zmian martwiczych u 4 chorych wykonano amputację kończyny bezpośrednio po przyjęciu do szpitala, stwarzając warunki do wygojenia kikotów z zamiarem ich przyszłego zaprotezowania. Z tej grupy 2 pacjentów przyjęto do szpitala 3 doby

patients initially treated at other hospitals had received surgical treatment of their injured vessels. In two cases, there was ligation of the ends of the ruptured artery, and in one case, a temporary polyurethane by-pass drain had been applied in the gunshot wound to the femoral artery. Two vessels had been ligated during hospital treatment. Because of the critical condition and internal organ trauma of one patient, we carried out ligation distal to the deep femoral artery. The transverse cervical artery was ligated in another patient.

Ten wounded patients died during surgery: one from gunshot laceration of the common carotid artery with accompanying spinal cord damage; one with gunshot wounds of the thoracic aorta; one with the root of the left lung shot off; and seven with gunshot wounds of the inferior vena cava, additional abdominal wounds and irreversible haemorrhagic shock. Four patients died shortly after surgery due to multiple organ failure. Two patients underwent emergency amputation of the leg below the knee joint because of excessive damage of vessels, muscles and bones (crush syndrome). Five patients underwent leg amputation above the knee joint because of progressive necrosis of calf and foot tissue, in spite of the reconstruction of the popliteal artery. In ten patients, extensive muscle, bone and soft tissue damage and progressive necrosis were indications for amputation of the lower extremity at various levels later on. Three false aneurysms were also operated later: after injury of the femoral artery (with an arteriovenous fistula), after injury of the vertebral artery (the injury was not initially diagnosed) and after injury of the brachial artery (bite wound).

Discussion

The incidence of abdominal vessel injuries in patients with blunt trauma is estimated at approximately 5–10%. A similar incidence of 10.3% is reported in patients with penetrating stab wounds to the abdomen, and patients with gunshot wounds (GSWs) to the abdomen have major vessel injury in as many as 25% of cases. Etiology is strictly related to geographic location. In hospitals located near major highways, most injuries are related to blunt trauma. In inner-city hospitals, GSWs and stab wounds predominate. In blunt trauma, rapid deceleration during a motor vehicle accident (MVA) results in an avulsion of the small branches of major vessels (e.g. mesenteric tear) [4]. Another mechanism of injury is related to a direct crush or blow to the major vessels, resulting in an intimal tear or vessel rupture [13]. Penetrating injuries directly disrupt the vessel wall or create intimal flaps secondary to the blast effect. Haemorrhagic shock often leads to metabolic acidosis and may be

po urazie. Jedenastu chorych dotarło do szpitala z opatrunkami uciskowymi lub mankietami uciskowymi założonymi powyżej uszkodzenia. Tylko u 3 pacjentów opatrywano chirurgicznie uszkodzenia naczyń przed przyjęciem. U 2 z nich podwiązano naczynia, u 1 zastosowano czasowy przepływ przez dren poliuretanowy, przywracając przepływ przez tętnicę udową powierzchowną. U kolejnych 2 chorych podwiązano tętnicę udową powierzchowną, odstępując od planowanej rekonstrukcji, ze względu na ciężkość urazu i stan ogólny pacjenta. U 1 chorego podwiązano żyłę poprzeczną szyi.

W trakcie leczenia chirurgicznego zmarło 10 chorych: 1 chory z raną postrzałową tętnicy szyjnej wspólnej i jednoczesnym uszkodzeniem rdzenia kręgowego w odcinku szyjnym, 1 z powodu postrzału aorty piersiowej, 1 z oderwaniem korzenia płuca, 7 z postrzałem żyły głównej dolnej oraz współistniejącymi obrażeniami narządów brzucha i nakładającym się na to obrazem wstrząsu krwotocznego. Czterech chorych zmarło bezpośrednio po operacji z powodu niewydolności wielonarządowej. Ze względu na rozległe zmiążdżenie tkanek goleni (zespół zmiążdżenia) z uszkodzeniem kości, mięśni, naczyń i nerwów 2 chorych zakwalifikowano do amputacji kończyny na poziomie uda. U 5 pacjentów konieczne było odjęcie goleni mimo odtworzenia przepływu przez tętnicę podkolanową. Kolejnym 10 chorym amputowano kończyny na różnych poziomach ze względu na postępujące zmiany martwicze na stopie i goleni, mimo wdrożonego leczenia. Trzech chorych operowano z powodu tętniaków rzekomych, które klinicznie ujawniły się w późniejszym okresie, a których pierwotnie nie rozpoznano. U 1 chorego była to współistniejąca z tętniakiem rzekomym przetoka tętniczo-żylna między tętnicą i żyłą udową, natomiast w drugim przypadku był to tętniak tętnicy kręgowej w jej pierwszym segmencie, a u trzeciego pacjenta po ugryzieniu doszło do powstania tętniaka rzekomego tętnicy ramiennej.

Dyskusja

Częstość uszkodzeń naczyń w tępych urazach brzucha szacuje się na 5–10%. Podobnie, bo na około 10,3%, ocenia się ich występowanie w ranach klutych brzucha oraz około 25% w ranach postrzałowych brzucha. Gdyby rozpatrywać etiologię urazów i ich charakter to często wpływa na to lokalizacja miejsca, w jakim doszło do urazu. Szpitale usytuowane w pobliżu autostrad w większości zajmują się chorymi z urazami tępymi. Z kolei szpitale zlokalizowane w centrum miast w większości opatrują rannych z ranami klutymi i postrzałowymi. W urazach tępych gwałtowne zmniejszenie prędkości

accompanied by coagulopathy and hypothermia. This self-perpetuating cycle is responsible for 80% of deaths in patients with major vascular injury and must be rapidly corrected to prevent a dismal outcome. Progress in managing vascular trauma has usually been made in wartime [3]. After the injury of a large artery, for example, the fate of the affected limb, and often the life of the patient, is decided in a very short time. The way in which first aid is administered, its proper organization and the time it takes to provide professional surgical intervention are crucial. Surgical intervention is aimed first of all to stop bleeding, and then to restore the continuity of a vessel [3, 14]. In spite of the considerable progress in surgical techniques, treating gunshot wounds of blood vessels is a very difficult problem even during peacetime and with well-organized emergency services as well. The treatment is not always successful; often complications occur. The specific nature of gunshot wounds is related, among others, to the temporary explosion cavity that is formed when the bullet enters the tissue. The cavity causes much more damage than would arise due merely to the presence of the bullet track. This is especially visible in wounds inflicted by high velocity projectiles [13–16]. Necrotic tissue is always found in gunshot wounds and the significant damage observed around the wound margins is the result of the transfer of the bullet energy to the surrounding tissue. Microcirculatory injury also occurs and infection is always present. Finding the ends of a severed vessel may be quite difficult, especially if the vessel has been shot through and lacerated. Although these types of injuries are rare, they cause severe and quick blood loss leading to rapid onset of haemorrhagic and traumatic shock, multiorgan failure and finally death [17, 18]. The 31 patients in our material died due to this type of injury, in spite of being brought to hospital in a relatively short time.

We wish to point out the question of the continued use of compression bandages and tourniquets in order to stop bleeding and question of the risks involved in their use [1, 8, 10, 11]. They cause mechanical injury to surrounding tissue, including nerves and blood vessels, cut off collateral circulation (increasing the ischaemia of the extremity) and contribute to the formation of clots and the obstruction of blood vessels even after a bandage or tourniquet is removed. Keeping a bandage or tourniquet in place for too long is also dangerous, since after its removal severe systemic disturbances (so-called post-tourniquet syndrome, post-tourniquet shock) can occur, often leading to death. The fact that 25 patients had tourniquets and compression bandages applied to their lower limbs with resulting injury to blood vessels, proves the lack of

(jak to ma miejsce np. w wypadkach motocyklowych) powoduje rozerwanie małych gałęzi większych naczyń (np. sieci naczyń krezki) [4]. Odmiernym mechanizmem doprowadzającym do uszkodzenia naczyń jest bezpośrednio przyjęcie energii urazu, częściej dochodzi wtedy do odwarstwienia błony wewnętrznej lub pęknięcia naczyń [13]. Urazy przenikające najczęściej powodują bezpośrednio pełnościenne uszkodzenie naczyń albo w wyniku naderwania błony wewnętrznej doprowadzają do powstania zastawki w świetle naczyń. Dodatkowo, w zależności od ciężkości i rozległości urazu nakłada się na to obraz wstrząsu krwotocznego, koagulopatii ze zużycia oraz hipotermia. Przyjmuje się, że taki mechanizm odpowiada w około 80% za śmiertelność u chorych z obrażeniami dużych naczyń. Doświadczenia uzyskane podczas ostatnich konfliktów zbrojnych pozwoliły w znacznym stopniu poprawić wyniki leczenia tych chorych [3]. Czynnikiem czasu w przypadku urazów dużych naczyń jest niezwykle istotny i bezpośrednio wpływa na losy zagrożonej kończyny czy życie chorego. Zarówno sposób udzielenia pierwszej pomocy, jak i dalsze elementy postępowania leczniczego są niezwykle istotne i decydują o ostatecznym wyniku leczenia. Interwencja chirurgiczna zawiera zwykle dwa elementy: zatrzymanie krwawienia oraz przywrócenie przepływu przez uszkodzone naczynie [3, 14]. Mimo tak znacznego postępu w technice chirurgicznej leczenie ran postrzałowych naczyń stanowi nadal bardzo trudny problem i pozostaje dużym wyzwaniem dla wyspecjalizowanych ośrodków nawet podczas pokoju. Dlatego w trakcie leczenia można spodziewać się powikłań związanych przede wszystkim z charakterem urazu, jakim jest postrzał. Wiele z tych powikłań wiąże się z powstaniem pulsującej jamy czasowej towarzyszącej przechodzącemu przez tkanki pociskowi. Powoduje ona znacznie większe uszkodzenia tkanek niż wynikałoby to bezpośrednio z toru pocisku. Jest to szczególnie widoczne w ranach zadanych pociskami dużej szybkości [13, 15, 16]. Dlatego tkanki martwicze okalające kanał przejścia pocisku, w tym wlot i wylot, tworzą szeroki margines uszkodzenia. Wiąże się to z przekazaniem energii pocisku tkankom. W tym obszarze stwierdza się rozległe uszkodzenia mikrokrążenia i tym samym łatwiejszą penetrację patogenów bakteryjnych. W tego rodzaju ranach odnalezienie kikutów uszkodzonych naczyń jest bardzo trudne. Ten typ uszkodzeń naczyń, to znaczy całkowite przerwanie ciągłości dużego naczyń, występuje stosunkowo rzadko, jednak każdorazowo prowadzi do szybkiej utraty dużej ilości krwi, co może spowodować wstrząs, niewydolność wielonarządową oraz śmierć [17, 18]. W materiale przedstawionym przez autorów niniejszej pracy 31 chorych zmarło w tym me-

appropriate training in providing first-aid to patients with vascular injury. Although we know all aspects of emergency bandage usage, we should add that, nowadays, different kinds of tourniquets are starting to be very popular in NATO countries. Pre-hospital treatment time shortening is crucial in this way.

Usually there are forms of multipurpose bandage for stanching blood flow from traumatic haemorrhagic wounds in pre-hospital emergency situations. It is worth noting that these are currently being used by the U.S. Special Forces and other elite military units worldwide. If the injury of a vessel is so extensive that suturing it can lead to significant stenosis and disturbed blood flow, we attempt to reconstruct it while using an autologous vein graft, or, if this is not possible, in adverse circumstances, we reach for synthetic materials. We try to avoid ligation of large vessels, especially in extremities, unless the condition of the patient does not allow another type of procedure [14, 19]. In terms of imaging studies, we confirm the worth and importance of new imaging techniques. Haemodynamically stable patients with blunt trauma and suspected abdominal vascular injuries may benefit from abdominal CT scanning, which helps to localize haematoma and evaluate solid organ injuries. In injuries to extremities, we appreciate the value of arteriography or spiral CT scanning. Haemodynamically unstable patients may benefit from a rapid laparotomy or trauma sonography just before surgical procedure. Stable patients with stab wounds may undergo laparoscopy to confirm peritoneal penetration or vessel injury [18]. If time permits, chest and pelvic radiography should also be carried out to exclude bleeding into chest and pelvic fractures.

Postoperative management after restoring the continuity of injured vessels (iliac, femoral or popliteal) is focused on improving the blood flow in the limb. We believe that not only restoring vessel wall damage, but preventing angiospasm, in particular of small veins and arteries, is crucial in successful surgical treatment of limb traumas. In order to achieve this aim, we use intraarterial or periarterial injections of xylocaine and perineural block, e.g. of the ischiadicus nerve — it has an additional analgesic effect. In trauma of the limbs with accompanying bone and nerve damage, first we try to restore the blood flow, even on a temporary basis, using a short-term bypass, attempting to minimize the duration of ischaemia of the limb [3, 14, 20]. This is sufficient to set the bone (e.g. by traction and/or external stabilization) and then to reconstruct the vessel. In 224 (90%) of cases with extremity trauma we used heparin intraoperatively and postoperatively for a few days to facilitate blood flow after which we changed to drugs reducing pla-

chanizmie mimo wdrożonego specjalistycznego postępowania leczniczego w warunkach szpitalnych.

Warto zwrócić uwagę na hamowanie krwotoków z wykorzystaniem opatrunków i opasek uciskowych. Szczególnie zastosowanie tych drugich budziło do niedawna niechęć [1, 8, 10, 11]. Powodowane przez nie uszkodzenia mechaniczne otaczających tkanek, w tym nerwów i naczyń krwionośnych, odcięcie krążenia obocznego postrzegano jako działania nasilające następstwa urazu. Na ten obraz nakładać się miało jeszcze wykrzepianie wewnątrznaczyniowe, zahamowanie krążenia — nawet już po zwolnieniu mankietów uciskowych. Dodatkowo utrzymywanie opatrunków i mankietów uciskowych przez długi czas jest niebezpieczne ze względu na zespół (wstrząs) poopaskowy często prowadzący do zgonu. W badanej przez autorów niniejszej pracy grupie chorych w 25 przypadkach zastosowano tego rodzaju postępowanie. Wymaga ono jednak odpowiedniego przeszkolenia i wiedzy na temat pierwszej pomocy w urazach naczyń. Mimo wymienionych wyżej ograniczeń wykorzystania tego rodzaju opatrunków należy zauważyć, że różnego rodzaju opaski uciskowe wprowadzono na stałe do zestawów pierwszej pomocy w państwach należących do Organizacji Paktu Północnoatlantyckiego (NATO). Najczęściej przybierają one postać porowatych opasek uciskowych, powszechnie stosowanych w przedszpitalnym transporcie rannych. Doskonale hamują krwotoki z rozległych ran, w tym kończyn. Warto zaznaczyć, że obecnie wykorzystują je oddziały specjalne armii Stanów Zjednoczonych oraz inne elitarne formacje tego typu na całym świecie. Z pewnością wiąże się to z usprawnieniem transportu rannych z pola walki do szpitala.

Opatrywanie naczyń w warunkach szpitalnych powinno polegać na przywróceniu prawidłowego przepływu przez uszkodzone naczynia. Jeżeli proste zszywanie naczyń może powodować istotne hemodynamiczne zwężenie, należy dążyć do rewaskularyzacji z wykorzystaniem pomostu żylnego, a dopiero w ostateczności zastosować sztuczny materiał. Należy również unikać podwiązywania dużych naczyń, szczególnie dystalnie od ostatniego podziału. Postępowanie takie wydaje się uzasadnione jedynie w przypadku, gdy stan pacjenta nie pozwala na inną interwencję (czas, rozległość zabiegu, etc.) [14, 19].

Diagnostyka obrazowa uszkodzeń naczyń, zwłaszcza z wykorzystaniem najnowszych technik jest niezwykle istotna. U pacjentów po tępych urazach brzucha, z podejrzeniem uszkodzeń naczyń, należy wykonać tomografię komputerową (CT) brzucha. Badanie pozwoli na ocenę stanu narządów miękkich oraz potwierdzi bądź wykluczy obecność krwiaka w otrzewnej lub

telet adhesion and aggregation. All of the patients with open wounds received tetanus anatoxin, while those who had sustained gunshot wounds during military training in the field received antitetanus serum additionally. Broad-spectrum antibiotics were administered before, during and after surgery. The antibiotics were either continued or changed after obtaining the results of an antibiogram.

Although there has been a general improvement in the treatment of vascular traumas, the results are still not satisfactory. The reasons for such a situation are delays in correct diagnosis and instituting the appropriate treatment. Early diagnosis and treatment of vascular trauma in the receiving hospital are very important and could prevent many later complications. The factor of time was the most crucial for the unfavourable outcome of the treatment of our patients, both in terms of the amount of deaths and of the relatively large amount of leg amputations.

Conclusions

Large vessel injuries require prompt treatment to save life. The wounds have to be treated individually. A surgeon's reaction should depend on personal experience and accurate management. Early and adequate primary treatment, combined with early reparation and reconstruction of the vessel wall, establishment of circulation (anastomoses and grafts) and closure of soft tissue defects (local or distant flaps) give the best functional and aesthetic results and decrease mortality and cost of treatment.

References

1. DeBakey ME (1946) Battle injuries of the arteries in WWII: an analysis of 2,471 cases. *Ann Surg*, 123: 534.
2. Rich NM, Baugh JH, Hughes CW (1970) Acute arterial injuries in Vietnam: I, 000 cases. *J Trauma*, 10: 359–369.
3. Barros D'Sa AAB (1995) Twenty five years of vascular trauma in Northern Ireland. *BMJ*, 310: 1–2.
4. Caps MT (1998) The epidemiology of vascular trauma. *Semin Vasc Surg*, 4: 227–31.
5. Adamczyk R, Rudzki P, Motyka M (1985) Large vessels injuries of the lower extremities. *Pol J Surg*, 57: 14.
6. Asensio JA, Chahwan S, Hanpeter D et al (2000) Operative management and outcome of 302 abdominal vascular injuries. *Am J Surg*, 6: 528–533.
7. Asensio JA, Petrone P, Roldan G et al (2003) Analysis of 185 iliac vessel injuries. Risk Factors and predictors of outcome. *Arch Surg*, 138: 1187–1194.
8. Delibegovic-Dedic S, Bazardzanovic M, Budalica M (1999) Penetrating injuries of heart and great vessels in patients wounded during the 1992–1994 war in Bosnia and Herzegovina. *Croat Med J*, 1: 85–87.
9. Heaton LD, Hughes CW, Rosegay H Fisher GW, Feighny RE

przeźreni zaotrzewnowej. W obrażeniach kończyn podkreśla się wartość arteriografii lub spiralnej tomografii komputerowej. Jednak w przypadku chorych niestabilnych hemodynamicznie należy rozważyć badanie ultrasonograficzne lub *a priori* laparotomię. U pacjentów w stabilnym stanie, z ranami kłutymi brzucha, można wykonać laparoskopię diagnostyczną w celu potwierdzenia lub wykluczenia obrażeń narządów wewnętrznych, w tym naczyń [18]. Jeżeli stan chorego na to pozwala, należy również wykonać zdjęcia przeglądowe klatki piersiowej i miednicy małej, co pozwoli wykluczyć krwawienia do jam opłucnowych i złamania kości miednicy.

Postępowanie pooperacyjne po odtworzeniu ciągłości naczyń biodrowych, udowych, podkolanowych powinno skoncentrować się na zapewnieniu najlepszych warunków przepływu krwi przez kończyny. Autorzy pracy uważają, że niezwykle istotne w leczeniu urazów kończyn, obok rewaskularyzacji, jest zniesienie kurczu mięśniówki małych naczyń tętniczych i żylnych. Dlatego u chorych leczonych w szpitalu autorzy zastosowali blokady do- i okołotętnicze z ksylokainy oraz okołonerwowe — na przykład nerwu kulszowego. Nie bez znaczenia był też efekt przeciwbólowy tego leku. W urazach kończyn przebiegających z jednoczesnym uszkodzeniem kości i nerwów w każdym przypadku autorzy pracy starali się przywrócić przepływ, nawet jeżeli miały być to pomosty czasowe przed ostateczną rewaskularyzacją, aby skrócić czas niedokrwienia kończyny [3, 14, 20]. Często konieczna była wcześniejsza stabilizacja odłamów kostnych (wyciąg i/lub stabilizacja zewnętrzna). U 224 (90%) chorych zastosowano heparynę śródoperacyjnie i w okresie okołoperacyjnym, następnie zalecono leki przeciwplatekcyjne. Wszyscy pacjenci z ranami otwartymi otrzymywali anatoksynę przeciwwężcową lub surowicę przeciwwężcową. Pierwotnie zalecano antybiotyki o szerokim spektrum działania w okresie poprzedzającym leczenie operacyjne, jak również po leczeniu. Gdy istniała taka konieczność, dokonywano modyfikacji leczenia na podstawie wyniku antibiogramu.

Mimo postępu w leczeniu urazów naczyń jego wyniki nie są w pełni satysfakcjonujące. Często wiąże się to z opóźnieniem w postawieniu właściwej diagnozy, tym samym z wdrożeniem celowanego postępowania leczniczego. Zoptymalizowanie sposobów leczenia tych chorych jest bardzo istotne dla poprawy jego wyników, jak również zmniejszenia liczby powikłań. Jak już wcześniej wspomniano, czynnik czasu znacząco wpływa na zmniejszenie liczby amputacji kończyn, w przypadku urazów kończyn, jak również zmniejsza śmiertelność.

- (1966) Military surgical practices of the United States Army in Vietnam. *Curr Probl Surg*, 11: 1–59.
10. Hodalic Z, Svagelj M, Sebalj I, Sebalj D (1999) Surgical treatment of 1211 patients at the Vinkovici General Hospital, Vinkovici, Croatia, during the 1991–1992 Serbian offensive in east Slavonia. *Mil Med*, 11: 803–808.
 11. Sherif AA (1992) Vascular injuries: experience during the Afganistan War. *Int Surg*, 2: 114.
 12. Dennis JW, Frykberg ER, Crump JM, Vines FS, Alexander RH (1990) New perspectives on the management of penetrating trauma in proximity to major limb arteries. *J Vasc Surg*, 1: 84–92.
 13. Fackler ML (1988) Wound Ballistics. A review of common misconceptions. *JAMA*, 259: 2730–2736.
 14. McCroskey BL, Moore EE, Rutheford RB (1988) Vascular trauma. *Surg Chir North Am*, 68: 683.
 15. Obara A, Maruszyński M (2001) Special projectiles and their effect on human body. *Lek Woj*, 4: 215–217.
 16. Obara A, Szymański P (2001) Chest gunshot wound caused by a non-penetrating projectile. *Lek Woj*, 77: 242.
 17. Rommel O, Niedeggen A, Tegenthoff M, Kiwitt P, Botel U, Malin J (1999) Carotid and vertebral artery injury following severe head or cervical spine trauma. *Cerebrovasc Dis*, 4: 202–209.
 18. Francis H, Thal ER, Weigelt JA, Redman HC (1991) Vascular proximity: is it valid indication for arteriography in

Wnioski

Urazy dużych naczyń wymagają właściwego i wysokospecjalistycznego postępowania. W wielu przypadkach konieczne jest indywidualne podejście. Postępowanie chirurgiczne wielokrotnie zależy od doświadczenia i umiejętności chirurga. Wczesne rozpoznanie charakteru obrażenia oraz podjęcie odpowiedniego leczenia, czyli naprawy naczyń, przywrócenia krążenia (np. zespolenia, przeszczepy), jak również chirurgiczne opracowanie ran (np. miejscowe lub przesunięte przeszczepy w celu uzupełnienia ubytków skóry i tkanek miękkich) pozwalają na osiągnięcie dobrych wyników leczenia, w tym również efektu kosmetycznego, ale co ważniejsze — zmniejszają ryzyko zgonu oraz koszty leczenia.

-
- asymptomatic patients? *J Trauma*, 31: 512–514.
19. Carrillo EH, Spain DA, Wilson MA, Miller FB, Richardson JD (1988) Alternatives in the management of penetrating injuries to the iliac vessels. *J Trauma*, 6: 1024–1029.
 20. Rich NM, Hobson RW, Collins GJ (1975) Traumatic arteriovenous fistulas and false aneurysms: review of 588 lesions. *Surgery*, 78: 6, 817.