UDC 616-001.45-089:617.57/.58

# Ratne povrede ekstremiteta

**Dragan Nikolić**

**Vojnomedicinska akademija**, Klinika za traumatologiju i ortopediju, **Beograd**

**Ključne reči:** **ruka, povrede; noga, povrede; rana vatrenim oružjem; ortopedske procedure; prelomi, fiksacija; antibiotici; medicina, ratna; rat.**

**Key words:** **arm injuries; leg injuries; wounds, gunshot; orthopedic procedures; fracture fixation; anti-bacterial agents; military medicine; war.**

*Rad je posvećen osoblju Klinike za traumatologiju i ortopediju VMA.*

Pandemija ratova tokom dvadesetog veka nametnula je stalnu trku između razvoja oružja i što efikasnijeg načina lečenja njihovog razarajućeg učinka na živa tkiva. Oružja su tokom prošloga veka neprekidno trpela promene i usavršavanja. Promene su se odnosile na što veći potencijal razaranja tkiva, povećanu preciznost i efikasnost malokalibarskog oružja, fragmentacionih artiljerijskih projektila, razvoj hemijskog oružja, nagaznih protivpešadijskih mina, povećanu efikasnost municije sa već formiranim fragmentima, te povećan broj opekotina. Aktuelni trendovi su poboljšanja mogućnosti malokalibarskog ručnog oružja, fragmentacione municije, razvoj blast i laserskog oružja, oružja za protivoklopnu borbu i onog koje uzrokuje opekotine (1).

Ratne povrede u oko 50–70% slučajeva obuhvataju ekstremitete. Tokom rata u Koreji ekstremiteti su bili povređeni u 70% slučajeva, a tokom rata u Vijetnamu u 66,5% (2). Sve je veća učestalost povreda donjih ekstremiteta. U Vijetnamu su povrede donjih ekstremiteta bile zastupljene kod 50%, tokom rata u Persijskom zalivu 1991. godine su bile zastupljene kod 75% povređenih. Druga specifičnost je porast povreda nanetih fragmentima eksplozivnih sredstava. U Drugom svetskom ratu i ratu u Koreji oko 75% svih povreda je naneto fragmentima artiljerijskih i minobacačkih granata, te avionskih bombi. U ratu u Vijetnamu, zastupljenost ovog etiološkog faktora je bila 71% (povrede zrnima 28,9%), a u toku rata u Persijskom zalivu 72% (2, 3). Dominirale su povrede nanete fragmentima granata i bombi i bile su zastupljene kod 63% povređenih.

Povrede nastale fragmentima protivpešadijskih mina bile su zastupljene kod 8%, fragmentima ručnih bombi kod 10% i zrnima malokalibarskog oružja kod 19% povređenih. Većina municije je bila sa već formiranim fragmentima (1). Prema podacima iz rata u Avganistanu, tokom 1985. godine, skoro dve trećine ranjenika je imalo povrede ekstremiteta. One su u 38% slučajeva bile nanete zrnima, a u svim ostalim slučajevima fragmentima eksplozivnih sredstava (4).

Kompleksnost anatomske građe ekstremiteta nameće izvesne specifičnosti prilikom lečenja povreda dijafiza dugih cevastih kostiju, pratećih neurovaskularnih elemenata, povreda struktura zglobova, stopala ili šake. Naročito su teške i često hendikepirajuće povrede velikih zglobova i stopala. Prema podacima Klinike za traumatologiju i ortopediju VMA u Beogradu (5), tokom oružanih sukoba u prethodnoj Jugoslaviji (1991–1995. godine), od 1 860 primarno hirurški lečenih ranjenika povrede zglobova je imalo 339 (18,2%). Dominirale su povrede kolena 167 (46,6%), lakta 72 (20,1%), kuka 37 (10,4%), te ramena 35 (9,8%), skočnog zgloba 32 (8,9%) i ručnog zgloba 15 (4,2%). Izloženost stopala nagaznim minama dovodi do vrlo specifičnih i teških povreda. Prema podacima navedene ustanove (6), za isti vremenski period i isti broj ranjenika povrede stopala su bile zastupljene kod 250 (13,4%) primarno hirurški lečenih ranjenika.

Karakteristika ratnih povreda ekstremiteta je da imaju visok morbiditet, ali nizak mortalitet (7). Njihova masovnost predstavlja problem za zbrinjavanje u etapnom sistemu, organizaciji sanitetskih etapa i samom pristupu njihovog lečenja. Ove povrede iziskuju timski rad ortopeda, vaskular-

nog hirurga, neurohirurga, hirurga za plastičnu i rekonstruktivnu hirurgiju, te fizijatra.

Lečenje ratnih povreda ekstremiteta karakterišu dve faze. Inicijalna faza obuhvata primarnu hiruršku pomoć. Njen je cilj sprečavanje ranih komplikacija kao što su iskrvavljenje, šok, infekcija i ishemija ekstremiteta. Ova faza je kratka i traje oko sedam do deset dana. Treba posebno naglasiti da od adekvatno sprovedene primarne hirurške obrade potpuno zavisi dalji tok lečenja. U drugoj ili tzv. reparatornoj fazi leče se komplikacije kao što su infekcije kosti, pseudoartroze, loše srasli prelomi, skraćenja ekstremiteta, kontrakture zglobova i funkcionalni ispadi. Ovu fazu karakterišu dugotrajnost i česti loši krajnji ishodi, što iscrpljuje bolesnika, lekare i fondove zdravstvenog osiguranja.

## Mehanizam nastajanja i karakteristike ratnih povreda ekstremiteta

Etiološki faktori ratnih povreda ekstremiteta su projektili iz malokalibarskog oružja, fragmenti minskoeksplozivnih sredstava, tupa sila i hladno oružje (slika 1).

**Sl. 1** – Stabilna i nestabilna zrna, te fragmenti minskoeksplozivnih sredstava (dr D. Nikolić).

Na stepen destrukcije kosti i mekih tkiva ekstremiteta utiču projektili sa svojim balističkim karakteristikama i karakteristike povređenog tkiva. Efekat dejstva projektila na tkiva i obim razaranja zavise od veličine njegove kinetičke energije, dužine i oblika putanje zrna, mase, oblika, konstrukcije i stabilnosti zrna, upadnog ugla i udaljenosti tela od oružja (8–10). Osnovni faktor koji utiče na kvantitet i kvalitet obima razaranja živih tkiva je kinetička energija zrna. Ona zavisi od brzine projektila izražene brojem metara u sekundi. Standardna je podela na projektile male početne brzine (manja od 370 m/s), srednje početne brzine (370–760 m/s), te projektile velike početne brzine koja iznosi preko 760 m/s (11). Efekat dejstva projektila na tkivo zavisi od količine kinetičke energije koja se u momentu prodiranja projektila predaje tkivima. Količina kinetičke energije zrna zavisi od njegove mase i brzine, i to prema formuli $E_k = ½ m \cdot v^2$ (8, 12–14). Praksa je pokazala da povrede projektilima velike kinetičke energije imaju specifičnu patološko-morfološku strukturu. Sa aspekta morfologije strelnog kanala i delom načina lečenja razlikuju se od rana nastalih projektilima male kinetičke energije koje se najčešće sreću u mirnodopskoj praksi. Dejstvom kinetičke energije ovih projektila dolazi samo do direktnog razaranja tkiva izazvanog masom projektila dok je efekat udarnog talasa i kavitacije sveden na minimum, te često i ne postoji (2, 10). Ne treba očekivati egzaktnu granicu između efekata ovog oružja. Vrlo često, ako se radi o povređivanju iz apsolutne ili relativne blizine, projektili male kinetičke energije mogu dati isti efekat kao projektili velike kinetičke energije.

Dalji razvoj oružja je na račun uvećanja brzine projektila uz istovremeno smanjenje njegove mase. Treba računati i na projektile vrlo velike brzine. Efekat ovih projektila karakteriše relativno plitka rana uz enormno široku destrukciju okolnog tkiva (15).

Fragmenti eksplozivnih sredstava imaju veliku kinetičku energiju u blizini mesta eksplozije. Početna brzina ovih fragmenata može biti i do 3 000 m/s. Sa kvadratom rastojanja njihova kinetička energija naglo pada.

Otpornost tkiva na kinetičku energiju projektila zavisi od količine tečnosti u tkivima, elastičnosti, njihove histološke građe, odnosno specifične gustine. Kod tkiva sa većom specifičnom gustinom prisutno je i teže razaranje. Sa tog aspekta najteže stradaju koštano tkivo, mišićno tkivo, te parenhimatozni organi. Suprotno ovome, plućno tkivo i serozne opne su izloženi manjim razaranjima zbog velike elastičnosti, prisustva vazduha i manje specifične težine. U ovim tkivima apsorbuje se manja količina kinetičke energije projektila, te je i privremena šupljina manja. Od značaja je i funkcionalni momenat tkiva. Kao primer, mišić u kontrakciji trpi veća razaranja od mišića u relaksaciji (11, 12, 16).

Ratne povrede ekstremiteta su u najvećem broju slučajeva otvorene. One obuhvataju povrede mekih tkiva, te povrede sa prelomima kostiju (slike 2 i 3). Uobičajeno je da se ovi

**Sl. 2** – Tangencijalna strelna rana mekih tkiva glutealne regije sa raskidom ishijadičnog živca (dr D. Nikolić).

**Sl. 3** – Strelna povreda ručja sa prelomima kostiju (dr D. Nikolić).

prelomi nazivaju strelnim prelomima. U odnosu na položaj projektila prilikom prodiranja kroz tkiva strelne povrede mogu biti tangencijalne, ustrelne i prostrelne. Za ove poslednje je karakterističan ulazni i izlazni otvor sa strelnim kanalom. On nije uvek pravolinijski, već je često nepravilan zbog promene pravca projektila i dejstva sekundarnih projektila.

Tri su osnovna mehanizma kojim transfer energije sa projektila na tkivo dovodi do njegovog razaranja (11, 16, 17). To su direktna laceracija i gnječenje uzrokovani masom projektila uz formiranje tzv. permanentne šupljine, efekat uvećanog pritiska i šoknog talasa nastali usled interakcije energije projektila i rezistencije tkiva (retencione sile tkiva), te formiranje tzv. privremene šupljine iza projektila. Prolaskom kroz tkivo projektil prenosi deo svoje kinetičke energije na okolinu. Udarni talas, generisan kinetičkom energijom, odbacuje tkiva u svim pravcima oko projektila. Na ovaj način, a zbog prevazilaženja kapaciteta elastičnosti okolnih tkiva, nastaje tzv. privremena šupljina. Ona kod projektila velike kinetičke energije može biti i 30–40 puta veća od njega, sa pozitivnim vazdušnim pritiskom koji dostiže i do 100 atmosfera. Šupljina traje nekoliko milisekundi. Zbog cikličnog transfera kinetičke energije na okolna tkiva jedna od osobina ove šupljine su i njene pulsacije. Postepenim gubitkom kinetičke energije zrna dolazi i do postepenog prestajanja pulsacija i kolapsa šupljine uz stvaranje uzanog rezidualnog strelnog kanala. Značaj pulsacija privremene šupljine je što naizmeničnim promenama pozitivnog i negativnog pritiska u njoj dolazi do usisavanja vazduha i okolnog stranog materijala u ranu. Ovim mehanizmom se i objašnjava primarna kontaminacija strelnih rana polimorfnom florom (sporama klostridija, nesporogenim bakterijama fekalnog porekla i piogenim bakterijama) (2, 10, 12, 13, 16–18). Prikazani mehanizam čini suštinsku razliku u načinu kontaminacije između strelnih povreda i mirnodopskih otvorenih povreda ili preloma. Ovakav način kontaminacije polimorfnom florom je od esencijalnog uticaja na osnovne principe hirurškog lečenja. Kod ustrelnih rana sva količina energije se troši na stvaranje privremene šupljine, dok je kod prostrelnih rana količina energije koja se predaje tkivima jednaka razlici energije koju projektil ima pri ulazu i izlazu iz tkiva. Na veličinu primarne šupljine i uvećanje mnogobrojnih mrtvih prostora utiče i efekat sekundarnih projektila. Koštani fragmenti i fragmenti zrna navode se kao najčešći i najznačajniji sekundarni projektili (2, 11, 17).

Za povrede nastale fragmentima minskoeksplozivnih sredstava karakterističan je i tzv. minsko-blastni efekat, nastao dejstvom udarnog talasa. On se prenosi vazduhom, vodom i čvrstom podlogom (*solid blast*) (19) (slika 4). Savremena eksplozivna oružja konstruišu se tako, da fragmentiraju u veliki broj malih parčadi. U ovoj tehnologiji najdalje se otišlo u konstruisanju tzv. kasetnih bombi. Povrede ekstremiteta nanete eksplozivnim sredstvima često karakterišu traumatske amputacije, konkvasacije, te multiple i kombinovane povrede. Postoje izražene morfološke razlike u karakteristikama između strelnih kanala povreda nanetih zrnima i fragmentima minskoeksplozivnih sredstava (20). Ove povrede se odlikuju velikim defektima kože i potkožnog tkiva, raskidima mišića i nepravilnim dubokim džepovima koji sadrže sekundarne projektile. U odnosu na povrede nastale zrnima, ove su rane češće ustrelnog tipa sa pratećim povredama velikih krvnih sudova i živaca, što predstavlja veoma pogodnu sredinu za razvoj infekcija, u prvom redu anaerobnih (20–23).

**Sl. 4** – *Solid blast* povreda stopala.
Očuvan je integritet kože uz prelome i luksacije kostiju tarzusa i metatarzusa (dr D. Nikolić).

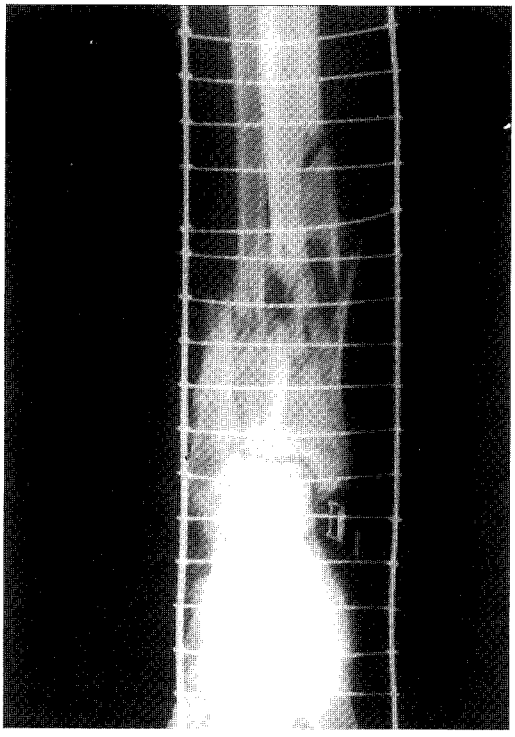
Tokom ratnih dejstava, a vrlo često na zaostalim minskim poljima, stopalo je izloženo povredama koje nastaju minsko-blastnim efektom i fragmentima minskoeksplozivnih sredstava. Izolovane povrede mekih tkiva su ređe, a kontaminacija polimorfnom florom česta. U fazi primarne i sekundarne hirurške obrade velika je učestalost amputacija i trajnih deformacija. Model povreda nastao minsko-blastnim efektom ima tri nivoa (21, 22, 24, 25). Prvi nivo nastaje prilikom direktnog stajanja na minu. U ovim slučajevima vrlo su česte traumatske amputacije stopala ili noge (slika 5). Rane su veoma kontaminirane polimorfnom florom, što

**Sl. 5** – Traumatska amputacija stopala nanesena nagaznom minom (dr N. Stanković).

može objasniti veliki broj infekcija i amputacija pri primarnom hirurškom lečenju (22). Drugi nivo nastaje dejstvom mnogobrojnih fragmenata od mina koje su eksplodirale blizu povređenog. Traumatske amputacije su ređe, ali su česte kombinovane povrede na glavi, vratu, grudnom košu ili trbuhu. Treći nivo obuhvata vrlo teške povrede gornjih ekstremiteta sa pratećim povredama lica i očiju, što se sreće kod osoba koje manipulišu minama. Jacobs je 1991. godine (26), iznoseći svoja iskustva iz rata u Namibiji (1978–1980.), opisao 54 ranjenika sa povredama stopala nanetim minama. Oko 72% povreda je obuhvatalo srednji i zadnji deo stopala, a u 67% slučajeva radilo se o otvorenim prelomima petne kosti. Posle lečenja ovih povreda dolazi do najvećeg dela teških deformacija u vidu rigidnog stopala sa atrofijom mekih tkiva i gubitkom senzibilnosti. Tokom rata u Avganistanu Rautio (4) je pri opisu 200 ranjenika izdvojio 22 koji su imali povrede stopala nanete minama. Amputacije su urađene kod 12 (54,5%) ranjenika. U našoj selektivnoj analizi ratnih povreda 275 stopala kod 250 (90,9%) bile su povređene koštane strukture i zglobovi (6). U toku faze primarnog hirurškog lečenja amputacije na nivou potkolenice, celog stopala, te njegovih delova urađene su kod 73 (26,5%) stopala.

Sa aspekta primarne hirurške obrade i kompletnog lečenja strelnih povreda ekstremiteta od bitnog je značaja poznavanje patomorfologije strelnog kanala (12). Prvu zonu u regiji strelnog kanala predstavlja zona direktne traumatske nekroze. Ona nastaje neposrednim efektom kinetičke energije zrna i predstavljena je detritusom raznovrsnog tkiva i stranih tela u strelnom kanalu i po njegovim zidovima. Navedena zona nastaje u svim tkivima i na njenu veličinu, osim kinetičke energije, utiče specifična gustina povređenog tkiva (11). Kod projektila velike kinetičke energije strelni kanal je u vidu levka, sa ulaznim otvorom nešto većim od veličine kalibra zrna. Izlazni otvor je mnogo veći i iz njega često vire nekrotična, devitalizovana tkiva i fragmenti kosti. Projektile male kinetičke energije karakteriše mala razlika u veličini ulaznog i izlaznog otvora, te uniformni, cilindrični strelni kanal. Zbog bočnog efekta tzv. udarnog talasa indirektno se oštećuju tkiva neposredno oko strelnog kanala, i to u vidu zone masivnog potresa i zone molekulskog potresa. Ireverzibilnost cirkulatornih poremećaja je karakteristika zone masivnog potresa. Nastaju zbog anatomskih promena ili tromboza u krvnim sudovima, te izraženog edema koji dovodi do okolne ishemije zbog kompresije. Nekroze u ovoj zoni nastaju u toku nekoliko sati od povrede i trajnih su karakteristika. U trećoj zoni, koja leži perifernije od prethodne, uglavnom su ispoljeni funkcionalni, reverzibilni, cirkulatorni poremećaji. Oni počinju spazmom, a nastavljaju se dilatacijom krvnih sudova, te povećanom propustljivošću kapilara sa stvaranjem traumatskog edema i usporene tkivne cirkulacije. Procesi u ovoj zoni su reverzibilni. Poznavanje navedenih zona je od praktičnog značaja za hirurga koji radi primarnu hiruršku obradu strelne povrede. Osnovni cilj primarne hirurške obrade je ekscizija svih devitalizovanih tkiva do granice između druge i treće zone radi stvaranja optimalnih uslova za reparatorne procese (11, 15, 17). Međutim, stalno treba imati na umu da je granica devitalizovanih tkiva kod svežih rana relativan pojam, naročito u vreme primarne hirurške obrade, te da je ovaj problem i dalje kritičan u istraživanjima balistike strelnih rana (15).

Strelni prelomi se na osnovu njihovog izgleda u žarištu preloma dele na potpune i nepotpune. Prvi su obično karakteristični za projektile velike kinetičke energije i kod njih je celina kosti potpuno narušena. Oni mogu biti krupnofragmentni, gde postoji veći broj krupnih fragmenata koji su često u kontaktu sa osnovnim fragmentom i vezani su periostom (slika 6). Sitnofragmentne prelome iz ove grupe karakteriše veliki broj sitnih, deperiostiranih fragmenata. Za prelome po tipu zdrobljenja karakterističan je veliki defekt kosti sa prisutnom koštanom kašom. Sitni deperiostirani



**Sl. 6** – Krupnofragmentni strelni prelom potkolenice (dr D. Nikolić).

fragmenti i koštana kaša su idealna podloga za razvoj infekcije kosti. Nepotpuni prelomi su najčešće karakteristični za efekat projektila sa malom kinetičkom energijom. Ovi prelomi mogu biti u vidu avulzija, gde je narušen samo deo korteksa, perforacija za koje je karakterističan defekt okruglog oblika bez narušavanja celine kosti i infrakcija sa korteksom prelomljenim u vidu crte. Poznavanje tipova strelnih preloma je od praktičnog značaja u toku primarnog hirurškog lečenja (11, 16, 27, 28).

Direktno dejstvo kinetičke energije zrna i fenomen kavitacije su odgovorni i za povrede magistralnih neurovaskularnih snopova. Pored morfološkog prekida, živci mogu biti istegnuti i na taj način će se manifestovati privremeni ili trajni prekidi njihove funkcije. Kinetički talas se prenosi duž vena kidajući ih ili dovodeći do oštećenja endotela na određenom rastojanju od strelnog kanala. Arterije su zbog svoje histološke građe mnogo otpornije i zbog elastičnosti imaju tendenciju da se uklone pred ekspanzijom privremene šupljine i vrate u anatomsku poziciju sa njenim kolapsom (11).

Od momenta nastanka pa do zarastanja strelna rana doživljava morfološku evoluciju, koja prolazi kroz faze demarkacije, granulacije, epitelizacije i cikatrizacije (12). Tokom faze demarkacije nekrotično tkivo podleže fermentativnoj autolizi. Raspadni produkti izazivaju veću propustljivost kapilara, plazmoreju u intercelularni prostor sa taloženjem fibrina. Klinički se to ispoljava seroznom sekrecijom iz rane i otokom okoline, uz tzv. demarkaciono gnojenje. U fazi granulacije u demarkacionoj zoni buja mlado granulaciono tkivo, koje se u fazi epitelizacije pokriva epitelom iz okoline. Dublji slojevi granulacija pretvaraju se u rani ožiljak karakterističan po dobro vaskularizovanom tkivu. Tokom faze cikatrizacije rani ožiljak gubi krvne sudove i prelazi u definitivni ožiljak karakterističan po bledom, beličastom, fibroznom izgledu.

**Lečenje ratnih povreda ekstremiteta**

Osnovni cilj lečenja ratnih povreda ekstremiteta je: optimalna ekscizija rane, hemostaza, prevencija traumatskog šoka, prevencija infekcije i stabilizacija preloma. Ovim postupcima obezbeđuju se optimalni uslovi za naknadne reparatorne hirurške intervencije (29).

Optimalna ekscizija rane obezbeđuje se postupcima primarne hirurške obrade. Ona predstavlja ključni faktor za uspešno lečenje strelnih povreda i najbolji je način da se smanji morbiditet i mortalitet u odnosu na sekundarne infekcije. Primarna hirurška obrada sa uspešnom potvrdom u praksi potpuno je zaživela tokom rata u Vijetnamu. Savremene promene u dizajnu fragmentacione municije dovele su do upotrebe kontrolisane fragmentacije sa stvaranjem velikog broja malih fragmenata, mase između 0,1 i 0,2 g i prečnika oko 2 do 3 mm. Upotreba ovog tipa municije povećala je broj ranjenika sa tzv. povredama nanetim malim fragmentima. To su multiple rane mekih tkiva, i to naročito ekstremiteta, bez neurovaskularnih povreda, ali sa mogućim stabilnim prelomima. Stečena iskustva su pokazala da su ove povrede uz pravilnu selekciju pogodne za nehirurško lečenje i da se infekcija može sprečiti samo upotrebom antibiotika. Međutim, uvek treba imati na umu da je hirurški pristup uvek moguć, čak i u inicijalnoj fazi lečenja (13, 30, 31).

Dva su osnovna vida primarne hirurške obrade. To su primarna hirurška obrada rane i hirurška obrada inficirane rane (12).

Primarna hirurška obrada se radi kod svih rana gde još nema znakova infekcije, sa ciljem da se iz rane odstrane devitalizovana tkiva, strana tela, hematomi, izvrši definitivna hemostaza i omogući drenaža (32). U slučaju izraženog traumatskog šoka ne treba otpočeti sa primarnom hirurškom obradom pre nego što se sprovede reanimacija. Izuzetak su slučajevi akutnog krvarenja kada je indikovana hitna hemostaza (13). Imobilizacija se odstranjuje sa ekstremiteta na operacionom stolu, a okolina rane se opere sapunicom, obrije i dezinfikuje. Osnovno pravilo primarne hirurške obrade je da se ona radi od površine ka dubljim slojevima.

Ekscizija rubova rane kod povreda nanetih projektilima velike kinetičke energije radi se štedljivim rubnim, elipsoidnim ekscizijama kože, obimnijim ekscizijama potkožnog masnog tkiva, oskudnim ekscizijama fascije, te obimnim ekscizijama devitalizovanih mišića. Praktična iskustva su pokazala da elastična tkiva, kao što su koža i fascije, trpe manju devitalizaciju čak i pri efektu projektila velike brzine, dok gusto homogenizovana tkiva, kao što su mišići i kosti, trpe mnogo veća razaranja i dezorganizaciju. U toku ekscizije rana se u više navrata ispira rastvorom hidrogena i fiziološkim rastvorom. Sva strana tela se odstranjuju, osim ako nisu udaljena od strelnog kanala ili nisu pričinila zna-

čajniju destrukciju mekih tkiva. Kod povreda nanetih projektilima male kinetičke energije, naročito kada se radi samo o povredama mekih tkiva, potpuna eksploracija strelnog kanala nije neophodna (2, 11, 13, 33). Prilikom ekscizije mekih tkiva, naročito mišića, radi razdvajanja devitalizovanih tkiva, koristi se kriterijum 4 K. Mišić se iseca do u zdravo, a parametri su normalni kolor, kapilarno krvarenje, konzistencija i kontraktilnost (2, 34). Zglobne kapsule se štedljivo ekscidiraju kako bi se posle hirurške obrade mogle primarno zatvoriti. Svi mali i deperiostirani fragmenti kosti, koštana kaša i pojedinačni deperiostirani fragmenti, kraći od 1 cm se odstranjuju. Fragmenti kosti vezani za periost se ostavljaju. Kod povreda zglobova neophodan je aktivni hirurški pristup jer se samo tako može izbeći supurativni artritis kao vrlo teška komplikacija i mogu se stvoriti najbolji uslovi za funkcionalni oporavak. Potrebna je dovoljno duga incizija kako bi se artrotomijom omogućila adekvatna ekspozicija svih unutrašnjih struktura zgloba. Odstranjuju se svi sitni koštano-hrskavični peri- i intraartikularni fragmenti. Veći fragmenti kosti koriste se u ponovnoj rekonstrukciji zglobnih površina, a time i zglobne stabilnosti (35). Dozvoljena je njihova fiksacija, tzv. mini osteosinteza. Ona se radi sa jednim do dva kortikalna ili spongiozna zavrtnja. Ovakav način mini stabilizacije dozvoljen je i za fiksaciju velikih, periostom vezanih koštanih fragmenata za osovinu dijafize (28).

U slučaju raskida tetiva ili magistralnog živca primarni šav se ne radi. Distalni i proksimalni krajevi tetive ili živca se identifikuju, reseciraju i obeležavaju svilenim koncem u boji radi kasnije rekonstrukcije (2, 35).

Zavisno od veličine povređenog krvnog suda rade se ligature ili rekonstrukcije (36). Do rata u Koreji (1952. godine) povrede magistralnih krvnih sudova su primarno lečene ligaturom. Zbog toga je u toku Drugog svetskog rata ukupna incidenca gangrena posle ovakvog hirurškog pristupa bila 51%, a procenat amputacija posle povrede femoralne arterije 61% i poplitealne arterije 73% (2, 37). Na ovako visoki procenat razvoja ishemije ekstremiteta uticalo je i kašnjenje u primarnom zbrinjavanju jer je tokom Drugog svetskog rata ono iznosilo i do 10 sati. U Vijetnamskom ratu, vreme zbrinjavanja je svedeno na 1 do 2 sata (2). Sa početkom reparacija povređenih krvnih sudova smanjuje se i broj amputacija. Pad procenta amputacija u ratu u Koreji do 12,9% bio je jedan od najdramatičnijih događaja u istoriji vaskularne hirurgije. U ovom ratu procenat amputacija posle povreda femoralne arterije je bio 4,8%, a poplitealne 18% (37). Analizom obilnog materijala iz Vijetnamskog rata koja je obuhvatala 17 726 ranjenika iz perioda od marta 1966. do jula 1967. godine, Hardaway (37) je našao da je 958 (5,4%) ranjenika imalo povrede magistralnih arterija, a 669 (3,8%) magistralnih vena. Najčešće su rađene reparacije femoralne, brahijalne i poplitealne arterije. U 85% slučajeva postignuti su uspešni rezultati. Procenat amputacija posle reparacija poplitealne arterije je bio 12%, a femoralne 4,2%.

Rich i saradnici su 1969. godine analizovali rezultate dobijene prilikom inicijalne reparacije povređenih poplitealnih arterija tokom Vijetnamskog rata kod 145 ranjenika sa povredom 150 arterija (38). Do rane tromboze je došlo u 34 slučaja, a do kašnjenja i pravovremenog otpočinjanja sa hirurškim lečenjem kod 7,3% ranjenika. Lečenje se definitivno završilo amputacijama kod 32% ranjenika. Na značaj rane reparacije povređenih krvnih sudova ukazano je u radu Adara i saradnika 1980. godine (39). Prikazane su ratne povrede magistralnih arterija gornjih ekstremiteta kod 101 ranjenika iz svih ratova koje je vodio Izrael između 1956–1976. godine. U 35% slučajeva povrede arterija su bile praćene prelomima kostiju, a u 51% povredama magistralnih živaca. Više od polovine povreda krvnih sudova je reparirano graftom od *v. saphenae*. U ranom postoperativnom periodu urađeno je sedam amputacija koje se mogu vezati za kašnjenje u lečenju, ekstenzivnost povreda, te prisutnu infekciju. Na našem materijalu od 170 ratnih povreda kolenog zgloba lečenje se u 13 (7,6%) slučajeva završilo amputacijama (40). Povrede poplitealne arterije su bile prisutne u 16 (9,4%) slučajeva. Rekonstrukcija poplitealne arterije urađena je kod 8 (50,0%), a amputacije kod 3 (37,5%) kolena sa rekonstruisanom poplitealnom arterijom. Na krajnji ishod lečenja strelnih povreda ekstremiteta sa pratećim povredama magistralnih krvnih sudova od velikog je uticaja i način stabilizacije strelnog preloma. Mnogo povoljniji rezultati su dobijeni posle stabilizacije spoljašnjom skeletnom fiksacijom (41, 42).

U literaturi nije dovoljno precizno obrađen tačan broj amputacija ekstremiteta zbog ratnih povreda. Prema navodima Grooma i saradnika iz 1984. godine (43) Wiles je izneo procenat amputacija od 3,5% u odnosu na 29 000 ratnih ranjenika lečenih u bolnicama Srednjeg istoka tokom 1942. i 1943. godine. Prema istim navodima po Odomu procenat amputacija je bio 3,7% na evropskom ratištu tokom 12 meseci (1944–1945.). Klostridijalni miozitis je bio prisutan kao etiološki faktor u 11% slučajeva uz ukupni mortalitet od 6,4%. Tokom rata na Foklandskim ostrvima 1982. godine ukupan broj amputacija je iznosio 2,5%. Dominirale su amputacije potkolenica i natkolenica (43). Na našem materijalu tokom ratova 1991–1995. godine u selektivnoj analizi povreda velikih zglobova ekstremiteta obrađeno je 339 ranjenika. Amputacije su urađene kod 15 (4,4%) ranjenika (5).

Posle završene ekscizije i hemostaze, rana se ispira 3% rastvorom hidrogena i fiziološkim rastvorom. Ovako hirurški obrađena rana (osim sinovijalne kapsule) ostavlja se primarno neušivenom i pokriva sterilnim zavojem (35).

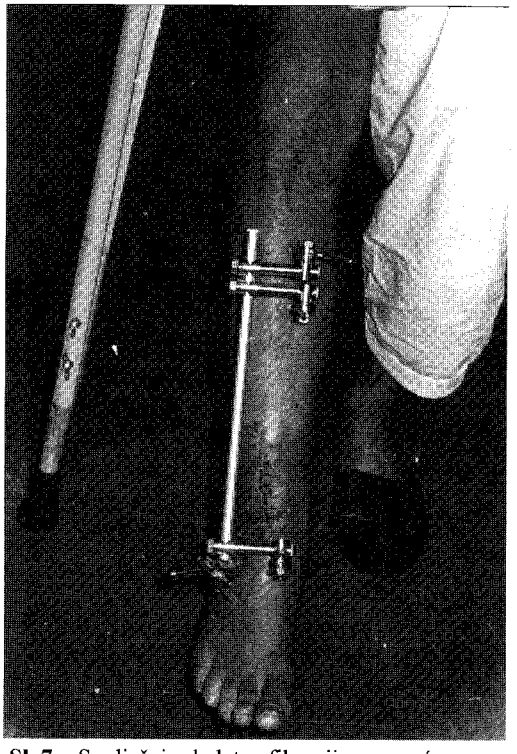
Kod svih strelnih rana sa prelomima dugih cevastih kostiju ili komplikovanim prelomima kostiju, povredama zglobova, te obimnim povredama mekih tkiva, neophodna je imobilizacija. Zbog moguće infekcije stabilizacija strelnih preloma pločicama i zavrtnjima u primarnoj fazi lečenja je strogo zabranjena i predstavlja stručnu grešku (16, 44).

Standardna metoda stabilizacije strelnih preloma je gipsana imobilizacija. Ona je široko rasprostranjena, jeftina je, omogućava jednostavno postavljanje, relativno dobru mobilnost bolesnika, mirovanje koštanih fragmenata i brzo stvaranje kalusa. Međutim, ona pruža lošu kontrolu rane i otežava rano pokrivanje defekata. Sekreti iz rane natapaju i

prljaju gips te predstavljaju potencijalnu opasnost od naknadnih kontaminacija. Upotrebom gipsane imobilizacije teško je stabilizovati višefragmentne prelome, te su moguća skraćenja ekstremiteta i zarastanja u lošoj poziciji. Ovaj način stabilizacije zahteva imobilizaciju dva susedna zgloba, te je nepodesan za gornje ekstremitete i često ga prate teške kontrakture. Gipsana imobilizacija je često nepouzdana kod povreda gornjih ekstremiteta (16, 45).

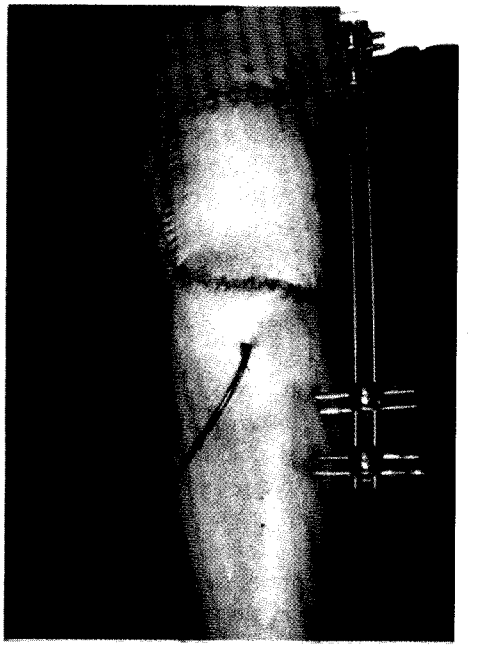
Transosalna ili tzv. skeletna trakcija može se koristiti kao privremena metoda sve dok uslovi ne dozvole da se zameni nekim drugim načinom imobilizacije. Metoda je jednostavna i omogućava brzo stvaranje kalusne formacije, ali često u lošoj poziciji. Skeletna trakcija zbog produžene imobilizacije može da dovede do kontrakture zglobova, distrakcije ili preklapanja fragmenata kosti, atrofije kvadricepsa, infekcije oko klinova sa razvojem osteomijelitisa, tromboembolija i urinarnih infekcija. Ova metoda stabilizacije strelnih preloma obično produžuje hospitalizaciju, što vrlo loše utiče na motivisanost povređenog (45, 46).

Savremeni način stabilizacije strelnih preloma je spoljašnja skeletna fiksacija. Njome se izbegava kontakt između žarišta strelnog preloma i osteosintetskog materijala. Imobilizacija spoljašnjim fiksatorom, pored prevencije bola i šoka, daje stabilnu fiksaciju koštanih fragmenata i omogućava rano aktiviranje bolesnika i susednih zglobova (slika 7). Radi kontrole i nege metoda omogućava dobar pristup i

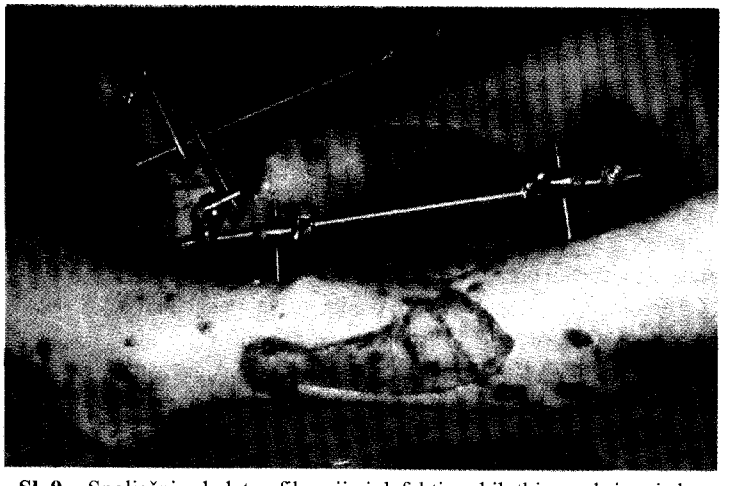


**Sl. 7** – Spoljašnja skeletna fiksacija omogućava rano aktiviranje ranjenika i primenu fizikalne procedure (dr D. Nikolić).

kontrolu povređenih mekih tkiva, ponovnu hiruršku obradu, primarno ili sekundarno zatvaranje i pokrivanje defekata (16, 44, 45, 47, 48) (slike 8 i 9). Uvežbana hirurška ekipa lako i brzo postavlja spoljašnju skeletnu fiksaciju i ima mo-



**Sl. 8** – Spoljašnja skeletna fiksacija i veliki defekt mekih tkiva regije kolena pokriven režnjem (dr D. Nikolić).



**Sl. 9** – Spoljašnja skeletna fiksacija i defekti mekih tkiva pokriveni slobodnim kožnim transplantatima i režnjevima (dr D. Nikolić).

gućnost jednostavne korekcije koštanih fragmenata. Spoljašnja skeletna fiksacija pruža širok dijapazon mehaničkih prednosti kao što su mogućnost premošćavanja zglobova, laka stabilizacija intermedijarnih koštanih fragmenata, očuvanje dužine ekstremiteta uprkos gubitka koštane mase i kontrakture mišića. Metoda dozvoljava urgentnu vaskularnu reparaciju uz osiguranje uspeha i olakšava lečenje komplikacija. Meka tkiva su manje fiksirana, tako da je rehabilitacija brza i kompletna. Spoljašnja skeletna fiksacija je komfornija za povređenog i omogućava očuvanje dužine ekstremiteta, te redukciju zjapa između fragmenata kosti. Nedostaci su mogućnost jatrogenih povreda većih krvnih su-

dova i perifernih živaca tokom postavljanja. U odnosu na gips spoljašnji fiksatori su skuplji i neophodna je dobro obučena hirurška ekipa. U slučajevima dužeg nošenja moguća je pojava infekcije mekih tkiva oko klinova i infekcije kosti. Fiksacija spoljašnjim fiksatorima usporava stvaranje kalusa. Neadekvatno postavljeni klinovi fiksatora mogu izazvati njihovo labavljenje, kontrakture zglobova, te paralize nerava i fiksaciju mišića sa dugotrajnim otokom (16, 45, 47, 48). Metoda spoljašnje skeletne fiksacije može se koristiti za stabilizaciju fragmenata kosti do kraja lečenja ili, ako je neophodno, može se kasnije zameniti unutrašnjom fiksacijom.

Eksperimentni radovi i kasnija praksa su pokazali da intramuskularna primena benzilpenicilina jedan sat posle ranjavanja uz kasniju primenu na šest sati može sprečiti infekciju, smanjiti količinu devitalizovanog tkiva i lokalne metaboličke poremećaje, te ograničiti lokalnu destrukciju tkiva kod penetrantnih strelnih rana mekih tkiva u toku tri dana. Šestočasovno kašnjenje sa ovom terapijom pokazalo se kao neefikasno u prevenciji (49, 50). Prema navodima Jacksona i saradnika (51), Owen-Smith i Matheson su 1968. godine u svojim eksperimentalnim radovima ukazali na veoma uspešan profilaktički efekat benzilpenicilina u razvoju infekcija klostridijumom, te gasne gangrene. Zato se još u toku primarne hirurške obrade strelne rane započinje sa intravenskom primenom benzilpenicilina u dozi od 10 miliona jedinica svakih 6 sati, zajedno sa aminoglikozidnim (amikacin, gentamicin) antibioticima. Posle tri dana benzilpenicilin se zamenjuje cefalosporinima (ceftriakson, cefotaksim, ceftazidim) treće generacije. Nakon 7–10 dana, gde je potrebno, antibiotska terapija se nastavlja, ali na osnovu intra– ili postoperativnog brisa iz rane. U slučaju velikih destrukcija mekih tkiva, naročito muskulature deltoidne ili glutealne regije, u terapiju se uvodi metronidazol. Pri upotrebi antibiotske terapije uvek treba imati na umu da ona nije zamena za primarnu hiruršku obradu ratne rane (32, 50–52).

Preoperativno se svim povređenima sa podacima o prethodnoj imunizaciji daje tetanusni anatoksin. U slučajevima gde nema prethodnih podataka o antitetanusnoj zaštiti pored anatoksina potrebna je i istovremena pasivna imunizacija (32).

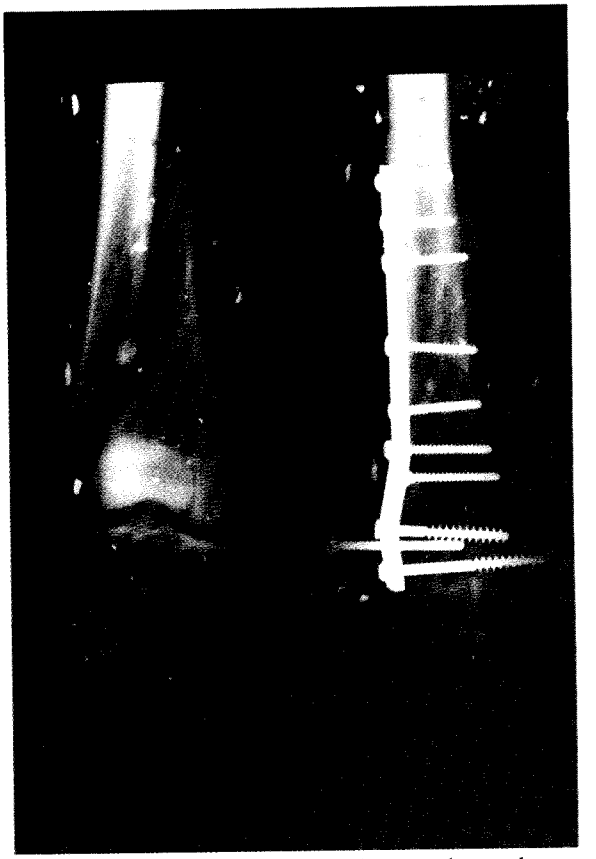
Posle primarne hirurške obrade rana se zatvara pomoću primarnog, primarno odloženog ili sekundarnog šava, pomoću pokrivanja slobodnim transplantatima, lokalnim ili udaljenim režnjevima kože. Primarni šav strelne rane ekstremiteta nije dozvoljen. Radi se samo u slučaju strelnih povreda zglobova kada se ušiva sinovijalna membrana.

Primarni odloženi šav se radi 4–10 dana posle primarne hirurške obrade. Potrebno je da su ispunjeni sledeći uslovi: da je izvedena adekvatna primarna hirurška obrada rane, da nema lokalnih pokazatelja infekcije, da je opšte stanje povređenog dobro, da je povređeni po zatvaranju rane pod kontrolom hirurga još 7–10 dana i da je vrednost kreatinfosfokinaze (CPK) u krvi u granicama normale ili je u padu. Njen izoenzim CPKMM oslobađa se prilikom destrukcije skeletnih mišića. Posle dobro urađene ekscizije mišića u sklopu primarne hirurške obrade nivo CPK u krvi postepeno pada posle sedmog dana, što je indikator za ušivanje rane (53).

Sekundarni šav se radi od sedmog dana posle primarne hirurške obrade, i to u fazi pojave granulacija. Ovaj period odgovara stadijumu epitelizacije i cikatrizacije. Uslovi za sekundarni šav su sledeći: da je rana bez infekcije sa čistim svežim granulacionim površinama i minimalnom seroznosluzastom sekrecijom, te da je opšte stanje povređenog dobro.

Slobodni kožni transplantati imaju veliki značaj u zatvaranju ratnih rana sa defektima mekih tkiva. Koriste se slobodni transplantati kože po Ollier-Thierschu, Blairu, Davisu itd. (12). Zatvaranje strelne rane režnjevima indicirano je u slučajevima gde, pored defekta kože, postoje izložene tetive, nervi, kosti i otvoreni zglobovi. Režnjevi se dele na lokalne i udaljene.

Reparatorna faza lečenja strelnih povreda ekstremiteta traje mesecima i godinama. Nesrasli prelomi su vrlo česti. Kod nesraslih preloma sa dobrim mekotkivnim pokrivačem, bez prisutnih kliničkih i laboratorijskih parametara infekcije, kao i ako defekt kosti nije veći od 4 cm, može se raditi standardna osteosinteza i osteoplastika (54). Najčešće korišćeni materijal za osteoplastiku su kortiko-spongiozni graftovi sa kriste ilijačne kosti po Phemisteru (slika 10).



**Sl. 10** – Osteosinteza i osteoplastika nesraslog strelnog preloma dijafize butne kosti (dr D. Nikolić).

Veći defekti kosti najbolje se leče upotrebom aparata po Ilizarovu. Na ovaj način mogu se nadoknaditi defekti ko-

sti veći od 10 cm. Infekcije kosti su veliki problem i neophodno je višekratno hirurško lečenje sa često nesigurnom prognozom. Kontrakture, ankiloze i artroze zglobova mogu se hirurški definitivno i veoma uspešno lečiti ukočenjem zglobova, a u pojedinim odabranim slučajevima i ugradnjom veštačkih zglobova. Loše srasli prelomi ometaju funkciju zglobova i ekstremiteta, te u velikom broju slučajeva zahtevaju hirurišku korekciju. Skraćenja ekstremiteta mogu se korigovati protetskim aparatima ili, u pojedinim slučajevima, hirurškim lečenjem. Paralize živaca leče se neurohirurškim intervencijama ili transpozicijama tetiva.

**Zaključak**

Sve veća učestalost strelnih povreda ekstremiteta u miru i tokom ratnih dejstava nameće potrebu za poznavanjem mehanizama njihovog nastanka, patomorfologije, načina lečenja i mogućih komplikacija. Striktno pridržavanje principa primarne hirurške obrade i antibiotske terapije omogućava adekvatno lečenje ovih povreda, a pojava komplikacija i potreba za amputacijama svodi na neophodni minimum.

## LITERATURA


1. *Galbraith KA.* Combat casualties in the first decade of the 21st century - new and emerging weapon systems. J R Army Med Corps 2001; 147(1): 7–14.
2. *Jones EL, Peters AF, Gasior RM.* Early management of battle casualties in Vietnam. An analysis of 1 011 consecutive cases treated at a mobile army surgical hospital. Arch Surg 1968; 97(1): 1–15.
3. *Bowyer GW, Payne L, Mellor SG, Rhee PM, Roberts P.* Historical overview and epidemiology. In: *Ryan JM,* editor. Ballistic Trauma: Clinical relevance in peace and war. London: Arnold; 1997. p. 9–29.
4. *Rautio J, Paavolainen P.* Afghan war wounded: experience with 200 cases. J Trauma 1988; 28(4): 523–5.
5. *Nikolić D, Jovanović Z, Popović Z, Vulović R, Mladenović M.* Primary surgical treatment of war injuries of major joints of the limbs. Injury 1999; 30(2): 129–34.
6. *Nikolić D, Jovanović Z, Vulović R, Mladenović M.* Primary surgical treatment of war injuries of the foot. Injury 2000; 31(3): 193–7.
7. *Kovaric JJ, Hamit HF, Hardaway RM 3rd.* Vietnam casualty statistics. February-November, 1967. Arch Surg 1969; 98(2): 150–2.
8. *Jovanović Ž.* Management of gunshut fractures in the national defensive war [dissertation]. Beograd: Vojnomedicinska akademija; 1980. (in Serbian)
9. *Ezz EA.* Medical knowledge - an important factor in disarmament negotiations and increased international cooperation. J Trauma 1988; 28(1 Suppl): S1–4.
10. *Howland WS Jr, Ritchey SJ.* Gunshot fractures in civilian practice. An evaluation of the results of limited surgical treatment. J Bone Joint Surg Am 1971; 53(1): 47–55.
11. *Ragsdale BD.* Gunshot wounds: a historical perspective. Mil Med 1984; 149(6): 301–15.
12. *Piščević S, Đuknić M, Arneri V.* War wounds. In: *Papo I,* editor. War Surgery. Beograd: Vojnoizdavački zavod; 1980. p. 49–69. (in Serbian)
13. *Hill PF, Edwards DP, Bowyer GW.* Small fragment wounds: biophysics, pathophysiology and principles of management. J R Army Med Corps 2001; 147(1): : 41–51.
14. *Ordog GJ, Wasserberger J, Prakash A, Balasubramaniam S.* Civilian gunshot wounds: determinants of injury. J Trauma 1987; 27(8): 943–7.
15. *Charters AC 3rd, Charters AC.* Wounding mechanism of very high velocity projectiles. J Trauma 1976; 16(6): : 464–70.
16. *Clasper J.* The interaction of projectiles with tissues and the management of ballistic fractures. J R Army Med Corps 2001; 147(1): 52–61.
17. *Hollerman JJ, Fackler ML, Coldwell DM, Ben-Menachem Y.* Gunshot wounds: 1. Bullets, ballistics, and mechanisms of injury. AJR Am J Roentgenol 1990; 155(4): 685–90.
18. *Thoresby FP, Darlow HM.* The mechanisms of primary infection of bullet wounds. Brit J Surg 1967; 54(5): : 359–61.
19. *Baumgartner R, Baise M.* Modern developments in war surgery amputations. Med Corps Int 1990; 2: 11–7.
20. *Wang ZG, Tang CG, Chen XY, Shi TZ.* Early pathomorphologic characteristics of the wound track caused by fragments. J Trauma 1988; 28(1 Suppl): S89–95.
21. *Coupland RM, Korver A.* Injuries from antipersonnel mines: the experience of the International Committee of the Red Cross. BMJ 1991; 303(6816): 1509–12.
22. *Korver AJ.* Injuries of the lower limbs caused by antipersonnel mines: the experience of the International Committee of the Red Cross. Injury 1996; 27(7): 477–9.
23. *Trimble K, Clasper J.* Anti-personnel mine injury; mechanism and medical management. J R Army Med Corps 2001; 147(1): 73–9.
24. *Adams DB, Schwab CW.* Twenty-one-year experience with land mine injuries. J Trauma 1988; 28(1 Suppl): : S159–62.
25. *Chaloner EJ, Mannion SJ.* Antipersonnel mines: the global epidemic. Ann R Coll Surg Engl 1996; 78(1): : 1–4.

26. *Jacobs LG.* The landmine foot: its description and management. Injury 1991; 22(6): 463–6.

27. *Nikolić D.* War wounds of the extremities. In: *Papo I,* editor. War Surgery. Beograd: Vojnoizdavački zavod; 2001. p. 208–17. (in Serbian)

28. *Hull JB.* Management of gunshot fractures of the extremities. J Trauma 1996; 40(3 Suppl): S193–7.

29. *King KF.* Orthopaedic aspects of war wounds in South Vietnam. J Bone Joint Surg Br 1969; 51(1): 112–7.

30. *Bowyer GW.* Management of small fragment wounds: experience from the Afghan border. J Trauma 1996; 40 (3 Suppl): S170–2.

31. *Bowyer GW, Cooper GJ, Rice P.* Small fragment wounds: biophysics and pathophysiology. J Trauma 1996; 40(3 Suppl): S159–64.

32. *Hampton OP Jr.* Management of open fractures and open wounds of joints. J Trauma 1968; 8(3): 475–8.

33. *Albreht M.* Some experiences of American Military Surgical Service in Vietnam. Vojnosanit Pregl 1970; 27(4): 167–74. (in Serbian)

34. *Ryan JM, Cooper GJ, Haywood IR, Milner SM.* Field surgery on a future conventional battlefield: strategy and wound management. Ann R Coll Surg Engl 1991; 73(1): 13–20.

35. *Hampton OP Jr.* Wounds of joints. Surg Clin North Am 1958; 38(6): 1517–28.

36. *Jackson DS, Batty CG, Ryan JM, McGregor WS.* The Falklands war: Army field surgical experience. Ann R Coll Surg Engl 1983; 65(5): 281–5.

37. *Hardaway RM Jr.* Viet Nam wound analysis. J Trauma 1978; 18(9): 635–43.

38. *Rich NM, Baugh JH, Hughes CW.* Popliteal artery injuries in Vietnam. Am J Surg 1969; 118(4): 531–4.

39. *Adar R, Schramek A, Khodadadi J, Zweig A, Golcman L, Romanoff H.* Arterial combat injuries of the upper extremity. J Trauma 1980; 20(4): 297–302.

40. *Nikolić D, Drašković V, Vulović R, Mladenović M.* Missile injuries of the knee joint. Injury 2000; 31(5): : 317–24.

41. *McNamara JJ, Brief DK, Stremple JF, Wright JK.* Management of fractures with associated arterial injury in combat casualties. J Trauma 1973; 13(1): 17–9.

42. *Rich NM, Metz CW Jr, Hutton JE Jr, Baugh JH, Hughes CW.* Internal versus external fixation of fractures with concomitant vascular injuries in Vietnam. J Trauma 1971; 11(6): 463–73.

43. *Groom AF, Coull JT.* Army amputees from the Falklands – review. J R Army Med Corps 1984; 130(2): : 114–6.

44. *Klammer HL.* Injuries to the extremities: possibilities for external fixation. Med Corps Int 1986; 1: 34–43.

45. *Coupland RM.* War wounds of bones and external fixation. Injury 1994; 25(4): 211–7.

46. *Hamdan TA.* Disabilities in missile injuries of the extremities. Rev Int Serv Sante Armees 1993; 66(7/8/9): : 211–4.

47. *Labeeu F, Pasuch M, Toussaint P, Van Erps S.* Extrenal fixation in war traumatology: report from the Rwandese war (October 1, 1990 to August 1, 1993). J Trauma 1996; 40(3 Suppl): S223–7.

48. *Farljuharson-Roberts MA, Somerville DW, Rossiter ND.* Limb injury. In: *Ryan JM,* editor. Ballistic Trauma: Clinical Relevance in Peace and War. London: Arnold; 1997. p. 123–31.

49. *Mellor SG, Cooper GJ, Bowyer GW.* Efficacy of delayed administration of benzylpenicillin in the control of infection in penetrating soft tissue injuries in war. J Trauma 1996; 40(3 Suppl): S128–34.

50. *Dahlgren B, Almskog B, Berlin R, Nordstrom G, Rybeck B, Schantz B,* et al. Local effects of antibacterial therapy (benzyl-penicillin) on missile wound infection rate and tissue devitalization when debridement is delayed for twelve hours. Acta Chir Scand Suppl 1982; 508: 271–9.

51. *Jackson DS, Jowitt MD, Knight RJ.* First and second line treatment in the Falklands Campaign. A retrospective view. J R Army Med Corps 1984; 130(2): 79–83.

52. *Gerngrob H, Becker HP.* Prophylaxis and therapy of infections in patients with polytraumatic and extensive burn injuries in the field of military operations. Rev Int Serv Sante Armees 1994; 66( 4/5/6 ): 116–9.

53. *Jovanović Ž, Todorović P.* Enzymes in the treatment of gunshot wounds. Vojnosanit Pregl 1980; 37(2): 83–4. (in Serbian)

54. *Jovanović Z, Popović Z, Nikolić D, Košutić M.* Cancellous bone grafting and osteosynthesis by AO plate in the secondary gunshot fracture care. Acta Orthop Hellenica 1997; 48: 98–103.

Rad je primljen 13. V 2003. god.

**Correspondence to**: Dragan Nikolić, Vojnomedicinska akademija, Klinika za traumatologiju i ortopediju; Crnotravska 17, 11040 Beograd, Srbija i Crna Gora. Tel: +381 11 2661 865, +381 11 3117 262, Mob. tel. 063/ 274 539. E-mail: hale@verat. net