

UKOTVLJENA INTRAMEDULARNA OSTEOSINTEZA PRIJELOMA DONJIH EKSTREMITETA U OPĆOJ BOLNICI KARLOVAC

Locking intramedullary osteosynthesis of lower extremity fractures in General Hospital Karlovac

Skraćeni naslov: Intramedularna osteosinteza u OB Karlovac

Želimir Korać¹, Nenad Božić-Božo¹, Bore Bakota¹, Andrija Janković¹, Zlatko Grbačić¹

Sažetak

Autori analiziraju primjenu ukotvljenih intramedularnih implantata (dugi i kratki Gamma II Stryker čavao, femoralni ukotvljeni S2 Stryker čavao i tibijalni ukotvljeni S2 Stryker čavao). U razdoblju analize od četiri i pol godine ugradili su 183 Gamma čavla, 42 femoralna čavla i 37 tibijalnih čavala. Gamma čavli ugrađeni su kod znatno starijih pacijenata (prosječno 68,2 godine) nego femoralni (38,8 godina) i tibijalni čavli (37,1 godina). Analizirana je dužina hospitalizacije, način primjene implantata (statički ili kompresijski), odnos između zatvorene i otvorene repozicije prijeloma te incidencija komplikacija. Kod Gamma čavla uočeno je ukupno 12,5% komplikacija, a kod femoralnih i tibijalnih čavala 16%, što korelira s nalazima iz literature. Autori smatraju da je kratki Gamma čavao indiciran kod svih nestabilnih pertrohanternih prijeloma s gubitkom medijalnog uporišta, dugi Gamma čavao kod svih subtrohanternih prijeloma, a femoralni i tibijalni čavao kod prijeloma dijafiza i nekih metafizarnih prijeloma. Biomehaničke značajke ovih implantata superiorne su pločicama, jatrogena trauma je manja, a njihova ugradnja rezultira bržim oporavkom i bržim povratkom u svakodnevni život.

Ključne riječi

intramedularna ukotvljena osteosinteza, postoperativne komplikacije, pertrohanterni prijelom, subtrohanterni prijelom, prijelom natkoljenice, prijelom potkoljenice

Abstract

Authors analyze the application of locking intramedullary implants (long and short Gamma 2

Stryker nail, Femoral locking S2 Stryker nail and Tibial locking S2 Stryker nail). Four and a half years follow up resulted with 183 GAMMA nails, 42 Femoral and 37 Tibial locking nails being implanted. Gamma nails were used to treat significantly older patients (average age 68.2 years) in comparison with patients treated with Tibial nails (average age 37.1 years) and Femoral nails (average age 38.1 years). We analyzed the length of hospital stay, technique of application (static or compressive), the relationship between open and closed reduction of the fracture, and morbidity. GAMMA nail had 12.5% morbidity while Femoral and Tibial nails had 16% which is similar to the literature data. The authors consider the short Gamma locking nail as the implant of choice for all unstable pertrochanteric fractures (loss of medial support) and the long GAMMA nail as an implant of choice for all subtrochanteric fractures. Femoral and tibial nails should be the implants of choice for all the diaphyseal and selected metaphyseal fractures. Biomechanical characteristics of these implants are superior to the plates, they produce less iatrogenic trauma, enable faster recovery and quicker return to everyday life.

Keywords

intramedullary locking osteosynthesis, postoperative complications, pertrochanteric fracture, subtrochanteric fracture, femoral fracture, tibial fracture

Uvod

Među različitim metodama liječenja prijeloma donjih ekstremiteta, intramedularna osteosinteza danas predstavlja metodu izbora u tretmanu većine dijafizarnih i mnogih metafizarnih prijeloma. Izrazita

¹ Odjel za opću kirurgiju, Odsjek za traumatologiju, OB Karlovac

Korespondencija: Prim. dr. sc. Želimir Korać, dr. med., Opća bolnica Karlovac, Odjel za opću kirurgiju, Odsjek za traumatologiju, Andrije Štampara 3, 47 000 Karlovac, Hrvatska, e-mail: zelimir.korac@ka.t-com.hr

prednost u stabilnosti, čvrstoći i prijenosu sila čini intramedularne implantate biomehanički izrazito superiornima u usporedbi s drugim metodama i implantatima. Također, tehnika aplikacije intramedularnih implantata u najvećoj je mjeri poštena za tkiva, traži manje operacijske pristupe, minimalizira operacijsku traumu mekih tkiva, povezana je s manjim gubitkom krvi te je zato prihvatljivija od drugih operacijskih tehnika i implantata. Povijest ove tehnike seže u 16. stoljeće na područja Južne Amerike [1], a početkom 20. stoljeća razvijala se u Velikoj Britaniji i SAD-u [2, 3]. No, danas ocem moderne intramedularne osteosinteze smatramo Gerharda Kuentschera čije je predavanje na sastanku Njemačkog kirurškog društva, održano 28. ožujka 1940., postavilo temelje moderne zatvorene intramedularne fiksacije femura.

Na Odsjeku za traumatologiju pri Odjelu za kirurgiju Opće bolnice Karlovac koristimo intramedularne ukotvljene implantate za prijelome proksimalnog femura (kratki i dugi Gamma čavao) te za dijafizarne i mnoge metafizarne prijelome femura i tibije (ukotvljeni femoralni i tibijalni čavli S2, Stryker).

Metode

Napravili smo retrospektivnu analizu rezultata liječenja pacijenata kojima smo ugradili intramedularni implantat na našem odjelu. Indikacije za primjenu Gamma čavla bile su svi nestabilni pertrohanterni i svi subtrohanterni prijelomi, dok su indikacije za primjenu ukotvljenog femoralnog i tibijalnog čavla bile prijelomi dijafiza i oni prijelomi metafiza koji su se mogli korektno reponirati i stabilizirati tim implantatom. Pacijente smo analizirali po dobi, spolu, dužini hospitalizacije, kirurškim komplikacijama (infekcija, sekundarni pomak ulomaka, prijelom implantata, tehničke greške pri postavljanju implantata) i nekirurškim komplikacijama (pneumonija, duboka venska tromboza, infekcija urinarnih puteva i ostalo).

Rezultati

U Općoj bolnici Karlovac u razdoblju od 23.3.2004. do 1.9.2008. ugradili smo ukupno 183 Gamma čavla (Stryker – Gamma 2), a distribucija po godinama i dužini čavla vidljiva je iz Tablice 1.

Analiza pacijenata, rezultata i komplikacija nakon osteosinteze Gamma 2 čavlom vidljiva je iz Tablice 2.

U našoj ustanovi koristimo femoralne ukotvljene čavle S2 – Stryker, a analiza pacijenata i rezultata vidljiva je iz Tablice 3.

Prvi ukotvljeni čavao za tibiju postavili smo zbog pseudoartroze tibije nakon liječenja na vanjskom fiksatoru primarno otvorenog prijeloma 27.2.2006. te smo od tada ugradili 37 tibijalnih ukotvljenih čavala S2 – Stryker. Analiza pacijenata i rezultata vidljiva je iz Tablice 4.

Rasprava

Produljenjem životnog vijeka povećava se incidencija prijeloma u pertrohanternoj regiji, a zbog poznatih medicinskih i demografskih činjenica ovi se prijelomi znatno češće susreću kod žena [4-6]. Značaj osteoporoze kod nastanka ovih prijeloma dokazan je brojnim studijama [7-9]. Pertrohanterni i subtrohanterni prijelomi u starijoj životnoj dobi najčešće nastaju padom, poglavito ako se pada izravno na područje kuka, a kada su protektivni refleksi, lokalni apsorbeni sile i koštana struktura izrazito oslabljeni [10]. Svi ovi prijelomi u pravilu se liječe operacijski, a konzervativno liječenje rezervirano je samo za mali postotak pacijenata čije je opće zdravstveno stanje tako loše da je operacijski zahvat kontraindiciran, a tada je postotak komplikacija i ranog mortaliteta izrazito visok. Među brojnim metodama i implantatima upotrebljivanim za liječenje pertrohanternih prijeloma, danas se najčešće koriste dinamički vijak (sliding hip screw) i intramedularni implantati (Gamma nail, Proximal femoral nail itd.). Kutne ploče u rješavanju ovih prijeloma pomalo su otišle u povijest, no kutna ploča 95° još se u posebnim slučajevima može primijeniti. Brojne studije uspoređivale su učinke kliznog vijka i intramedularnih implantata u liječenju pertrohanternih prijeloma [11-13]. Obje metode imaju svojih prednosti i nedostataka, a kritičkom evaluacijom svih čimbenika dolazi se do zaključka da klizni vijak ima prvenstvenu indikaciju kod stabilnih i jednostavnijih prijeloma, a gamma vijak kod nestabilnih prijeloma s gubitkom medijalnog uporišta. U našoj ustanovi Gamma čavao ugrađujemo od ožujka 2004. godine kod nestabilnih prijeloma pertrohanterne regije kada primjenjujemo kratki Gamma 2 čavao i kod subtrohanternih prijeloma kada primjenjujemo dugi Gamma 2 čavao. Naša iskustva govore da se radi o biomehanički superiornom implantatu za navedene indikacije. Operacijska trauma je manja, a mogućnost ranog opterećivanja operirane noge znatno je veća nego u slučajevima ugradnje kutne ploče. Zatvorenu repoziciju kod pertrohanternih prijeloma moguće je postići u velikoj većini slučajeva pa su operacijske incizije male, sama operacija traje kratko, a asistent nije neophodno potreban. Subtrohanterni prijelomi vrlo su zahtjevni bez obzira

Tablica 1. Gamma 2 čavao - distribucija po godinama i dužini čavla

Godina	Gamma 2 – kratka	Gamma 2 - duga
2004.	19	0
2005.	51	0
2006.	49	5
2007.	44	13
2008.	20	6
Ukupno	159	24

Tablica 2. Analiza pacijenata, rezultata i komplikacija nakon osteosinteze Gamma 2 čavlom

Pacijenti, rezultati i komplikacije	Gamma nail 2 (N=183)
Dob (godine)	55-97 (68,2)
Spol	Ž = 130 (72,7%)
Hospitalizacija (dani)	7-23 (12,3)
Ukupno „kirurških“ komplikacija	14 (7,7%)
„Cut out“*	3 (1,6%)
Suboptimalna repozicija	4 (2,2%)
Duboka infekcija	2 (1,1%)
Promašen distalni vijak	2 (1,1%)
Protruzija vijka	1 (0,5%)
Prijelom ispod alenteze	2 (1,1%)
Ukupno „nekirurških komplikacija“	8 (4,8%)
Urinarni infekt	3 (1,6%)
Pneumonija	2 (1,1%)
Dekompenzacija srca	2 (1,1%)
ICV	1 (0,5%)
Reoperirano	5 (2,7%)
Intrahospitalni mortalitet**	4 (2,2%)

* protruzija implantata izvan primarnog mjesta postavljanja

** u Općoj bolnici Karlovac i Specijalnoj bolnici Duga Resa

na to za koju se operacijsku metodu odlučimo, a kod ugradnje dugog Gamma čavla ponekad je potrebno proširiti planiranu inciziju radi otvorene repozicije. No, takva incizija i dalje je značajno manja od one koju radimo pri ugradnji kutne ploče, a implantat omogućuje rano opterećivanje čak i u slučajevima kada nije postignuta optimalna repozicija. Komplikacije primjene Gamma čavala s kojima smo se susretali relativno su rijetke i ne kompromitiraju metodu te su usporedive i brojčano i po vrstama s onima iz literature [14, 15]. Ovdje uvijek treba imati na umu da se radi o implantatu koji se najčešće ugrađuje pacijentima starije životne dobi s izraženom osteoporozom te je često prisutan značajan komorbiditet. Smatramo da će stjecanjem daljnjeg iskustva u primjeni ovog implantata i pažljivom tehnikom komplikacije postati još rjeđe. Dugi Gamma čavli tehnički su znatno zahtjevniji za implantaciju, a indikacijsko područje su subtrohanterni prijelomi koji sami po sebi predstavljaju izazov u traumatologiji. Stoga su i komplikacije češće, ali su i manje serije slučajeva opisane u literaturi [16, 17].

Prijelom dijafize femura ozbiljna je ozljeda koja može ugroziti život pacijenta. Početkom prošlog stoljeća bila je to ozljeda koja je korelirala s visokim mortalitetom ili, u slučaju preživljenja, teškim funkcijskim poremećajima. Prijelom dijafize femura danas je najčešće ozljeda velike energije, u prometu ili pri padovima s visine, a česta je i u sklopu politraume, kada zahtijeva promptno liječenje. Tada se u pojedinim slučajevima mora pribjeći procedurama iz kruga „kirurgije kontrole štete“ [18-20]. Prijelomi femura česti su i u ratnim okolnostima, a kada su uzrokovani projektilima velike početne brzine mogu biti ozbiljan kirurški problem [21]. Međutim, većina prijeloma dijafize femura danas se liječi intramedularnom osteosintezom. Vanjski fiksator rezerviran je samo za izabrane teško politraumatizirane pacijente i otvorene prijelome (Gustillo III B i III C), dok primjena pločice i vijaka danas ima samo sporadičnu primjenu u situacijama nedostupnosti intramedularne fiksacije [22]. Rezultati liječenja prijeloma dijafize femura zatvorenim tehnikom intramedularne osteosinteze ukazuju na postotak zacjeljivanja prijeloma u rasponu 95-99%

Tablica 3. Femoralni ukotvljeni čavao – analiza pacijenata, metode i rezultata

Pacijenti, rezultati i komplikacije	Femoralni ukotvljeni čavao (N = 42)
Dob (godine)	20 – 72 (38,8)
Spol	M = 30 (71,4%)
Hospitalizacija (dani)	12 – 35 (15,1)
Statički čavao	24 (57,1%)
Kompresijski čavao	18 (42,9%)
Anterogradni	30 (71,4%)
Retrogradni	12 (28,6%)
Zatvorena repozicija	34 (81,0%)
Komplikacije	7 (16,7%)
Promašen vijak	1 (2,7%)
Duboka infekcija	1 (2,7%)
Suboptimalna repozicija	1 (2,7%)
Jatrogena fraktura	1 (2,7%)
Puknuće čavla	1 (2,7%)
Bol u koljenu	1 (2,7%)
Reosteosinteza	1 (2,7%)
Intrahospitalni mortalitet	0

Tablica 4. Tibijalni ukotvljeni čavao – analiza pacijenata, metode i rezultata

Pacijenti, rezultati i komplikacije	Femoralni ukotvljeni čavao (N = 42)
Dob (godine)	21 – 61 (37,1)
Spol	M = 27 (73,0%)
Hospitalizacija (dani)	10 – 20 (13,3)
Statički čavao	21 (56,8%)
Kompresijski čavao	16 (43,2%)
Zatvorena repozicija	34 (91,9%)
Komplikacije	6 (16,2%)
Promašen vijak	2 (5,4%)
Duboka infekcija	1 (2,7%)
Suboptimalna repozicija	2 (5,4%)
Bol u koljenu	1 (2,7%)
Reosteosinteza	0
Intrahospitalni mortalitet	0

uz postotak infekcije manji od 1% [23, 24]. Primjenom tehnike ukotvljavanja intramedularnog femoralnog čavla, proširena je indikacija za njegovu primjenu na metafazarne dijelove kosti, skraćanje ekstremiteta i nestabilnost ulomaka postali su rijetkost, a rezultati liječenja još bolji [23, 25, 26]. Retrogradno uvođenje femoralnog čavla, predloženo još od strane Kuentschera, razvojem tehnika ukotvljavanja, postalo je široko primjenjivo i za prijelome distalnog femura, čak i za zglobne prijelome [27].

Zbog poznatih uzroka femoralni čavli ugrađuju se znatno mlađoj dobnoj skupini pacijenata od Gamma čavla. Naša iskustva govore da se često može postići dobra zatvorena repozicija i s minimalnom jatrogenom traumom, no vrlo je važno inzistirati na preciznom odabiru mjesta ulaska čavla. Biomehanička superiornost ovog implantata u odnosu na neukotvljene intramedularne čavle, pločice ili vanjski fiksator izuzetno je velika pa je pacijentima već u neposrednom postoperacijskom tijeku dozvoljeno značajno opterećivanje operiranog ekstremiteta. Time se skraćuje i vrijeme rehabilitacije. U slučajevima kada je postavljen statički čavao, nakon određenog razdoblja može se učiniti dinamizacija, odstranjenjem vijaka na jednoj strani čavla, čime se potiče završna koštana konsolidacija. Mi smo imali nešto manji postotak komplikacija od publiciranih u novijoj literaturi pa bi svakako bilo dobro proširiti uzorak [28, 29]. Retrogradno uvođenje femoralnog čavla također zahtijeva preciznost kod određivanja mjesta ulaska, no repozicija je često lakša nego kod anterogradnog uvođenja. Skraćanje ekstremiteta često se navodi u literaturi kao najčešća komplikacija ove metode [30, 31].

Prijelomi dijafize potkoljenice česte su ozljede, poglavito u populaciji mlađih muškaraca. Obično su zahvaćene obje kosti, a njihovo liječenje može biti opterećeno značajnim komplikacijama i neželjenim ishodom [32].

Konzervativno liječenje prijeloma potkoljenice natkoljenom imobilizacijom udruženo je s visokim postotkom loše sraslih prijeloma i kontraktura [33, 34]. Funkcijska imobilizacija, uz prednosti jeftinog ambulantnog liječenja, opterećena je visokim postotkom skraćanja ekstremiteta [35, 36].

Primjena vanjskog fiksatora u liječenju prijeloma potkoljenice opterećena je visokim postotkom pseudoartroza i lokalnih infekcija duž pinova [37]. Također je evidentirano značajno vremensko produljenje cijeljenja i, u konačnici, visok postotak loše sraslih prijeloma [38]. Stoga se vanjski fiksator danas primjenjuje prvenstveno u liječenju otvorenih prijeloma potkoljenice sa značajnim zagađenjem rane te gubitkom ili lezijom mekotkivnih struktura [39].

Primjena pločica i vijaka u fiksaciji prijeloma tibije seže još u 19. stoljeće, no tek je radom AO grupe dobila na zamahu i popularnosti sedamdesetih godina 20. stoljeća [40]. Osteosinteza dijafize tibije pločicom i vijcima često je primjenjivana metoda liječenja, no zahtijeva otvorenu kirurgiju, ekspoziiju prijeloma, gubitak primarnog hematoma, leziju periosta i mekih česti. Radi se o biomehanički inferiornom implantatu u odnosu na ukotvljeni čavao te su opterećenje i funkcijski oporavak sporiji i postupniji. Primjena pločica kod otvorenih prijeloma vezana je uz visok postotak infekcije [41].

Velika većina autora danas smatra da je intramedularna fiksacija prijeloma tibije metoda izbora u liječenju ovih ozljeda [42]. Može se koristiti i kod prijeloma distalne metafize tibije, uz adekvatno zaključavanje čavla. Kod udruženog prijeloma distalne trećine fibule potrebno je učiniti i njenu osteosintezu. Prijelomi proksimalne tibije predstavljaju izazov za liječenje intramedularnim čavlom, repozicija je teška, a mogućnost angulacije i dislokacije velika [43]. Stoga kod tih prijeloma treba biti oprezan pri izboru metode. Studije koje su uspoređivale rezultate boranih i neboranih intramedularnih čavala tibije kod liječenja zatvorenih prijeloma ukazuju na kraće vrijeme cijeljenja te manji postotak infekcija, pseudoartroza i loše sraslih prijeloma kod primjene boranih implantata [44, 45].

Najčešća komplikacija nakon osteosinteze tibijalnim čavlom je bol u koljenu koja obično nije jačeg intenziteta i nestaje nakon odstranjenja čavla, a može

biti posljedica prominiranja čavla ili proksimalnog vijka za ukotvljavanje. Neke studije ukazuju na incidenciju ove komplikacije od preko 50%, no ona nije takvog intenziteta da bi kompromitirala metodu [46, 47].

Naši rezultati ukazuju da je kod velike većine pacijenata moguće zatvoreno postići optimalnu repoziciju ovih prijeloma čime se sačuva primarni hematoma, a prirodni procesi cijeljenja kosti se ne usporavaju. Mi smo primjenjivali samo borane čavle, čiji bismo promjer određivali sukladno intraoperacijskom nalazu širine medularnog kanala i konstituciji pacijenta. Svi pacijenti su drugi postoperacijski dan mobilizirani i ohrabrivani da uz štake opterećuju operiranu nogu. U više navrata pacijenti su nakon mjesec dana od operacije dolazili na prvu ambulantnu kontrolu bez štaka ili samo s jednom štakom, a kliničkim pregledom i rendgenskom obradom nismo u tim slučajevima utvrdili nikakve sekundarne pomake ili lomove alenteze. Distalne vijke postavljali smo „free hands“ tehnikom koja nam se danas, uz primjereno korištenje rendgenskog aparata i postupno stjecano iskustvo, čini kao posve prihvatljivo i razumno rješenje. Komplikacije s kojima smo se susreli pri radu s tibijalnim ukotvljenim čavlima odgovaraju opisanima u literaturi [48, 49]. U usporedbi s ranije

primjenjivanim pločicama, ukotvljeni čavli čine se neusporedivo kvalitetnijim implantatom, koji skraćuje liječenje i smanjuje posljedice ovih čestih prijeloma.

Zaključak

Kratki Gamma čavao predstavlja metodu izbora u liječenju nestabilnih pertrohanternih prijeloma s gubitkom medijalnog uporišta. Prednosti njegove primjene su manja operacijska trauma i veća stabilnost ulomaka. Subtrohanterni prijelomi indikacijski su područje za dugi Gamma čavao. Zatvorena repozicija ponekad je teška ili nemoguća pa je tada potrebno primijeniti otvorenu repoziciju, ali implantat dozvoljava ranije opterećivanje i brži oporavak od kutne ploče. Za liječenje dijafizarnih i nekih metafizarnih prijeloma femura i tibije relevantna literatura kao metodu izbora navodi primjenu intramedularnih ukotvljenih implantata. Uz pridržavanje odgovarajuće operacijske tehnike, ova metoda je superiorna drugima i omogućava bržu rehabilitaciju i raniji povratak na posao, uz manji broj komplikacija.

Literatura

1. Street DM: *The evolution of intramedullary nailing*. U: Browner B: *Science and practice of intramedullary nailing*. 2. izd. Baltimore: Williams & Wilkins; 1996: str.1-22.
2. Hoglund EJ: *New intramedullary bone implant surgery*. *Gynecol Obstet* 1917; 24: 243-9.
3. Rush LV, Rush HL: *Technique for longitudinal pin fixation of certain fractures of ulna and of the femur*. *J Bone Joint Surg* 1939; 21: 619-27.
4. Gallagher JC, Melton LJ, Riggs BL i sur: *Epidemiology of fractures of the proximal femur in Rochester, Minnesota*. *Clin Orthop* 1980; 150: 163-71.
5. Mannius S, Mellstrom D, Oden A i sur: *Incidence of hip fracture in Western Sweden 1974-1982. Comparison of rural and urban populations*. *Acta Orthop Scand* 1987; 58: 38-42.
6. Hančević J, Antoljak T, Mikulić D, Žanić-Matanić D, Korać Ž. *Lomovi i iščašenja*. Zagreb: Slap; 1998, str. 290-9.
7. Sernbo I, Johnell O: *Background factors in patients with hip fractures – differences between cervical and trochanteric fractures*. *Compr Gerontol* 1987; A1: 109-11.
8. Aitken JM: *Relevance of osteoporosis in women with fractures of the femoral neck*. *Br Med J* 1984; 288: 597-601.
9. Dias JJ, Robbins JA, Steingold RF i sur: *Subcapital vs intertrochanteric fracture of the neck of the femur: are there two distinct subpopulations?* *J R Coll Surg Edinb* 1987; 32: 303-5.
10. Cimmings SR, Nevitt MC: *Non-skeletal determinants of fractures: the potential importance of the mechanics of falls*. *Osteoporosis Int* 1994; Suppl 1: s67-70.
11. Halder SC: *Gamma nail for peritrochanteric fractures*. *J Bone Joint Surg* 1992; 74B: 340-4.
12. Hardy D, Descamps P, Krallis P i sur: *Use of an intramedullary hip-screw compared with compression hip-screw with a plate for intertrochanteric femoral fractures: A prospective randomized study of one hundred patients*. *J Bone Joint Surg* 1998; 80A: 618-30.
13. Leung KS, So WS, Shen WY i sur: *Gamma nails and dynamic hip screws for peritrochanteric fractures: A randomised prospective study in elderly patients*. *J Bone Joint Surg* 1992; 74B: 345-51.
14. Bellabarba C, Herscovici D, Ricci, WM: *Percutaneous treatment of peritrochanteric fractures using the Gamma Nail*. *J Orthop Trauma* 2003; 17(8) Suppl: S38-50.
15. Kukla C, Heinz T, Gaebler C, Heinze G, Vecsei V: *The standard Gamma Nail: A critical analysis of 1,000 cases*. *J Trauma* 2001; 51(1): 77-83.
16. Cheng MT, Chiu FY, Chuang TY, Chen CM, Chen TH, Lee PC: *Treatment of complex subtrochanteric fracture with the Long Gamma AP Locking Nail: A prospective evaluation of 64 cases*. *J Trauma* 2005; 58(2):304-11.
17. Barquet A, Francescoli L, Rienzi D, Lopez L: *Intertrochanteric-subtrochanteric fractures: Treatment with the Long Gamma Nail*. *J Orthop Trauma* 2000; 14(5):324-8.
18. Scalea TM et al: *External fixation as a bridge to intramedullary nailing for patients with multiple injuries and with femur fracture: Damage control orthopedics*. *J Trauma* 2000; 48: 613-23.
19. Pape HC et al: *Changes in the management of femoral shaft fractures in polytrauma patients: From early total care to damage control orthopedic surgery*. *J Trauma* 2002; 53: 542-62.

20. Harwood PJ et al: Alterations in the systemic inflammatory response after early total care and damage control procedures for femoral shaft fracture in severely injured patients. *J Trauma* 2005; 58: 446-54.
21. Korać Ž, Kelenc D, Mikulić D, Vuković D, Hančević J: Terminal Ballistics of Russian AK 74 Assault Rifle: Two Wounded Patients and Experimental Findings. *Military Medicine* 2001; 166(12): 1065-8.
22. Starr AJ, Bucholz RW: Fractures of the shaft of the femur. U: Rockwood and Greens: Fractures in adults. Lippincot Williams&Wilkins; 2001, str. 1683-730.
23. Winquist R, Hansen S, Clawson K: Closed intramedullary nailing of femoral fractures. *J Bone Joint Surg Am* 1984; 66: 529-39.
24. Brumback RJ, Uwagie-Ero S, Lakatos RP i sur: Intramedullary nailing of femoral shaft fractures: part II. Fracture-healing with static interlocking fixation. *J Bone Joint Surg Am* 1988; 70: 1453-62.
25. Albo A, Stromsoe K, Ekland K: Locked intramedullary nailing of femoral shaft fractures. *J Trauma* 1991; 31: 49-59.
26. Wiss DA, Fleming CH, Matta JM I sur: Comminuted rotationally unstable fractures of the femur treated with an interlocking nail. *Clin Orthop* 1986; 212: 35-47.
27. Lucas S, Seligson D, Henry S: Intramedullary supracondylar nailing of femoral fractures: A preliminary report of the GSH supracondylar nail. *Clin Orthop* 1993; 296: 200-6.
28. Ricci WM, Devinney S, Haidukewych G, Herscovici D, Sanders R: Trochanteric nail insertion for the treatment of femoral shaft fractures. *J Orthop Trauma* 2008; 22 Suppl 3: S2-8.
29. Im GI, Shin SR: Treatment of femoral shaft fractures with a titanium intramedullary nail. *Clin Orthop Res* 2002; 401: 223-9.
30. Seifert J, Stengel D, Matthes G, Hinz P, Ekkernkamp A, Ostermann P: Retrograde fixation of distal femoral fractures: Results using a new nail system. *J Orthop Trauma* 2003; 17(7): 488-95.
31. Gellman RE, Paiement GD, Green HD, Coughlin RR: Treatment of supracondylar femoral fractures with a retrograde intramedullary nail. *Clin Orthop Res* 1996; 332: 90-7.
32. Court-Brown CM, McBirnie J: The epidemiology of tibial fractures. *J Bone Joint Surg* 1995; 77B: 417-21.
33. Kay L, hansen BA, Raaschou HO: Fracture of the tibial shaft conservatively treated. *Injury* 1986; 17: 5-11.
34. Kyro A, Tunturi T, Soukka A: Conservative treatment of tibial fractures: Results in a series of 163 patients. *Ann Chir Gynaecol* 1991; 80: 294-300.
35. Sarmiento A, Sharpe FE, Ebramzadeh E i sur: Factors influencing the outcome of closed tibial fractures treated with functional bracing. *Clin Orthop* 1995; 315: 8-24.
36. Oni OOA, Hui A, Gregg PJ: The healing of closed tibial shaft fractures. *J Bone Joint Surg* 1988; 70B: 787-90.
37. Henley MB, Chapman JR, Agel J i sur: Treatment of type II, IIIa and IIIb open fractures of the tibial shaft: A prospective comparison of unreamed interlocking intramedullary nail and half-pin external fixators. *J Orthop Trauma* 1998; 12: 1-7.
38. Court-Brown CM, Hughes SPF: Huges external fixator in treatment of tibial fractures. *J R Soc Med* 1985; 78: 830-7.
39. Rommens P, Gielin J, Broos P i sur: Intrinsic problems with the external fixation device Hoffmann-Vidal-Adrey: A critical evaluation of 117 patients with tibial shaft fractures. *J Trauma* 1989; 29: 630-8.
40. Ruedi T, Webb JK, Allgoewer M: Experience with the dynamic compression plate (DCP) in 418 recent fractures of the tibial shaft. *Injury* 1976; 7: 252-7.
41. Clifford RP, Beauchamp CG, Kellam Jfi sur: Plate fixation of open fractures of the tibia. *J Bone Joint Surg* 1988; 70B: 644-8.
42. Court-Brown CM: Fractures of the tibia and fibula. U: Rockwood and Greens: Fractures in adults. Lippincot Williams&Wilkins; 2001, str. 1939-2000.
43. Lang GJ, Cohen BE, Bosse MJ i sur: Proximal third tibial shaft fractures: should they be nailed? *Clin Orthop* 1995; 315: 64-74.
44. Blachur PA, O'Brien PJ, Meek RN i sur: Interlocking intramedullary nailing with and without reaming for the treatment of closed fractures of the tibial shaft. *J Bone Joint Surg* 1997; 79A: 640-6.
45. Court-Brown CM, Will E, Christie J i sur: Reamed or unreamed nailing for closed tibial fractures. *J Bone Joint Surg* 1996; 78B: 801-4.
46. Court-Brown CM, Gustilo T, Shaw AD: Knee pain after intramedullary tibial nailing: Its incidence, ethiology, and outcome. *J Orthop Trauma* 1996; 11: 103-5.
47. Keating JF, Orfaly R, O'Brien PJ: Knee pain after tibial nailing. *J Orthop Trauma* 1996; 11: 10-13.
48. Lin J: Effectiveness of completely round nails with both-ends-threaded locking screws for tibial shaft fractures. *J Trauma* 2006; 61(4): 893-9.
49. Finkemeier CG, Schmidt AH, Kyle RF, Templeman DC, Varecka TF: A prospective randomized study of intramedullary nails inserted with and without reaming for the treatment of open and closed fractures of the tibial shaft. *J Orthop Trauma* 2000; 14(3): 187-93.