

Acta Chir Croat 2016; 13: 11–14

POVIJESNI PREGLED RAZVOJA INTRAMEDULARNE OSTEOSINTEZE PRIJELOMA DUGIH KOSTIJU

Historical development of intramedullary nailing of long bone fractures

Dino Bobovec¹, Mate Majerović², Lana Jurlin¹

Sažetak

Intramedularna osteosinteza ima dugu i zanimljivu povijest. Od najranijih zapisa iz 16. stoljeća sve do današnjih modernih metoda vidljiv je značajan napredak u dizajnu čavala, vijaka i materijala od kojih su izrađeni. Napredak tehnike i izbor materijala jasno prati napredak anesteziologije, asepse i antimikrobne terapije. Danas uspješna i široko prihvaćena metoda stabilizacije prijeloma dugih kostiju donjih ekstremiteta u svojim počecima nije bila prihvaćena s odobravanjem, već s velikom dozom opreza i sumnje. Tek nakon prve polovine 20. stoljeća i revolucionarnog rada njemačkog kirurga Gerharda Küntschera dolazi do smanjenja broja komplikacija i početka široke primjene modernog oblika tehnike. Ovaj rad donosi povijesni pregled napretka tehnike i korištenja intramedularne osteosinteze u liječenju prijeloma dugih kostiju.

Ključne riječi

fraktura kosti, intramedularna osteosinteza, operativno liječenje prijeloma, povijesni pregled

Abstract

Intramedullary nailing has a long and interesting history which dates back to the 16th century. Since then, this technique has gone through a significant progress which led to the common use of its modern form today. The design of nails, screws and materials they are made of has constantly been reevaluated and improved. Advances in methods and materials have clearly gone hand in hand with the progress of anesthesiology, asepsis and antimicrobial therapy. Although intramedullary nailing has become standard, when it comes to the most diaphyseal lower extremity fractures, the very beginning of the method wasn't met with approval. In the first half of the 20th century, a German surgeon named Gerhard Küntcher introduced

the modern form of intramedullary osteosynthesis, which has significantly diminished the frequency of complications and led to the widespread use of nailing in the treatment of long bone fractures. This paper brings the historical overview of intramedullary nailing progress and its application to the long bone fracture treatment.

Key words

bone fracture, internal osteosynthesis, operative fracture treatment, historical overview

Uvod

Intramedularna osteosinteza zbog svoje uspješnosti danas predstavlja metodu izbora u liječenju većine dijafizarnih i mnogih metafizarnih prijeloma donjih ekstremiteta. Za razliku od drugih metoda osteosinteze, intramedularni implantati demonstriraju bolje biomehaničke karakteristike zahvaljujući svojoj čvrstoći, stabilnosti i specifičnom prijenosu sila. Tehnika zahtijeva minimalan operacijski pristup, smanjujući time intraoperativni gubitak krvi i oštećenje mekih tkiva. Rana mobilizacija i rehabilitacija omogućuju ranije vraćanje pacijenta svakodnevnim aktivnostima.

Počeci osteosinteze intramedularnim čavlom i traganje za pravim materijalom

Prvi opisi liječenja prijeloma dugih kostiju donjih ekstremiteta intramedularnom osteosintezom mogu se naći u tekstovima španjolskog franjeva Bernardina de Sahaguna iz 16. stoljeća. De Sahagun, koji 1529. godine stiže kao misionar u današnji Meksiko, primjećuje da lokalno stanovništvo na neobičan način zbrinjava nesrasle prijelome dugih kostiju. Naime, astečki liječnici bi nakon bušenja rupe u kosti u intramedularni kanal nagurali dugačak, čvrsti, smolom premazani štap, koji bi takvu nesraslu frakturu učvrstio

¹ KBC Sestre milosrdnice

² Klinika za kirurgiju, KBC Zagreb

Korespondencija: Dino Bobovec, dr. med., KBC Sestre milosrdnice, Vinogradska cesta 29, 10 000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: dbobovec@gmail.com

[1]. Europskim pridošlicama takva je tehnika bila potpuno strana jer su se srednjovjekovni principi zbrinjavanja fraktura oslanjali pretežno na trakciju i repoziciju s naknadnom fiksacijom nekom vrstom udlage. Proći će više od 200 godina dok se u europskoj medicinskoj literaturi ne pojavi prvi opis liječenja prijeloma tehnikom koja ne uključuje samo repoziciju, već i „čvrstu“ unutarnju fiksaciju koštanih ulomaka.

U francuskom rukopisu iz 1775. godine prvi se puta spominje unutarnja osteosinteza metalnom žicom [2], dok se prva takva operacija pripisuje američkom kirurgu Rodgersu, koji za fiksaciju koštanih ulomaka 1827. godine koristi srebrnu žicu [3]. U narednim desetljećima takav način zbrinjavanja prijeloma ostaje popularan pa uskoro slijede opisi liječenja zatvorenih fraktura pomoću žice. Osteosinteza se sastojala od otvorene repozicije nakon koje bi uslijedila relativno čvrsta fiksacija žicom što je uz tadašnje nepoznavanje tehnika asepse i antibiotske terapije imalo veliku učestalost komplikacija [4]. Razdoblje u kojem skoro nema razlike u vjerojatnosti funkcionalnog izlječenja neovisno o metodi liječenja, bilo konzervativnoj ili kirurškoj, pokazalo se kao idealno za eksperimentiranje i isprobavanje novih tehnika.

Krajem 19. stoljeća Stimson, primijetivši da se bjelokost nakon implantacije u ljudsko tijelo djelomično resorbira, počinje primjenjivati klinove izrađene od bjelokosti za intramedularnu osteosintezu [5]. Takav način učvršćivanja prijeloma nije se pokazao dovoljno stabilnim, pogotovo na sile torzije. Djelomično rješenje tog problema nudi Gluck 1890. godine opisujući prvu metodu „ukotvljenog čavla“ koristeći isti materijal za učvršćivanje intramedularnog klina. On je prvo izbušio rupe na oba distalna kraja klina kroz koje bi, nakon definitivnog uglavljivanja klina u intramedularni kanal, postavio čavle izrađene od bjelokosti [6]. Koliko je takva fiksacija stvarno bila čvrsta i stabilna može se zaključiti iz podatka da posljednjih desetljeća, unatoč korištenju najsuvremenijih materijala, jedna od najčešćih komplikacija i dalje ostaje deformacija ili pucanje ukotvljenog vijka [7]. Sama ideja o dodatnom učvršćivanju intramedularnog čavla, naravno uz promjenu materijala, nije se previše mijenjala sve do danas. Uvidjevši biomehaničke nedostatke klinova izrađenih od bjelokosti, autori počinju koristiti drugačije materijale i oblike intramedularnih fiksatora. Senn 1893. opisuje korištenje klinova izrađenih od životinjskih kostiju [8], a Høglund 1917. koristi autologni transplantat korteksa kosti [9]. Opisujući biomehaničke principe intramedularne fiksacije u liječenju fraktura proksimalnog femura Nicolaysen predlaže najveće moguće produljenje implantata kao rješenje za povećanje stabilnosti [10].

Prvim osteosintetskim sredstvom u današnjem smislu može se smatrati Kirschnerova žica, koja je prikazana i objavljena početkom 20. stoljeća. U početku je bila korištena samo kao sredstvo za trakciju, no uviđanjem

njezinih prednosti, poput manjeg oštećenja kože i kosti prilikom postavljanja te manje učestalosti infekcija, upotreba žice se širi i na osteosintezu. Kirschnerova žica se smatra prvim modernim osteosintetskim sredstvom i danas se još uvijek koristi. Uz Kirschnerovu žicu važno je spomenuti i Steinmannov čavao, koji se početkom 20. stoljeća također koristio kao sredstvo za postavljanje ekstenzija te je u upotrebi ostao do danas kao modifikacija kod vanjskih fiksatora.

Razdoblje prve polovine 20. stoljeća obilježila su dva velika svjetska sukoba. Dolaskom Prvog i Drugog svjetskog rata te naglim povećanjem broja traumatiziranih bolesnika još jednom će se pokazati istinitom stara uzrečica da je rat kirurgiji brat. Tadašnje metode liječenja traume donjih ekstremiteta odjednom su se našle u iskušenju pred enormnim brojem novih ozljeđenika. Kirurško zbrinjavanje moralo je pratiti razvoj vatrene moći oružja kako bi povećalo šanse za preživljavanje i funkcionalni oporavak stradalnika. Takve okolnosti prisiljavale su kirurge da iznova procjenjuju tadašnje metode zbrinjavanja ozljeda i pokušaju pronaći neko novo rješenje kako bi što manje ozljeda završavalo amputacijama ili daljnjim komplikacijama [11]. Tijekom Prvoga svjetskog rata engleski kirurg Hey Groves prvi koristi metalne šipke za zbrinjavanje strijelnih ozljeda. Tehnika se sastojala u postavljanju takvih metalnih implantata u intramedularni kanal kroz inciziju napravljenu iznad strijelne rane. Autor je kao prednost metode navodio jednostavnost primjene te minimalno oštećenje kože i periosta. Zbog visokog postotka komplikacija, poglavito čestih infekcija, tehnika nije bila široko prihvaćena [12, 13]. Općenito, ovi rani pokušaji intramedularne osteosinteze traumatizirane kosti nisu izazvali oduševljenje tadašnje stručne javnosti zbog mnoštva komplikacija, poglavito infekcija, metalne elektrolize s erozijom i zamora materijala s posljedičnim pucanjem implantata [14].

Popularizacija intramedularne osteosinteze dolazi s radom Smith-Petersena 1931. godine, koji uspješno liječi frakturu vrata femura intramedularnom fiksacijom čeličnim čavlima [15]. Nekoliko godina kasnije, braća Rush opisuju također uspješno korištenje Steinmannovog čavla kao intramedularnog fiksatora u liječenju fraktura proksimalnog femura i proksimalne ulne [16, 17]. Krajem 30-ih godina 20. stoljeća konstruiran je i Rush čavao, koji je dugo godina bio jedno od vodećih osteosintetskih sredstava. Međutim, razvojem specijalnih pločica i vijaka gubi na značaju te se danas rjeđe koristi. Ove tehnike postavile su temeljna načela u liječenju fraktura intramedularnom osteosintezom, koja će svoj potpuni procvat i široko prihvaćanje postići tek u narednim desetljećima.

Küntschler i njegov utjecaj na definitivni razvoj tehnike

Gerhard Küntschler, njemački kirurg čiji je rad revolucionarizirao primjenu intramedularne osteosinteze, prvi interes za daljnji razvoj tehnike dobiva nakon rada sa Smith-Petersenovim čavlom u liječenju fraktura vrata femura. Kako bi potvrdio svoju tezu da se isti biomehanički principi mogu primijeniti kod liječenja dijafizarnih prijeloma, provodi ispitivanja na životinjskim i kadaveričnim modelima. Nedugo zatim, opisuje čelični čavao, koji je u poprečnom presjeku imao oblik slova V, a postavljao se anterogradnim pristupom u intramedularni kanal. Küntschler je zagovarao umetanje čavla u kost daleko od mjesta frakture kako ne bi dolazilo do daljnjeg oštećenja mekih tkiva i periosta, dok bi čavao predstavljao unutarnju elastičnu udlagu, koja bi održavala statičnost reponiranih ulomaka. Takav inovativni koncept predstavlja na svjetskom kirurškom kongresu 1938. godine u Berlinu. Taj podatak je malo poznat jer je rad citiran i objavljen u časopisu 1940. godine što većina smatra danom kada je isti postao poznat. U tadašnjim stručnim krugovima nailazi na veliki otpor te ga se proglašava nefiziološkim i pomodnim [18]. Tijekom Drugoga svjetskog rata Küntschler je bio stacioniran na sjevernom finskom frontu kao glavni medicinski časnik njemačke vojske gdje radi kao kirurg. Tamo uspješno primjenjuje svoju metodu na ozlijeđenim njemačkim vojnicima, ali i na ostalim traumatiziranim ratnim zarobljenicima [19]. Metoda ostaje nepoznata izvan Njemačke sve do povratka vojnika u Sjedinjene Američke Države kada se u njihovim kostima otkrivaju metalni implantati što izaziva veliki interes javnosti. Sir Watson-Jones, britanski vojni kirurg, optužuje njemačke kirurge za eksperimentiranje na zarobljenicima, a poznati magazin Time objavljuje članak pod naslovom Amazing Thighbone u kojem izražava sumnjičavost prema takvom načinu liječenja [20]. Unatoč raznim optužbama, vrijeme je pokazalo da je Küntschlerova metoda bila revolucionarna jer je omogućavala potpunu mobilizaciju već nekoliko tjedana nakon ozljede uz smanjenje operativnog gubitka krvi i učestalosti postoperativnih infekcija [21].

Narednih godina dolazi do popularizacije tehnike što rezultira raznim varijacijama čavla, ponajprije u njegovom poprečnom presjeku. Soeur opisuje presjek u obliku slova U [22], a Hansen i Street poput dijamanta [23], no niti jedan ne ulazi u široku primjenu. Nakon suradnje s inovatorom i vlasnikom tvornice kirurških instrumenata Pohlom, Küntschler mijenja proslavljeni poprečni V dizajn čavla. Novi čavao bio je poprečnog presjeka u obliku lista djeteline, što je osiguravalo bolje biomehaničke karakteristike. Pohlov doprinos razvoju intramedularne fiksacije više je puta istaknut u publikacijama Küntschera i Maatza. Nakon Pohlove smrti, na temeljima njegove tvornice 1972. godine osnovana je tvornica Howmedica, istaknuti proizvođač kirurških implantata tog razdoblja, u kojoj je novi

Küntschlerov čavao proizveden. Uz Küntschera, vlasnici patenta ukotvljenog čavla bili su Klemm i Schellman.

Daljnji razvoj tehnike

Fischer i Maatz 1942. godine predlažu proširivanje intramedularnog kanala i korištenje čavala većeg poprečnog presjeka kako bi se povećala kontaktna površina između implantata i kosti. Povećanjem kontaktne površine, povećala bi se i stabilnost reponiranih ulomaka [24]. Veći promjer čavlima osigurava veću čvrstoću što smanjuje učestalost komplikacija, prvenstveno pucanja čavla i omogućuje ranu mobilizaciju pacijenta. Boranje intramedularnog kanala, dovodi do bolje prokrvljenosti okolnih mišića i ostalih mekih tkiva pospješujući tako cijeljenje, što je potvrđeno brojnim istraživanjima na životinjama [25, 26]. S druge strane, boranjem intramedularnog kanala stanjuje se kortikalna kost čime se smanjuje njezina čvrstoća. Također, uništava se i intramedularni sadržaj, kao i endostealna vaskulatura, što može uzrokovati poremećaj u cijeljenju kosti, ako je pritom ugrožena i periostalna krvna opskrba.

Nova saznanja proširuju indikacije, ali i dalje jedan od glavnih problema ostaje liječenje kominutivnih prijeloma. Zbog izrazite nestabilnosti takve vrste prijeloma često je dolazilo do skraćivanja, torzije i nesrastanja liječene kosti, neovisno o raznim pokušajima intramedularne stabilizacije. Rješenje problema nalazi se u ukotvljavanju intramedularnog čavla vijcima koji se postavljaju proksimalno i distalno od mjesta frakture. Princip ukotvljavanja sastoji se od pomicanja sila dalje od mjesta frakture osiguravajući tako statičnost ulomaka, a istovremeno sprečavajući torziju i skraćivanje kosti. Modny i Bambara predstavljaju svoju verziju ukotvljenog čavla još 1953. godine [27], no popularizacija i široka primjena takve metode dolazi tek nakon radova objavljenih dvadesetak godina kasnije [28].

Međunarodni kirurški kongresi održani u Beču 1978. i Budimpešti 1979. godine označit će modernu intramedularnu fiksaciju kao jednostavnu i sigurnu metodu liječenja fraktura dugih kostiju, nakon čega slijedi široka primjena i međunarodno priznanje. U Hrvatskoj je ukotvljeni čavao prvi puta postavio Hančević još 1974. godine u KBC-u Zagreb. Razvoj novih čavala i vijaka, te razne modifikacije instrumentarija, proširit će indikacije ukotvljene intramedularne osteosinteze na proksimalne i distalne metafizarne prijelome. Današnja iskustva s intramedularnom osteosintezom femura i tibije više su nego zadovoljavajuća, međutim mjesta za napredak tehnike i dalje ima. U budućnosti najviše promjena može se očekivati u području materijala za izradu implantata, kao npr. biološki razgradivih polimera ili novijih legura s naprednijim mehaničkim svojstvima [29].

Zaključak

Intramedularna fiksacija ima dugu povijest te je u svom razvoju prošla brojne uspone i padove. Od drvenih štapova, preko bjelokosti i željeza, sve do današnjih najsuvremenijih legura, njezin razvoj može se shvatiti i kao potraga za odgovarajućim materijalom, budući da je sama ideja ostala praktički ista od najranijih početaka. Ponovnim otkrivanjem nekih starih ideja koje svojevremeno nisu mogle uspjeti i zaživjeti zbog okolnosti u kojima su nastale, možemo uvidjeti koliko je važno poznavati povijest medicine da bismo razumjeli njezinu sadašnjost. Unatoč ranijem osporavanju i sumnjičavosti, intramedularna osteosinteza danas je postala standard u kirurškom liječenju fraktura dijafize femura i tibije.

Literatura

- Farill J. Orthopedics in Mexico. *J Bone Joint Surg Am* 1952;24: 506–512.
- Evans P. E. L. Cerclage fixation of a fractured humerus in 1775: fact or fiction? *Clin Orthop* 1983;174: 138–142.
- Labitzke R. Vonden "Knochennaht" zu zeit genössischen osteosynthesen – eine chronologie. *Chirurg* 1995;66(4): 452–458.
- Broos PL, Sermon A. From unstable internal fixation to biological osteosynthesis. A historical overview of operative fracture treatment. *Acta Chir Belg* 2004;4: 396–400.
- Stimson LA. A practical treatise on fractures and dislocations. Lea Brothers 1905.
- Gluck T. Autoplastik Transplantation – Implantation von Fremdkörpern. *Berl Klin Wschr* 1890;27: 421–427.
- Gregory P, Sanders R. The treatment of closed, unstable tibial shaft fractures with unreamed interlocking nails. *Clin Orthop Relat Res* 1995;315: 48–55.
- Senn N. A new method of direct fixation of the fragments in compound and ununited fractures. *Ann Surg* 1893;18(2): 125–151.
- Hoglund EJ. New method of applying autogenous intramedullary bone transplants and of making autogenous bone screws. *Surg Gynecol Obstet* 1917;24: 243–246.
- Bong MR, Matthew R, Koval, Kenneth J, Egol, Kenneth A. The history of intramedullary nailing. *Bulletin of the NYU Hospital for Joint Diseases* 2006;64: 94–97.
- Manring MM, Hawk A, Calhoun JH, Andersen RC. Treatment of war wounds: a historical review. *Clin Orthop Relat Res* 2009;467: 2168–2191.
- Hey Groves EW. On the application of the principle of extension to comminuted fractures of the long bone, with special reference to gunshot injuries. *Br J Surg* 1914;2(7): 429–443.
- Hey Groves EW. Ununited fractures with special reference to gunshot injuries and the use of bone grafting. *Br J Surg* 1918;6(22): 203–247.
- Vécsei V, Hajdu S, Negrin LL. Intramedullary nailing in fracture treatment: history, science and Küntscher's revolutionary influence in Vienna, Austria. *Injury* 2011;42: S1–S5.
- Smith-Petersen MN, et al. Intracapsular fractures of the neck of the femur: treatment by internal fixation. *Arch Surg* 1931;23(5): 715–759.
- Rush LV, Rush HL. A technique for longitudinal pin fixation of certain fractures of the ulna and of the femur. *J Bone Joint Surg* 1939;21(3): 619–626.
- Rush LV, Rush HL. A reconstructive operation for comminuted fractures of the upper third of the ulna. *Am J Surg* 1937;38(2): 332–333.
- Küntscher G. Die Marknagelung Von Knochenbrüchen. Tierexpinentaller Teil *Klin Wschr* 1940;19: 6–10.
- Rehnberg SV. Treatment of fractures and pseudarthroses with marrow nailing. *Ann Chir Gynaec Fenn* 1947;36: 2.
- Salvi AE. Kuntscher nail: the rod who fled from Germany inside the legs of America. *Emerg Med* 2012;2: 112.
- Pierach CA. Give me a break: Gerhard Küntscher and his nail. *Perspect Biol Med* 2014;57(3): 361–373.
- Soeur R. Intramedullary pinning of diaphyseal fractures. *J Bone Joint Surg Am* 1946;28(2): 309–331.
- Street DM, Hansen HC, Brewer BJ. The medullary nail. Presentation of a new type and report of 4 cases. *Arch Surg* 1947;55(4): 423–432.
- Fischer AW, Maatz R. Weitere erfahrungen mit der marknagelung nach Küntscher. *Arch Klin Chir* 1942;203: 531.
- Hupel TM, Aksenov SA, Schemitsch EH. Muscle perfusion after intramedullary nailing of the canine tibia. *J Trauma* 1998;45(2): 256–262.
- Schemitsch EH, Kowalski MJ, Swiontkowski MF. Soft-tissue blood flow following reamed versus unreamed locked intramedullary nailing: a fractured sheep tibia model. *Ann Plast Surg* 1996;36(1): 70–75.
- Modny MT, Bambara J. The perforated cruciate intramedullary nail: Preliminary report of its use in geriatric patients. *J Am Geriatr Soc* 1953;1(8): 579–588.
- Kempf I, Grosse A, Beck G. Closed locked intramedullary nailing. Its application to comminuted fractures of the femur. *J Bone Joint Surg Am* 1985;67(5): 709–720.
- Bong MR, Kummer FJ, Koval KJ, Egol KA. Intramedullary nailing of the lower extremity: biomechanics and biology. *J Am Acad Orthop Surg* 2007;15(2): 97–106.