

Cijeljenje kosti

Vladimir Šišljagić

Klinička bolnica Osijek

Stručni rad

UDK 616-001.5

Prispjelo: prosinac, 2000.

Značajan udio cjeloukupnoga traumatizma u Republici Hrvatskoj čine upravo prijelomi kostiju čije liječenje od kirurga traži široko znanje, osposobljenost i iskustvo u primjeni suvremenih metoda konzervativnoga i operacijskoga liječenja, potpunu opremljenost svim potrebitim sredstvima dijagnostike i liječenja za metode koje primjenjuje, a kod operacijskoga zbrinjavanja prijeloma sterilne uvjete u operacijskoj dvorani u kojoj se obavljaju isključivo čisti kirurški zahvati na koštanom tkivu. Neovisno o tome da li se liječenje prijeloma provodi konzervativno ili operacijski, ono mora započeti u najkraćem mogućem vremenu i po svim principima odabrane metode, uz neprekidan i stručan nadzor tijekom cijeljenja, pravodoban početak fizikalno-rehabilitacijskoga liječenja, pravodobno i dozirano opterećenje i poznavanje svih mogućih komplikacija konzervativnoga i operacijskoga liječenja. Temeljni je preduvjet uspješnoga liječenja prijeloma detaljno poznavanje patofiziologije cijeljenja kosti.

Ključne riječi: kost, cijeljenje

Prijelom kosti ili fraktura je djelomični ili potpuni prekid kontinuiteta kosti koji nastaje djelovanjem mehaničke sile, pri čemu se razlikuju traumatski prijelomi nastali djelovanjem jake mehaničke sile koja prelazi granicu fiziološke elastičnosti zdrave kosti i patološki prijelomi nastali djelovanjem i minimalne mehaničke sile na patološki promijenjenoj kosti. Poseban je tip prijeloma tzv. spontani prijelom koji nastaje uslijed učestalo ponavljane mehaničke sile na istom mjestu - "stress fractura" ili prijelom zbog umora kosti (1, 6, 15). Neovisno o etiologiji svaki prijelom zahtjeva odgovarajuće kirurško liječenje pri čemu je nužno poznavati histološku strukturu koštanoga tkiva, ulogu pojedinih staničnih elemenata i patofiziologiju koštanoga cijeljenja. Kirurški postupci i metode liječenja prijeloma usmjereni su na stvaranje takvih uvjeta koji će omogućiti optimalnu fiziološku ulogu periosta, medule i pripadajućega krvožilnoga sustava u brzom i kvalitetnom cijeljenju i s konačnim ciljem uspostave konačne funkcije ozlijeđenoga ekstremiteta (1, 2, 4, 6, 12).

ULOGA PERIOSTA, MEDULE I KRVNIH ŽILA U CIJELJENJU PRIJELOMA

Periost je granična membrana koja stvara osteoidnu supstancu, a sastoji se iz vanjskoga sloja fibroznih stanica i unutrašnjega osteogenoga sloja stanica koji sliče fibroblastima i sudjeluju u procesu osteogeneze. Odmah poslije prijeloma, stanice unutrašnjeg osteogenoga sloja periosta započinju brzu proliferaciju i to ne samo na mjestu prijeloma, nego i cijelom dužinom kosti. U tom su trenutku reakcije pluripotentne, odnosno stvaraju se fibroblasti, djelomično osteoblasti i stanice s hondrogenim značajkama (2, 7, 10, 15). U medularnom, spongioznom dijelu kosti na mjestu prijeloma, dakle u zoni nekrotične koštane srži, javlja se živa fibroblastična aktivnost koju prati proliferacija novostvorenih krvnih žila koje zajedno s mladim fibroblastima infiltriraju prvo mjesto nekroze, a zatim i interfragmentarnu nekrozu i hematoma. Ne mogu se točno izdiferencirati stanice koje iz mnoštva mladih fibroblasta postaju osteogene, ali ih je FREINDSTEIN laboratorijski izdvojio kao DOPC stanice (determinant osteogenic precursor cells). One svoju aktivnost

ispoljavaju samo u medularnom i dijelom u endostalnom dijelu kosti (9).

Neposredno poslije prijeloma dolazi do reaktivne vazokonstrikcije oštećenih krvnih žila u cilju hemostaze, pa dolazi do značajnog smanjenja vaskularnoga a osobito periostalnoga protoka. Krvni se ugrušak započinje organizirati, a zbog raspadanja eritrocita i posljedične aseptične upale nastupa postupna vazodilatacija s umnažanjem okolne krvožilne mreže. Od drugoga do četvrtoga tjedna, a osobito pri kraju 4. tjedna dolazi do snažnoga povećanja periostalnoga i medularnoga krvnog protoka. To povećava proliferaciju stanica i formirane kosti. U ovoj ranoj fazi cijeljenja kosti, periostalna je cirkulacija važniji izvor snabdjevanja krvlju, jer osigurava krv za početno premoščivanje prijeloma. Pokidana medularna cirkulacija proliferira u oba koštana fragmenta ravnomjerno i snažno, a u tijeku naredna tri tjedna medularne krvne žile premoščuju razmak na mjestu prijeloma uz uvjet stabilne redukcije prijeloma. Medularna cirkulacija osigurava sve više dodatne krvi za kortikalis čija je poroznost povećana s penetracijom većega broja arteriola, dakle onih krvnih žila koje su u početku osiguravale dotok krvi za formiranje ranoga periostalnoga kalusa fibrozno-hrskavične prirode. Godine 1968. F. Rhinelandier je zaključio da se periostalna cirkulacija oko 20. tjedna vraća na svoje fiziološke funkcije u vaskularizaciji vanjskoga sloja i da su u to vrijeme stvorene anastomoze s medularnim krvnim žilama. Međutim, medularne krvne žile su i u tom razdoblju još uvijek brojnije nego normalno i još uvijek su u stanju podržati završnicu formiranja kalusa kao i pravilno remodeliranje kosti. Prema tome, u najvećem dijelu evolucije u reparaciji kosti, osim početne urgentne faze, endostalno snabdjevanje krvi preteže periostalni izvor. Nakon 4. tjedna protoci se lagano smanjuju, osobito periostalni, a zatim i medularni koji ima duže trajanje (5, 7, 15).

PATOFIZIOLOGIJA CIJELJENJA PRIJELOMA

Neposredno poslije prijeloma dolazi do znatnoga krvarenja iz traumatski prekinutih krvnih žila unutar kosti, oštećenoga periosta i okolnoga mekanoga tkiva, a krvni ugrušak okružuje frakturirano koštano tkivo i okolne dijelove mekanoga tkiva. U

prvih 24 do 48 sati dolazi do progresivnoga raspadanja eritrocita što osigurava trajan sterilni upalni podražaj koji dovodi do vazodilatacije okolnih krvnih žila (hiperemija), edema (eksudacija plazme) i infiltracije leukocitima (uglavnom neutrofilima). Poslije dva dana neutrofilima se pridružuje veliki broj makrofaga (histiociti i mastociti), koji započinju fagocitozu nekrotičnoga i devitaliziranoga tkiva i razorenih eritrocita. Proliferacija stanica na mjestu prijeloma započinje oko osam sati poslije ozljede i svoj maksimum dostiže za 24 sata, a događa se u široj zoni mekih tkiva oko prijeloma, da bi se poslije nekoliko dana ova aktivnost ograničila samo na mjesto prijeloma.

U daljnjem tijeku cijeljenja, transformacijom krvnoga ugruška, u okolnom mekanom tkivu nastaje rahla fibrinska mreža koja predstavlja podlogu za urastanje fibroblasta i kapilara. Istodobno fibroblasti iz okolnoga vezivnoga tkiva, periosta i koštane srži urastaju u rubove ugruška i započinje fibroblastična reparacija oko mjesta prijeloma. Od ovog trenutka, cijeljenje koštane ozljede razlikuje se od cijeljenja mekanoga tkiva (1, 2, 6, 7, 11, 16).

U nastavku se u fibrovaskularnoj mreži pojavljuju kartilaginozni noduli i fibrokartilaginozne trake - novostvoreni matriks hrskavice i kosti. Ovo osteoidno i hrskavično tkivo stvaraju osteoblasti i hondroblasti iz periosta i endosta s rubova kosti, ali i fibroblasti koji se nalaze lokalno mogu se diferencirati u osteoblaste i hondroblaste i sudjelovati u toj aktivnosti. Na kraju prvoga tjedna dobro razvijena nova kost i hrskavica raspršene su u mekanom kalusu. Narednih se dana koštane gredice umnožavaju i redaju na način da stvaraju veliku, vretenastu, privremenu koštanu vezu između ulomaka koju nazivamo privremeni, mekani vezivno-hrskavični kalus ili PROKALUS. U to vrijeme sterilna upalna reakcija se znatno smanjila i cijeljenje kosti i dalje napreduje ukoliko ne dođe do bakterijske infekcije. Usporedo s ovim, formira se i okolna krvožilna mreža čiji je zadatak omogućiti dobru prokrvljenost i dovoljnu zasićenost tkiva kisikom. Broj hondroblasta i osteoblasta gotovo isključivo ovisi o zasićenosti tkiva kisikom. Kisik poboljšava stvaranje i aktivnost osteoblasta i osteocita, a javljaju se i osteoklasti koji dovršavaju resorpciju devitaliziranih dijelova tkiva na okrajcima kostiju.

Prokalus ima znatno veći promjer od normalnoga promjera kosti i pruža se preko slomljenih krajeva, tako da stvara vrlo djelotvornu biološku udlagu. Kod jednostavnih prijeloma privremeni kalus dostiže svoju maksimalnu veličinu u trećem tjednu. Od trećega tjedna prokalus postaje sve čvršći jer se u njega odlažu kalcijeve soli, nastaju nove koštane gredice, koje se oblikuju djelovanjem osteoblasta i osteoklasta. Koštani matriks se gotovo potpuno sastoji od kolagenih vlakana (95 %), dok se ostatak matriksa sastoji od bjelančevina, polisaharida, glikoproteina i fosfolipida. Zreli kolagen veže fosfate, nastupa mineralizacija u nazočnosti normalne koncentracije kalcija i fosfora. Mineralni dio kosti sadrži uglavnom kalcijev fosfat i soli kalcijeva hidroksida istaložene u obliku kristala hidroksiapatita. U mineralnom dijelu kosti prisutne su male količine natrija, kalija i magnezija, te cink u tragovima (1, 10). Dakako, mineralizacija kosti zahtijeva dobru opskrbu krvlju i vezu s ekstracelularnom tekućinom koja je u tom području prezasićena mineralima koji se nalaze u obliku hidroksiapatita. Kada se u kolagenu razvila jezgra okoštavanja, dolazi do stalne kristalizacije minerala sve dok se ne popuni raspoloživi prostor. Mineralizacija kalusa započinje u periostu ako je on očuvan, a u kartilaginoznom tkivu ako periost nije očuvan. U svakom slučaju kalcifikacija se odvija usporedo s obje strane i ta enhondralna kalcifikacija formira

lamelarnu kost.

Osteoblasti bito olakšavaju mineralizaciju utiskivanjem kalcija u matriks. Nakon razdoblja mirovanja od 6 do 10 dana, kretanje minerala u novi osteoid je u početku brzo i može doseći 70 % ukupne mineralizacije unutar nekoliko sati nakon stvaranja jezgre okoštavanja u matriksu. Daljnja mineralizacija odvija se polako i za zadnjih 30 % konačne mineralizacije može biti potrebno dva do tri mjeseca, što je veoma važno za razumijevanje cijeljenja prijeloma (1, 3, 7, 14, 18).

I. SEKUNDARNO KOŠTANO CIJELJENJE

Opisani tijek cijeljenje kosti sa stvaranjem većega ili manjega kalusa odgovara sekundarnom (prirodnom ili indirektnom) cijeljenju. Histološki se radi o koštanoj konsolidaciji, ili preko vezivnoga tkiva kada govorimo o dezmozogenom stvaranju kosti. Prigodom konzervativnoga načina liječenja prijeloma, kost uvijek cijeli sekundarno, neovisno od toga da li se liječenje provodi sadrenim povojima, ekstenzijom ili funkcijskom imobilizacijom s individualno modeliranim sadrenim povojima. Niti jedna metoda konzervativnoga liječenja prijeloma ne može osigurati potpuno mirovanje frakturnih ulomaka, a upravo je mehanička nestabilnost i nemir ulomaka u području prijeloma uzrok stvaranja periostalnoga kalusa iz periosta, endostalnoga kalusa iz koštane srži i paraostalnoga kalusa koji se stvara metaplazijom oštećenoga mekoga tkiva u okolici prijeloma. Tek kada se stvori čvrsta veza među koštanim ulomcima koji osiguravaju stanje mirovanja, nastaje kalcifikacija hrskavice koja se nalazi između ulomaka, krvne žile urastaju s periferije, a osteoklasti i osteoblasti započinju koštanu pregradnju. Sekundarno koštano cijeljenje traje vremenski znatno duže od primarnoga. Stvaranje kalusa je prirodan mehanizam imobilizacije koštanih ulomaka, što je uvjet za Haversovu pregradnju kosti. On je kod konzervativnoga liječenja prijeloma očekivana i poželjna pojava, jer djeluje kao biološka udlagu koja sprječava veću mehaničku nestabilnost između ulomaka, a sa druge strane predstavlja biološki potencijal u regeneraciji koštanoga tkiva (1, 3, 14, 15, 17, 18).

II. PRIMARNO (ANGIOGENO) KOŠTANO CIJELJENJE

Na primarno (direktno ili angiogeno) koštano cijeljenje ukazao je još 1935. godine Krompecher, a 1963 godine Schenk i Willengger su ga dokazali na eksperimentalnim životinjama i u čovjeka (1, 6, 7). Primarno koštano cijeljenje je moguće samo u uvjetima gotovo potpunog mirovanja ulomaka, što podrazumijeva odgovarajuću operacijsku tehniku i metodu koja će ostvariti anatomsku repoziciju i stabilnu osteosintezu s infragmentarnom kompresijom. Kod primarnoga koštanoga cijeljenja stvaranje kalusa se makroskopski ne vidi, prijelom cijeli direktno bez stvaranja obilnoga privremenoga kalusa jer su na mjestu prijeloma potpuno isključeni svi mehanički čimbenici koji bi mogli uzrokovati nemir ulomaka (1, 4, 6, 7, 12, 13). Carl Hansmann je već 1886. godine na Kongresu kirurga u Berlinu pokazao operacijske rezultate liječenja prijeloma pomoću čelične pločice i vijaka, ali nagli napredak operacijskoga zbrinjavanja prijeloma unutarnjom osteosintezom započinje tek 1958. godine osnutkom AO-skupine, koja je u narednim godinama razradila različite operacijske tehnike postizanja primarnoga cijeljenja kosti pomoću vijaka, pločica, čavala i drugih AO-implantata. Temeljni je princip AO-metode postići takvu stabilnost prijeloma kod kojega će liječenje sadrenim zavojima postati suvišno, a

aktivni i bezbolni pokreti svih mišića i zglobova mogući neposredno prije osteosinteze, što dovodi do brze normalizacije cirkulacije u kostima i mekim tkivima, kao i prehrane zglobove hrskavice preko sinovijalne tekućine (7, 12, 13, 19). Na taj način izgradnja i razgradnja kosti ostaje u ravnoteži čime se sprječava osteoporozna i pojava bolesti prijeloma (M. Sudeck), tj. kroničnoga edema, artrofije mekih česti, osteoporoze i kontrakture zglobova. Na mikroskopskoj razini, tijekom primarnoga (angiogenoga) cijeljenja prijeloma čiji su fragmenti dovedeni u kontakt interfragmentarnom kompresijom različit je od cijeljenja prijeloma čiji su ulomci razmaknuti pa između njih postoji veća ili manja pukotina (6, 14).

II A. KONTAKTNO PRIMARNO KOŠTANO CIJELJENJE

Kada su u uvjetima potpunoga mirovanja fragmenti dovedeni u kontakt interfragmentarnom kompresijom, mezenhimalni elementi ne urastaju niti od strane periosta, niti od strane endosta i u prva četiri tjedna rendgendološki se ne uočavaju nikakve promjene u području prijeloma. Od 4. tjedna slijedi direktna pregradnja Haversovih kanala i prorastanje kontaktne zone, pri čemu osteon izravno urašćuje iz jednoga koštanoga ulomka u drugi i od početka je usmjeren aksijalno na uzdužnu osovinu kosti. Pri tome, osteon možemo usporediti sa svrdlom na čijem se vrhu nalaze osteoklasti, a na stranama svrdla osteoblasti. Osteoklasti na vrhu osteona otapaju koštano tkivo stvarajući kanal u koji urasta krvna kapilara, a osteoblasti na rubovima osteona izlučuju osteoid u koji se ulažu mineralne soli, stvarajući na taj način lamelarnu kost. To nazivamo Haversovom pregradnjom, a ona podrazumijeva istodobno spajanje i rekonstrukciju kosti (6, 7, 12, 13, 14).

II B. PUKOTINASTO PRIMARNO KOŠTANO CIJELJENJE

Kada u uvjetima potpunoga mirovanja ulomaka postoji pukotina između ulomaka prelomljene kosti, u tu pukotinu urastaju krvne žilice u prvih 8 dana. One su praćene osteoblastima koji stvaraju lamelarnu kost okomito na uzdužnu osovinu kosti. Poprečno postavljene lamele između fragmenata se zatim od 4. tjedna zamjenjuju "sekundarno". Pregrađuju se aksijalno usmjerenim osteonima po načelu Haversove pregradnje istovjetnim procesom kao i prilikom kontaktnoga primarnoga cijeljenja. Iz toga je jasno da je pukotinasto cijeljenje značajno dužega vremenskoga trajanja. Prema tome, brzina koštanoga cijeljenja u uvjetima potpunoga mirovanja ovisit će o odnosu površine kontakta i širine pukotine između ulomaka, pri čemu i pukotinasto i kontaktno primarno koštano cijeljenje odlikuje odsutnost stvaranja kalusa i primarna osifikacija bez intermedijarnoga stvaranja veziva i hrskavice (6, 14, 12).

KLINIČKA PROSUDBA TIJEKA CIJELJENJA PRIJELOMA

Cijeljenje kosti je vrlo spor proces na koji utječu mnogi poremećaji i bolesna stanja organizma kao što su nedovoljna količina kalcija i fosfora, avitaminoza, opće infekcije, generalizirana ateroskleroza, osteomalacija, osteoporozna i bezbroj drugih čimbenika (1, 6, 15, 16):

I. OPĆI: konstitucija, prehrana, aktivnost, hormonski status,

funkcija živčanoga sustava

II. LOKALNI: težina ozljede, tip kosti, vrsta prijeloma, vaskularna oštećenja, lokalni humoralni čimbenici, lokalni patološki procesi, bakterijska kontaminacija i infekcija

III. BIOMEHANIČKI: rezultat repozicije, kontakt i položaj ulomaka, stabilnost i trajnost imobilizacije

IV. BIOFIZIKALNI: indukcija, stanična aktivacija, sinteza kolagena, mineralizacija, usklađena pregradnja kosti, električne pojavnosti u kostima.

Unatoč tome, poznato je uobičajeno vrijeme zacjeljenja prijeloma na pojedinim dijelovima koštanoga sustava i ono se kreće u rasponu od jednoga do četiri mjeseca.

Ako proces koštanoga cijeljenja traje duže od 4-6 mjeseci, govori se o produženom koštanom cijeljenju čiji uzrok može biti mehanički nemir u području prijelomne pukotine, devitalizirani frakturalni ulomci, loša vaskularizacija u području prijeloma, prijelomi s većim oštećenjem ili lokalne infekcije. Ako koštano zacjeljenje ne nestupi niti nakon osam mjeseci od prijeloma, govori se o pseudoartrozi, što je indikacija za operacijsko liječenje (3, 6, 14). U okolnostima stalnoga pomicanja i savijanja na mjestu prijeloma usljed neodgovarajuće imobilizacije odlaganje osteoidne i hrskavične osnove je polagano, ponekad čak i nedostaje, tako da kalus može biti sastavljen isključivo od vezivnoga tkiva i hrskavice koja omogućava abnormalnu trajnu pokretljivost. U tim okolnostima se ne može stvoriti koštani kalus, te čvrsto vezivno tkivo ostaje kao zadnji proces cijeljenja stvarajući lažni zglob (PSEUDOARTHROSIS). (1, 6, 8, 17). Prema sposobnosti kosti da odgovori na određeni biološki podražaj, pseudoartroze se prema Weberu i Čehu dijele na ove (14):

A) BIOLOŠKI VITALNE PSEUDOARTROZE kod kojih je medularni kanal zatvoren, između koštanih fragmenata nalazi se vezivno-hrskavično tkivo koje omogućuje manju ili veću gibljivost, a deformirani krajevi prijeloma su pokriveni fibrokartilaginaznom hrskavicom. Prema rendgenskom izgledu koštanih krajeva vitalne pseudoartroze dijele se u tri grupe:

- hipertrofične pseudoartroze s obilnim kalusom - slonovsko stopalo
- hipertrofične pseudoartroze s oskudnim kalusom - konjsko stopalo
- artrofične pseudoartroze bez kalusa i sa zaobljenim rubovima

B) BIOLOŠKI AVITALNE PSEUDOARTROZE morfološki se također dijele u tri grupe:

- distrofične pseudoartroze koje su slične atrofičnim pseudoartrozama i nastaju često zbog uništene cirkulacije, a učestala je i udruženost s infekcijama
- nekrotične pseudoartroze čija je značajka jedan ili više koštanih ulomaka koji su isključeni iz cirkulacije
- defekt pseudoartroze čija je značajka nedostatak čitavoga koštanoga segmenta.

Bitno je naglasiti da je zajedničko pravilo u liječenju pseudoartroza postići stabilne mehaničke odnose među koštanim ulomcima i osigurati njihov kontakt. Uz to, prilikom avitalnih pseudoartroza nužno je primijeniti dekortikaciju (odvajanje tankoga sloja kortikalisa dlijetom zajedno s periostom i pripadajućom cirkulacijom) i spongioplastiku, dok se u slučaju nekrotičnih pseudoartroza odstranjuju sekvestri (12, 13, 17, 19). Poseban su problem inficirane pseudoartroze prilikom kojih je potrebno prije svega liječiti koštanu infekciju - osteomijelitis,

što znači operacijski odstraniti mrtvu i nekrotičnu kost uz kontinuirano ispiranje inficiranoga žarišta protočnom drenažom antisepticima kroz 5 do 10 dana te primjenu sustavne antimikrobne terapije. Tek nakon smirivanja infekcije može se pristupiti operacijskom zbrinjavanju pseudoartroze.

Više je mogućnosti za prosudbu kvalitete i brzine cijeljenja: radiološka dijagnostika, mikrodensitometrija, ultrazvuk, mjerenje rezonantne frekvencije, ali se u svakodnevnom kliničkom radu u prosudbi tijeka, kvalitete i brzine koštanoga cijeljenja standardno primjenjuje rendgenska dijagnostika (7). Za pravilnu prosudbu potrebite su rendgenske slike prelomljene kosti najmanje u dva pravca koja su međusobno pod kutem od 90 stupnjeva, a često i tzv. kose slike. Prilikom konzervativnoga liječenja prijeloma rendgenska pojava većega ili manjega kalusa je očekivana i poželjna pojava jer se radi o sekundarnom koštanom cijeljenju. O obimu i transparentnosti kalusa, kao i o dinamici popunjavanja interfragmentarnoga prostora novoostvarenim hrskavično-koštanom tkivom, ovisi dužina imobilizacije i pravodobni početak opterećenja kada se radi o prijelomu na donjim ekstremitetima. U pravilu, rendgenske kontrole mjesta prijeloma nužno je učiniti 7. dan, kada se očekuje povlačenje otoka i mogućnost pomaka početno namještenih ulomaka, te zatim 3 i 6 tjedana nakon ozljede. Poslije 6 do 8 tjedana, mjesto prijeloma je već dovoljno čvrsto da se imobilizacija može privremeno odstraniti kako bi se učinila rendgenska kontrola bez sadrene imobilizacije, čime se dobiva jasniji rendgenski uvid u tijek cijeljenja na temelju čega se može donijeti ispravna prosudba o potrebi za nastavkom imobilizacije i mogućnosti eventualnog manjega ili većega opterećenja prelomljene kosti.

U uvjetima stabilne osteosinteze učinjene po načelu AO tehnike, dakle u uvjetima kada su fragmenti dovedeni u kontakt interfragmentarnom kompresijom, ne očekuje se pojava kalusa na mjestu prijeloma - odvija se primarno (angiogeno koštano cijeljenje). Uz to, metalni implantat onemogućava da se na rendgenskoj slici uoče sve promjene strukture kosti uz samu pločicu, pa je prosudba tijeka cijeljenja znatno otežana.

Mikroangiografska istraživanja su pokazala da kod dobro učinjene kompresijske osteosinteze nastaje avaskularizacija kortikalisa neposredno ispod pločice, pa dolazi do djelomične nekroze, resorpcije, poroznosti, a nakon toga do ponovne izgradnje kosti. Kako se iz biomehaničkih razloga osteosintetski materijal redovito postavlja na vlačnu stranu kosti, nakon odstranjenja alenteze promijenjeni kortikalisi se izlaže jakim vlačnim silama, pa kako nema dotadašnje "zaštite implantatom", mogu nastupiti refrakture. Zato se mora naglasiti važnost rendgenskoga slikanja kortikalisa koji se nalazi ispod same pločice (tangencijalna rendgenska slika), jer se samo na taj način mogu uočiti sve komplikacije u procesu koštanoga cijeljenja koje se odvijaju ispod metalnih implantata, pri čemu osobitu pozornost treba obratiti na moguća oštećenja koštanoga tkiva, još uvijek nepregrađenu prijelomnu pukotinu ili pojavu prekinutih koštanih gredica. Prema tome, kod stabilno izvedene osteosinteze, daleko je važnije učiniti kvalitetne rendgenske slike u pravilnim projekcijama koje će mjesto prijeloma prikazati u cijelosti, a potpuno je nepotrebno provoditi učestalou rendgensku dijagnostiku jer se pomak ulomaka prilikom stabilno izvedene osteosinteze niti ne očekuje. Ako se šest mjeseci poslije izvedene osteosinteze na rendgenskoj slici uoči ispod pločice zona nepotpunoga okoštavanja, to govori o produženom cijeljenju čiji je najvjerojatniji uzrok oštećena vitalnost tkiva. U tom slučaju metalni implantat ne treba odstranjivati tako dugo dok ne dođe do potpune konsolidacije koštanoga tkiva, a najmanje godinu dana (3, 5, 6, 12, 13,

14).

U slučaju neodgovarajuće izvedene osteosinteze, oslabljene i malo deformirane pločice dopuštaju određenu pomičnost fragmenata što dovodi do stvaranja podražajnoga kalusa s neoštrim konturama i nemirnom strukturom. I minimalna mehanička mikronestabilnost uzrokuje resorpciju kosti, a time i sekundarnu klimavost implantata. Perren i suradnici su dokazali da se kost na mjestu kontakta s implantatom resorbira tek ako se uslijed nedovoljne prenapregnutosti implantata izmjenjuju sile tlaka i vlaka, pa zbog nemira među ulomcima dolazi do resorpcije njihovih krajeva (2, 4, 17, 18). U tom slučaju nužno je osigurati mirovanje ulomaka dopunskom sadrenom imobilizacijom, kako bi novostvoreni kalus postao dovoljno čvrst da preuzme funkciju biološke udlage.

ZAKLJUČAK

Konačni cilj kirurškoga zbrinjavanja prijeloma je uspostaviti potpunu funkciju ozlijeđenoga ekstremiteta u optimalnom vremenskom razdoblju. Indikacije za konzervativno ili operacijsko liječenje prijeloma su poznate, no neovisno o tome koja je metoda kirurškoga liječenja primijenjena, od osobitoga je značenja detaljno poznavanje patofiziologije koštanoga cijeljenja i brojnih relevantnih čimbenika koji utječu na tijek i ishod cijeljenja prijeloma. To je temeljni preduvjet pravodobnoga prepoznavanja i najmanjega poremećaja koštanoga cijeljenja, kako bi se u pravo vrijeme primijenili odgovarajući kirurški postupci i metode liječenja u otklanjanju svih biomehaničkih i drugih smetnji koje predstavljaju zapreku urednom i očekivanom tijeku koštanoga cijeljenja.

LITERATURA

1. Bradić I, i sur. Kirurgija. Zagreb: Medicinska naklada; 1995
2. Lane JM, Friedlander GE, Brighton CT. Bone formation and repair. Rosemont (Ill): American Academy of Orthopaedic Surgeons; 1994.
3. Chao EY, Inoue N, Elias JJ, Aro H. Enhancement of fracture healing by mechanical and surgical intervention. Clin Orthop 1998;(355 Suppl):163-78.
4. Conhram GVB. Orthopaedische Biomechanik. Stuttgart: Ferdinand Enke; 1988.
5. Cui FZ, Zhang Y, Wen HB, Zhu XD. Microstructural evolution in external callus of human long bone. Materials Science & Engineering C: Biomimetic Materials, Sensors & Systems 2000;11(1):27-33.
6. Hančević J, i sur. Lomovi i iščašenja. Jastrebarsko: Naklada Slap; 1998.
7. Hančević J, Smiljanić B, Davila S. Traumatologija u suvremenoj medicini X - XI. Zagreb: Kirurška klinika KBC Zagreb i Kirurška klinika KB "Sestre milosrdnice" Zagreb; 1990, 1993. str. 2-10.
8. Johnson EE, Urist MR. Human bone morphogenetic protein allografting for reconstruction of femoral nonunion. Clin Orthop 2000;371:61-74.
9. Kaplan FS, Shore EM. Bone morphogenetic proteins and C-FOS - early signals in endochondral bone formation. Bone 1996;19(1 Suppl):13-21.
10. Krmpotić-Nemanić J. Koštani sustav - osteologija. U: Krmpotić-Nemanić J. Anatomija čovjeka. Zagreb: Jumena; 1982. str. 17-20.
11. Marsh DR, Li G. The biology of fracture healing: optimising outcome. Br. Med Bull 1999;55(4):856-869.
12. Muller M. E, Allgower M, Schneider R, Willenegger H. Udžbenik osteosinteze AO - metoda. Zagreb: Jumena; 1981.
13. Muller M. E, Allgower M, Schneider R, Willenegger H. Manual of internal fixation. 3. izd. New York: Springer - Verlag; 1991.
14. Pečina M, i sur. Ortopedija. Zagreb: Naprijed; 1996.
15. Prpić I. Kirurgija - priručnik za ispite. Beograd - Zagreb: Medicinska

- knjiga; 1991. str. 638-55.
16. Robbins L. Patologijske osnove bolesti. Zagreb: Školska knjiga; 1979. str. 1553-64.
17. Weber BG, Cech O. Pseudoarthrosis: patophysiology, biomechanics, therapy, results. Bern: Huber; 1976.
18. Wheeler DL, Eschbach EJ, Montfort MJ, Maheshwari P, McLoughlin SW. Mechanical strenght of fracture callus in osteopenic bone at different phases of healing. J Orthop Trauma 2000;14(2):86-92.
19. Schauwecker F. Osteosinteza u praksi. Zagreb: Školska knjiga; 1987.

BONE HEALING

Vladimir Šišljagić
Clinical Hospital Osijek

ABSTRACT

An important part of all injuries in Croatia are bone fractures, the treating of which demands a great knowledge, ability and experience of a surgeon in the use of modern methods of conservative and surgical healing, full equipment for necessary for diagnostic and healing means for methods which are in use and sterile conditions in operating rooms where only clean surgical procedures of bone tissue are performed. Regardless whether the treatment of the fracture is conservative or surgicall, it has to start in the shortest possible period and by all principles of the chosen method with constant expert supervision during the healing, timely start of physiotherapy, timely and gradual load and knowledge of all possible complications of conservative and operative treatment. The main condition for successful treating of fracture is the extremely good knowledge of the pathophysiology of bone healing.

Key words: bone, healing