

BIBLIOTEKA STRUČNA KNJIGA

TRETMAN KOŠTANIH DEFEKATA

Dr Predrag Grubor

Urednik Ranko Pavlović

Recenzenti Prof. dr Aleksandar Jovanović, profesor Medicinskog fakulteta u Novom Sadu Prof. dr Milorad Mitković, profesor Medicinskog fakulteta u Nišu Prof. dr Slobodan Bilbija, profesor Medicinskog fakulteta u Banjoj Luci

Naučno-nastavno vijeće Medicinskog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, odlukom broj 0602-170/99, odobrilo je izdavanje ove knjige.

Sadržaj

I HISTOLOGIJA I FIZIOLOGIJA KOŠTANOG TKIVA

I -KOŠTANO TKIVO.....	15
1. Osteoblasti.....	15
2. Osteociti.....	15
3. Osteoklasti.....	16
4. Međucelijska koštana supstanca.....	16
4.1. Organski sastav međucelijske koštane supstance	16
4.2. Neorganski sastav međucelijske koštane supstance	17
5. Histološka građa kosti	17
5.1. Kortikalno koštano tkivo	17
5.2. Spongiozno koštano tkivo.....	18
5.3. Periost.....	18
5.4. Endost.....	19
5.5. Medularna šupljina	19
6. Vaskularizacija kosti	19
6.1. Izvori vaskularizacije kosti.....	20
6.1.1. Nutriciona arterija	20
6.1.2. Perforantne arterije metafize i epifize	21
6.1.3. Periostalni krvni sudovi.....	22
6.2. Mehanizam cirkulacije krvi u kostima	22
II -RATNA TRAUMA.....	23
1. Istorijat liječenja ratne rane.....	23
1.1. Ratna rana.....	25
2. Balistika projektila	26
2.1. Fenomen pokreta projektila u vazduhu.....	26
2.1.1. Projektil male početne brzine	27
2.1.2. Projektil velike početne brzine	27
3. Morfološke karakteristike ratne rane.....	28
3.1. Klasifikacija ratne rane	29
3.2. Strelni kanal.....	30
3.2.1. centralna zona	30
3.2.2. Zona masivnog potresa	31
3.2.3. Zona molekularnog potresa	31
III-LIJEČENJE OTVORENIH POVREDA EKSTREMITETA	32
1.1. Čišćenje rane.....	32
1.2. Hirurška primarna obrada rane	32
1.3. Primarna obrada koštanog tkiva	33
2. Klasifikacija otvorenih preloma kod ratne traume.....	34
5	
3. Klasifikacija otvorenih preloma kod mirnodopske traume	35
3.1. Zbir težine povreda ekstremiteta	36
4. Faktori koji utiču na osteogenezu kod ratne i mirnodopske traume	37
4.1. Uticaj kompresije i stabilnosti fragmenata na osteogenezu	37
4.2. Stepennostabilnosti koštanih fragmenata za sanaciju	38
4.3. Zarastanje frakture u odnosu na tip loma i način stabilizacije	39
4.4. Značaj mehanizma cirkulacije krvi u kostima za koštanu sanaciju nakon unutrašnje i spoljne fiksacije	41
4.5. Primarna mekotkivna sanacija	42
4.6. Sekundarna mekotkivna sanacija.....	42
5. Radiološka procjena koštanog kalusa	43
5.1. Primarna koštana sanacija	43

5.2. Sekundarna koštana sanacija.....	44
---------------------------------------	----

IV STABILIZACIJA KOŠTANIH FRAGMENTA KOD RATNE I

MIRNODOPSKE TRAUME.....	46
1. Ekstenzije	47
2. Gipsana imobilizacija.....	47
3. Spoljni fiksatori.....	47
3.1. Indikacija za spoljnu fiksaciju.....	48
3.2. Biomehanika spoljnog fiksatora.....	49
V -POZNE KOMPLIKACIJE OTVORENIH PRELOMA.....	51
1. Odložno-usporeno zarastanje.....	51
2. Pseudoartroze	52
2.1. Klasifikacija pseudoartroza.....	53
2.1.1. Hipervaskularne pseudoartroze.....	53
2.1.2. Avaskularne pseudoartroze.....	54
VI -KOŠTANI DEFEKT.....	57
1. Istorijat liječenja koštanog defekta	57
2. Uzroci koštanog defekta.....	60
3. Veličina koštanog defekta.....	60
VII -KOŠTANE AUTOTRANSPLANTACIJE	62
Uvod.....	62
1. Biološki princip koštanog alotransplantata	63
1.1. Vaskularnost mjesta za transplantaciju.....	63
1.1.1. Veoma osteogenično mjesto.....	63
1.1.2. Dijelom osteogenično mjesto	63
1.1.3. Neosteogenično mjesto	63
1.2. Stabilnost mjesta transplantacije.....	63
1.3. Faze cijeljenja autotransplantata	64
2. Rana ili upalna faza.....	64
2.1. Prva osteogena faza	64
2.2. Druga (induktivna) osteogenična faza	65
2.3. Stvaranje protkane kosti	65
2.4. Stvaranje lamelarne kosti.....	65
2.5. Remodelisanje Haversovih struktura.....	65
3. Transplantaciona koštana imunologija.....	65
3.1. Mijenjanje reakcije odbacivanja.....	66
VIII -TIPOVI KOŠTANIH AUTOTRANSPLANTATA	68
1. Spongiozni autotransplantat	68
1.1. Biologija inkorporacije spongioznih autotransplantata	68
2. Kortikalni autotransplantat.....	69
3. Kortiko-spongiozni autotransplantati.....	71
3.1. Particitet autotransplantata	72
4. Anatomska područja donatorskih mjesta i tehnika uzimanja kortiko-spongioznog autotransplantata.....	73
4.1. Uzimanje autotransplantata sa ilijačne kosti.....	73
4.2. Dobijanje spongioznog koštanog transplantata	74
4.3. Dobijanje kortikospongioznog, monokortikalnog, bikortikalnog i trikortikalnog autotransplantata iz ilijačne kosti.....	74
4.4. Morbiditet kriste ilijake poslije uzimanja autotransplantata	74
4.5. Uzimanje grafta iz velikog trochantera femura, femoralnih i tibijalnih kondila, maleolusa, olekranona i distalnog radijusa	75
4.6. Uzimanje autotransplantata rebra	76

4.7. Uzimanje kortikalnog fibularnog grafta	76
4.8. Interoperativni tretman autotransplantata	76
5. Rana autogena spongioplastika koštanih defekata.....	77
5.1. Tehnika izvođenja rane autogene spongioplastike koštanog defekta ratne rane	78
5.2. Praćenje postoperativnog toka.....	79
Rezime primarne spongioplastike ratne rane.....	80
Literatura.....	82
II DISTRAKCIONA OSTEOGENEZA	
1. Uvod.....	87
2. Distrakciona osteogeneza.....	89
2.1. Kortikotomija	90
2.2. Trakciona epyphyseolysis	90
2.3. Latentnost	91
2.4. Stopa	91
2.5. Ritam	91
2.6. Transformaciona osteogeneza.....	92
2.7. Koštani prenos (transport)	92
2.8. Indeks zarastanja.....	93
3. Histologija distrakcione osteogeneze	94
4. Fiziologija distrakcione osteogeneze	94
7	
5. Patofiziologija distrakcione osteogeneze.....	95
6. Način aplikacije klinova i igala spoljnog fiksatora	95
6.1. Aplikacija klina	95
6.2. Infekcija klina	97
6.3. Aplikacija igala.....	97
6.3.1. Postavljanje fiksatora sa iglama na nadlakticu	98
6.3.2. Postavljanje fiksatora sa iglama na podlakticu	99
6.3.3. Postavljanje fiksatora sa iglama na natkoljenicu	100
6.3.4. Postavljanje fiksatora sa iglama na potkoljenicu.....	100
7. Segmentalni koštani transport putem distrakcionog kalusa.....	101
7.1. Segmentalni koštani transport AO spoljnim fiksatorom i Schanzovim klinovima	102
7.2. Segmentalni koštani transport s navojem rama AO spoljnog fiksatora	103
7.3. Segmentalni koštani transport sa trakcionom žicom spoljnog fiksatora sa klinovima	103
7.4. Segmentalni koštani transport sa Mitkovićevim M 20 spoljnim fiksatorom i trakcionom žicom.....	104
7.5. Segmentalni koštani transport uz pomoć neboranog medularnog klina	104
7.6. Segmentalni koštani transport spoljnim fiksatorom sa žicama korištenjem ukrštenih Kišnerovih žica	105
7.7. Segmentalni koštani transport spoljnim fiksatorom sa žicama korištenjem Kišnerovih žica sa olivama	106
7.8. Skraćenje kosti i distrakcija kalusa	107
8. Pseudoartroze i distrakciona osteogeneza	107
8.1. Čvrste (hipertrofične) pseudoartroze.....	107
8.2. Labava (atrofična) pseudoartroza	108
8.3. Pseudoartroze, kontrakture i distrakciona osteogeneza.....	108
8.4. Distrakciona artrodeza.....	110
9. Deformiteti i distrakciona osteogeneza.....	110
10. Inegalitet, nizak rast i distrakciona osteogeneza.....	111
Literatura	113
III VASKULARNI AUTOTRANSPLANTATI	
Uvod	119

I -VASKULARIZOVANI KOŠTANI AUTOTRANSPLANTAT.....	120
1. Receptorsko mjesto u transplantaciji vaskularizovanog koštanog grafta.....	120
2. Stabilizacija vaskularnog grefona.....	120
3. Inkorporacija vaskularnog grefona.....	121
4. Fraktura vaskularnog grefona	121
II -PREDNOSTI VASKULARIZOVANOG AUTOTRANSPLANTATA U ODNOSU NA DRUGE AUTOTRANSPLANTATE.....	122
III -VASKULARNI AUTOTRANSPLANTATI.....	123
1. Mišićni peteljkasti autotransplantat.....	123
2. Vaskularizovani peteljkasti transplantat	124
3. Slobodni vaskularizovani koštani transplantat.....	124
3.1. Slobodni vaskularizovani transplantat kriste ilijake.....	125
3.2. Slobodni vaskularizovani fibularni transplantat	126
3.3. Slobodni vaskularizovani rebarni transplantat.....	127
3.4. Slobodni vaskularizovani distalni radijus.....	127
IV -KOMPLIKACIJE VASKULARIZOVANOG GRAFTA	128
Komplikacije donatorskog mjesta.....	128
Komplikacije domaćinskog mjesta	128
Literatura.....	129
INDEX	131

Dr Predag Grubor

UMJESTO PREDGOVORA

Tretman koštanih defekata” druga je moja knjiga koja se bavi problemima rekonstrukcije koštanih defekata u ortopedskoj hirurgiji u postratnom periodu. Nastala je kao prirodni nastavak rješavanja problema primarne ratne traume, čemu sam posvetio svoju prvu knjigu “Uloga spoljne fiksacije u zbrinjavanju ratne rane”.

Ideju za pisanje ove knjige u kontaktima, mi je dao prof. dr Augusto Sarmiento, sa Majami Univerziteta na Floridi, koji mi u jednom od pisama savjetuje: „Pokušajte da dođete do razultata i konačnih podataka, time ćete ispuniti svoju obavezu, spajanjem Vaših zapažanja i iskustava...” Najsrdačnije mu zahvaljujem na savjetima i pomoći koju mi je pružio u literaturi, koja bi mi bila nedostupna bez njegove pomoći.

Pored aktuelnosti u momentu pisanja i objavljivanja knjiga (prva u doba rata u Bosni i Hercegovini, druga u doba bombardovanja SR Jugoslavije), iskustva su značajna i za mirnodopsku traumu, što značaj i prihvatljivost ove knjige, po skromnom autorovom uvjerenju, stavlja van granica prostora i vremena u kome je stvarana.

U knjizi su o problemu rješavanja koštanih defekata, pored dostignuća i mišljenja stranih autora, izneseni i zaključci do kojih sam, radeći na Ortopedsko-traumatološkoj klinici u Banjoj Luci, dolazio zajedno sa kolegama. Ovom prilikom zahvaljujem im se na razumijevanju i pomoći.

Veliku zahvalnost dugujem prof. dr Aleksandru Jovanoviću iz Novog Sada, na pomoći koju mi je kao recenzent pružio pri pisanju ove knjige, a kao mentor pri pisanju magistarskog rada.

Dugujem zahvalnost prof. dr. Miloradu Mitkoviću, na recenziji, moralnoj i stručnoj pomoći koju mi je pružio.

Takođe, zahvaljujem se i prof. dr Slobodanu Bilbiji na recenziji, kolegijalnoj i stručnoj pomoći koju mi je pružio.

Zahvaljujem se prof. dr. Stanku Staniću na pomoći kod statističke obrade, kao i prijateljima Novaku Kondiću, Ranku Travaru i Zoranu Bajiću koji su mi pomogli da završim ovu knjigu.

Moja porodica, supruga Gordana, sin Milan i kćerka Ivana, najveći su moji kritičari i pomagači u radu. Zahvaljujem se roditeljima Milanu i Dragici, za sve ono što su mi u životu pružili.

Pojedini problemi obrađeni su u skladu sa činjenicama, u onoj mjeri koliko su oni danas prisutni u svakodnevnoj praksi. Nastojalo se da svako područje bude opisano jasno sa praktičnim i na činjenicama baziranim informacijama, tako da knjiga može poslužiti kao udžbenik, iako to nije njena osnovna svrha. Osnovni motiv bio je da se na jednom mjestu, u jednoj knjizi, prikažu moguće metode rekonstrukcije koštanih defekata.

Ova knjiga je pisana s prevashodnom namjerom da ispuni prazninu u našoj medicinskoj literaturi iz ortopedske hirurgije i da pruži sveobuhvatno saznanje mladim kolegama u zbrinjavanju koštanih defekata bilo ratne ili mirnodopske traume.



Autor

I HISTOLOGIJA I FIZIOLOGIJA KOŠTANOG TKIVA

I KOŠTANO TKIVO

Osnovna funkcija koštanog tkiva jeste nosivost tijela i izgradnja koštanog skeleta.

Koštano tkivo je najtvrdje, a filogenetski i ontogenetski najmlađe tkivo. Ovo mineralizovano tkivo, uskom povezanostću u između organske i anorganske međucelijske supstance, čini jednu biološku cjelinu. Zahvaljujući stalnoj metabolitičkoj funkciji, kost se kontinuirano i permanentno razgrađuje i ponovo izgrađuje, čime čine dinamičnu ravnotežu, a ujedno rezervoar Ca, P i drugih jona u tijelu. Koštano tkivo, koje predstavlja osnovni element skeleta, građeno je iz dvije komponente: ćelije i osnovne supstance. Ono je jedno od najdinamičnijih tkiva u organizmu, zahvaljujući bogatoj vaskularizaciji, metabolizmu minerala i neprekidnim morfološkim i biohemijskim promijenama. U kostima se nalaze tri osnovna tipa ćelija:

- osteoblasti,
- osteociti i
- osteoklasti.

1. OSTEOLASTI

Osteoblasti su ćelije mezenhimalnog porijekla, čija veličina i oblik zavise od njihove funkcionalne aktivnosti. Aktivni osteoblasti su kuboidnog izgleda, a posjeduju okruglo, ekscentrično postavljeno jedro. Ćelije imaju citoplazmatičke produžetke, kojima se međusobno spajaju. Citoplazma im je bazofilna, puna zrnastog, endoplazmatskog retikuluma koji stvara osteoid sa izraženim Goldžijevim aparatom i brojnim mitohondrijama. Nastaju od praćelija koji se zovu preosteoblasti ili osteoprogenitor ćelije.

Preosteoblastima pripada glavna uloga kod primarnog zarastanja kosti. Preosteoblasti koje potiču iz Haversovih kanala diferenciraju se u osteoklaste i osteoblaste, te obavljaju svoj posao, koji se sastoji u uklanjanju oštećenog dijela kosti i stvaranje novog.

Kod sekundarnog zarastanja ove preosteoblastne (osteoprogenitorne) ćelije, koje potiču iz periosta, diferenciraju se u hondroblaste, pa u hondrocite koji proizvode fibrokartilaginozni kalus. Ovaj premošćuje koštane fragmente. To se dešava pod avaskularnim uslovima. Zatim se pod vaskularnim uslovima unutrašnji sloj ćelija periosta pretvara u osteoblaste koji stvaraju primarnu kost oko kalusa, a ova bude zamijenjena kompaktnom kosti.

Osteoblasti aktivno učestvuju u formiranju organskog koštanog matriksa, i to preko :

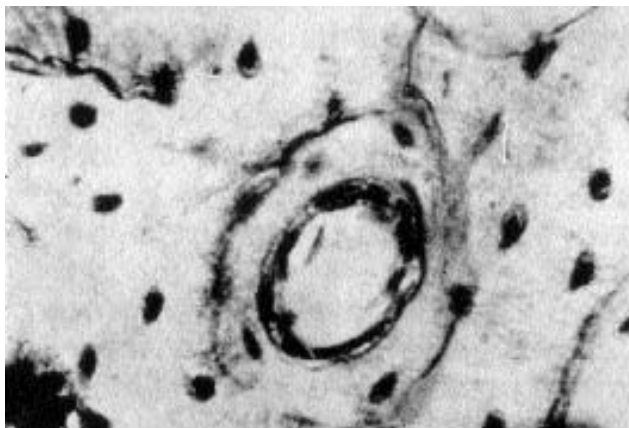
- alkalne fosfataze,
- mukopolisaharida,
- osteokalcinina koji vezuje kalcijum,
- osteonektina koji vezuje hidroksiapatit za kolagen i druge enzime,
- proteinskih molekula od kojih se u ekstracelularnim prostorima stvaraju kologene fibrile.

Osteoblasti imaju značaja i u održavanju homeostaze kalcijuma, koji se, prolazeći kroz membranu osteoblasta, može akumulirati, a po potrebi i osloboditi. (34, 38, 50, 62, 70, 57, 70).

2. OSTEOCITI

Nastaju iz osteoblasta i nalaze se u ležištima, lacunae osseae. Između ćelijske membrane osteocita i zida šupljine nalazi se uski prostor ispunjen nemineralizovanom supstancom od roteoglikogena koji sadrži i kolagene mikrofibrile. (Sl. 1) Osteociti imaju oblik sjemena tikve: gledane sa jedne strane su široke, ovalne, a sa druge strane uske. Posjeduju mnoštvo produžetaka koji idu na sve strane i međusobno anastomoziraju. U mlađoj kosti izdanci susjednih ćelija međusobno se dodiruju putem okludenih onkodelinika. Oni se istovremeno spajaju i sa osteoblastima na površini u jedinstven sistem. Sa starošću se ćelijini izdanci skraćuju, pa susjedne ćelije nisu neposredno međusobno

povezane. U odnosu na osteoblaste imaju manju količinu endoplazmatskog retikula, manji Goldžijev aparat, manji broj mitohondrija, što ukazuje na slabiju proteosintetsku i sekretornu aktivnost. Osnovna uloga im je u održavanju homeostatične regulacije minerala, pre svega kalcijuma i fosfora. Naizmjenično obavljaju resorpciju kosti i njenu reparaciju, obavljaju transport jona između tkivne tečnosti, krvi i mineralnog matriksa kosti.



Sl. 1.

Dokazano je da i oni sadrže kisele hidrolaze u lizozomima, enzim koji vrši dezintegraciju kolagenih vlakana i mukopolisaharida organskog matriksa kosti, a pri tome ima umjerenu sekretornu aktivnost osteoplastnog tipa.(34, 38, 50, 52, 62, 70) Kada osteoklasti razore koštano tkivo, osteociti budu oslobođeni iz svojih lakuna i tada se mogu tog udubljenja na površini kosti, u kome se nalazi osteoklast. Smatra se da stvaraju organske kiseline (limunska, mliječna i dr.) koje vrše solubilizaciju minerala kosti. Time se razotkriva organski matriks za dejstvo enzima osteoklasta. Lizozomi sadrže hidrolitičke enzime koji degradiraju mukopolisaharide i njihove derivate, a proteolitički enzimi degradiraju nukleinske kiseline i kolagen. Kisele hidrolaze, enzimi osteoklasta, izvrše depolimerizaciju mukopolisaharida, kolagena vlakna postaju dezorganizovana, cementna supstanca između fibrila se oslobađa. Poslije ove ekstracelularne digestije, fragmenti koštanog tkiva od strane osteoklasta bivaju fagocitovani. Mogu se naći u njihovoj citoplazmi, u digestivnim vakuolama, gdje podliježu intracelularnoj digestiji pod dejstvom lizozomnih enzima i kiselina.

Površina osteoklasta, usmjerana prema kosti koju resorbuje naborana je zbog prisustva brojnih invaginacija ćelijske membrane. U citoplazmi, ispod ovih membrana, nalaze se brojne resorptivne vakuole i mineralni depoziti, kao i vakuole koje ukazuju na sekretornu aktivnost.(32, 48, 52, 60.)

4. MEĐUĆELIJSKA KOŠTANA SUPSTANCA

Međućelijska koštana supstanca čini glavnu masu koštanog tkiva i karakteriše se čvrstoćom, tvrdoćom i elastičnošću. Sastoji se iz organskih i neorganskih materija.

4. 1. Organski sastav međućelijske koštane supstance

Organski sastav kosti čine kolagena vlakna i interfibrilarna osnovna supstanca.

Organski dio čini 30-40 % međućelijske supstance, a zove se osteoid. Sačinjavaju ga kolagene niti i male količine albumoidne i mukopolisaharoidne amorfne supstance koju čine sumporasti proteoglikogeni koji sadržavaju hondroitin, keratan sulfat i hijaluronsku kiselinu. Raspored kolagenih niti uslovljen je silama mehaničkog pritiska.

Kolagene molekule stvaraju se u citoplazmi osteoblasta i istiskuju u ekstracelularni prostor. U tom prostoru pod uticajem enzima, kolagen stvara prokolagen. Polimerizacijom prokolagena nastaju kolagene fibrile, koje se prepliću, gradeći upletene lance. Sinteza makromolekula aminokiselina u

osteoblastima pod uticajem je: hormona (hormona rasta, estrogena, testosterona), vitamina C i pioelektričnog potencijala kosti.

U kostima je registrovan pioelektrični potencijal čija amplituda iznosi nekoliko milivolti u dugim cjevastim kostima. Dijafiza kosti i korteksa je elektropozitivna u odnosu na metafizu i na medularnu šupljinu koje su elektronegativne. Kod savijanja kosti, konkavna strana koja trpi maksimalnu kompresiju je elektronegativna, a konveksna elektropozitivna. Pri oštećenju koštanog tkiva na mjestu povrede raste elektronegativnost na koju je povećana osteoblastička aktivnost osteoblasta. Smatra se da je fizički stres (hodanje, fizički rad, sportske aktivnosti, sjedenje...) koji djeluje na skelet, najkonstantniji regulator pioelektričnog potencijala. On ne zavisi od inervacije.

Interfibrilarna osnovna supstanca, koju čine mukopolisaharidi i mala količina intersticijalne tečnosti nalazi se između kolagenih niti. Produkt je osteoblasta, koja se stvara u Goldžijevom aparatu i istiskivanjem u intracelularan prostor polimerizuje se. Koncentracija mukopolisaharidnog proteinskog kompleksa u kostima je mala (1-2% organske komponentne kosti), biološki značaj malo je poznat.(32, 38, 42, 54, 60, 70, 73)

4. 2. Neorganski sastav međućelijske koštane supstance

Neorgansku komponentu međućelijske supstance kosti čine mineralne soli, koje u kostima imaju kristalnu formu-hidroksiapatita. Kalcijum i fosfat zastupljeni su u 85% minerala kosti, a kalcijum karbonat, kalcijum hlorid i magnezijum sulfat u 15%. Neznatnu količinu čine soli natrijuma i kalijuma. Sve ove soli (joni kalcijuma i fosfora, i drugi hidroksiapatiti) deponuju se na površini fibrila, oblažu kologene fibrile kostiju i upliću se unutar niti. Mineralizacija kostiju obavlja se u pH 6-8, istovremeno sa stvaranjem kolagenih fibrila. Kad se fibrile isprepliću stvarajući vlakna, kristali su upleteni unutar vlakana. Taloženje se vrši na određenim mjestima, duž svakog vlakna, stvarajući na taj način kristalne nukleuse "nukleacioni centar", a proces se naziva "nukleacija". Slijedeći stvoreno jezgro, ostali kristali ređaju se okolo. Joni koji su istaloženi na površini vlakana slobodni su za kretanje. Oni mogu cirkulisati između kostiju, tkivne tečnosti i krvi. Joni koji se nalaze unutar vlakana odvojeni su od tkivne tečnosti i mogu da prate metabolitičke promjene samo poslije enzimskog razlaganja vlakana.(45, 47)

Formirano koštano tkivo sastoji se iz organskog dijela (25%), koji čine ćelije, kolagena vlakna, međućelijska supstance; neorganskog dijela (67%), koji je sastavljen od raznih minerala i (8%) vode.(45, 47)

3. OSTEOKLASTI

Osteoklasti su džinovske mnogojedrane ćelije, čija je osnovna uloga aktivna koštana resorpcija. Mjesto koštane resorpcije može se zapaziti kroz prisustvo Howshipove lakune, u vidu poluloptas pretvoriti u osteoblaste ili preosteoblaste ćelije koje izgrađuju kost ili se spojiti s drugim oslobođenim osteocitima i stvoriti osteoklast (ćeliju koja razara kost).

5. HISTOLOŠKA GRAĐA KOSTI

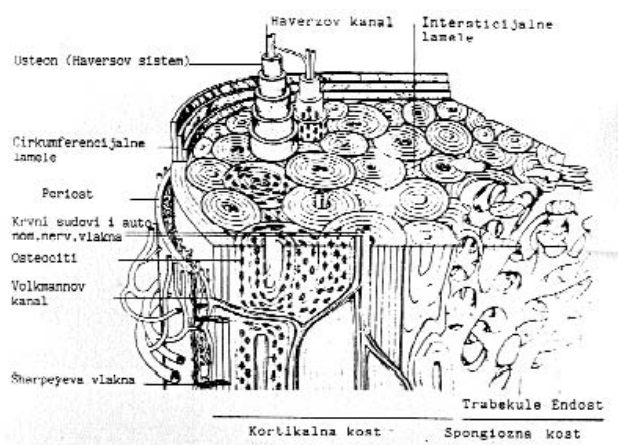
Zrelo koštano tkivo javlja se u dva oblika:

- kortikalno (kompaktno, lamelarno)
- spongiozno (trabekularno, spužvasto).

5. 1. Kortikalno koštano tkivo

Osnovna supstanca kortikalne kosti sastavljena je iz lamela koje su poredane jedna uz drugu, te čine nekoliko sistema lamela. Lamele između sebe sadrže šupljine u koje su uložene koštane ćelije. Tako postoji jedan sistem lamela koji ide parallel -kanali u dugim kostima idu uzdužno, a u pljosnatim paralelno sa površinom kost i sadrže arterije, vene, limfne žile, nerve i nešto koštane

moždine. Kanali koji spajaju Haversove kanale zovu se Volkmanovi kanali.(Sl. 2) Na nekim mjestima sa spoljašnje strane lamela prolaze grubi snopovi kolagenih vlakana. To su Sharpeyeva niti, koji dolaze sa periosta.



Sl. 2.

5. 2. Spongiozno koštano tkivo

Spongiozna ili trabekularna kost građena je od koštanih gredica, koje ograničavaju uski prostor ispunjen koštanom srži. (Sl. 2) Debljina gredica zavisi od broja lamela koje ih izgrađuju, a njihov odnos sa krvnim žilama. To su prelazne ili intersticijalne lamele. Mnoge od njih nastale su od djelimično resorbovanih lamela. Lamelle su sastavljene iz fibrila koje su slijepljene interfibrilarnom masom. One su u jednoj lameli međusobno paralelne, a s onima u drugoj lameli čine pravi ugao, tako da su na poprečnom presjeku kosti, jednoj lameli fibrile pogođene poprečno, a drugoj uzdužno. U osnovnoj supstanci postoji ogroman broj malih šupljina (lacunae osseae), u koje su uložene koštane ćelije (osteociti). Lakune među sobom komuniciraju pomoću kanalića u kojim su uloženi produžetci koštane ćelije. U mladosti ćelije potpuno ispunjavaju lakunu a u starosti ostane prostora između njih i zidova šupljine. Haversovi no s spoljnjom površinom i jedan paralelno s unutrašnjom površinom kosti. To su spoljašnje i unutrašnje osnovne ili generalne lamele. Između ta dva sistema vidimo mnoge koncentrične sisteme lamela, koje okružuju Haversove kanale i koji u kosti idu uzdužno. Većina koštanih lamela postavljena je koncentrično oko Haversovih kanala i nazivaju se Haversove lamele. Sve lamele oko Haversovog kanala čine koštanu jedinicu koja se naziva osteon. Prostor između susjednih osteona ispunjavaju nepravilno postavljene koštane lamele raspored od sila pritiska i sila razvlačenja. Trabekule su građene od dva, tri ili više slojeva lamela, a postavljene su tako da najlakše podnose sile kojima su izložene. Neposredno uz trabekule spongiozne kosti nalazi se niz osteoblasta, koji čine unutrašnji sloj kosti - endost. Od spongioze su izgrađeni oni dijelovi skeleta koji moraju biti veliki i jaki, a pri tome da ne budu teški. Spongiozno koštano tkivo nalazi se obično u epifizama dugih kostiju te u unutrašnjosti kratkih i pločastih kostiju. Ono nema Haversovih niti Volkmanovih kanala, pa prema tome ni krvnih sudova, jer hrana u njega može prodrijeti s površine. Trabekule koje se ukrštaju i zatvaraju medularne šupljine ispunjene su koštanom moždinom.

U dijafizi dugih kostiju spongioznog koštanog tkiva nalazi se u manjoj mjeri, tako da koštana srž ispunjava jedinstvenu koštanu šupljinu. Koštana srž ispunjava moždinsku šupljinu u dijafizama dugih kostiju i sve prostore između koštanih gredica u spužvastom dijelu kosti. Ona je glavni hematopoetski organ.

5. 3. Periost

Koštano tkivo obavijeno je ovojnicom -periostom, koji je deblji kod djece a tanji kod odraslih. Pričvršćen je uz kost Sharpeyevim nitima, krvnim kapilarima i nervima koji ulaze u Haversove i Volkmanove kanale. Sastoji se od dva sloja:

- a) površinski -deblji sloj (stratum fibrosum), sačinjavaju pretežno snopovi kolagenih niti pomiješanih s elastičnim nitima te mnogo nerava, krvnih i limfnih kapilara. Pošto dospijeva u Volkmanove i Haversove kanale, hrani kost i koštanu srž.
- b) dublji -tanji sloj (stratum generativum) ima više ćelija; one se nalaze neposredno na površini kosti s više ćelijskih elemenata, a rjeđe elastičnih.

Ispod ovog sloja nalazi se sloj (stratum osteogenum subperiostale) ćelija osteogenog potencijala. Na razvijenoj kosti su neaktivne, ali u izuzetnim prilikama (u fazi razvoja skeleta i u slučaju oštećenja kosti) predstavljaju rezervne ćelije koje se transformišu u osteoblaste.

Kod kosti u rastu periost ima nešto drugačiju strukturu, a sačinjavaju ga:

- a) unutrašnji sloj (cambium); rahlo građen, dobro vaskularizovan sloj osteoblasta,
- b) srednji sloj; nediferenciranih koštanih ćelija (osteoprogenitor cells),
- c) spoljni vezivni sloj; građen od kolagenih niti, elastičnih vlakana, fibroblasta i brojnih živaca i krvnih žila.

Periost u razvoju, u koštanoj osifikaciji, a i u regeneraciji, ima značajno mjesto. Osteogeni potencijal periostalnog tkiva pri sanaciji vezan je za nekoliko faktora -mehaničko opterećenje, perfuziju, donatorsko mjesto, mjesto transplantacije, kombinacijom sa graftom spongiozne kosti i očuvanje sloja subperistalne kortikalne kosti.

Poslije preloma, periost reaguje eksplozivnom mitozom unutrašnjeg ćelijskog sloja i utiče na formiranje velike količine osteoblasta iz prethodno determinisanih ćelija.(24, 34) Rezultat toga je periostalni kalus koji prvi uspijeva da premosti frakturu pukotinu. E. A. Tone i saradnici utvrdili su aktivnost periosta poslije preloma cijelom dužinom kosti, a na samo na mjestu preloma.(35)

Jaroma 1988. prvi je opisao efekat periosta na spongiozni koštani graft. Spongiozni koštani graft zamotan u periost i implantiran u muskulaturu bio bi remodeliran u pravu kost sa korteksom i medularnom šupljinom nakon 20 nedjelja kod zečeva, dok je, bez periosta, sam spongiozni graft bio resorbovan. Romana 1989. dolazi do sličnih rezultata kod pacova; perfundirani periost bez koštanog grafta implantiranog u muskulaturu sam je formirao tanku novu kost.

Periosta nema na zglobnim površinama.

5. 4. Endost

Sredinom dijafize duge kosti prostire se širok medularni kanal u kome je smješтана koštana srž, koja ne graniči neposredno s koštanim tkivom, nego je od njega odvojena tankim vezivnim slojem -endosta. To je gušći sloj vezivnog dijela koštane srži koji sadrži koštane praćelije (osteoprogenitor cells). On u izuzetnim prilikama može stvarati koštano tkivo. Kod preloma kosti, ćelije endosta ubrzano se množe i formiraju osteoblaste. Obrazovanje unutrašnjeg, endostalnog kalusa napreduje mnogo brže nego formiranje periostalnog kalusa.(67)

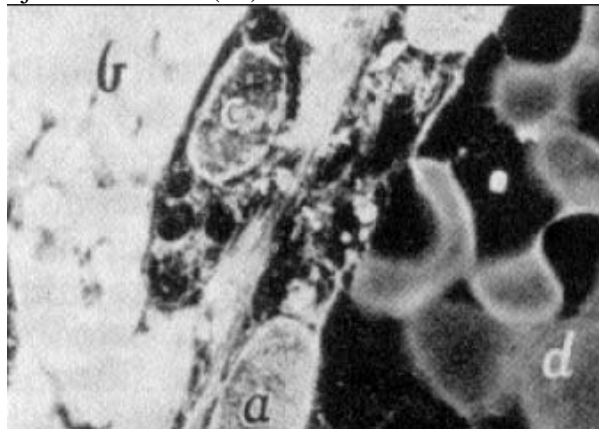
5. 5. Medularna šupljina

Medularna šupljina ispunjena je koštanom srži. S obzirom na izgled i građu razlikujemo tri vrste koštane srži: crvenu, žutu i želatinoznu.

Poslije preloma dolazi do bujanja ćelija i u medularnom kanalu. Javlja se veliki broj fibroblasta i osteogenih ćelija koje imaju ulogu u formiranju medularnog kalusa.

6. VASKULARIZACIJA KOSTI

Sl.3.a-endoelija,b-ko,c-occi,d-eoci
Originalna elekronka-mikografija objavio J. Tea-1961.(71)

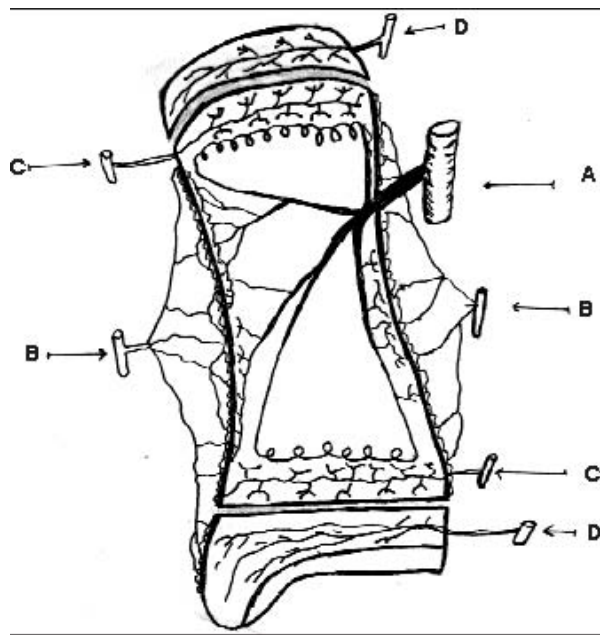


Sl. 3. a - endo elijalna elija, b - ko , c - o eoci , d - e i oc-
i
Originalna elek on ka - mik o ko ka fo og afija koj je
obiao J. T e a - 1961.⁽⁷¹⁾

Koštano tkivo veoma bogato je snabdjeveno krvlju, odnosno razvijenom cirkularnom mrežom koja je različita, ne samo kod različitih kostiju, već i u pojedinim dijelovima iste kosti. Osteon posjeduje kanalikularni sistem koji je neophodan za razmjenu materije, a povezani su međusobno sa cijelim vaskularnim sistemom kosti. Osteogenetski -krvni sud organizator je i pokretač složenih patofizioloških procesa u žarištu preloma. Endotelna ćelija, osteociti i osteoklasti predstavljaju normalan niz u stvaranju i resorpciji kosti. Krvni sud im obezbjeđuje transudat od koga zavisi život čitavog sincicijuma. Anabolički i katabolički procesi ćelija koštanog sistema zavise od vaskularizacije kosti. Svakoj ćeliji potrebna je dovoljna količina kiseonika i hranljivih materija za njenu mitotičku diobu i fiziološke funkcije(3), a proces stvaranja i razgradnje kosti brže se obavlja u bolje vaskularizovanim dijelovima.(45, 2, 12)

”Što je bolja vaskularizacija kosti, to će fraktura bolje cijeliti, dok će rekonstrukcija bilo kojeg defekta u kosti biti brža i pouzdanija”(12, 17) -fundamentalni je princip koštane vaskularizacije.

To su potvrdili radovi J. Trueta (1960) i njegovih sljedbenika koji su dokazali da osteoblasti postaju i od endotela krvnih kapilara. Proučavajući osteogenezu, njegov prvi zaključak bio je da su krvni sudovi direktno odgovorni u procesu okoštavanja. Nije mogao tačno zaključiti kakav je odnos između osteoblasta i vaskularnih ćelija. Eksperimentima za praćenje procesa osifikacije kosti izabrao je mjesto blizu metafizirane



Shema 1. A -n icionaa eija, B -eio alnea eije, C meafianeaa eije, D-e ifianeaa eije ploče i perfuziranjem krvnih sudova finim rastvorom barijuma uz histološko praćenje elektronskim mikroskopom dovode J. Trueta da zaključuje: “da nema drugih izvora za ćelije ovdje ilustrovane, nego vaskularnih endotelijalnih ćelija na svom putu da se nastani u kosti”. (Sl. 3)

6. 1. Izvori vaskularizacije kosti

Vaskularizacija dugih kostiju obezbijedena je dopremanjem krvi iz:

- nutritivne arterije,
- perforantne arterije metafize i epifize,
- periostalnih krvnih sudova.

6. 1. 1. Nutriciona arterija

Svaka duga kost ima svoju nutritivnu arteriju, a femur često ima dvije. One su obično kolateralni krvni sud glavne arterije ekstremiteta. Tako tibija ima jednu nutritivnu arteriju koja nastaje, najčešće, od prednje grane a. tibialis posterior, a ulazi u tibiju posteriorno i lateralno kroz nutritivni otvor. Preko korteksa, nutritivna arterija prodire u medularni kanal, gdje se dijeli na ascendentnu i descendentnu granu i anastomozira sa perforantnim arterijama metafize i epifize. (Shema 1).

Nutritivne arterije prate dvije vene koje su po kalibru deset puta veće od arterije. Od uzlazne i silazne nutritivne grane odvajaju se male arterijske grane koje su radijalno orijentisane i ulaze u endostalnu površinu korteksa. One se dalje dijele i snabdijevaju krvlju Haversove kanale. Pri prolazu kroz korteks dio transferzalnih krvnih sudova prolazi kroz Volkmanove kanale i spaja se sa krvnim sudovima periosta. U koštanoj moždini formira se veliki sinusoidni sistem sudova sastavljen od arterijskih kapilara koji su dugi i pravi, a nastavljaju se širim venskim kapilarima. Venski kapilari prazne se u kolateralne sinuse, a oni se slivaju u centralni venski sinus. U fiziološkim uslovima protok krvi je centrifugalni, to jest iz medularnog kanala ka spolja. Nutritivne arterije snabdijeva dugu kost sa oko 50-70% krvi.

6.1.2. Perforantne arterije metafize i epifize

Do završetka rasta, krvni sudovi epifize i metafize odvojeni su, sa eventualno rijetkim anastomozama. Trueta (1959) dokazao je da se krvotok dugih kostiju mijenja i u toku razvoja djeteta. Krvni sudovi koji kao posljednji ogranci arterije nutritivne dopiru u metafizu do ploče rasta, savijaju se u luku da bi stigli do velikih sinusoidnih vena. Ploča rasta je mehanička prepreka za anastomozu

krvotoka metafize i epifize. Povreda epifizne hrskavice vrlo je značajna, jer u tom području odigrava se proces rasta kosti. Pod povredom epifize obično se podrazumijeva povreda epifizne hrskavične ploče -germinativnog sloja.

Sama epifiza (B) produženi je kraj kosti koji leži između zgloba i epifizne hrskavične ploče (Shema 2) Ona je pokrivena zglobnom hrskavicom (perichondrium -A) preko koje se vrši ishrana krvlju.

Sekundarni centri osifikacije (c) javljaju se u epifizama u različitim godinama. Kod nekih kostiju prisutni su po rađanju, a kod nekih nema ih ni u osmoj -devetoj godini života. Neposredno uz epifiznu nalazi se zona kompaktnih hrskavičnih ćelija (D). One su neaktivne i predstavljaju rezervoar iz koga se razvijaju buduće ćelije hrskavice. Prema dijafizi ove ćelije pokazuju znakove aktivnog rasta. Postaju veće, poredane su u pravilne vertikalne stubove prema metafizi s dosta ekstracelularne ćelijske supstance.(23, 34) To je zona rasta (germinativni sloj -E) epifizne ploče. Što su bliže metafizi to je hipertrofija ćelija jača a nakon toga u idućem sloju prelaze u fazu degeneracije, isto kao i ekstracelularni ćelijski matriks (F). To je zona degeneracije hrskavice na koju se nastavlja zona primarne enhondralne osifikacije (G). U nju urastaju kapilari (H) iz metafizarnih arterija uzduž kojih se pojavljuju osteoblasti (I).(23, 34, 56)

Hrskavično tkivo resorbira se na račun novostvorenog koštanog. Proces razvoja hrskavičnih ćelija u germinativnom sloju adekvatan je primarnoj osifikaciji na metafiznom dijelu epifizne ploče. Kad hrskavična epifizna ploča dosegne metafizu, transformacija hrskavičnog tkiva u koštano je potpuna. Epifiza ostaje širokom pločom rasta zaštićena od metafiznog područja, koje efikasno štiti zglobni prostor, pa se tim objašnjava rijetkost zglobne infekcije u djeteta. Trueta (1955) u svojoj studiji je utvrdio da ploča rasta u dojenačkoj dobi postaje primjetna od šest mjeseci, a definitivno se oblikuje oko osamnestog mjeseca života. Iz epifizne hrskavične ploče kost raste u dužinu. S gledišta vaskularne anatomije, kosti dojenčeta prerastaju u pojam kostiju djeteta s jednom godinom života. U dojenačkom dobu krvni sudovi iz metafize penetriraju kroz ploču rasta i stižu u samu epifiznu i zglobni prostor.

Kod povrede krvnih sudova metafize obično nema trajnih posljedica za rast kosti. Rast je privremeno usporen i nakon repozicije uslijedi brz oporavak.

Kod ozljede krvnih sudova epifize nastupa trajno oštećenje rasta kosti. Razvija se aseptička nekroza s deformacijom zglobne površine. Traumatska epifizioliza odvija se u anatomske najslabijim slojevima, a to su zone degeneracije hrskavičnih ćelija i zona primarne enhondralne osifikacije. Pravu epifiziolizu stvaraju sile smicanja, na koje je perihondrij manje otporan. Epifizna hrskavica (germinativni sloj) ako nije oštećena, omogućuje da se prekinuta cirkulacija obnavlja brzo preko krvnih sudova dijafize. Iako dislokacija može biti velika, ako se na vrijeme uradi adekvatna repozicija i stabilizacija koštanih fragmenata, ovakve povrede rijetko prave ozbiljnije probleme rasta i oblika kosti, jer se dobro remodeliraju tokom rasta.

Ozljeda krvnih sudova dijafize može izazvati kolateralnu hiperemiju epifizne zone rasta i ubrzati rast kosti sve dok se ponovo ne obnovi normalna cirkulacija u dijafizi.

Po završetku rasta konfluiraju međusobno metafizarne, epifizarne sa nutricionom arterijom čineći jednu cijelinu, u zajedničkoj vaskularizaciji kosti. Tako formiraju vaskularnu mrežu medularnog kanala, snabdijevajući dvije trećine unutrašnjeg kortikalnog sloja. Učestvuju u vaskularizaciji duge kosti oko 20 -30%.

6.1.3. Periostalni krvni sudovi

Periostalni krvni sudovi prodiru kroz periost i formiraju vaskularnu peteljku koja ishranjuje spoljnu trećinu korteksa. Porijeklo ovih arterija je od lokalne mišićne arterije. Ovaj sistem je povezan sa sistemom koji čini nutricionu arteriju i perforantne arterije metafize i epifize u jedan sistem koji se dopunjuje. U pojedinim segmentima povezanost krvnih sudova je insuficijentna (tibija na spoju srednje i donje trećine), gdje sa prelomom kosti dolazi do prekida nutricionu arterije i nedostatka mišićnog pripoja. Sama periostalna cirkulacija predstavlja preduslov za produženo zarastanje ili formiranje pseudoartrose.

II -RATNA TRAUMA

1. ISTORIJAT LIJEČENJA RATNE RANE

Čovjek je još u najranijoj fazi svog razvitka rješavao međusobne nesporazume pribjegavajući sili - šakama, zubima, kamenom. Vremenom je došlo do razvoja oružja -noževa, mačeva, luka i strijele. Otkrio je da može sa distance povrijediti i pobijediti neprijatelja.(67) Otkrićem baruta i vatrenog oružja došlo je do ekspanzije, kako u pronalaženju i proizvodnji raznih eksplozivnih sredstava, tako i u načinu ratovanja.

Prvi trag u medicinskoj literaturi koji govori o posebnosti i specifičnosti liječenja povreda nastalih dejstvom malih projektila iz vatrenog oružja, potiče iz članka koji je napisao 1460. godine Henrich Von Pfolspound pod naslovom "BunditErzney".(67)

Od pojave ručnog vatrenog oružja, negdje od polovine XIV vijeka pa do danas, stalno je prisutna trka vojnog i medicinskog faktora. Vojnog naći oružje za što masovnije uništenje čovjeka i nanijeti mu veće patnje; medicinskog -spriječiti gubitak ljudskog života.

Prateći mortalitet kroz protekle ratove, medicina bilježi konstantan progres.

Njemački naučnik Frelich analizirajući smrtnost u Homerovoj "Ilijadi" zaključuje da je od 147 povrijeđenih umrlo od povrede mača, strijele i koplja 114, pri čemu stopa smrtnosti iznosi 80%, a vijekova kasnije, stopa mortaliteta ranjenih je za preko 50% manja, po izvještaju glavnog Napoleonovog hirurga Jean-Dominique Larrey. On 1814. god. izvještava da je od 45 000 ranjenih umrlo 13 000, iz čega proizilazi da je stopa smrtnosti iznosila 28, 8%.(67)

Za manji stepen smrtnosti najzaslužniji su hirurzi kojim moramo da odamo priznanje, jer su nekada i preko grešaka i stranputica vodili stalnom unapređenju ljudskog saznanja.



Sl. 4.

Hipokrat (Hippokrates) 466 godine prije nove ere, sin ljekara i jedan od najstarijih ljekara zapadnog svijeta; (Sl. 4) svoje postupke zasnivao je na sopstvenim zapažanjima i njegovi pogledi su izvršili ogroman uticaj na razvoj cijele medicine. Mnogi od njih nisu izgubili svoju vrijednost ni danas, pa ga s pravom svrstavamo među najje nija nje ljekare svih vremena.

Galen (Galenos) 130 godina prije nove ere tvrdi da je gnojenje bitna i željena pojava, pa otud je i preporuka da se u ranu stavljaju raznovrsna hemijska sredstva da bi celz (celsus) 25 god. prije Nove

ere uvodi ligature krvnih sudova i amputacije ekstremiteta cirkularnim rezom u jednoj ravni koja se i danas po njemu nazivaju.

Hugo da Luke, hirurg iz Krstaških ratova, 1206. a kasnije i njegov sin Teodorik, 1298. ustaju protiv zablude o gnojenju kao spasonosnom sredstvu i teže "suvom" liječenju, nastojeći izbjegavati gnojenje rane za koje tvrde da je pogubno. Gi de Šolujak 1345. uviđa da treba aktivno djelovati na ranu u smislu kauterizacije, a to potvrđuje i Đovani Vigo 1493. i Alfonzo Feri 1544. Oni su začetnici teorije da ranu nanese vatrenim oružjem, zatrovanu barutom treba podvrći paljenju pomoću usijanog gvožđa. Paracelz 1538. godine usprotivio se kauterizaciji ratne rane, izazivanju gnojenja i smatra da rana treba da zaraste per primum. Ne prihvata aktivan hirurški tretman.

Krenuvši kao berber, ne poznavajući latinski jezik, Ambroaz Pare je postao najznamenitiji hirurg svog vremena i jedan od najvećih hirurga uopšte. Ne znajući latinski, nije se upuštao u prepričavanje starih spisa nego na osnovu vlastitih spoznaja i opažanja, na francuskom jeziku objavljuje 1545. godine svoja iskustva u kojima vraća ligaturu krvnih sudova, zaboravljenu poslije celza, amputaciju ekstremiteta do u zdravo tkivo, podvezivanje ekstremiteta u cilju hemostaze i anesteziju pri amputaciji i izbacuje polijevanje rane vrelin uljem.

Ledran, francuski hirurg iz 17 vijeka, klasični je predstavnik aktivno-operativnog stava hirurga prema liječenju ratne rane, a njegovom mlađem saradniku Dezolu u 18. vijeku pripisuje se termin "debridement preventif" rasijecanje strelnog kanala, vađenje slobodnih koštanih fragmenata i stranog tijela. On uvodi eksciziju rane i pobornik je rane amputacije.

Dosljedni nastavljači francuske hirurške škole su Napolenovi hirurzi Persi (1754



Sl. 6.



Sl. 5.

1825) i Larej (1768-1842), koji rješavaju organizaciona pitanja hirurške pomoći na bojnopolju: nosioci ranjenih, sanitetska kola, prve pokretne poljske bolnice. Larej zahtijeva da se u što kraćem roku uradi primarna hirurška obrada ratne rane, primjenjuje okluzivne zavoje i protivi se čestom previjanju. I sam tri puta ranjen, pristalica aktivnog hirurškog pravca, a naročito primarnih amputacija. U bici kod Borodina izvršio je za 24 sata 200 amputacija! Savremenika i slijedbenika u Engleskoj imao je u najvećem hirurgu Gatriju, "britanskom Lareju".

Dominacija ove škole u Evropi traje do druge polovine Prvog svjetskog rata.

Pirogov (1810-1881) ima pošten stav za ranjeni ekstremitet uz primjenu fiksacionog gipsanog zavoja koji u većini slučajeva zamjenjuje primarnu amputaciju. On primjenjuje gipsani zavoj kod otvorenih i zatvorenih povreda ekstremiteta prilikom transporta, ali ne primjenjuje primarnu

hiruršku obradu ratne rane. Prvi je uveo na bojnopolju narkozu eterom (1847), razradio tehniku i način gipsanja zavoja, te značajno doprinio organizaciji u zdravstvu trijaža, sistem razvoženja ranjenika, statistika, medicinska dokumentacija i uvođenje sestrinske pomoći.

Nijemac Esmarch, usavršavajući dotadašnje metode uvodi "prvi zavoj", metodu vještačke hemostaze pomoću elastične povjeske nazvane Esmarch -nova povjeska.

Radovi Pastera i Lorda Listera krajem 19. vijeka omogućuju uspješnu borbu protiv infekcije, a američki zubar Morton riješio je pitanje anestezije. Lord Lister 1867. (Sl. 5) daje prvi izvještaj o primarnom zarastanju otvorenog preloma tibije a mogućnost da izvede ovaj podvig omogućila je primjena nove procedure pri čemu je karbonska kiselina korištena kao antiseptik. Ernest Bergman krajem 19. vijeka tvrdi da se ratna rana može smatrati aseptičnom i infekcija je sekundarnog porijekla. Ne treba je dirati, a sudbinu rane određuju aseptički zavoj i mirovanje. Frakture kosti i zglobova treba sterilno zaviti, gipsom imobilisati, a u sličaju infekcije raditi resekciju kosti, a nikako amputaciju. Radi neuspjele pokušaje antiseptice Listerovim sprej-aparatom i uviđa da previjalište na frontu nije isto što i na klinici.

Fridrih ogleđima na životinjama 1898. dokazuje:

da se prvih 6 -8 sati poslije ranjavanja klice nalaze u samoj rani ne dublje od 1-2 mm od ivice, a tek poslije inkubacije od 6 i više sati mogu se naći u dubljim slojevima,

isijecanjem rane u cjelini, kao što se resekira tumor u potpunosti, rana se može sterilisati.

I pored ovih saznanja u Prvi svjetski rat ulazi se sa konzervativnom Bergmanovom doktrinom, da bi se na kongresu hirurga u Briselu i Parizu 1915. sa već stečenim iskustvom prišlo aktivnijem hirurškom tretmanu ratne rane.

Veliki španski ortoped J. Truete, svoja iskustva iz Španskog građanskog rata uveo je u stalnu praksu: radikalnu primarnu obradu ratne rane, poslije čega zatvorenim gipsom imobilise povrijeđeni ekstremitet. Time postiže imobilizaciju, zaštitu od naknadne infekcije i drenažu. Godine 1939. ustanovio je deset tačaka u liječenju ovih povreda pod kojim podrazumijeva(74,75):

klasifikaciju, reanimaciju, ranu operaciju, imobilizaciju i ranu mobilnost. Za vrijeme operacije koristiti: ispiranje, inciziju, eksciziju devitalizovanog tkiva, bez suture, drenažu i stabilizaciju koštanih fragmenata (gips). Ovakav hirurški stav dobija snažnu podršku upotrebom antibiotika i uzima se kao osnov liječenja strijelnih preloma u Drugom svjetskom ratu.

Koriste se sulfonamidi sistemski i lokalno. Otkrićem penicilina (Sir Alexander Fleming) i širokom upotrebom od 8. novembra 1942. godine rezultati liječenja se unapređuju. Prve ozbiljne radove u srpskoj medicini nalazimo kod Vladana Đorđevića, (Sl. 6) Billothovog učenika, osnivača srpskog crvenog krsta i Srpskog lekarskog društva. Učesnik u tri rata, na osnovu već stečenog evropskog iskustva, uvodi organizaciju zdravstva u Srbiji. Veliku zaslugu u organizovanju zdravstva i uviđanju šta u ratu znači dobra hirurška služba znao je da predosjeti Mihajlo Marković, što je prijatno iznenadilo misije iz Evrope u Prvom svjetskom ratu. Velik doprinos dao je i Nikola Krstić (Sl. 7) osnivač Srpske ortopedije, kao i Jordan Stajić, "srpski Larej".

1.1. Ratna rana



Sl. 7.



Sl. 8 a



Sl. 8 b

Ratna rana nanosena vatrenim oružjem (blast, projektil, opekotina) predstavlja oštećenje organizma, čije su karakteristike obimno razaranje tkiva, primarna kontaminacija polimorfnom bakterijskom florom i izmijenjena reaktivnost organizma. Nastaju dejstvom projektila iz vatrenog oružja; zrno streljačkog naoružanja ili parčeta eksplozivnog oružja. (32, 33, 34) (Sl. 8 a -prije primarne hirurške obrade, b poslije primarne hirurške obrade ratne rane)

U poređenju s mirnodopskim ranama (projektil je male početne brzine) i otvorenim prelomima, strelne povrede su više bakterijski kontaminirane i praćene velikom destrukcijom mekog i koštanog tkiva. Zbog toga ratna rana i trauma i danas predstavljaju zaseban entitet o kome se govori i u mirnodopskim uslovima.

Strelne povrede kod ratne rane nastaju kao posljedica disruptivnih sila samog projektila koje vrše razaranje tkiva (organa) i sila otpora koje po sjeduje samo tkivo (organ), pri čemu disruptivne sile imaju takav intenzitet da razaraju kontinuitet pogođenog tkiva. Pošto povrede nanose projektili velike početne brzine, oni izazivaju povrede drugačije od mirnodopske traume, pa otuda i njihova specifičnost, koja u zbrinjavanju zahtijeva adekvatnu obučenosť kadrova i primjenu vladajućih principa. Ukoliko se primjenjuju postupci kao kod mirnodopske traume, liječenje može biti katastrofalno.

Povrede su najčešće lokalizovane na ekstremitetima (oko 70%), od čega je u prosjeku 40 % ovih povreda praćeno koštanim prelomima. (15, 17, 34, 56, 78)

U KBc Banja Luka na Ortopedsko-traumatološkoj klinici primarno su zbrinuta u periodu od 15. septembra 1991. do 1. decembra 1995 godine 2462 ranjenika sa povrijeđenim ekstremitetima i multiplim povredama abdomena, toraksa i kranocerebralnim povredama. Kod 256 (10, 77%) povrijeđenih bilo je potrebno zbrinuti (primarno obraditi), muskulo kutane povrede ekstremiteta, a kod 2197 ranjenika sa povredama koštanog tkiva u 2043 (92,43%) radilo se o kominutivnim prelomima sa ili bez koštanih defekata. Ovakve povrede uslovljava kontinuirano usavršavanje vatrenog oružja. Liječenje strelnih povreda ekstremiteta nije usmijereno samo na spasavanje života i spasavanje ekstremiteta, već se liječenje sprovodi s idejom da se potpuno povrati funkcija ekstremitetima, u što manjem vremenskom periodu.

2. BALISTIKA PROJEKTILA

Kretanje projektila u cijevi, vazduhu i kroz tkivo izučava balistika.

Silliphant je dijeli na:

- unutrašnja balistiku; fenomen pokreta projektila u cijevi;
- spoljašnja balistika; fenomen pokreta projektila u vazduhu;
- terminalna balistika; fenomen penetracije projektila u tkivu.

Fenomenom pokreta projektila u cijevi više se bave proizvođači oružja i vojni stručnjaci.

2. 1. Fenomen pokreta projektila u vazduhu

Pokreti projektila u vazduhu zavise od njegove početne brzine i broja okretaja projektila oko uzdužne osovine.(32, 33, 34, 35, 36) Ako se konus projektila kreće brzinom od 900 m/s, on dostiže broj okretaja oko uzdužne osovine od 200000 u minuti. Kad projektil gubi kinetičku energiju, ukoliko je odbijen (rikošet), on ima teturajuću liniju ili se pak okreće u toku leta. Ovakav projektil izaziva veća razaranja, jer se povećava dodirna površina između projektila i tkiva. Nestabilan projektil iste mase i brzine uvijek preda više kinetičke energije tkivu i stvara veća razaranja. Ovo je davno zapaženo, pa je u Briselskoj deklaraciji iz 1874. godine tražena zabrana uvođenja u upotrebu oružja koje uzrokuje teške povrede. Na simpozijumu o balistici ratne rane u Lucernu 1974. godine zaključeno je da je početna brzina projektila mnogo značajnija za njegovu kinetičku energiju nego kalibar. Kad se projektil zaustavi u tkivu, količina kinetičke energije koju on preda tkivu jednaka je ukupnoj kinetičkoj energiji metka. Konstatovano je da brži i manji projektili mogu uzrokovati pliće rane sa širokom destrukcijom, zbog povećanja koeficijenta otpora koji se dešava kada projektil prolazi kroz tkivo brzinom iznad 1500 m/sec. Projektili se po kategoriji brzine (koja je u korelaciji sa težinom rane) razlikuju:

- mala početna brzina do 360 m/sec.
- srednja, između 360 i 750 m/sec.
- velika, preko 750 m/sec.

Parčad eksplozivnog oružja mogu dostizati početnu brzinu u neposrednoj blizini preko 3000 m/sec, obično su nepravilnog oblika i veće mase. U većini konvencionalnih ratova mnogo je češće ranjavanje fragmentima eksplozivnih sredstava. Postoji dvije vrste eksplozivnih sredstava:

- stari tip,
- novi tip.

Stari tip fragmenata nastaje kao produkt eksplozije i rasprskavanja košuljice artiljerijskih granata i bombi velikog kalibra. Kod ovog tipa fragmentacija je takva da nastaju projektili različite veličine, deformisani, težine od 20 grama. Iako njihova početna brzina može biti preko 1500 m/sec. zbog nepravilnog oblika brzina rapidno opada.(35, 36, 37, 40, 55, 70)

Fragmenti težine od 0,1 -0,2 g, promjera 2-3 mm i početne brzine od 1500 m/sec. čija brzina ne opada rapidno, fragmenti su novije generacije. Oni su obično pravilno oblikovani u velikom broju prije inkorporacije u eksplozivnu napravu.(67)

2.1.1. Projektili male početne brzine

Projektili malih početnih brzine od oko 150-250 m/sec stabilni su, zadobijeni od pištolja ili puške stare generacije. Kratkoća putanje čini da koristi samo 10-20% svoje udarne energije u stvaranju rane, predavajući kinetičku energiju tkivu.(23, 25, 27) Ovakve povrede najčešće srećemo u miru. Kod ovih povreda nema privremene šupljine, nego je prisutan rezidualni strelni kanal, koji odgovara mišićnotkivnom oštećenju.(17, 19, 27) Penetracijom metka tkiva se razdvajaju, raskidaju i povreda nije ozbiljna ukoliko nisu oštećeni vitalni organi. Metak oštećuje tkivo sa kojim dolazi u

direktni kontakt, rana se može uporediti s ubodom noža. Mala kinetička energija prenosi se na okolno tkivo i oštećenje koje se vidi prilikom primarne hirurške obrade cijelokupno je oštećenje.(17, 56, 37) S obzirom na minimalno koštano i mekotkivno oštećenje, ishod liječenja je bolji i mogućnost komplikacija manja u odnosu na ranu izazvanu projektilom velike početne brzine.(67)

Leffers je seriju od 40 slučajeva povrede projektilom male početne brzine poredio s mirnodopskim otvorenim prelomima i ustanovio da klasifikacija otvorenih preloma u odnosu na stepen mekotkivne destrukcije, odgovara grupi preloma I.(45, 67)

Tip Uporedo s manjim mekotkivnim destrukcijama prisutno je i manje razaranje koštanog tkiva s karakterističnim oblikom fragmentacije: kosi, spiralni, perforantni, kominutivni sa "leptir" fragmentom. (17, 23, 67)

2.1.2. Projektil velike početne brzine

Danas većina oružja izbacuje projektele s velikom početnom brzinom, pa se rana nanosena ovim projektilom potpuno razlikuje po obimu i kvalitetu oštećenja tkiva u odnosu na ranu nanosenu projektilima male početne brzine. Jedna od karakteristika projektila male mase i velike početne brzine je da se mogu rasprskavati ili lomiti u tkivu kroz koje penetriraju. Zbog toga spoljašnji izgled rane može da zavara, jer mali ulazni ili izlazni otvor može biti udružen s ogromnim unutrašnjim oštećenjem. Kretanje projektila u vazduh, i unutar tkiva nakon udara zavisi od veličine, oblika, sastava tkiva kao i od njegove stabilnosti i brzine. Pri prodiranju projektila kroz tkivo dolazi do njegovog usporavanja koje zavisi od gustoće tkiva u koje penetrira. Meko tkivo u prosjeku je za oko 800-900 puta gušće od vazduha i penetracijom kroz njega projektil postaje nestabilniji. Nestabilnost se povećava što je veća putanja projektila. Dolazi do rotacije i fragmentacije projektila, pa tim i do većeg razaranja. Stabilan projektil pri prolazu kroz tkivo stvara strelni kanal kojem može dati 10 - 20% svoje energije, a isti takav nestabilan projektil pri prolazu predaje 60-70% svoje energije.(14, 23) Snaga projektila u stvaranju rane zavisi od toga koliko kinetičku energiju on preda kada udari i prolazi kroz tkivo.(67, 45) Projektil direktnim dejstvom (fizički) dovodi do razaranja, cijepanja i gnječenja tkiva, a indirektnim dejstvom prouzrokuje fenomen šoknog talasa i dejstvo privremene šupljine. Šokni talas nastaje neposredno pri sudaru projektila sa tkivom, traje kratko, 15-25 milisekundi, a mogu ga stvoriti samo projektili koji dostižu brzinu zvuka.(70, 72, 75)

Klasično pješadijsko oružje ima konusni projektil, obložen čvrstom košuljicom od metala (najčešće bakra) i obično zadržava svoj oblik. Ovakvog aerodinamičkog oblika, ima male poremećaje prolazeći kroz vazduh i mali gubitak brzine koje se manifestuju i na tkivu. Projektil uzrokuje minimalnu disrupciju, definitivni pravilan uzan strelni kanal, cilindračnog oblika i počinje da mijenja svoj oblik kada dolazi do destabilizacije, deformacije, skretanja ili fragmentacije projektila. Obično daju dvostruki kavitet sa dužim "vratom rane", zbog destabilizacije kao posljedice tumbanja zrna.

Dum-dum meci imaju vrh od olova koji nije zaštićen čvrstom košuljicom. Upotrebljavan u Indiji, ovaj metak i danas je ukomponovan u standardnu municiju 7,62 mm (NATO) i 5,56 mm (US M. 193.) Zrno 7,62 mm pravi dugovratni, cilindričan ili kupast kanal rane, zbog njegove veće mase i manje brzine "mirnije" prolazi kroz tkivo, penetrira dublje i oslobađa manje energije kontinuirano duž cijelog puta u odnosu na projektil 5,56 mm. Projektil 5,56 manje mase u odnosu na 7,62 mm i veće brzine, gubitkom stabilnosti čim penetrira tkivo odmah se fragmentira. Energija se brzo preda tkivu praveći kratkovratne šupljine tubastog oblika i velik defektni kanal rane sa teškim destrukcijama. Ovakva zrna češće povređuju krvne sudove i živce. Zbog elastičnosti krvni sudovi bolje podnose privremenu šupljinu nego druga meka tkiva. Prolazeći kroz tkivo veće gustine, brže oslobađa energiju. Ovakav projektil ostvaruje strelni kanal 40 puta veći po zapremini od normalnog projektila identične brzine i težine.

Penetracijom zrna kroz tkivo, brzina projektila se smanjuje, ali kinetička energija koju zrno predaje tkivu dovodi do oštećenja. U novije vrijeme sve više se upotrebljava termin "energetski depozit" kao mjera tkivnog oštećenja kinetičke energije. Apsorbovana energija je proporcionalna specifičnoj

težini i gustini tkiva. Otpornost tkiva na udar projektila zavisi od količine tečnosti u tkivima, odnosno od njihove specifične težine. Najteže stradaju tkiva s većom specifičnom težinom -kosti, mišići, parenhimni organi. Zapaženo je da ista količina energije oslobođena u mišićno tkivo uzrokuje mnogo veće destrukcije na mjestima gdje je mišićna masa veća. Specifična težina pojedinih tkiva je sljedeća:

- pluća 0,4 g/ml
- masno tkivo 0,8 g/ml
- jetra 1,02 g/ml
- mišić 1,04 g/ml
- koža 1,09 g/ml
- kost 1,11 g/ml

Zbog toga će više energije biti predano mišićima i kostima nego parenhimu pluća. Albreht i saradnici svojim eksperimentalnim radovima i istraživanjem dokazali su da veličina razaranja zavisi od balističkih osobina: količine predane kinetičke energije, tumbanja zrna i fragmentacije.(33, 35, 70, 72)

3. MORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE RATNE RANE

Karakteristike ratne rane, osim od kretanja projektila kroz vazduh, zavisi i od oblika, težine i građe projektila, stabiliteta, inklinacionog ugla, brzine, mase i specifične težine tkiva, odnosno organa koji se povređuje, te udaljenosti tijela od oružja.

Kinetička energija (živa sila), kojom raspolaže geler, proporcionalna je njegovoj masi, brzini i izračunava se po formuli:

$$K = \frac{MV^2}{2}$$

Predajom kinetičke energije tkivu smanjuje se brzina projektila za vrijeme penetracije i ta je kinetička energija utrošena na tkivno oštećenje. Prenos energije određuje količinu oštećenog tkiva. Ona je proporcionalna specifičnoj težini i gustini tkiva, pa će predata energija, odnosno veće razaranje biti na mišićnom i koštanom tkivu nego na plućnom, dok je mozak najosjetljiviji na privremenu šupljinu.

Balistika rane proučava kretanje projektila kroz čovječije tijelo i pri tome stvaranje strelnog kanala. Mehanizam oštećenja tkiva i stvaranje strelnog kanala objašnjava se dejstvom projektila na tkivo kroz koje prolazi i stvaranjem bočnog udara u tkivo. Nepravilni projektili uzrokuju maksimalno razaranje u početku prodiranja. U daljem toku dolazi do postepenog opadanja rastezanja privremene šupljine.(37, 18, 78) Aerodinamični projektil uzrokuje minimalne disrupcije, ali u toku prodiranja kroz tkivo dolazi do deformacije, fragmentacije ili skretanja a time i povećavanja disrupcije tkiva.(78, 18)

3. 1. Klasifikacija ratne rane

Bez obzira na velik broj pokušaja da se napravi klasifikacija ratne rane, kojim bi se olakšavala naučna evolucija uspješnog hirurškog liječenja, još nema opšteprihvaćene klasifikacije.

Prema izgledu ulaznog otvora na koži razlikujemo:

a -vulnus punctiformis (tačkasta rana), ovalna je ili okrugla, oštih ivica, malog promjera. Geler ili projektil prodire duboko u tkivo, praveći duboke bunare i veliko oštećenje, uskog je strelnog kanala.

b -vulnus sulciformis (žljebasta rana) nastaje tangencionalnim djelovanjem projektila na tkivo, žljebastog je oblika. Površinski zahvata meko tkivo i na ekstremitetima ne pravi veće komplikacije, a ima se potpun uvid u ranu.

c -vulnus foraminiformis (rupičasta rana), ima veći ulazni otvor, nepravilnog je oblika, pokidanih ivica. Tkivo je dosta oštećeno, a strelni kanal je nepravilan.

d -vulnus croatiformis (kraterasta rana), velikog je nepravilnog otvora, potrganih ivica, koje se nastavljaju u veliki strelni kanal sa masivnim oštećenjem tkiva. U rani se obično nalaze komadi obuće, odjeće, zemlje.

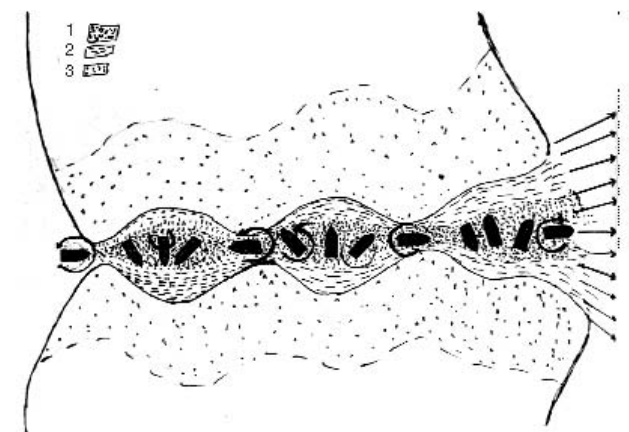
e -vulnus contusum laceratum explosivum je lacerozno, rupičasto, kraterasta rana s velikim defektom tkiva, nepravilnih ivica. Rana sadrži dijelove odjeće, zemlje...

f -vulnus contusoconqasatum, rana nanesena projektilom velike početne brzine, mase, praćena velikim gubitkom tkiva, nepravilnih ivica.

Klasifikacijom otvorenih fraktura po Gustilo-Andersonu; Muler i sear.; Tscheme Oestemu, (koji uzimaju u obzir i oštećenje mekih tkiva) nije objedinjena klasifikacija svih ratnih povreda lokomotornog sistema.

	I Stepen	II Stepen	III Stepen
Tip ST	Mala rana	2 ST	3 ST
Tip F	1 F	2 F	3 F
Tip V	1 V	2 V	3 V
Tip VF	1 VF	2 VF	Maksimalna rana težina po principu životnih ili teznit

Jednu od najpraktičnijih klasifikacija predložio je Međunarodni komitet Crvenog Krsta (The Red cross wound classification) 1991. god. Polazeći od činjenice da je zbirni sistem težine ratne rane najbolje definisan poznavanjem struktura tkiva (organa) koji je oštećen nakon primarne obrade rane urađena je pogodna sistematizacija za brzo i lako korištenje u teškim uslovima.



Shema 3.

Zbirni sistem klasifikuje ratnu ranu uzimajući sljedeće elemente ratne rane:

1. "E" -ulazna rana, koja podrazumijeva maksimalano uzet dijametar rane izražen u centimetrima.
2. "X" -izlazna rana, koja podrazumijeva mjesto izlaska projektila i dijametri izlazne rane izražavaju se u centimetrima. Ukoliko ne postoji izlaz označava se nulom (0).
3. "C" -šupljina rane (kavitet) mjeri se brojem prstiju koji mogu stati u šupljinu ratne rane. Ako može stati jedan prst u kavitet rane ili je manja, obilježava se sa (c=0), ako mogu stati dva prsta upisuje se (c=1), tri prsta (c=2), četiri prsta (c=3).
4. "V" -vitalnost važne strukture i organa, npr. povrijeđeni moždano tkivo, magistralni krvni sudovi, unutrašnji organi obilježavaju se sa (V=1), a ako nisu sa (V=0).
5. "F" -fraktura kostiju. Ako nema povrede upisuje se (F=0), sa neznom kominucijom (F=1), a sa značajnom kominucijom, neznatnim koštanim defektom (F=2).

6. "M" -strano metalno tijelo, parče gelera, projektila nevidljivo na radiografiji upisuje se skor (M=0), vidljiv jedan upisuje se (M=1), a ako ih ima više (M=2).

Na osnovu zbira kvantitativno oštećenje tkiva klasifikovano je u tri stepena: I stepen $-E+X < 10$, $c=0$ ili $F=1$ (rana sa malim prenosom energije) II stepen $-E+X < 10$, $c=1$ ili $F=2$ (rana sa velikim prenosom energije) III stepen $-E+X \geq 10$, $c=1$ ili $F=2$ (masivna rana) Na osnovu zbirnog strukturalnog oštećenja tipovi ratne rane klasifikovani su na:

- Tip ST -rana sa $F=0$ i $V=0$ (oštećena meka tkiva)
- Tip F -rana sa $F=1$; $F=2$ i $V=0$
- Tip V -rana sa $F=0$ i $V=1$
- Tip VF -rana sa $F=1$; $F=2$ i $V=1$

Na osnovu stepena i tipova ratna rana se klasifikuje na 12 kategorija:

3.2. Strelni kanal

Po prolasku projektila kroz tkivo ostaje formiran prostrelni kanal (Shema 3) gdje patološko morfološki možemo razlikovati tri zone:

- Centralna zona,
- Zona masivnog potresa,
- Zona molekularnog potresa.

3.2.1. centralna zona

Centralna zona (zona direktne traumatske nekroze) predstavljena je strelnim kanalom, koji je posljedica direktnog uništavanja projektilom kao fizičkim agensom, tkiva i organa. Traumatska nekroza odmah je ispoljena. Usljed oslobađanja kinetičke energije pri prolazu projektila kroz tkivo, stvara se privremena šupljina koja se širi u vidu pulsirajućeg talasa, pritiskajući i gnječeći tkivo. Udarni talas koji se tom prilikom razvija odbacuje tkivo naprijed, bočno i nazad. Neposredno pri sudaru projektila velike početne brzine sa tkivom nastaje šokni talas koji kratko traje, 15-25 milisekundi. Vrijeme trajanja privremene šupljine je nekoliko milisekundi, a nastala šupljina je oko 30-50 puta veća od centralnog strelnog kanala. Brzina pulsiranja šupljine je oko 1600 -2000 m/s. Za vrijeme pulsacije privremene šupljine naizmjenično se javljaju pozitivan i negativan pritisak sa usisavanjem vazduha i stranih materijala, čime se objašnjava primarna kontaminacija ratne rane. Fragmenti polomljenih kostiju učestvuju u formiranju privremene šupljine i povećavaju lokalnog oštećenja kao sekundarni projektili u rani. Za vrijeme širenja privremene šupljine stvara se negativan pritisak od jedne atmosfere. Pri smirenju šupljine, stvara se pozitivan pritisak od 4-5 atmosfera. Ovaj subatmosferski pritisak u privremenoj šupljini omogućuje da dođe do usisavanja detritusa u ranu (bakterije kroz ulazni i izlazni otvor koji je stvorio projektil). Kolabiranjem privremene šupljine vazduh sa bakterijama i detritusom utiskuje se u ranu do zone molekularnog potresa. Pulzacija, čiji intenzitet postepeno slabi, na kraju prestaje, ostavljajući rezidualni strelni kanal.

Veličina privremene šupljine pored početne brzine zavisi i od:

1. deformacije projektila,
2. fragmentacije projektila prilikom kontakta sa tkivom,
3. uzdužne osovine projektila i veličine ugla kojim polje tkiva dolazi u dodir s većom površinom projektila,
4. anatomske regije koja je pogođena.

3.2.2. Zona masivnog potresa

Zona masivnog potresa stvara se oko strelnog kanala, tj. nastavlja se na prethodnu zonu, različite je širine. U njoj je tkivo nepovratno uništeno i podložno nekrozi. Razvija se postepeno tokom nekoliko sati po ranjavanju.

3.2.3. Zona molekularnog potresa

III -LIJEČENJE OTVORENIH POVREDA EKSTREMITETA

Pravilna i pravovremeno izvršena primarna hirurška obrada ratne rane do šest sati po ranjavanju, ima za posljedicu bolju prognozu liječenja, manji invaliditet, hirurške reintervencije, manje komplikacije. Time je izbjegnuto nepotreban dodatni rad hirurške ekipe. Takvom primarnom obradom, preventivno sprečavamo raspad visoko molekularnih bjelančevina, čiji raspadni produkti pospješuju razvoj bakterija unošenih prilikom ranjavanja.

1.1. Čišćenje rane

Potrebno je cijeli ekstremitet obrijati, oprati ekstremitet od zemlje i sasušene krvi, i sterilnom četkom fiziološkim rastvorom, tripostotnim hidrogenom ili betadinom. Paziti pri pranju ekstremiteta da se prljavština ne unese u ranu. Rana se može pokriti sterilnom gazom ili zatvoriti Mišlovim kopčama, bakhauzom. Ranu isprati obilno fiziološkim rastvorom, očistiti i odstraniti strane predmete: komade odijeće, zemlje, koaguluma. Po završetku čišćenja rane, promijeniti rukavice, uraditi klasično pranje i garniranje operativnog polja za rad.

1.2. Hirurška primarna obrada rane

Primarna obrada rane najbolja je metoda liječenja ratne rane i traži aktivan stav hirurga, za sve vrijeme rada.

Dovoljno je samo jednu penetrantnu ranu ne obraditi, previdjeti, pa da se imaju komplikacije sa nesagledivim posljedicama (npr. gas gangrena).

Strelne rane nanese projektilima velike početne brzine uzrokuju veliku destrukciju tkiva. One zahtijevaju znatno radikalniji hirurški tretman, potpunu eksploraciju strelnog kanala i odstranjivanje svih devitalizovanih struktura tkiva.(13, 24, 70)

Najbolja prevencija infekciji kod ratne rane uključuje ispiranje, eliminaciju džepova i mrtvih prostora u kojim se nakupljaju kolekcije tečnosti hematomi, koji su odlična podloga za rast bakterija. Kod ovakvih povreda velik broj autora preporučuje reeksiziju rane unutar 24 -48 časova pošto je teško napraviti tačnu procjenu vitalnosti tkiva pri primarnoj eksciziji.(51, 67, 69)

Albreht je u svojim eksperimentalnim istraživanjima našao da se lokalnim davanjem antibiotika do tri sata poslije povrede može odgoditi primarna hirurška obrada rane do 72 časa bez povećane učestalosti lokalne infekcije. Do sličnih zaključaka Jackson je došao za vrijeme Falklandskog rata. Antibiotiku terapiju započinjao je u periodu do 6 časova.(70, 76) Rezultati su mu pokazali da nije imao septičke komplikacije kada su antibiotici ordinirani do tri sata po ranjavanju, jer oni inhibiraju rast bakterija kod strelne (67) rane.

Iskustva iz nedavnog rata na prostorima BiH i Hrvatske, pokazala su apsolutnu tačnost potrebe uspostavljanja venskog puta i ordiniranja infuzionih otopina u kojima je rastvor antibiotika, po ranjavanju i ukazivanju prve pomoći.

Na ovaj način se omogućuje uspostava venskog puta, kojeg je komplikovanije uspostaviti kod iskrvavljenja i kolapsa venske cirkulacije, a antibiotik rastvoren u otopini djeluje na bakterije, viruse, koji primarno kontaminiraju ratnu ranu.

Koža je veoma otporna na oštećenje, tako da je dovoljno jedan milimetar odstraniti do zdrave kože, ostrim makazama ili nožem. Pri obradi kože misliti stalno da postoji i odložni šav! Nastojati da incizije i ekscizije prilagodimo Langerovim linijama. Dekolment kože i potkožnog tkiva uraditi pažljivo, odstraniti hematoma, strana tijela, devitalizovano potkožno tkivo. Vitalnost kože može se procijeniti intravenozno, primjenom fluoroscina u dozi 10-20 mg/Kg t. t. Dijelovi koji nisu fluorescentni, lišeni su cirkulacije i treba ih odstraniti, debridirati. Matsumotog zaprašuje ranu sa 5% metilenskim plavilom, pri čemu devitalizovano tkivo zadržava plavu boju, koja kasnije prelazi u crnu. Ova pojava može da traje do 10 dana. Zdravo tkivo mijenja boju u toku prvih 30-60 minuta u svijetloplavu.

Potkožno masno tkivo slabo je vaskularizovano, podložno infekciji. Potrebno je zato napraviti izdašnu eksciziju masnog tkiva i do 50 mm od strelnog kanala, do zone ekstravazacije.

Radikalnu eksciziju fascije potrebno je uraditi zbog slabe cirkulacije. U isto vrijeme obradom fascije vrši se dekompresija edematoznog mišića tkiva i onemogućuje spontano zatvaranje rane. Fasciju obavezno uzdužno ekscidirati, a može se po potrebi na više mjesta poprečno incidirati. Kukom razmaknuti rubove rane i inspekcijom izvršiti pregled tkiva u dubinu. Prvo se ugledaju nekrotična mišićna masa, koagulum, strana tijela, dijelovi garderobe. Pincetom odstraniti strana tijela i koagulum. Nekrotični mišić primarno obraditi, incizijom, ekscizijom, a pri tome obavezno poštovati pravilo 4K:

- kolor,
- kontraktilnost,
- konzistencija,
- krvarenje.

Dijelovi mišića ili mišić koji nema fiziološku boju, kontraktilnost, niti krvari, treba resecirati. Strano tijelo (geler, kugla) nastojati odstraniti, ali ne po svaku cijenu kopati naslijepo, jer su moguće veće komplikacije nego ako strano tijelo ostane, a da pri tome ne ugrožava vitalne organe ranjenika. Ukoliko u operacionoj sali postoji RTG-aparat sa monitorom, strano tijelo će se lakše odstraniti pod njegovom kontrolom.

Neophodno je u obradi ratne rane uraditi pažljivu hemostazu. Nastojati svaki krvni sud in situ podvezati. Ne treba podvezivati krvne sudove zajedno sa drugim tkivom: nervom, mišićem.

Povrijeđeni magistralni krvni sud zbrinuti jednim od sljedećih načina: bočnim šavom, bočnim graftom, direktnom anastomozom ili anastomozom pomoću transplantata. Termo-terminalnu anastomozu lakše je i brže uraditi i bolji su rezultati. Zbog toga se nekad svjesno ide na abrevijaciju ekstremiteta spoljnom fiksacijom pri stabilizaciji fragmenata kosti.

1.3. Primarna obrada koštanog tkiva

Dileme nastaju pri obradi koštanog tkiva. U ratnoj rani koštani fragmenti plivaju. Na količinu izumrle kosti na fragmentima utiču oštećenje krvnih sudova, periosta, endosta i broj mrtvih osteocita na fragmentima prelomljene kosti. Što je kinetička energija koja se preda koštanom tkivu veća i razaranje koštanog tkiva je veće. Odumiranje osteocita u dijafizarnom dijelu iznosi oko 1-2 mm, metafizarnom 2-5 mm od mjesta preloma u distalnom i proksimalnom fragmentu. Pri obradi koštanog tkiva teško je procijeniti vitalnost fragmenata, s obzirom na to da nema egzaktnih parametara i kriterijima za intraoperativnu procjenu vitalnosti kosti. Najčešći parametri su:

- krvarenje iz izloženih krajeva kosti,
- stanje periosta koštanih fragmenata,
- veličina koštanog fragmenta.

Prevelika radikalnost dovodi do velikog koštanog defekta, a nedovoljna stvara uslove za razvoj osteomijelitisa. Fragmenti fiksirani periostom isperu se "in situ". Svi ostali deperiostirani fragmenti dobro se očiste i isperu u fiziološkom rastvoru, a potom se ponovo vraćaju u svoje ležište. (67, 68, 70, 74)

Jedan broj autora smatra da treba odstraniti sitne fragmente iz koštanog kanala i one koji se nalaze daleko od glavnih fragmenata.(8, 14, 69, 70).

Oštećeni (deperiostirani) odljubljeni fragmenti najčešće podliježu posttraumatskoj nekrozi, jer nije sačuvano ni medularno ni muskuloperiostalno snabdijevanje krvlju. Kod ovakvih fragmenata, iz iskustva, mislim da treba odstraniti deperiostirane fragmente bez obzira na veličinu. Na ovaj način znamo koliki je koštani defekt i problem koji je pred hirurgom. Vraćanjem deperiostiranog koštanog fragmenta u većini slučajeva problem se samo neizvjesno odlaže i komplikuje za definitivno zbrinjavanje.

U fazi primarne hirurgije ratne rane za stabilizaciju koštanih fragmenata nije indikovana stabilizacija AO -pločom i intermedularnim klinom.(10, 19, 41, 44, 70, 74). Mogu se sa rizikom koristiti pojedinačni zavrtnji "mini osteosinteza" za eventualnu stabilizaciju većih fragmenata. Ukoliko spoljni fiksator ima dobra tehnološka rješenja može se izbjeći "mini osteosinteza" i rizik koji ona sobom nosi.

Ukoliko je biološko pokrivanje koštanog tkiva u primarnoj obradi nemoguće zbog velikog muskulokutanog defekta, isti treba prekriti gazom natopljenom fiziološkim rastvorom ili ringerovim laktatom.

Nastojati 5 do 7 dana definitivno pokriti kost muskulokutanim režnjem!

Strelni prelomi nastali projektilom male početne brzine koji nisu komplikovani i ne zahtijevaju potpunu eksploraciju strelnog kanala (69, 70) Ivice ulazne i izlazne rane ekscidiraju se, a strelni kanal ispere. Najranije poslije tri dana može se planirati zatvaranje, ukoliko je rana čista.

Ukoliko je projektil ostao u tkivu, odluka o odstranjenju donosi se u kontekstu sagledavanja eventualnog rizika od oštećenja koji pri tome mogu nastati. Projektil intraartikularno neophodno je odstraniti, s obzirom na to da izaziva hronični sinovitis.

2. KLASIFIKACIJA OTVORENIH PRELOMA KOD RATNE TRAUME

Trueta je za vrijeme Građanskog rata u Španiji uveo princip nezatvaranja strelne rane, i pokušao da napravi klasifikaciju ratne rane prema oštećenju koštanog tkiva. Mc Andrew, sa prognostičkog i terapijskog stanovišta, napravio je podjelu strelnih preloma na stabilne i nestabilne.

Johner R. i Wrush O. dali su klasifikaciju preloma dijafize tibije u odnosu na mehanizam povređivanja, stepen kominucije, oblik preloma, etiologiju.

Osamdesetih godina ovog vijeka pokušalo se s nekoliko klasifikacija strelnih preloma prema:

- etiološkom faktoru,
- obimu muskulo-kutane destrukcije,
- patoanatomskim promjenama na kostima,
- lokalizaciji na samoj kosti,

5. anatomskim oštećenjima po ekstremitet važnih struktura.

Prema etiološkom faktoru razlikujemo strelne koštane povrede nastale dejstvom zrna streljačkog naoružanja i one nastali dejstvom parčadi eksplozivnog sredstva.(63, 68)

Obim muskulo-kutane destrukcije (koža, mišić, nerv, terminalni arterijski krvni sud, vene...) važan je za preživljavanje i funkcionalnu restituciju ekstremiteta.(68)

Prema patoanatomskim promjenama strelni prelomi dijele se na potpune i nepotpune. Potpuni strelni prelomi mogu biti prosti i kominutivni.

Kominutivni se dijele prema veličini fragmenata na zadovoljavajuće sitnofragmentne i krupnofragmentne.

Prema lokalizaciji na dugoj kosti mogu biti metafizarni, dijafizarni i intraartikularni.(66, 68) U odnosu na stepen kominucije strelni prelomi su podijeljeni u tri osnovne grupe:

- bez ili sa malim kominucijama,
- sa srednjim kominucijama,
- sa velikim kominucijama.

Svaka ova grupa podijeljena je prema obliku preloma i mehanizmu povređivanja na tri podgrupe. Prelomi koji pripadaju podgrupi jedan nastali su indirektnim, a prelomi ostale dvije podgrupe direktnim dejstvom. Pored ovoga, svaka podgrupa preloma klasifikovana je prema lokalizaciji na kost -gornja, srednja i donja trećina.

Klasifikacija stepena kominucije uslovljava postojanje kontakta između dva glavna fragmenta nakon anatomske repozicije. Na osnovu toga prva grupa uključuje jednostavne, spiralne, kose i transversalne prelome, bez ili sa sitnim kominukacijama, gdje su nakon repozicije fragmenti agranirani.

Druga grupa uključuje sve prelome s jednim ili više leptir fragmenata, a nakon repozicije glavni fragmenti imaju djelimičan kontakt.

Treća grupa obuhvata strelne prelome s velikim kominucijama -kominutivni, segmentalni, kraš prelom. Kod ovih preloma, nakon anatomske repozicije, dva glavna fragmenta nemaju međusobni kontakt.

3. KLASIFIKACIJA OTVORENIH PRELOMA KOD MIRONODOPSKE TRAUME

Da bi se uspostavili određeni principi liječenja i kako bi se sumirali rezultati različitih procedura, od esencijalne važnosti je stepenovati otvorene prelome. U mironodopskoj traumi, najčešće je prihvaćena numerička klasifikacija otvorenih povreda mekih tkiva, prema postojanju avaskularnog i devitalizovanog tkiva.

Postoje tri glavne klasifikacije otvorenih preloma koje su danas u upotrebi:

- Gustilo i Anderson iz 1976,
- Muler i saradnici iz 1997,
- Tscherne -Oestern iz 1982.

Numerička klasifikacija koju su 1976. godine objavili Gustilo i Anderson najšire je prihvaćena u svijetu, sa izmjenama koje su uradili caudle i Stern 1987. Oni su u okviru trećeg tipa, napravili podjelu na tri podgrupe u zavisnosti od oštećenja velikih krvnih sudova.

Da bi se uspostavili određeni principi liječenja i komparirali rezultati različitih metoda liječenja od bitne važnosti je poznavanje numeričkih tipova preloma evropske i anglosaksonske literature. Evropske publikacije obično koriste AO Mulerovu i sar. klasifikaciju ili Tscherne-Oestern, a anglosaksonski radovi Gustilo-Andersonovu klasifikaciju.

Prelomi tipa I po:

1 -Gustilo -Anderson -Mala punktiiformna rana do 1 cm, ili nešto manja, nastala malom traumom, vrh koštanog fragmenta viri najčešće iznutra prema vani, oštećenja spolja projektilima male početne brzine, male kinetičke energije, s velike udaljenosti i s minimalnim oštećenjem mekih tkiva.

2 -Muler i sar. -Koža je probodena s unutrašnje strane koštanim fragmentom.

3 -Tscherne-Oestern -Bez ili minimalna kontuzija, neznčajna bakterijska kontaminacija, jednostavan ili srednje težak prelom.

Prelomi tipa II po :

1 -Gustilo -Anderson -Veća rana nastala spolja sa vidljivim oštećenjem kože, potkože i muskulature, ali sa malo avaskularnog devitalizovanog tkiva ili sa prisustvom stranog materijala.

2 -Muler i sar. -Kontinuitet kože je prekinut i kontuzovan sa spoljne strane, s umijerenim oštećenjem kože, potkožnog tkiva i mišića. Veličina frakture je varijabilna.

3 -Tscherne -Oestern -Oštećenje kože i mekog tkiva cirkumskriptno, ekstenzivna kontaminacija.

Prelomi tipa III po:

1 -Gustilo -Anderson -Teške povrede s velikim oštećenjem kože, potkožnog tkiva i mišića, sa značajnom nekrozom, devitalizovanim tkivom i manjim deperiostranjem kosti i postojanje stranog tijela (materijala).

Tip -3A: Rane s obimnijim oštećenjem mišićne mase, povredom nerava ili tetiva, režnjem koji visi na peteljci, u smislu flapova. Rane nanese visokim energetske traumatske potencijalom uz velike kominucije kosti, s adekvatnom pokrivenošću mekim tkivom polomljene kosti.

Tip -3B: Rane sa prostranim defektom kože i mekih tkiva, kao sa manjim ili većim defektom kosti, periosta, s velikom izloženošću rane (kosti) spoljnoj kontaminaciji.

Tip -3C: Ekstenzivne rane, kominucija kosti, iskomplikovane oštećenjem velikih krvnih sudova i s potrebom za hitnu rekonstrukciju istih.

U posebnu kategoriju trećeg stepena izdvojili su Gustilo i Anderson strelne prelome.

2 -Muler i sar. -Obično je rezultat povrede visokom energijom, s ekstenzivnim oštećenjem kože, potkožnog tkiva, mišića i neurovaskularnih struktura. Često udruženo s povredom krvnih sudova i živaca i obično je mnogo kontaminirana.

U ovu kategoriju uključuju i strelne povrede vatrenim oružjem nanese projektilom velike početne brzine.

Dopunjeno gradiranje Mulerovo i sar. od 1991. godine dozvoljava dalju diferencijaciju podjele povrede kože, mišića, tetiva kao i neurovaskularnu povredu. Na taj način omogućuje se bolja gradacija otvorenih povreda mekih tkiva, nego sa starom klasifikacijom. Ova klasifikacija zahtijeva veće poznavanje kliničke prakse.

3 -Tscherne -Oestern -Ekstenzivne povrede mekih tkiva, često uz dodatne povrede krvnih sudova, nerava, teških kontaminacija.

Prelomi tip IV po:

3 -Tscherne -Oestern -totalne ili subtotalne amputacije.

3.1. Zbir težine povreda

2*Skoedokodihemije koja je ajalade od 6ai.Tabela 1.

Tip	Definicija	Bodovi
A.	Povreda kosti, mekih tkiva	
	Mala energija (ubod, jednostavan prelom, civilno naoružanje)	1
	Srednja energija (otvoreni ili multipli prelomi, dislokacije)	2
	Velika energija (povrede sačmanicom iz blizine ili iz vojnog naoružanja, kraš povrede)	3
	Vrlo velika energija (kontaminacija gornjeg dijela i opsežnija kontaminacija, avulzija mekih tkiva)	4
B.	Ishemija ekstremiteta	
	Redukovan ili odsutan puls ali normalna perfuzija	1*
	Bez pulsa, parestezija, smanjenje kapilarnog punjenja	2*
	Hladna, paralizovana, gubitak senzibiliteta, utrnulost	3*
C.	Šok	
	Sistolni krvni pritisak uvijek > 90 mmHg	0
	Hipotenzija prolazno	1
	Stalna hipotenzija	2
D.	Dob (godine)	
	< 30	0
	30 -50	1
	> 50	2

2* Skoedokodihemije koja je ajalade od 6ai.
Tabela 1.

ekstremiteta

Upotreba sistema za klasifikaciju kod otvorenih preloma nedavno je proširena kako bi se obuhvatila trauma donjeg ekstremiteta koja može zahtijevati amputaciju. Zbir težine povrede ekstremiteta (The mangled extremity severity score "MESS") zaslužuje opis.

MESS je relativno jednostavna skala za određivanje traume donjeg ekstremiteta koja se zasniva na veličini koštane ili mekotiivne povrede, veličini ishemijske ekstremiteta, stepenu hipovolemijskog šoka i starosnoj dobi pacijenta.

Johansen i njegovi saradnici uradili su i objavili 1990. godine retrospektivnu studiju od teško povrijeđenim ekstremitetima, gdje je kod svih bila udružena akutna arterijska insuficijencija koja je zahtijevala revaskularizaciju. Retrospektivna analiza koja je koristila MESS sistem pokazala je da je kod spašenih ekstremiteta zbir bio ispod 7, a kod amputiranih ekstremiteta zbir je bio od 7 do 11. Kasnija prospektivna evaluacija kod pacijenata ponovo je pokazala dobar odnos između skora i potrebe za amputacijom.

Tabela 1. pokazuje način bodovanja u MESS sistemu. Ukoliko je ukupan zbir 7 ili veći, to ukazuje da bi mogla biti potrebna amputacija.

Ne sugerise se da skor sistem kakav je MESS zamijeni stručni pregled teško povrijeđenih, ali ovakav sistem pomaže u fokusiranju pažnje hirurga na važne parametre i obezbjeđuje protokol koji omogućuje pregled. Potrebna su dalja istraživanja u okviru MESS kao i drugih skor sistema.

4. FAKTORI KOJI UTIČU NA OSTEOGENEZU KOD RATNE I MIRONODOPSKE TRAUME

Kod preloma više faktora utiče na vrijeme zarastanja kosti. Kod otvorenih fraktura u mirnodopskoj, a pogotovo u ratnoj trami, faktori koji utiču na koštanu konsolidaciju su:

Stepen oštećenja mekog i koštanog tkiva nakon traume, i količina energije na mjestu traume koja određuje stepen preloma.

Koštana transplantacija ubrzava osteogenezu u ranim fazama konsolidacije. Efekat rane koštane transplantacije dokazali su Šišković i Felinger 1988. u tri različite serije kod preloma tibije od 1979. do 1986, potvrđujući da rana koštana transplantacija rezultuje bržim zarastanjem. Kod nas se i danas najčešće radi kao dodatni zahvat u sekundarnoj alternativnoj unutrašnjoj fiksaciji u slučaju usporenog, odložnog ili prekida zarastanja.

Lokalizacija frakture; da li se radi o gornjem ili donjem ekstremitetu. Poznato je da prelomi izvjesnih kostiju na određenom nivou zarastaju sporije nego na drugim mjestima (proksimalni i distalni dio tibije).

Tip povrijeđene kosti koji određuje osteogenezu: tibija, femur ili fibula. Femur ima dvije a. nutritivne i bolju vaskularizaciju od tibije.

Da li je frakturna linija: u visini dijafize, metafize, epifize, intraartikularno ili zahvata dvije kosti. Zarastanje spongiozne kosti je brže jer ima razvijeniju vaskularnu mrežu i bogatstvo ćelija.

Veličina dislokacije fragmenata utiče na tok osteogeneze. Veća dislokacija fragmenata ukazuje na veće periostalno odljublivanje što vodi proporcionalnom oštećenju vaskularne mreže.

Otvoren prelom je primarno kontaminiran što stvara preduslov za infekciju i oštećenje mekog tkiva, pa je zato potrebno uraditi ranu reparaciju. Stepem repozicije i distrakcije fragmenata, vrsta imobilizacije povrijeđenog ekstremiteta i oštećenje mekotiivnog omotača ekstremiteta.

8. Hiperbarični kiseonik može stimulisati ili ometati osteogenezu, zavisno od primijenjenog pritiska i dužine dejstva.

9. Rendgenske zrake ubijaju ćelije i obliterišu mlade krvne sudove i pupoljke u prelomnoj pukotini, usporavaju osteogenezu.

10. Elektromagnetno polje stimuliše osteogenezu.

11. Starost povrijeđenog je obrnuto proporcionalna sa procesom osteogeneze. Kortikosteroidni hormoni, maligne i infektivne bolesti, usporavaju ili sprečavaju proces osteogeneze.

4.1. Uticaj kompresije i stabilnosti fragmenata na osteogenezu

Spoljna fiksacija dozvoljava koštanim fragmentima veliku nestabilnost, bilo primarno aplikacijom prefleksebilnih aparata, osloncem ili sekundarno značajnom resorpcijom na kontaktnoj površini kosti i klinova što može dovesti do usporenog zarastanja, odnosno nezarastanja.

Jednostavne frakture zahtijevaju visoku stabilnost sa spoljnim fiksatorom, budući da se sva pomjeranja dešavaju na jednoj frakturiranoj pukotini. Visoka nestabilnost dovodi do visokog stepena smicanja na jednoj frakturiranoj ravni i time se inhibira cijeljenje frakture. Multifragmentarni, segmentalni prelomi manje su podložni određenom stepenu nestabilnosti, jer se pomjeranje dijeli između nekoliko frakturiranih pukotina. Često koštani fragmenti stabilizovani spoljnim fiksatorom, nisu angranirani i nema kompresije među fragmentima, izuzev ako se ne koristi dodatni pritezni šraf. Ako fiksator ima teleskopski dio na svom ramu biokompresija se može postići, tj. transmisija težine tijela i snage mišića ide kroz kost a ne kroz ram spoljnog fiksatora.

U većini slučajeva postoji pukotina između krajeva fragmenata. Sa minimalnim pomjeranjem, mogućim kao rezultat komparativnog popustljivog fiksiranja, samo umjereni nivoi smicanja javljaju se zbog širine pukotine, u odnosu na veličinu ćelije. Ova ograničena nestabilnost rezultuje povećanim stvaranjem kalusa i prihvatljivim stepenom resorpcije na krajevima fragmenta uslovljava pouzdano sekundarno zarastanje frakture. Burny (1979) iz Brisela dokazao je da su za optimalno zarastanje kosti od velike važnosti mikropokreti na mjestu preloma i uvodi koncept elastične fiksacije. Elastičnu stabilizaciju postiže kompresijom dobijenom spoljnim fiksatorom ili fiziološku, koja je uslovljena kontrakcijom mišićne mase.

Aksijalni ciklični mikropokreti od 0,5 -1 mm poboljšavaju sanaciju preloma, a veći od 1 mm ugrožavaju zarastanje. Idealna stabilnost za optimalno cijeljenje preloma sa spoljnom fiksacijom mora imati dinamički karakter; puna stabilnost na početku, do postepene destabilizacije rama tokom liječenja.(72, 78)

Kontrolisana nestabilnost može se postići i kontrolisanim osloncem. Dolder 1991. prijavljuje seriju od 27 pacijenata s otvorenim kosim i poprečnim povredama tibije. Po sanaciji mekih tkiva dozvoljavao je pun oslonac na povrijeđenu nogu i prosječna koštana konsolidacija bila je 12 nedjelja.(76)

De Bastiani 1984. objavljuje svoja iskustva sa 288 pacijenata sa svježim prelomom. Prelomi su u početku zbrinuti rigidnom spoljnom fiksacijom (Ortofix). U prosjeku poslije 21 dan, pojavljivanjem radiografski vidljivog periostalnog kalusa, olabavio bi šraf koji je blokirao aksijalne mikropokrete (teleskopiranje) i dozvolio bi dinamičko opterećenje. Vrijeme sanacije fraktura kretalo se od 3, 4 do 6,5 mjeseci.(76) Do sličnih iskustava došli su i Lazo-Zbikowski i sar. 1986, Kenwrightov i Goodshipov 1989. Svi klinički i eksperimentalni podaci ukazuju da kontrolisana ili ograničena nestabilnost kod spoljne fiksacije ima koristan efekat na vrijeme zarastanja kosti, ukoliko je stepen smicanja na mjestu preloma mali.

Dinamizaciju treba započeti u ranijim fazama zarastanja frakture. Tako Goodshipov predlaže poslije jedne nedjelje po postavljanju spoljnog fiksatora, De Bastiani poslije 3 nedjelje, a Hente i sar. poslije 7 do 9 nedjelja.(17, 19, 22)

Većina autora slaže se da dinamizaciju treba početi u ranijim fazama zarastanja frakture ili kontrolisanim fazama kako bi se izbjegla destrukcija novostvorenog interfragmentarnog tkiva.(34, 45, 48, 57, 59, 68)

Funkcionalno opterećenje je moćan stimulans poboljšanju vaskularizacije i trofike kako cijelog ekstremiteta tako i slomljene kosti. Funkcionalno opterećenje sprečava razvoj osteoporoze a time skraćuje vrijeme neophodno za uspostavljanje normalne strukture kosti.

Iz svog iskustva, kod loma kostiju donjih ekstremiteta dozvoljavao sam oslonac na povrijeđenu nogu do granice bola dan-dva poslije operacije, a statičke vježbe ekstremiteta fizioterapeut je istovremeno počinjao. Zbog bola teško je reći da li je oslonac bio 5% ili 25 % tjelesne težine prvi postoperativni dan, ali svaki dan to opterećenje se povećavalo. Prvu dinamizaciju spoljnog fiksatora vršio sam u četvrtoj nedjelji poslije postavljanja spoljnog fiksatora. Ram bih olabavio i dozvolio pun oslonac na povrijeđenu nogu ako spoljni fiksator nije imao teleskopskog rama, preko koga se može uraditi dinamizacija.

4.2. Stepen stabilnosti koštanih fragmenata za sanaciju

Biomehanička ispitivanja pokazuju značajne razlike u odnosu na stepen stabilnosti postignut različitim tehnikama ili implantatima.

Održavanjem repozicije gipsanom imobilizacijom, susjedni zglobovi moraju biti imobilizovani u cilju povećanja stabilnosti fiksirane frakture. Nizak stepen smicanja među koštanim fragmentima rezultovao je indukcijom stvaranja kalusa sa srastanjem, dok je visok stepen smicanja indukovao stvaranje kalusa ali nije rezultovao koštanom konsolidacijom.

Zarastanje kod preloma čiji su fragmenti rigidno stabilizovani karakteriše se minimalnom pojavom kalusa, bez resorpcije na krajevima fragmenata. Zarastanje bez vidljivog kalusa zahtijeva zaštitu implantata za kasniji period koštanog remodeliranja. Primarno zarastanje preloma manje je stabilno od preloma koje se konsoliduje sekundarnim formiranjem kalusa. Veći je rizik od refrakture.

Ovakav tip zarastanja može se vidjeti i nakon spoljne fiksacije, ali se ne smatra ciljem sanacije.

Kontrolisana ili ograničena nestabilnost može rezultovati povećanom stvaranjem kalusa. Prihvatljiv stepen resorpcije na polomljenim krajevima fragmenata prati ovu koštanu konsolidaciju. Ovaj tip zarastanja cijeli sekundarno, s vidljivim kalusom i mogućnost refrakture je mala.

Minimalna unutrašnja osteosinteza priteznom šrafom, između glavnih dijafizarnih fragmenata i stvaranje interfragmentarne kompresije, u kombinaciji sa spoljnim fiksatorom, može biti hirurški izazov, ali ne daje značajniju prednost. Korištenjem šrafa uspostavlja se anatomska repozicija, povećava čvrstoća i obično zarasta primarnim koštanim kalusom. Ozbiljan nedostatak praćen je povećanim stepenom refraktura i komplikacijama mekih tkiva. Burny i sar. 1984. godine tvrde da korištenjem šrafa sanacija može trajati i duže nego sa spoljnom fiksacijom a stepen pseudoartroze je jednak u oba slučaja. (12, 16) Krette i sar. 1989. godine imaju refrakturu u liječenju potkoljenice sa dodatnim priteznom šrafom i spoljnim fiksatorom u 10,9%, a kod stabilizacije samo sa spoljnim fiksatorom 4,5 %.

Kontrolisana nestabilnost, bilo da se radi o kontrolisanom osloncu ili progresivnom demontiranju rama (klizeći, teleskopski, tj. De Bastiani 1984, Lazo-Zbikowski 1986, Hente 1988) rezultuju povećanim stvaranjem kalusa. Kenwright i Goodship toliku pažnju posvećuju kontrolisanim aksijalnim mikropokretima na mjestu preloma da od 1989. godine koriste male pneumatske podešivače za kontrolisanu ograničenu nestabilnost.

U prošlosti spoljni fiksator je ostavljan od 9 do 10 mjeseci dok se ne pojavi zarastanje kosti (Gershuni i Halma, 1983; Schroder 1986), dok serija u zadnje vrijeme navodi od 4 do 5 mjeseci potrebe za koštanom konsolidacijom i skidanjem spoljnog fiksatora (Thurk, 1988, Hax 1989, Heim 1990). Oni se slažu da kod otvorenih preloma dva osnovna faktora utiču na zarastanje kosti:

- stanje mekih tkiva nakon traume, tj. vaskularizacija na mjestu frakture,
- kontrola mehaničkih uslova smicanja i početak oslanjanja kod spoljne fiksacije, tj. dinamizacija (promjena aksijalnih sila preko mjesta preloma bez distrakcije fragmenata).

Nekontrolisana ili velika nestabilnost može odložiti ili spriječiti zarastanje kosti. Neadekvatno postavljen spoljni fiksator koji dozvoljava veliku nestabilnost koštanim fragmentima, bilo primarnom aplikacijom izrazito fleksibilnog aparata ili sekundarno prekomjernom resorpcijom na kontaktnoj površini kosti i klinova (neadekvatno postavljeni klinovi) najčešći su uzroci odložnog zarastanja odnosno pseudoartrose.

4.3. Zarastanje frakture u odnosu na tip loma i način stabilizacije

Reparativni ciklus koji nastaje od momenta traume i traje 3-4 nedjelje gasi se i više ne obnavlja. U tom periodu neophodno je ostvariti potpunu repoziciju fragmenata i njihovu apsolutnu fiksaciju. Poslije toga u periodu za ubrzanje pregradnje koštanog regenerata neophodno je postepeno oslabiti stepen fiksacije. To se postiže postepenim vađenjem igala, jedna u 4-5 dana. Na taj način izmjena stepena čvrstine fiksacija može uticati na reparativni proces.



Sl. 9.

Tretman polomljene kosti sa defektom ili bez, ima za cilj da repozicijom i održavanjem reponiranih frakturnih fragmenata postigne potpunu sanaciju. Stabilizacija reponiranih fragmenata može se održavati ekstenzijom, gipsom, unutrašnjom fiksacijom (AO ploče, intermedularno klinovi...) i spoljnom fiksacijom. U svim slučajevima biomehanička analiza pokazuje značajne razlike u odnosu na stepen stabilnosti postignut različitim tehnikama ili implantatima.

Pri održavanju repozicije i stabilnosti koštanih fragmenata gipsanom imobilizacijom, susjedni zglobovi moraju biti imobilisani u cilju povećanja stabilnosti fiksirane frakture. Unutrašnja fiksacija ima za cilj stabilizaciju frakturiranih fragmenata kako bi se omogućila rana bezbolna pokretljivost susjednih zglobova i minimalizovala opasnost od distrofije.

Kad se vrši stabilizacija AO pločom, cilj je da se uspostavi apsolutna stabilnost. Stabilnost koštanih fragmenata postiže se interfragmantarnom kompresijom čime je potpuno spriječeno pomijeranje između koštanih fragmenata.

Samo naizgled može izgledati da postignuta stabilnost sprečava mikro pokrete fragmenata. Čelijski elementi reparacije tkiva nevidljivi su golim okom. Frakturirani fragmenti zbrinuti klinom ili AO pločom, mogu da ne pokazuju vidljiva pomjeranja pod opterećenjem. Nevidljiv stepen opterećenja može oštetiti koštanu ćeliju ukoliko je pomjeranje iste veličine kao i ćelija.

Termin koji pomaže shvatanje ovog odnosa naziva se smicanje, a podrazumijeva deformaciju ćelija ili odnos između originalne udaljenosti frakturnih fragmenata podijeljenih po stepenu pomjeranja.(33, 43, 46, 48, 67, 68) Perren i cordey (1980) primijenili su smicanje prema toleranciji diferenciranja reparacije tkiva i navode da je diferenciranje tkiva kontrolisano dominirajućim mehaničkim uslovima. Pojednostavljeno, pretpostavka smicanja jednaka je širini pukotine podijeljeno s perpendikularnim pomjeranjem na površini frakture.(2, 35, 42)

Koristeći model klinaste osteotomije (1991) Hente sa saradnicima proučavao je uticaj dinamičkog smicanja kao gradijent od 0 do 100%. Vrijednost malog smicanja 0% i 20% rezultovala je indukcijom kalusa sa zarastanjem, dok je veći stepen smicanja indukovao stvaranje kalusa ali bez koštane konsolidacije (pseudoartroza).(37) Hente i saradnici uvidjeli su važan uticaj ponovljenih smicanja u toku dana. Visok stepen ponovljenih smicanja u toku dana (10 000 ciklusa dnevno) indicirao je malo stvaranje kalusa, dok je značajna indukcija kalusa rezultovala nakon 10 dnevno apliciranih ciklusa frakturne krutosti.

Sve veći broj autora slaže se da su mali stepeni smicanja (do 33% ili 0,5mm) od koristi za zarastanje preloma. Velik stepen smicanja inhibira proces zarastanja.(33, 36, 39, 43, 47, 49, 51, 53, 55, 59)

Ovako rigidno stabilizovani prelomi pokazuju direktno zarastanje, karakterisano minimalnom pojavom kalusa, bez resorpcije na krajevima fragmenata, te direktnu koštanu formaciju. Ovim se nastoji izbjeći interfragmentarni pokret u okviru ograničenja stresa, koji se javlja nakon ranog funkcionalnog tretmana, kako bi se spriječila resorpcija na krajevima fragmenata i na kontaktnim površinama između implantata i kosti. Zarastanje "bez kalusa" ipak zahtijeva zaštitu implantata za kasniji period koštanog remodeliranja. Zarastanje preloma primarnim koštanim cijeljenjem manje je otporno i stabilno na mikrotraumu od preloma koji se konsoliduje sekundarnim zarastanjem i stvaranjem obilnog kalusa. (Sl. 9)

Kada se koriste AO ploče i intermedularni klinovi bez interfragmentarne kompresije, dolazi do minimalne resorpcije na kontaktnim površinama i u većini slučajeva postoji pukotina između fragmenata. Sa minimalnim pomjeranjem, mogućim kao rezultat komparativne popustljivosti, dolazi do umjerenog smicanja između koštanih fragmenata. Zbog supstacionalne širine pukotine, nastale resorpcijom na kontaktnim površinama (u odnosu na veličinu ćelije) omogućen je uticaj indukovanih mikro kretanja koštanih fragmenata. Kod preloma podvrgnutih aksijalnom primjenjivom mehaničkom podražaju u toku dana (17 minuta), smicanje je bilo 33%, a primjena ovih mikropokreta započeta je sedmi dan nakon osteotomije.(2, 4, 56, 67) Spoljni kalus se pojavio ranije, a torziona krutost nakon 8 do 10 nedjelja bila je značajno veća u odnosu na rigidnu (AO) stabilizaciju. Isti autori 1989. godine utvrđuju da 3 milimetarska pukotina kod osteotomije dijafize pomjeranjem od 0,5 mm dovodi do porasta frakturne krutosti i koštane mineralizacije u pukotini u odnosu na rigidnu stabilizaciju. Pomjeranje 3 milimetarske pukotine od 2 mm i više štetno je po cijeljenje i po pitanju mineralizacije i porasta resorpcija rezultuje sekundarnom nestabilnošću, što je uslov koji se ne toleriše i pouzdanost zarastanja dovodi u pitanje.(4, 4, 56)

Kontrolisana ili ograničena nestabilnost koštanih fragmenata može dovesti do porasta formiranja kalusa, s prihvatljivim stepenom resorpcije na krajevima fragmenata, što ide na indirektno stvaranje kalusa. Ovaj tip zarastanja rezultuje promptnim i pouzdanim koštanim cijeljenjem. Kontrola nestabilnosti postiže se kontrolisanim osloncom ili progresivnom dinamizacijom spoljnog fiksatora. Nekontrolisana ili prevelika nestabilnost može odložiti ili narušiti solidno zarastanje kosti. Stabilnost ili nestabilnost zavisi od čvrstoće rama spoljnog fiksatora, mehaničkog kvaliteta klinova, držača klinova, distance prema kosti... Frakture sa velikom površinom dijafize (kosi spiralni) pokazuju bolje rezultate pri sanaciji sa spoljnim fiksatorom, nego kratki, kosi ili poprečni prelomi sa malom kontaktnom površinom.

Stanje cjelokupne mekotkivne pokrivenosti nakon traume frakturirane kosti od velikog je značaja za sanaciju. Kod otvorenih fraktura vaskularno snabdijevanje narušava se samom traumom, pa nije iznenađujuće da otvoren prelom zahtijeva više vremena nego zatvoreni, pod istim mehaničkim uslovima. Krettek i sar. (1989) na seriji od 202 svježe frakture tibije zaključili su da zarastanje kod tibije s povredom mekog tkiva (otvorene frakture) u prosjeku traje 18,4 nedjelje, a kod neoštećenog mekotkivnog omotača (zatvorene frakture) za sanaciju je potrebno 15,4 nedjelje. Ovo potvrđuje važnost uloge cjelokupne mekotkivne pokrivenosti za zarastanje kosti, a ne samo periosta kako neki tvrde.(3, 6, 17, 23)

4.4. Značaj mehanizma cirkulacije krvi u kostima za koštanu sanaciju nakon unutrašnje i spoljne fiksacije

Trauma (ratna ili mirnodopska) koja dovodi do prekida kontinuiteta kosti oštećuje i vaskularnu mrežu kosti kao i okolno meko tkivo. Primarna ratna trauma obično oštećuje kompletnu vaskularnu mrežu kosti, dok primarna mirnodopska trauma, zavisno od jačine sile, može da ošteti kompletno ili parcijalno vaskularnu mrežu kosti; kako intermedularnu cirkulaciju, tako i periostalnu i metafizo-epifizarnu vaskularnu mrežu.

Kod mirnodopske traume, poprečnih i spiralnih preloma, gdje je dislokacija manja od poprečnog prečnika fragmenta, nutritivna arterija je najčešće intaktna. Kod kominutivnih preloma i preloma sa dislokacijom većom od poprečnog prečnika fragmenata nutritivna arterija je povrijeđena. U tim

slučajevima dolazi do kompenzatornog uključenja periostalne i metafizno-epifizarne vaskularizacije, širenja lumena krvnih sudova i formiranja mnogih anastomoza.

Sama trauma koštanog tkiva i oštećenje vaskularne mreže dovodi do koštane nekroze. Veličina koštane nekroze u zoni preloma direktno je proporcionalna stepenu vaskularnog oštećenja. Pored prekida kontinuiteta kosti kod ratne rane, koja je primarno kontaminirana, nalazimo strano tijelo, prekid mišićnog tkiva, neuro-vaskularnog. Na mjestu preloma stvara se i u mirnodopskoj traumi šupljina ispunjena ekstravasatom u kojoj plivaju fragmenti kosti i pokidana meka tkiva. Slobodni fragmenti kod kominutivnih preloma najčešće su potpuno isključeni iz vaskularizacije. Što je veće odvajanje mekih tkiva od koštanih fragmenata prelomljene kosti, veća je i nestabilnost preloma. Nestabilni koštani fragmenti izazivaju dodatno oštećenje koštanog, muskulo-kutanog tkiva i krvnih sudova.

Stabilizacija preloma bitna je u revaskularizaciji koštanih fragmenata i zarastanju preloma. Da bi se uradila stabilizacija polomljenih fragmenata AO pločom, intermedularnim klinom, neophodno je izvršiti odvajanje mekih tkiva i dodatno deperiostiranje kosti, čime se svjesno jatrogeno narušava vaskularizacija u zoni preloma i iznad i ispod preloma. Korteks gdje leži ploča sa šrafovimima ima redukovanu vaskularizaciju. Postavljanjem AO ploče, nakon odstranjenja periosta, Schauwecker (1987) tvrdi da se na korteksu stvara nekroza koja obuhvata polovinu debljine korteksa kosti.

Struganjem medularnog kanala da se postigne adekvatna stabilizacija intramedularnim klinom bude kompromitovana vaskularizacija unutrašnje dvije trećine korteksa cijelom dužinom kosti. Dodatno oštećenje i periostalne vaskularizacije u žarištu preloma nastaju prilikom plasiranja otvorenom metodom intermedularnog klina. Zatvaranje anastomoze između intermedularnog i periostalnog sistema krvotoka je kontraproduktivno.

Ovakva masivna vaskularna oštećenja usporavaju proces zarastanja preloma i povećavaju mogućnost postoperativne koštane infekcije usljed stvaranja lokalne hipoksije tkiva, a tim i slabljenja odbrambene moći na infekciju.

Spoljna fiksacija i stabilizacija koštanih fragmenata pomoću klinova ili žica koje prolaze kroz dijelove skeleta a spolja pričvršćene za ram, omogućuju da se maksimalno sačuva vaskularizacija kosti i to kako periostalna tako i intramedularna. Ovim se omogućuju idealni biološki uslovi za zarastanje kosti, a uslovi za pojavu infekcije svedeni su na minimum.

4.5. Primarna mekotkivna sanacija

Najbrže i najbolje zarastaju rane koje nisu inficirane.

Primarno hirurški obrađena rana zarasta "reparatio per primam intentionem". Hirurški obrađena rana uzrokuje smrt samo ograničenog broja epitelnih i žljezdanih ćelija kože, vezivnog tkiva... Slobodni prostor u rani je minimalan te se brzo popuni eksudatom i krvlju. Ugrušak krvi na površini rane izaziva upalnu reakciju u koju se skupljaju pretežno neutrofili.(56) Epidermis odeblja mitotskom diobom bazalnih ćelija, a kraci epitelnih ćelija protežu se uzduž rane u dubinu i ispod kruste da bi se spojili u sredini rane, stvarajući na taj način epitelni sloj rane. Reakcija epitela brza je i nastaje prije nego što se pojavi reakcija vezivnog tkiva ispod njega. Histološki, do sanacije rane dolazi do značajnih promjena već trećeg dana, pojavom monocita. U istom vremenskom periodu pojavljuju se niti kolagena koje imaju vertikalni pravac i premoštavaju rez.

Monociti čiste ranu od nekrotičnog tkiva kao i leukociti i fibrin. Zarastanje tkiva postiže se mitotskom diobom fibroblasta i endotelinih ćelija brzinom oko 0,2 mm na dan, po cliffu.

Peti dan rez je ispunjen šupljikavim vaskularizovanim fibroblastičnim vezivnim tkivom. Kapilarni se pupoljci s obje strane rane spajaju te stvaraju neprekinute kanaliće, povećavajući vaskularizaciju. Povećavanje broja kolagenih niti, omogućuje epidermisu da zadeblja do svoje normalne debljine.

U toku druge nedjelje ispod sloja epidermisa, koji ima normalnu debljinu, dolazi do nakupljanja kolagenih niti i umnožavanja fibroblasta. Povećana masa fibroblasta i kolagena potiskuje novostvorene kapilare koji se počinju tanjiti i stvaraju se definitivni kapilari u ožiljku rane. Krajem prvog mjeseca ožiljak je izgrađen od još uvijek prekomjerno vaskularizovanog vezivnog tkiva s pretežno intaktnim epidermisom.

Do definitivnog ožiljka izgrađenog pretežno od kolagena, može proći i jedna godina. Folikuli dlaka, žlijezde lojnice i znojnice koje su uništene, nikad se neće oporaviti. Djelimično oštećeni uzduž lateralnih rubova reza mogu se obnoviti.

4.6. Sekundarna mekotkivna sanacija

Kada dolazi do opsežnih mekotkivnih defekata koji se moraju nadoknaditi, proces reparacije mnogo je složeniji i sporiji. Histo-fiziološki proces sanacije mekog tkiva isti je kao kod primarne sanacije. Veliki tkivni defekti sadrže više nekrotičnog detritusa i eksudata koji se moraju odstraniti. Upalna reakcija je mnogo jača, kao i migracija monocita, leukocita i fibrina. Ona se smiruje tek kada se sav detritus odstrani. "Čišćenje" rane vrše makrofagi putem proteolitičkog fermenta te drenažom prema vani. Prisutnost eksudata u tkivnom defektu onemogućuje sanaciju.

Razlika je u količini stvorenog obilnog vaskulariziranog tkiva, poznatog u svakodnevnoj kliničkoj praksi kao "granulaciono tkivo". Ono je veliki zaštitni omotač za svaku ranu i spašava važna tkiva kao što su nervi, krvni sudovi, kosti raskavica od brzog isušivanja. Urađanje ovog granulacionog tkiva ide s dna i rubova prema gore i stvara ožiljak. Zavisno od kliničkih karakteristika često se koristi termin zdravo i nezdravo granulaciono tkivo.

Zdravo granulaciono tkivo je tanka, čvrsta, svijetlocrvena membrana sa finom granulacionom površinom, koja ne krvari lako i nema smradljivog mirisa. S površine se cijedi sekret koji više liči na transudat nego na eksudat. Ivica rane ima epitelni rub i nema kliničkih znakova infekcije.

Nezdravo granulaciono tkivo je blijedo i cijanotično, vlažno i meko zbog edema. S površine lako krvari, a površina je gruba i neravna zbog obilnog rasta. Prekomjerna eksudacija i pus pokrivaju ranu.



Sl. 10.

Pacijent klinički ima znakove intoksikacije: povišena temperatura, lokalni edem i limfadenopatija. Granulaciono tkivo počinje da stari na periferiji rane. Za izvjesno vrijeme dostiže status formiranog cikatriksa, pokrivenog epitelom ili bez epitelnog pokrivača. Kontrakcija ožiljnog tkiva igra značajnu ulogu u zarastanju velikih otvorenih rana, jer svojom kontrakcijom smanjuje površinu koja treba da bude pokrivena epitelom.

Ožiljno tkivo nije otporno prema tenzionim silama, no može se donekle rastezati. Povaćavanjem sile rastezanja može doći do kompletne disrupcije.

Pravilno sašivena rana po slojevima kao i pravilna gustoća šava predstavljaju neke od najbitnijih faktora za čvrstoću rane.

5. RADIOLOŠKA PROCJENA KOŠTANOG KALUSA

Radiološka pretraga je dostupna, bitna metoda u procjeni koštane konsolidacije. Temelji se na vizuelnoj procjeni stvaranja i mineralizacije kalusa u području preloma.

Dinamički proces nastanka, mineralizacije i razvoja kalusa prati se kontrolnim radiografskim slikama i kliničkim pregledom. Za ovo je potrebno veliko iskustvo u radiografskoj procjeni sanacije kosti. Da li se kalus pojavio, koliko ima kalusa, kako je raspoređen, da li ga ima više na danas urađenoj radiografiji nego na prethodnoj, od prije mjesec dana, koliko je čvrst, da li se može skinuti imobilizacija, koliko opteretiti (oslonac) povrijeđenu nogu da ne dođe do refrakture, da li se kalus počeo prestrukturirati itd. pitanja su koja od kliničara svakodnevno u ambulanti traže objektivni odgovor. Zaključci se stvaraju i donose odluke na temelju radiografskog snimka, koji se u pravilu gleda prostim okom, a neki pod lupom.

Za adekvatnu radiografsku analizu procjene stvaranja kalusa potrebno je imati snimak slomljene kosti u antero-posteriornom i latero-lateralnom smjeru. Da bi se dobio bolji uvid u stanje kalusa, prave se polukosi snimci. Njima se prikazuje cijela cirkumferencija kosti i tako se dobije više podataka o stanju kalusa u prostoru. Slojevito snimanje, tomografija daje dodatne podatke o koštanoj sanaciji. Duge kosti se obično snimaju linearnom tomografijom od 0,5 cm, a može se koristiti polikružna ili politomom. Neki slučajevi (os scaphoideum) sanacije preloma prate se makroradiografijom, kojom se dobije bolji prikaz detalja u području preloma.

Prema radiografskoj simptomatologiji razlikujemo dva načina koštane sanacije:

-direktna, primarna,

-indirektna, sekundarna koštana sanacija.

5.1. Primarna koštana sanacija

Svaka fraktura kosti zarasta na svoj način.

Sanacija zavisi od: doba, pola i opšteg stanja povrijeđenog, vrste, lokalizacije i oblika preloma (otvoren ili zatvoren), biloškog potencijala tkiva, metode liječenja... Da bi se uspješno liječio prelom, potrebno je poznavati proces njegove sanacije.

Primarna koštana sanacija ostvaruje se u pravilu stabilnom osteosintezom koštanih fragmenata koji su savršeno reponirani, neutralizirani i fiksirani u stabilnom bloku. Koštani fragmenti pomoću povećanog interfragmentarnog pritiska onemogućuju bilo kakve mikropokrete na mjestu preloma. Apsolutni mir i ravnomjerno raspoređen pritisak na mjestu preloma stvara idealne statičko-dinamičke uslove za koštanu regeneraciju. Tako liječeni prelomi zarastaju endostalno i ni u jednoj fazi liječenja radiografski neće se primijetiti periostalni kalus. (Sl. 10)

Uz dobro urađenu interfragmentarnu osteosintezu, radiografija napravljena postoperativno omogućuje da se prelom uopšte ne vidi ili vidi u vidu jedne linije, koja se na pojedinim mjestima i ne nazire. Kad se na rendgenskom postoperativnom snimku ne vidi frakturarna pukotina, praćenje i donošenje odluka o ocjeni koštane konsolidacije može biti aproksimativno i nesigurno. Procjena kalusa u saniranju takvog preloma traži iskustvo i poznavanje radiografske sanacije.

Postepeno se sužava i skraćuje prelomna crta, koja, kada se porede kontrolne radiografije, postaje sve manja, uža, nejasna i konačno prestaje radiografski da se vidi. Zgušnjavanje kosti na mjestu preloma minimalno je, a razlikuje se u gustoći područja preloma od kontrolne do kontrolne radiografije, pa prelom praktično postaje jedva vidljiv. Na početku endostalnog kalusa, vidi se u području preloma nekoliko rijetko smještanah, nešto debljih koštanih gređica i minimalna razlika u gustoći područja preloma. U daljem toku sanacije povećava se broj koštanih gređica normalne debljine. Postavljaju se uzdužno s osovnom kosti, među sobom paralelno, slijedeći strukturu normalne kosti. U potpunoj sanaciji, područje preloma je prestrukturisano i koštane trabekule tog područja, po kvalitetu i kvantitetu, odgovaraju strukturi normalne kosti.

Ako se u toku liječenja na kontrolnim radiografijama primijeti kalus, nastupile su smetnje u primarnoj sanaciji. Nastali kalus za razliku od normalnog periostalnog kalusa nazivaju i iritacioni ili podražajni kalus, a karakteriše se:

- manje je vrijedan kalus, koji ne učvršćuje koštane fragmente,
- nejasno je ograničen,
- nije strukturiran,
- nastaje usljed pomicanja koštanih fragmenata.

Transparentna područja koja se vide na radiografiji oko osteosintetskog materijala (AO-ploča, šraf, klin), odgovara defektima u koštanoj (kortikalnoj ili spongioznoj) supstanci. Ta mjesta nastaju usljed intermitirajućih sila pritiska, torzije, smicanja ili infekcije (ostitis - osteomyelitis) koji dovodi do erozije koštane supstance oko osteosintetskog materijala. Posljedica toga je poremećaj koštane konsolidacije primarnim, endostalnim kalusom zbog nastalog instabiliteta među koštanim fragmentima. Nestabilnost može nastati ako je hirurški osteosinteza neadekvatno postavljena ili ako nakon adekvatno postavljene osteosinteze uslijedi prerano i neadekvatno opterećenje.



Sl. 11.

Ako na kontrolnim radiografijama perzistira trijas radiografskih znakova:

1. interfragmentarna linija postaje sve veća,
2. stvara se periostalni kalus,
3. liza oko osteosintetskog materijala.
4. poremećena je primarna sanacija i postoji nestabilnost između koštanih fragmenata.

Uklanjanjem uzroka nestabiliteta, podražajni kalus prelazi u fiksacioni, koji se jasno prepoznaje po koštanoj strukturi. Prelomna pukotina postepeno se smanjuje, zgušnjava i koštano prestrukturira.

5.2. Sekundarna koštana sanacija

Sekundarno ili indirektno zarastanje kosti smatra se sanacija onog loma kosti kod kojeg se na sukcesivnim kontrolnim rendgenskim snimcima preloma, prati i vidi stvaranje periostalnog kalusa tokom niza mjeseci. Taj isti kalus se godinama pregrađuje u normalnu lamelarnu kost. Sekundarna sanacija preloma dešava se u svim slučajevima kada koštani fragmenti ne miruju.

Kalus nastaje iz periosta, endostata i sadržaja Haversovih kanala. Prvo nastaje granulaciono tkivo, potom osteoid u koji se ulažu kristalni apatiti.

Prvih 15 dana poslije preloma ne vidi se nikakav kalus, tj. granulaciono tkivo i osteoid kalusa koji se u tom periodu stvara nije radiografski vidljivi. U tom periodu radiografski se mogu vidjeti procesi razgradnje koji se manifestuju dekalcinacijom rubova koštanih fragmenata, koji su svjetliji od okolne kosti i koštanom atrofijom na mjestu preloma. Zbog toga pukotina preloma desetak dana poslije preloma bolje se i jasnije vidi nego neposredno poslije loma. Ako su koštani fragmenti razmaknuti ili imamo koštani defekt može izostati dekalcinacija rubova kosti. Ova dekalcinacija, atrofija rubova polomljene kosti, rani je znak fiziološke sanacije loma, ali nije apsolutna garancija normalnog procesa zarastanja kosti.

Prvi znaci stvaranja e i o alnog kal a radiografski su vidljivi 2 do 3 nedjelje nakon preloma, što zavisi od životnog doba pacijenta, mjesta preloma (o kojoj se kost radi i tipu preloma). Na kostima sa malo muskulature stvara se malo periostalnog kalusa, a gdje oko kosti ima mnogo muskulature obilni je i periostalni kalus. Perist kraniuma lubanje ne zarasta peristalnim kalusom jer nema osteogenih svojstava, kao ni interkapsularno područje vrata femura koje nema periosta u pravom smislu riječi.

Najprije se primijeti vrlo nježna, male oblačnosti sjena na jednom mjestu, potom na više mjesta uz kost na maloj udaljenosti od frakturirane crte, zatim na više mjesta u mekim tkivima (Sl. 11). Sjene se stapaju i spajaju, postaju gušće i šireći se preko frakturne crte, obavijaju frakturu.



Odlaganjem minerala kalus postaje sve vidljiviji na radiografiji, postaje gušći i razvija se u čvrst mostni kalus između koštani fragmenata.(Sl. 9) Neoštro je ograničen, inhomogen, nejednako gust, bez strukture. Lomna pukotina se tek nazire i postepeno nestaje.

Koštana konsolidacija završena je kad se na radiografiji slomljene kosti vidi kontinuirana mineralizovana zona između distalnog i proksimalnog fragmenta slomljene kosti.

Tokom daljih mjeseci periostalni kalus postaje gušći, jasnije ograničen prema vani, počinje se strukturirati i remodelirati.

Endostalni kalus nastaje i kalcificira istovremeno sa periostalnim. Na standardnim radiografijama slabo se uočava jer je prekriven spoljnim dijelovima kosti i uočljivijim novostvorenim periostalnim kalusom. Radiografski je uočljiviji nakon 1 do 2 nedjelje, kada dolazi do dekalifikacije i koštane atrofije slomljenih fragmenata.

Uočljivi endostalni kalus vidljiv je kod frakture kičmenog pršljena, kao i preloma u čisto spongioznom dijelu kosti, frakture blizu zglobova.

U početku zarastanja endostalnim kalusom vidljiva je nepravilna zona koštanog zgrušavanja, koja se tokom vremena u području preloma pojačava. Tokom endostalnog zarastanja preloma, unutrašnje ivice prelomne pukotine postaju neoštre, nejasne i konačno izbrisane, zavisno od toga kako napreduje mineralizacija kalusa između fragmenata. Homogena sjena endostalnog kalusa postepeno se zamjenjuje spongiozom.

Posljednji stadijum sanacije endostalnim kalusom je prestrukturiranje kalusa endostalnog u kompaktnu -kortikalnu kost strukturiranje spongioze.

Fraktura je klinički i radiografski sanirana, kad je područje preloma preraslo novostvorenim koštanim gredicama i kada se na radiografiji vidi ponovno strukturirana spongioza. Trabekule, cijeli crtež spongioze, te građa korteksa u području loma, identična je kosti u okolini.



IV -STABILIZACIJA KOŠTANIH FRAGMENTATA KOD RATNE MIRONODOPSKE TRAUME

Svi strelni prelomi ekstremiteta moraju se stabilizovati. Kod otvorene frakture mirnodopske, a pogotovo ratne traume najčešće korištene metode: gipsana imobilizacija i transosalna trakcija, ustupaju mjesto spoljašnjoj fiksaciji.

Ortopedsko-traumatološka klinika u Banjoj Luci u periodu od 15. septembra 1991. do 1. decembra 1995. godine primarno je hirurški zbrinula povrede lokomotornog sistema kod 2462 ranjena, prosječne starosne dobi od 33,73 godine. Multiple povrede osim na ekstremitetima bile su prisutne kod 157 (5, 57%) ranjenih i to; abdominalne kod 98 (3,98%), toraks kod 25 (1,01%) i kranio cerebralne povrede kod 34 (1,38%). Povrede magistralnih krvnih sudova imala su 182 (7,39%) ranjena, a neurološke povrede perifernih nerava 45 (1,82%). Kod 2197 (89,23%) ranjenih bilo je potrebno stabilizovati koštane fragmente, pri čemu je spoljni fiksator bio korišten kod 1573 (72%) ranjenih, trakcija kod 91 (4%), a gipsana imobilizacija kod 531 (24%). Korišteno je 14 tipova fiksatora od kojih je spoljni fiksator Mitković M 20 korišten kod 1342 (85%) ranjenih, a ostalih 13 tipova fiksatora u 231 (15%) slučaju.

Za stabilizaciju otvorenih fraktura (Gustilo II i III) i ratnu traumu ekstremiteta, na osnovu strukturalnog oštećenja (tipovi ratne rane II i III stepena), najefikasniji se pokazao koncept stabilizacije koštanih fragmenata metode spoljne fiksacije(Sl. 12) zato što:

- 1) Aplikacija spoljnog fiksatora kratko traje, 2) Minimalan gubitak krvi, 3) Brza mobilnost bolesnika i nezavisnost za osnovne životne svakodnevne potrebe od pomoći medicinske sestre ili člana porodice,
- 4) Primarnom spoljnom fiksacijom omogućuje se savršena kontrola koštanih fragmenata, kako intraoperativno tako i postoperativne repozicije fragmanata,
- 5) Kost ostaje bez prisustva stranih tijela, a vaskularizacija kosti je maksimalno sačuvana i to kako periostalna tako i intramedularna,
- 6) U toku liječenja postoji mogućnost da dinamizacijom spoljnog fiksatora prilagođava idealnim biomehaničkim uslovima,
- 7) Minimizira mogućnost pojave ostitisa i osteomijelitisa,
- 8) Svakodnevno se po potrebi može imati uvid u ranu i postići, bolja higijena ekstremiteta,
- 9) Omogućuje ranu postoperativnu rehabilitaciju i uspostavljanje ponovne funkcije ekstremiteta,
- 10) Pojeftinuje, skraćuje dužinu liječenja i daje bolje krajnje rezultate.

Moje iskustvo bazirano na višegodišnjem radu u oružanom sukobu na tlu bivše Jugoslavije i navedeni rezultati daju mi za pravo da spoljni fiksator smatram apsolutnom indikacijom za stabilizaciju

koštanih fragmenata kod povrede nanesene vatrenim oružjem, poslije primarne hirurške obrade ratne rane.

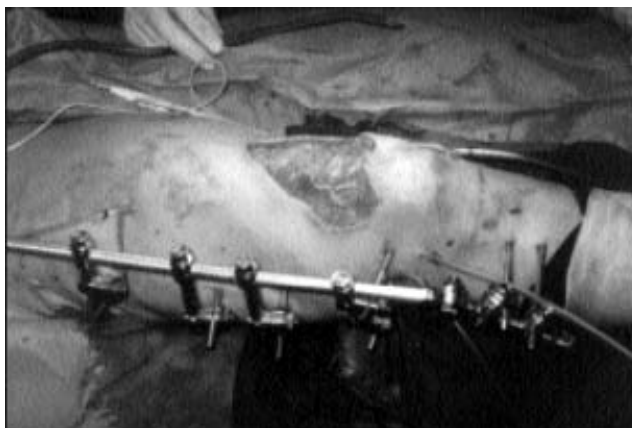
1. EKSTENZIJE

Poslije primarne obrade rane i zbrinjavanja mekih tkiva, potrebno je stabilizovati koštane fragmente. Najjednostavniji način stabilizacije je skeletna trakcija kojom se vrši repozicija i djelimična imobilizacija fragmenata. Ovo liječenje može da bude privremeno i definitivno. Njome se održava potreban položaj fragmenata od incijalnog, a nekad i do potpunog srastanja kosti. Ona može biti direktna (osalna) i indirektna (kutana). Ekstenzijom se neutrališe dejstvo sile koje uzrokuje tonus mišića. Najčešće upotrebljavane ekstenzije: Baumanova vertikalna ekstenzija za humerus, suprakondilarna ekstenzija femura za proksimalne frakture femura, ekstenzija kroz tuberozitas tibije za frakturu distalnog femura i ekstenzija kroz kalkaneus kod povrede potkoljenice. Bez obzira na njenu jednostavnost i brzo stvaranje kalusa

Tabela 2.

Povrijeđeni ekstremitet	Broj povrijeđenih	Primena i stabilizacija izvrićama spoljnim fikstornim		Primena i stabilizacija izvrićama sa (Kamčevom, ekstenzijom, gipsom)	
		broj	procent	broj	procent
Natkoljenica	590	509	86,27%	81	13,73%
Potkoljenica	695	589	84,75%	106	15,25%
Stopalo	126	5	3,97%	121	96,03%
Nadlaktica	388	297	76,55%	91	23,45%
Podlaktica	255	159	62,35%	96	37,65%
Šaka	141	14	9,93%	127	90,07%
UKUPNO	2195	1573	71,66%	622	28,34%

Sl. 14



dodatno osiguranje mjesta preloma koji je u fazi sanacije; radi prevencije refrakture, angulacije ekstremiteta. Najčešće upotrebljavani funkcionalni gipsovi: coldwell viseći gips, Mooney natkoljeni funkcionalni gips, Delbetov, Sarmientov potkoljeni funkcionalni gips. Po skidanju spoljnog fiksatara zastupljenost liječenja funkcionalnim gipsom bila je preko 90%.

Gips sa inkorporiranim Steinmannovim klinovima sa prozorom napravljen na mjestu ratne rane ima veliku mogućnost komplikacije: gips se natopi krvlju i aseptičkim sredstvima, raskvašen gips je nestabilan, nemoguće je održavati čistu ranu i stabilnost koštanih fragmenata. spoljni fiksatori potiskuju trakciju u liječenju strelnih preloma. Negativne strane trakcije: otežan pristup rani,

vezanost bolesnika za krevet i povećan rizik od dekubitusa, loše sanacije, pneumonije, urinarne kalkuloze, tromboembolije, povećan rad medicinskog osoblja.

2. GIPSANA IMOBILIZACIJA

Gips, kao sredstvo za imobilizaciju povrijeđenog ekstremiteta, poslije primarne obrade ratne rane gubi konkurentnost u odnosu na spoljnu fiksaciju. Nedostaci su u teškoj repoziciji i retenciji koštanih fragmenata, loš pristup rani i teško održavanje sterilnosti rane, nemogućnost brze mobilnosti susjednih zglobova i povećana potrošnja sanitetskog materijala i hirurške ekipe. (Sl. 13) U ovom ratu kako sam sticao iskustvo, tako sam prednost davao stabilizaciji spoljnim fiksatorima. U periodu od 15. juni 1995. do 1. decembra 1995. godine, kada se dešavaju velike vojne operacije, od povrijeđenih 311 zastupljenost stabilizacije koštanih fragmenata spoljnom fiksacijom bila je u 286 (92%), ekstenzije u 3 (1%), a gipsana imobilizacija u 22 (7%) slučaja.

Funkcionalni gipsovi imaju veliku zastupljenost u liječenju povrijeđenih ekstremiteta, a koriste se po skidanju spoljnog fiksatora. Postavljaju se kao

3. SPOLJNI FIKSATORI

Spoljni fiksator je aparat koji se koristi u koštanoj hirurgiji, ratnoj i mirnodopskoj traumi, a služi za fiksaciju fragmenata kosti pomoću igala, klinova koji prolaze kroz dijelove skeleta, a spolja se pričvršćuju za konstrukciju spoljnog fiksatora. Ova terapijska metoda sa spoljnim fiksatorom naziva se spoljna fiksacija. Njome se stabilizuju i održavaju fragmenti povrijeđene kosti u željenom položaju. Fiksatorom možemo da postizemo kod koštanih fragmenata: neutralizaciju, kompresiju, dinamizaciju, distrakciju, angulaciju, rotaciju, osteotaxis, ligamentotaxis, elastičnu fiksaciju.

Prema biomehanici, tehničkim mogućnostima, geometrijskoj konfiguraciji i načinu postavljanja rama spoljnog fiksatora razlikujemo: unilateralan, bilateralan, V-ram, kvadrilateralan, triangularan, semicircularan, circularan, unilateralan sa konvergentnim klinovima.

3.1. Indikacija za spoljnu fiksaciju

Indikacije za spoljnu fiksaciju su specifične. Svaki problem mora se individualizovati i poznavati dovoljno dobro i druge konvencionalne, dugo testirane metode, da se na najbolji način riješi problem.

Spoljna fiksacija koristi se prvenstveno za stabilizaciju otvorenih fraktura nastalih u mirnodopskoj traumi (Gustilo II i III), strelnih preloma u primarnoj hirurgiji, ali takođe predstavlja metodu za definitivnu stabilizaciju u liječenju ratne rane. Prednost u odnosu na druge metode dolazi do izražaja posebno kod strelnih preloma udruženih sa teškim oštećenjem kostiju i mekih tkiva. Popović Z. i saradnici(67) izvještavaju da je u posljednjem ratu spoljna fiksacija u fazi primarne hirurgije iznosila 54,5% kod strelnih preloma različite lokalizacije, a kao metoda definitivnog liječenja u samo 46,1 % slučajeva. Najčešća primjena bila je kod humerusa (66,7%), a rjeđe kod strelnih preloma stopala (10,4%).(67)

Zastupljenost spoljne fiksacije u primarnoj hirurgiji na Ortopedsko-traumatološkoj klinici Banja Luka u zadnjem ratu bila je: potkoljenica 589 (84,75%), natkoljenica 509 (6,27), nadlaktica 297 (76,55%), podlaktica 159 (62,35%), šaka i ručni zglob 14 (9,93%) i stopalo 5 (3,97%). (Tabela 2.)

Prihvaćene, apsolutne indikacije za spoljnu fiksaciju su:

1. zbrinjavanje koštanih fragmenata nanesenih vatrenim oružjem I i II stepena,
2. prelomi II, III po Gustilu,
3. prelomi koji zahtijevaju kasnije rekonstruktivne zahvate na koži,
4. prelomi koji zahtijevaju distrakciju, neutralizaciju, koštanih fragmenata, povezani sa značajnim gubitkom (defektom) koštanog tkiva,
5. kod parnih kostiju ekstremiteta kod kojih je važno održavanje jednake dužine parnih kostiju; radius i ulna,

6. prelomi udruženi sa opekotinama i gubitkom kože, inficirani ili nezarasli prelomi, artrodeza.

Relativno moguće indikacije su:

- ratna rana I stepena ako je $F=1$,
- frakture pelvisa sa dislokacijom,
- fiksacija fragmenata poslije radikalne resekcije tumora, sa zamjenom autogrefona ili heterografta,
- osteotomija kod djece, spoljna fiksacija eliminiše neophodnost kasnijeg uklanjanja unutrašnjeg osteosintetskog materijala,
- prelomi udruženi sa vaskularnim i nervnim reparacijama ili rekonstrukcijama,
- stabilizacija segmentalnih zatvorenih preloma,

7. korekcija kongenitalnih anomalija,

8. pojačana stabilizacija koštanih fragmenata, tamo gdje je već postavljen šraf, žica, a nije se postigla adekvatna stabilizacija,

9. ligamentotaxis, kod intraartikularnih kominutivnih preloma, gdje se tegljenjem za klin ligamentarnih i kapsularnih struktura uradi repozicija i stabilizacija fragmenata; ovaj koncept pogodan je kod fraktura distalnog radijusa, gdje se obično i danas koristi gips,

10. stabilizacija preloma, kod politraumatizovanih bolesnika, koji zahtijevaju čest transport radi dijagnostičkih testova,

11. prelomi potkoljenice u distalnoj trećini, ako gipsana imobilizacija ne zadovoljava,

12. transpedikularna stabilizacija kičme kod ratne rane.

Spoljne fiksacije kod strelnih preloma daju dobar pristup povrijeđenim mekim tkivima za njegu, kontrolu i reeksciziju ratne rane. (Sl. 14) Lak pristup za postavljanje primarnog odložnog ili sekundarnog šava ili pokrivanjem nekom od metoda plastične hirurgije. Svi zahvati se obave bez potrebe da se spoljni fiksator skida, sa očuvanom stabilnosti koštanih fragmenata i dužine ekstremiteta. Nije potreban duži period za rad sa spoljnim fiksatorom, komforan je za bolesnika, lako se i brzo postavlja. Meka tkiva su manje ledirana, rehabilitacija je kompletnija, brža.

Njegovi nedostaci su jatrogene lezije terminalnih krvnih žila i nerava, svakodnevna njega oko klinova -žica, velika učestalost mekotkivnih infekcija oko klinova i do 80%(70, 83, 93) a osteomielitis oko klinova može se manifestovati i do 11%, 8%.(69, 70, 72) odložno zarastanje 6 - Nekorektno postavljeni klinovi -žica uzrokuju zglobne kontrakture.

Od 1573 postavljena spoljna fiksatora poslije primarne obrade ratne rane na Ortopedskoj klinici Banja Luka imali smo komplikacije: infekcije oko klinova 172 (10,92%), lom klina 3 (0,19%), premontiranje fiksatora 42 (2,66%), vaskularne jatrogene lezije nanese bušilicom ili klinom 6 (0,38%), neurološke 4 (0,25%). Infekcije muskulokutanog tkiva, znakove akutnog osteomielita, gdje smo radili reekscizije (reintervencije) u 204 ranjenih od 2462 primarno obrađena ranjenika. I pored preduzete hirurške, medikamentozne terapije hronični osteomielitis imamo kod 72 (2,92) ranjena, koji je zastupljen po kostima: humerus 7, radius 4, ulne 5, femur 21, tibia 31, kalkaneus 3, metatarsalna kost 1. (Dr Jakovljević, 1998) Bakterije dobivene bakteriološkom obradom zastupljene su: Staphylococcus aureus 51,38%, Pseudomonas spp. 13,82%, Pseudomonas aereginosa 12,50%, Entereobacter 5,50%, Others 8, 40, Mixed inections 8, 40%. Gangrena gaseosa imali su 5 ranjenih (0, 25%).

Poslije primarne obrade ratne rane jedan broj ranjenih nastavio svoje liječenje u Jugoslaviji, Federaciji ili zemljama trećeg svijeta, tako da nam podaci o daljem toku liječenja nisu dostupni. Ukoliko bismo nekad i dobili te podatke, oni bi vjerovatno neznatno uticali na konačne rezultate, modifikovali bi ih, ali ne u značajnoj mjeri. Zato gore navedene rezultate treba uzeti s određenom dozom rezerve.

3.2. Biomehanika spoljnog fiksatora

Pod pojmom biomehanike u ortopediji i traumatologiji lokomotornog sistema podrazumijeva se proučavanje fizičkih svojstava kosti, mišića, hrskavica, fascija, tetiva i zglobova u fiziološkom i patološkom stanju. Najčešće upotrebljavani termin u biomehaničkom ispitivanju je: rigidnost i krutost aparata za fiksirane fragmente kosti. Ovi izrazi češće se izražavaju na problemu biomehanike spoljne fiksacije. Pod pojmom biomehaničke krutosti obično se podrazumijeva otpornost fiksirane kosti na dejstvo tri različite sile:

- aksijalne; kompresija i distrakcija,
- savijanje; anteroposteriorno i lateromedialno,
- torziona.

Pod pojmom biomehanička rigidnost podrazumijevamo otpornost (rigidnost) fiksacijomog materijala na stabilnost fragmenata polomljene kosti. Rigidnost zavisi od tipa preloma i stepena repozicije fragmenata.

U nastojanju da se dejstvo ovih sila održi u dozvoljenoj granici, služimo se osteosintetskim materijalima. Da bi se postigla zadovoljavajuća osteosinteza AO metoda primjenjuju se dva principa:

1. Princip interfragmentarne kompresije koji može biti statički i dinamički.

a) Statička interfragmentarna kompresija postiže se prenapregnutim AO dinamičkim pločama i priteznim šrafovim.

b) Dinamička kompresija koristi određene sile distrakcije implantata a slomljena kost sile kompresije, koje se kod normalne upotrebe ekstremiteta javljaju na mjestu preloma. Npr. zuggurtung kod poprečnog preloma patele.

2. Princip stabilizacije medularnim klinom (schiengung) ne dovodi u većini slučajeva do apsolutne stabilnosti fragmenata. Zarastanje kosti u području dijafize u većini slučajeva je sekundarno. Stabilnost se povećava proširenjem medularnog kanala i odabiranjem adekvatnog medularnog klina.

Biomehanička krutost pri radu sa spoljnim fiksatorom postiže se montažama rama spoljnog fiksatora. Anteroposteriorna nestabilnost najveća je pri montiranju, unilateralnoj i bilateralnoj montaži klinova, dok je latero-lateralna stabilnost iznad optimalne. Krutost je velika kod triangularnih i semicirkularnih spoljnih fiksatora.(35, 39, 48, 57)

Rigidnost spoljne fiksacije ne zavisi samo od tipa montaže, već i od:

1. tipa preloma, (Rigidnost je veća kod poprečnih, dobro reponiranih, nego kod kominutivnih, nereponiranih preloma),
2. broja klinova,
3. kontakta između kosti i klina,
4. odstojanja između kosti i rama,
5. načina grupisanja klinova i mjesta postavljanja...

V -POZNE KOMPLIKACIJE OTVORENIH PRELOMA

Liječenje bolesnika s prelomom ekstremiteta predstavlja složen problem liječenja s neizvjesnim ishodom i dužinom liječenja. Kao što je svaka povrijeđena osoba posebna, jedinstvena individua, tako i svaki prelom kosti ima svoja posebna specifična svojstva, čineći je posebnim entitetom. Zarastanje zavisi od opšteg stanja povrijeđenog, oblika vrste i lokalizacije preloma, doba i pola povrijeđenog, biološkog potencijala tkiva... Po svojoj složenosti izdvajaju se komplikacije preloma dugih kostiju, koji se karakterišu povećanom zonom traumatizacije mekih tkiva, sa narušenom mikrocirkulacijom i smanjenom vitalnošću mekog i koštanog tkiva. Način liječenja ima presudnu ulogu u krajnjem ishodu, što može u većem stepenu smanjiti morbiditet, mortalitet i trajnu nesposobnost. Greške mogu proisteći od prve pomoći do kliničkog liječenja i hirurrg mora imati stalno aktivan stav. Najznačajnije komplikacije otvorenih preloma su:

- odložna sanacija i pseudoartroze,
- osteomijelitis,
- loše sanacije,
- zglobne kontrakture.

1. ODLOŽNO -USPORENO ZARASTANJE

Usporeno (produžno, odložno) zarastanje je stanje u zarastanju preloma u kojem prelom nije zarastao u običajeno očekivanom periodu za datu frakturu i kost tretiranu datom metodom za pacijenta.

Sl.15.



Sl. 15.

Proces sanacije nije zaustavljen, ali ne napreduje prosječnim vremenom potrebnim za prelom na određenoj lokalizaciji. Kod usporenog zarastanja vremenski momenat je pogođen -duže vrijeme zarasta, ali ipak zaraste. Na to utiču: vrsta i mjesto preloma, stanje krvotoka, konstitucija organizma, starost i kondicija osobe, repozicija i stabilizacija koštanih fragmenata, stalna distrakcija, veličina povrede mekih tkiva. Obično je dozvoljena duža imobilizacija za dupli vremenski period. Veličina i količina kalusa zavisi od veličine dislokacije i nestabilnosti koštanih fragmenata. Usporeno zarastanje kosti može nastupiti kada se jedan ili oba elementa poremete:

Sl.16.



Sl. 16.

a) kada je pri traumi došlo do oštećenja vaskularizacije na mjestu preloma,

b) smanjeni mehanički uslovi stabilnosti koštanih fragmenata.

Veoma je bitno izabrati metodu liječenja preloma koja obezbjeđuje dovoljnu stabilnost preloma i omogućuje ranu mobilnost, oslonac. Utvrđeno je da većina bolesnika s usporenim zarastanjem nije imala, između ostalog, mobilnost ekstremiteta, odnosno oslonac. Obično su hodali bez oslonca. Većina autora smatra da u ovoj fazi nije potrebno hirurško liječenje, dok se ne iscrpe sve mogućnosti stimulacije osteogeneze.(45, 56, 76) Stimulacija osteogeneze kod usporenog zarastanja može se postići:

1. Biokompresijom, ukoliko je stabilizacija koštanih fragmenata spoljnim fiksatorom,
2. Funkcionalnim gipsom kojim se uspostavljaju aksijalni mikropokreti,
3. Stimulacijom hodanja sa punim osloncem na povrijeđenu nogu,
4. Elektrostimulacijom.

Idealna rigidnost potrebna za optimalno koštano zarastanje za sada je nepoznata. Mikropokreti od 0,5 do 1 mm poboljšavaju mineralizaciju i krutost preloma, dok mikropokreti veći od 1 mm vode ka usporenom zarastanju (delayd union) i nezarastanju (non union), odnosno pseudoartrozi.

Pojava usporenog zarastanja može se utvrditi rendgenografijom i manualnim testiranjem čvrstine kalusa. Klinički postoji umjerena bolna osjetljivost na manualne testove; savijanje, oslonac...

Osnovna radiološka karakteristika usporenog zarastanja je nedostatak znakova za pseudoartrozu, ali i za zarastanje preloma.

2. PSEUDOARTROZE

Opšte prihvaćen stav je da nezarastanje preloma označava proces u cijeljenju frakture kad je biološki proces cijeljenja prestao. Ako do sanacije nije došlo 6 mjeseci nakon povrede i nije postignuto primarno niti sekundarno koštano srastanje, a sanacija se ne očekuje bez dodatnih hirurških procedura: osteoplastika, reosteosinteza...(26, 37, 69, 70, 73) Hirurška terapijska intervencija u ovim slučajevima neophodna je da bi se postiglo srastanje kosti.

Kontrolisana ili ograničena nestabilnost može dovesti do porasta formiranja kalusa. Nekontrolisana ili prevelika nestabilnost može odložiti ili narušiti solidno zarastanje kosti. Stabilnost ili nestabilnost koštanih fragmenata spoljnim fiksatorom zavisi od: čvrstoće korištenog rama, mehaničkog kvaliteta klinova, držača klinova, distance klina -kosti. Sama konfiguracija spoljnog fiksatora (unilateralan, bilateralan, triangularan...) utiče na stabilnost koštanih fragmenata. AO škola Behrens i sar. (1983/1989) poredi unilateralan i bileralan ram i zaključuje da je mala razlika u nastajanju pseudoartrose kod stabilizacije unilateralnim ili bilateralnim fiksatorom. Kod sagitalnog savijanja konfiguracija bilateralnog rama je slabija, dok su bileralni u dvije ravni mehanički efektivniji.

Pod izrazom pseudoartroza podrazumijevamo određenu formu nezarastanja kosti unutar određenog vremena (cjevasta kost 6 -8 mjeseci), gdje su krajevi kosti sklerotični, mogu biti i demineralizovani, a medularni kanal zatvoren. Između takvih fragmenata jasno je vidljiva pukotina sa svim elementima zgloba; zglobnom kapsulom, sinovijalnom tečnošću, te deformisanim zglobnim površinama pokrivenim fibrokartilaginoznom hrskavicom. Proces saniranja preloma kosti definitivno je spriječen. Svi procesi koji imaju tendenciju zarastanja preloma definitivno su zaustavljeni. Klinički imamo bezbolnu patološku pokretljivost na mjestu preloma, deformitet i skraćenje ekstremiteta, kontrakturu susjednih zglobova. Na mjestu preloma jasna je pukotina, većeg ili manjeg defekta, ispunjena vezivnohrskavičnim tkivom, sinovijalnom tekućinom.

Najčešći lokalni faktori koji utiču na nastajanje pseudoartroze su:

1. loš položaj koštanih fragmenata,

čine i do 67% invalidnosti među bolesnicima s povredom lokomotornog sistema, pri čemu je njih 79, 80) 40% komplikovano osteomijelitisom.(70, Različite rezultate u zavisnosti od povrijeđene kosti u mirnodopskoj traume imaju nesrasli prelomi i pseudoartroze koji se kreću od 2,5% do 60%.(23, 34, 46, 57, 69, 70, 71, 73, 81)

U ovom ratu na Ortopedsko-traumatološkoj klinici u Banjoj Luci poslije primarne obrade ratne rane kod 2462 ranjena, bilo je potrebno stabilizovati koštane fragmente kod 2195 (89, 23%). Od toga kod 2043 (92, 43%) radilo se o kominutivnim prelomima sa ili bez koštanog defekta.

Sl.17.



Sl. 17.

2.1.

2. interpozicija mekih tkiva među koštane fragmente

Klasifikacija

pseudoartroza

neadekvatna i nedovoljno duga imobilizacija,

dozvoljen hod uz pomoć potpazušnih štaka

Judet dijeli bez oslonca na povrijeđenu nogu, nema pozitivne pseudoartroze presije fragmenata koji pospiješuju stvaranje na hipertrokalusa, fične i

5. fiksacioni materijal koji je biološki i elekatrofične, atrostatski inaktivan u odnosu na kost - usporava Ilizarov na sanaciju, čvrste i labave.

6. infekcija.

Čvrsto nes

7. Pri otvorenim krvavim repozicijama koštanih rastanje odgofragmenata, postoji mogućnost unošenja infekcije, vara hipertrodeperiostiranje (oštećuje se cirkulacija), uslovljava fičnom nesras- usporavanje stvaranja kalusa i pogoduje stvaranju tanju; obično pseudoartroze. Ako se pri tome ne uradi adekvatpostoji bol u na stabilizacija mogućnosti stvaranja pokretu nespseudoartrose su veće. raslog dijela i

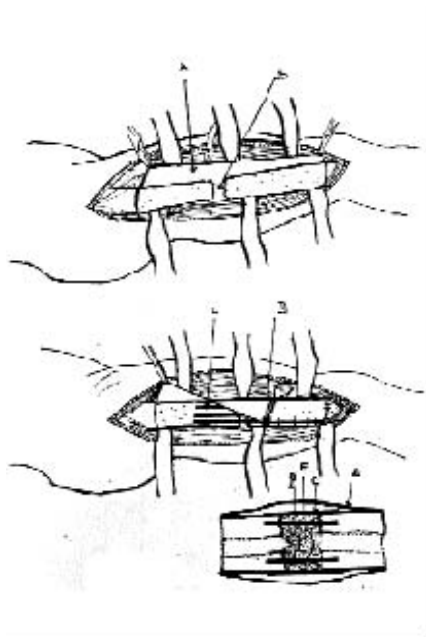
Najčešći opšti faktori koji utiču na nastajanje osjećaja otpora pseudoartroze su:

ka manualnoj 1. dob povrijeđenog, deformaciji na mjestu preloma 2. metabolitički poremećaji, 3. opšte cirkulatorne smetnje,. Rendgenogrami čvrstog nesrastanja pokazuju 4. hronične bolesti.

proliferativni kalus koji raste izvan fragmenata s Učestalost pseudoartroza u mirnodopskoj trau obje strane frakturne linije. mi kreće se od 2, 5% do 10%, a kod otvorenih

Labava nesrastanja lako se pokreću tokom preloma potkoljenice tipa III i do 60%.(23, 76, 78, 90) ručnog ispitivanja mjesta frakture. Pacijent obično Nesrasli prelomi i pseudoartroze u ratnoj hirurgiji

Shema4.



Shema 4.

ima malo ili nema nimalo bola. Na rendgenogramima mjesto frakture može pokazati obrise koji su povezani sa atrofičnim nesrastanjem -nema prisustva kalusne formacije.

2.1.1. Hipervaskularne pseudoartroze

Pseudoartroza se može radiografski i morfološki klasifikovati na osnovu snabdijevanja krvlju krajeva fragmenata nezarasle frakture na biološki vrijedno (živo) i biološki bezvrijedno (mrtvo) mjesto frakture (Weber i cech, 1973).

Hipervaskularne (vitalne), (Sl. 15) sposobne za biološku reakciju, osteoplastika nije neophodna ali je potrebno obezbijediti samo mir fragmenata. Karakteristika ovih pseudoartroza je da su krajevi fragmenata dobro vaskularizovani!

Žive, biološki vrijedne pseudoartroze su:

a) Hipertrofična pseudoartroza -"slonovsko stopalo", karakteriše se hipertrofičnim obilnim kalusom, koji se u 90 % slučajeva javlja kao posljedica nedovoljne koštane stabilizacije ili preranog oslonca, najčešće nakon konzervativnog liječenja. Hipertrofična pseudoartroza ima značajnu koštanu regeneraciju i adekvatnu vaskularizaciju.

b) Hipotrofične pseudoartroze -"konjsko kopito", oskudnijeg su kalusa (s minimalnom koštanom regeneracijom), uz moguću malu sklerozu koštanih fragmenata, koji su dobro vaskularizovani. Javlja se kod umjereno nestabilnih preloma stabilizovanim AO pločama, šrafima...

c) Oligotrofična pseudoartroza -javlja se nakon neadekvatne repozicije, zaostajanja malih fragmenata i neadekvatne unutrašnje fiksacije. Bez koštane regeneracije, krajevi fragmenta su zaobljeni, resorbovani, retrahovani, ali je vaskularizacija dobra. Radiografski nedostaju kalus i hipertrofija okrajaka. Ona se često klasifikuje u atrofične pseudoartroze. (Sl. 16)

Scintigrafska mjerenja ukazuju da je biološka aktivnost veoma dobra i povišena u odnosu na zdrav ekstremitet kod hipervaskularnih pseudoartroza. Pojačane sklerotične naslage na krajevima kosti dobar su znak prokrvljenosti, a hipertrofičan kalus je reakcija na nestabilnost kao uzroka nezarastanja. Apsolutni mir među fragmentima nije moguće obezbijediti konzervativnim tretmanom, a time i primarno zarastanje, bez radiološki vidljivog kalusa. Anatomskom repozicijom fragmenata postiže se intimni kontakt među njima, a povećava uvođenjem kompresije. Ovim se postiže impakcija koštanih fragmenata, koštani kontinuitet i uspostavlja direktan transfer sila, sa fragmenta na fragment a ne preko osteosintetskog materijala. Ovim se prevenira lomu

osteosintetskog materijala, pseudoartroza ili razlabavljenju. Ovakav način zarastanja prvi je opisao Danis 1949. godine, a potvrđen je kasnije od Schenka, Willeneggera i drugih autora.

Sekundarno zarastanje stimulirano je relativnim pokretima na krajevima koštanih fragmenata koje se omogućuje gipsanom imobilizacijom, ekstenzijom ili spoljnom fiksacijom. Prisutne frakturne pukotine uslovljava zarastanje putem periostalnog premoštavajućeg kalusa. (Sl. 17)

Nakon uspostavljanja stabilne fiksacije kod hipertrofičnih pseudoartroza, fuzija koštanih fragmenata obezbjeđuje se veoma brzo sa hondralnom i dezmalnom osifikacijom.

Neosteogeno, djelimično osteogeno mjesto treba da se putem dekortikacije i osvježavanja ivice rane, prvo transformiše u visoko osteogeno područje. Dekortikacija se pravi tankim i oštrim dlijetom širine od 0,5 do 2 cm kojim se skidaju kortikalne lamele tako da ostaju u čvrstoj vezi sa periostim i mekim tkivom preko koga se ishranjuju. Može obuhvatati 2/3 korteksa i do 10 cm dužine fragmenta kosti, što zavisi od tipa pseudoartroze i anatomije kosti. Novoformirani živi koštani omatač stvara fiksacijski kalus brзом osifikacijom sa ili bez spongioznog autotransplantata. Dekortikaciju je prvi opisao Dunne (1933), a braća Judet (1965) eksperimentalno su dokazali biološki značaj stimulacije zarastanja.

Iz iskustva, rješavanjem hipervaskularnih pseudoartroza, najbolje rezultate sam postizao kompresivno distrakcionom metodom, dekortikacijom parcijalnom ili kompletnom.

Korišćenje autotransplantata i resekcija hrskavično-vezivnog tkiva kod hipertrofičnih pseudoartroza obično je nepotrebna. Stabilna fiksacija postiže se ektrafokalnim uvođenjem igala ili klinova fiksatora, a konstrukcija rama: (triangularan, kvadriangularan, semicirkularan) omogućuje u prostoru korekciju defor slučajeva postavljenje spoljnog fiksatora i rješavanje problema radi se u jednom aktu, a u komplikovanijim postepeno nakon operacije. Postizanjem adekvatne stabilizacije, pun oslonac dozvoljen je odmah, kao i razgibavanje zglobova, a koštana konsolidacija uspostavlja se za 1,5 -3 -5 mjeseci.

Sl.18.



sl. 18.

2.1.2. Avaskularne pseudoartroze

Avaskularne, inertne, avitalne pseudoartroze nesposobne su za konsolidaciju jer sa biološkog gledišta nisu obezbijeđeni ni odgovarajući uslovi za sanaciju. Kako se za hipervaskularne pseudoartroze učestalost i geneza veže za konzervativno liječenje, za avaskularne pseudoartroze u prvom redu je rješavanje preloma internim fiksacijama, pločama. To je i razumljivo, ako na težinu primarne traume, dođe i arteficialna trauma (incizija, deperiostiranje, osteosintetski materijal, infekcija), biološki se ne stvore uslovi za sanaciju. Dije se na:

- a) Klinasto-torzione pseudoartroze -koje se karakterišu prisustvom intermedijarnog fragmenta, koji je obično prirastao za jedan glavni fragment, ali ne za drugi. Vaskularizacija je redukovana ili potpuno odsutna.
- b) Kominutivne pseudoartroze -karakterišu se prisustvom više intermedijarnih fragmenata koji su nekrotični, bez prisustva znakova sanacije. Vaskularizacija nije prisutna.
- c) Defektne pseudoartroze -karakterišu se gubitkom fragmenata dijafize. Okrajci su vitalni, koji vremenom postaju atrofični. Koštani defekt ne dozvoljava zarastanja.
- d) Atrofične, mrtve pseudoartroze -nastaju kada su intermedijarni fragmenti nestali a meka tkiva izgube osteogeni potencijal. Koštani fragmenti postaju osteoporotični i atrofični.

Pseudoartroza je apsolutna indikacija za liječenje!

Liječenje avaskularne pseudoartroze duge kosti uslovljavaju: tip pseudoartroze, veličina koštanog defekta, atrofija kosti, kontraktura susjednih zglobova, defekt kože i mekih tkiva, nemogućnost obezbjeđenja stabilne fiksacije (pseudoartroza blizu zgloba), infekcija...

U zadnjoj deceniji pri liječenju pseudoartroza unutrašnja stabilizacija ekstremiteta gubi primat pred spoljanim fiksatorom, tako da je jedina dilema izbor tipa fiksatora. Spoljni fiksator obezbjeđuje anatomsku rekonstrukciju, korekciju i rješavanje deformiteta, ektrafokalnu stabilizaciju, dozirano opterećenje, ranu mobilnost ekstremiteta i zglobova.

Ako se radi o pseudoartrozama duge kosti s većim defektom preko 5cm, avaskularnim fragmentima, praćenih defektom mekih tkiva, kompresivno distrakciona metoda je metoda izbora jer se postiže:

- stabilizacija sa fiziološkom dužinom ekstremiteta i rješavanjem pseudoartroze vanjskim transportom kod defekta mekog tkiva,
- stabilizacija sa fiziološkom dužinom ekstremiteta i rješavanjem pseudoartroze unutrašnjim transportom, ako je očuvano meko tkivo.
- temporernim skraćanjem ekstremiteta (resekcijom avitalnih okrajaka fragmenata), omogućuje dobar kontakt, a kortikotomijom i distrakcijom postiže se egalizacija i sanacija pseudoartroze ekstremiteta.

U zavisnosti od veličine i rizika za stabilnost zbog koštanog gubitka, defekt treba ispuniti osteogenetskom supstancom. Defekti do 5 -6 cm mogu se rješavati popunjavanjem spongoznim, kortikospongoznim autotransplantatom.

Prvo se pseudoartroza i kost oslobode, pa se otvori periost (a) i ogrtač pseudoartroze uzdužno. Periost i ogrtač se isprepariraju uzdužno u obliku režnja s jedne strane i kalus pseudoartroze se osteotomom poravna (b). Potom se na deperiostarnu kost postavlja koštani autotransplantat, koji se pokrije i fiksira režnjem periostata. (Shema 4) Autotransplantat čine spongiozni ilijačni kalemovi, debljine do 2 mm, koji moraju biti dovoljno dugi da premoštavaju koštani defekt(c). Postavljaju se u obliku palisada u pseudoartrotično žarište, uz dekortikaciju fragmenata. Brzo odgovara na mehaničke stresove, ne izaziva imunološki odgovor i brzo dostiže veličinu i jačinu segmenta gdje je implantiran.

Ovu metodu opisao je Phemister 1947 godine i on nije pridavao važnije značenje imobilizaciji fragmenata, niti osteosintezi kod radiološki registrovane sklerozacije i zatvaranja medularnog kanala zbog interpozituma, potrebno je izvršiti bušenje pseudoartrotičnog mjesta po Becku, tj. otvoriti medularni kanal longitudinalnim drilom. Foraćom se potpomaže vaskularizacija pseudoar -

trotične zone i omogućava aktivnost osteoblasta. Neki autori preporučuju da se uradi parafokalna osteotomija 5 cm distalno i proksimalno, subperiostalno od pseudoartrotičnog žarišta. Oni vrše stimulaciju osteogeneze, na osnovu osteoinduktivnih i osteokonduktivnih svojstava.

Metoda Dieffenbacka-becku indicovana je, ako između koštanih fragmenata nije interponirano meko fibrozno tkivo, već je međufragmentarni prostor slobodan. Metoda se sastoji u višestrukom bušenju obje kosti u međufragmentarnom prostoru da borer ili igla prolazi kroz medularni kanal obje kosti. Potrebno je izvesti ovakve perforacije na oko 25 -30 mjesta:

a) transkutano i to uvođenjem igle ili borera koso kroz kožu, kost i pseudoartrozu, b) otvorenom metodom, gdje su meki dijelovi do kosti i pseudoartroze otvoreni.

Na taj način će biti uneseno koštano tkivo u međufragmentarni prostor kao autotransplantant i stimulisati zarastanje kosti.

Kirschnerovom metodom se pseudoartroza oslobodi od mekog tkiva. Dlijetom se uzduž iveriše proksimalni i distalni dio kosti od same pseudoartroze na više mjesta rascjepkavajući istu, premoštavajući defekt.

Lexerova metoda resekcije pseudoartroze i transplantacije koštanog kalema je indicovana kada je između fragmenata interponirano fibrozno (ožiljno) tkivo, sa dislokacijom i koštanim defektom.

Pseudoartroza se resekira u zdravu kost:

- an blok, ili
- pseudoartroza se razdvoji: svi ožiljni elementi uklone, a vrhovi kosti resekiraju u zdravo koštano tkivo, gdje mora da bude otvoren medularni kanal.

Ako se fragmenti mogu približiti treba ih stabilizovati: AO -pločom, Kuncherovim klinom, stepenastom resekcijom kosti... Ako su koštani fragmenti udaljeni tada koštani defekt treba popuniti transplantantom koji se za proksimalni i distalni fragment kosti može fiksirati na različite načine.

Autotransplantati se danas ne koriste za mehaničku stabilnost, jer se fragmenti stabilizuju unutrašnjom ili spoljnom fiksacijom.

VI -KOŠTANI DEFEKT

Pod defektom se podrazumijeva gubitak koštanog tkiva u pravcu njegovog pružanja. (Sl. 18) Funkcija ekstremiteta nije oštećena samo prilikom dijafiziranog defekta, defekta cijele cirkumferencije kosti, nego i pri značajnim defektima okrajka, pošto se i tada narušava stabilnost kosti. Defekti kod strelnih preloma nastaju kao posljedica odstranjenja slobodnih koštanih fragmenata i resekcijom devitalizovanih fragmenata kosti u primarnoj hirurškoj obradi ili naknadnim u sekundarnoj obradi.

1. ISTORIJAT LIJEČENJA KOŠTANOG DEFEKTA

Spontano ispunjavanje koštanih šupljina i premoštavanje velikih defekata dugih cjevastih kostiju kod ljudi, ne očekuje se, bez obzira na to da li su defekti nastali: traumom, posttraumatskom pseudoartrozom, ekscizijom benignih ili malignih tumora, nedovoljnim operacijama produžetka kosti ili poslije primarne hirurške obrade ratne rane sa djelimičnim ili potpunim koštanim defektom. U svim ovim slučajevima, porast potražnje za koštanim graftovima u rekonstruktivnoj hirurhiji (spasavanja ekstremiteta) je velik. Transplantacija autogene kosti danas je svakodnevni operativni zahvat. Obično se izvodi u kombinaciji sa stabilnom unutrašnjom ili spoljnom fiksacijom koštanih fragmenata.

Kroz istoriju razvoja medicine mijenjala su se shvatanja i iskustva o koštanoj konsolidaciji slomljene kosti ili nadoknadi koštanog defekta.

Hipokrat (Sl. 4) smatrao je da kalus nastaje od koštane moždine, a Galen da se koštani fragmenti sljepljuju koštanom tekućinom, ukrućivanjem.(12, 15)

Holandanin, Antonius de Heyde, svojim eksperimentalnim radovima na žabama, dao je prva značajna zapažanja o stvaranju kalusa na mjestu preloma i hematoma koji ga okružuje.(15, 17)

Holandski hirurg Job Van Meekeren 1668. opisao je prvu proceduru primjene koštanog kalema uzetog sa lobanje psa koja je poslužila u reparaciji defekta lobanje vojnika. Kalem je prihvaćen, a crkva je prema tom postupku zauzela krajnje negativan stav.(15, 17)

Antoni Van Leeuwenhoek 1674. iznosi opis koštane strukture kosti, pa mnogi smatraju da od tada datira ideja o koštanim transplantatima.(8)

Dubamel svojim radovima iz 1740 smatra da kalus nastaje od koštane moždine i periosta, a Dupuytren razlikuje primarni kalus od definitivnog.(9)

Virchow 1858. tvrdi da u koštanoj reparaciji učestvuju sva tkiva; kost sa periostom, pri čemu uviđa značaj stratum osteogenum subperiostale.(8, 9)

Frenchman Ollier 1867. u eksperimentima sa zečevima i mladim psima dokazao je da su autogrefoni vitalni, da u pogodnoj sredini mogu preživjeti i nastaviti rast. On propagira teoriju o osteblastima tvrdeći da transplantisane koštane ćelije aktivno doprinose regeneraciji kosti. Demonstrirao je formiranje nove kosti iz periosta.(15, 16, 17)

Barth 1893. uvodi postulate induktivne teorije, pod kojom podrazumijeva da se transplantat nije primio, ali je stimulisao pluripotentno mezenhimalne ćelije tkiva domaćina da se diferenciraju u

Sl.19.



Sl. 19.

Sl.20.Nadoknada ko anog defekta me a a alne ko i ko -
iko angio nima o an lan aom



Sl. 20. Nadoknada ko anog defekta me a a alne ko i ko -
iko angio nima o an lan aom

Poslije Payrove prve publikacije iz 1908. "Osteoplastična zamjena u slučajevima vilice (maksilomandibularni defekti) koristeći dijelove rebra u smislu peteljkastih grudnih reznjeva ili slobodnih transplantata", premoštavanje defekta mandibule autotransplantacije rebrom postale su dobro poznate i česte operacije u maksilofacijalnoj hirurgiji. (Lexer 1924, Longacre i de Stefano 1957, Schmezele i Schwenzer 1977).(14, 15, 17, 24, 32)

Huntington je 1905. ukazao na prednosti upotrebe koštanog kalema sa sopstvenom vaskularizacijom u rekonstrukciji velikog defekta tibije, a Carell je 1908. objavio članak "Results of the Transplantation of Blood Vessels, Organs and Limbs", čime je označeno rađanje vaskularne osteogene ćelije koje izazivaju "puzeću zamjenu" transplantata.(16, 17)

Prvi autogrefon u kliničkoj praksi uradio je Nijemac Philips von Walter 1820. godine.

Wolff 1863. definiše osteoplastiku kao operaciju u kojoj "kost ili tkivo koje stimuliše kost biva ugrađeno u tijelo u cilju stalnog održavanja kosti na tom mjestu". Zasnivajući svoje mišljenje na eksperimentima sa životinjama, nadao se da će u budućnosti biti moguće tretirati i urođene i stečene defekte koristeći autogene koštane transplantate.(24)

Škot William Macewen 1880. uradio je prvi alograft.

Seydel 1889. zatvara 20 cm dug defekat lobanje ponavljanim transplantacijama autogenim reznjevima periostalne tibije.(19, 24)

Schmitt 1893. izvještava o operaciji kojom je Bergmann uspio da premosti 12 cm dug defekat tibije, koji je nastao resekcijom sarkoma i ubacivanjem autogenog fibularnog autotransplantata.(24)

Nijemac Arthur Barth 1895. opisuje svoja istraživanja transplantacije kosti u njemačkom patološkoanatomskom časopisu i prvi put spominje termin transplantacija kosti. hirurgije.(15, 17, 24)

Na bazi histološki istraživanja provedenih na supstratima dobijenim biopsijom i transplantacijom na eksperimentalnim studijama Axhausen je 1909. potvrdio da se kod svježih, autogenih koštanih transplantata, pokrivenih periostom javlja nekroza na krajevima kosti, kao što je tvrdio Barth, ali i da periost preživljava velikim dijelom i aktivno podstiče osteogenezu.(70)

Dobrotworski 1910. zatvara kranijalni defekat prvi put koristeći uzdužno podijeljeno rebro i tvrdi da: "rebro pruža neobične prednosti i pogodnosti kao pokrivač za kranijalne frakture. Može se uspješno koristiti kao zamjena za kost u mnogim slučajevima gdje postoji defekat ekstremiteta." Ovi njegovi prvi publikovani zaključci, poslije četiri uspješna zatvaranja kranijalnih koštanih defekata, mnogi smatraju početkom autogenog koštanog transplantiranja kao međunarodno priznate, redovne, procedure u hirurgiji i ortopediji.(7, 11, 26) Brown (1913) shvatio je da intramuskularna ili subkutana transplantacija periosta ne bi generisala novu kost, a Albee 1919. izvještava o 1600 uspješnih autogenih koštanih autotransplantacija.(8, 9, 15)

Urist sa saradnicima ukazuje 1919. na osteoindukciju, odnosno na postojanje hemijskih medijatora koji mogu indukovati obnavljanje koštane supstance.

Barth u Njemačkoj i Curtis u SAD, nezavisno jedan od drugoga, objavljuju radove početkom 20. vijeka o koštanju autotransplantaciji. Barth je pisao o absorpciji mrtvih tkiva koštanog kalema i novoj kosti koja urasta u kalem iz okolne žive kosti. Curtis je opisao procese absorpcije kalema i ponovne osifikacije, koju je kasnije Phemister (1914) nazvao "creeping substitution".(24, 70)

Lexer i Phemister 1914. objavili su sistematsku mogućnost primjene autogenih koštanih transplantata. Demonstrirali su univerzalnu kliničku primjenu kompaktne tibijalne kosti zajedno sa periostom, koja je i nazvana po njima.

Lexer primjećuje da stabilnost ima važnu ulogu u prihvatanju i zarastanju kortiko-spongioznih koštanih transplantata. Uvodi termine: neosteogeno, djelimično i veoma osteogeno mjesto, koje se odnose na mjesto za transplantaciju u odnosu na postojeće oštećenje.(15, 17, 19, 24, 70)

Matti 1932. i 1936. opisuje autotransplantaciju čistom spongiozom u tretmanu osteoporoze. Ovaj zahvat nije postao redovan uprkos vrlo pozitivnim rezultatima.

Veća upotreba spongioznog grafta, postala je moguća razvojem tehnologije, a tim i sredstava za unutrašnju i spoljnu fiksaciju koštanih fragmenata. Danas je autogena spongiozna kost materijal izbora u premoštavanju i popunjavanju defekata, pogotovo u slučajevima inficiranih fraktura i pseudoartroza.(Burri, 1974).

Krompecher 1935. dokazuje da u mehanički neutralnom području (lobanji štakorskog embrija), postoji primarno angiogeno stvaranje kosti. On je tada pretpostavljao da se takvo direktno angiogeno stvaranje kosti moguće i kod potpuno imobilizovanog preloma.

U svojim radovima Inclan tvrdi da se homologni kadaverični transplantati mogu koristiti u rekonstrukciji masivnih koštani defekata (1942). Ovi radovi su ujedno i preteče ustanovljavanja "koštane banke". Levander iste godine dokazuje da mezenhimalne ćelije proliferacijom indiciraju nastanak kosti.(17, 24)

Ilizarov (1951) razvija i poboljšava, pa postaje međunarodno priznata i redovna metoda distrakcije osteogeneze, kojom se može proizvesti neograničena količina žive kosti direktno iz specijalne osteotomije putem kontrolisane mehaničke distrakcije kosti.(43, 44, 45, 46, 47)

Trueta i Cavadias (1955) dokazali su da je subperiostalna vaskularna proliferacija od esencijalne važnosti za periostalnu perfuziju u formiranju nove kosti.

Pauwels 1956. ukazuje na značaj mehaničkog opterećenja, pravca i smjera sila na stvaranje i remodelovanje kalusa.

Schenk u svojim radovima iz 1963. govori o mogućnosti direktnog, kontaktnog zarastanja kosti uz potpunu stabilnost koštanih fragmenata i dobru vaskularizaciju.

Perren je 1969. dokazao da veličina kalusa zavisna od stepena interfragmentarne pokretljivosti - mikropokreti uzrokuju resorpciju kosti.

Burri 1977. komprimiranjem spongioznih komadića posebno konstruisanim aparatom, formira čvrste spongiozne valjke, ploče za ispunjivanje neinficiranih koštanih defekata. Tako dobijen po želji oblikovani komprimirani kondenzovani implantat, velike osteogene moći, sklon je brzom revaskularizaciji uprkos kompaktnosti autotransplantata. On izvještava o nadoknadi koštanih defekata i do 10 cm kod dugih kostiju.

Popkirov 1980. koristi svojstvo otpornosti spongioze na infekciju, te plasticira smireno osteomijelitične defekte dijafize i inficirane pseudoartroze, spongioznim komadićima, ostavljajući ranu nakon plastike otvorenom, prepuštajući je sanaciji per secundum intentionem, a metodu naziva - otvorenom spongioplastikom.

U posljednje dvije decenije zahvati koštane transplantacije poprimaju novu dimenziju zbog dodatnih mogućnosti koje pruža mikrohirurgija. Slobodni vaskularizovani koštani graftovi počeli su se koristiti kod ljudi, nakon uspješnih animalnih eksperimenata, koji su obuhvatali transplantaciju koštanih graftova sa vlastitim arteriovenskim sistemom korištenjem mikrohirurške tehnike (Strauch, 1971, Haw et al, 1978, O'Brien, 1977, Ostrup et al, 1974). McCulloch i sar. su 1973. uspješno rekonstruisali defekte mandibule korištenjem vaskularizovanog grafta rebra.

Taylor i sar. izvijestili su 1975. o svojim prvim uspješnim rezultatima korištenjem vaskularizovanog fibularnog grafta za velike segmentalne defekte tibije, a Ueba i sar. su transplantirali prvi vaskularizovani fibularni graft u Japanu 1974. Gilbert i sar 1979. uključuju srednju trećinu fibule i a. nutritivnu, a Wood preferira Gilbertovu tehniku jer muskularna manžeta Taylorovog grafta postaje nekrotična i sprečava revaskularizaciju domaćinskog mjesta kod vaskularnih komplikacija.(2, 4)

U skoro vrijeme počeo da se nudi ortopedu koštani "graft u boci". Bioistraživačka laboratorija koja je dobila dozvolu od FDA da počne kliničko testiranje proizvoda B.M.P. (bone mending protein - protein za zarastanje kosti) dala je dobre rezultate u pretkliničkom istraživanju. Korišten je kod kominutivnih fraktura i koštanih defekata. U hirurgiji implantata trenutno se danas koristi cement, a B. M. P. bi osiguravao čvrstinu implantata rastom kosti oko njega, umjesto koštanog cementa. Preparat bi imao veliku primjenu u ortopedskoj hirurgiji, neurohirurgiji... U stomatološkoj praksi, aplikacijom proteina na osjetljivu pulpu pospješavao bi stvaranje dentina kao prirodne zaštitne barijere. Naučnici koji rade na istraživanju smatraju da će se preparat moći aplicirati u vidu: pilule, injekcije i paste. Na koštani defekt ili usporeno zarastanje, u injekcionoj šprici moći će se aplicirati lokalno protein za zarastanje kosti koji bi premostio koštani defekt.(26)

Sl.21.



Sl. 21.

Postavljeni B.M.P. (protein za zarastanje kosti) omogućavao bi normalan tok zarastanja kosti. " Protein probudi zdravu ćeliju i kaže vrijeme je za polazak i koštanu regeneraciju."(74) Ko tačno pokreće ćeliju ili zašto, za sada je nepoznato. Zna se da B.M.P. preko nepoznatog mehanizma ili faktora utiče na zdrave ćelije okolnog koštanog tkiva migrirajući u koštani defekt. One poprimaju osobine hondrocita, vezujući se za B.M.P., koji opet stimulira produkciju hrskavičnog tkiva. U hrskavici dolazi do odlaganja kalcijuma i vremenom nova kost poprima oblik i strukturu originalne kosti.

Pošto B. M. P. stimulira kost da se prvo stvori hrskavično tkivo, u toku su radovi za regeneraciju oštećene hrskavice zgloba.

Procjenjuje se da će FDA USA dati za 7-10 godina konačno odobrenje za eventualno široku upotrebu.

Svake godine samo u Sjedinjenim Državama izvede se više od 100.000 koštanih transplantacija. Ovo čini kost drugim, (odmah iza krvi), najčešćim koštanim transplantatom. Ipak ovi sekundarni operativni zahvati sa sobom nose dokumentovanu stopu komplikacija između 3-30%.

2. UZROCI KOŠTANOG DEFEKTA

Uzroci za nastanak koštanog defekta mogu biti:

- ratna rana,
- hronični osteomielitis,
- resekcija tumora,
- povreda u mirnodopskoj traumi...

Navedeni uzroci za nastajanje koštanog defekta mogu sa sobom nositi gubitak mekog tkiva različitog stepena. Koštani defekti usljed osteomijelitisa obično imaju manje zadovoljavajuće snabdijevanje krvlju na domaćinskom mjestu nego koštani defekt usljed traume.

Musa i sar. 1988. godine za defekat smatraju koštani nedostatak do 5 mm i više, dajući sljedeću klasifikaciju:

- primarni defekt koji nastaje u momentu ranjavanja (povređivanja), kada projektil (trauma) odnosi svojom kinetičkom energijom tkivo van,
- sekundarni defekt nastaje poslije primarne hirurške obrade ratne rane, odstranjenja deperistiranog koštanog tkiva,
- hirurški defekt koji nastaje poslije resekcije kosti; resekcija tumora, sekvestrektomija. (Sl.19)

Radiografija frakturiranih dugih kostiju po obliku, veličini i rastojanju između koštanih fragmenata, može pokazati da dijastaza često izgleda kao koštani defekt. Ona može biti i veća od defekta a

obično je manja. Zbog superponiranja sjena na radiografiji nedovoljno iskusan ortopedski hirurg zna dijastazu proglasiti za defekt ili defekt za dijastazu.

3. VELIČINA KOŠTANOG DEFEKTA

Izbor optimalnog rekonstruktivnog zahvata zavisi i od veličine koštanog defekta, koji treba uzeti u obzir za operativni zahvat, koji će proizvesti najbolji rezultat s najmanje neprijatnosti po pacijenta i najmanjom incidencom komplikacija.

Tretman će dovesti do optimalnog rezultata ako se odaberu optimalni rekonstruktivni zahvati za defekt: transplantat spongizne kosti, vaskularizovane kosti, distrakcioni kalus ili amputacija. Mjesto defekta (gornji ili donji ekstremitet), kao i tip defekta (parcijalni ili segmentalni), ali i mjesto defekta (metafiza, dijafiza) u mnogome utiču na to koji će zahvat biti odabran kao optimalan rekonstruktivan zahvat. (Sl. 20)

Izbor optimalnog autotransplantata za svaki koštani defekat specifičan je i traži multidisciplinarni pristup.

Za defekte do 3 cm spongioplastika je najjednostavnija i jedna od najviše upotrebljivanih metoda. Najveći broj autora predlaže je kao metodu izbora. Većina autora slaže se da se koštani defekt do 6 cm može premostiti masivni kortikospongiozni autotransplantatom.(34, 23, 67, 70)

Za rekonstrukciju koštanog defekta od 6-10 cm uobičajena je metoda izbora vaskularizovani osteoperistalni graft iz ilijačne kosti koji su opisali Stock i saradnici 1991.

Ako se radi o defektima većim od 10 cm vaskularizovani fibularni graft je jedina opcija, jer bi fiksacijom grafta ilijačne kosti nedostajala potrebna mehanička snaga.(34) Mikrovaskularni fibularni graft koji nadomješta koštani defekt do 10 cm može se premostiti novom kosti dvostruko brže nego u slučaju jednostavnog autogenog ili homologenog avaskularnog grafta, u dva ili tri akta, spongiozne kosti (Zweipp i sar. 1989).

Distrakciona osteogeneza metoda je proizvodnje neograničenih količina žive kosti iz specijalne osteotomije (kortikotomijom) putem kontrolisane mehaničke distrakcije. Nova kost spontano premoštava pukotinu. Ilizarov (1956) inagurirao je ovu metodu koja ima sve veći broj pristalica, zato što iz jedne operativne intervencije može da se regeneriše više od 18 cm.(41, 42, 43, 44, 48)

Koštani prenos (transportacija) predstavlja regeneraciju interkalarnih koštanih defekata sa kombinovanom distrakcionom i transformacionom osteogenezom. Transportni segment obično je čitav poprečni presjek kosti ali može biti djelimičan fragment koji treba da popuni djelimičnu pukotinu, koštani defekt. U istom aktu na drugom kraju kosti distrakciona osteogeneza proizvede novo tkivo koje će brzo da se remodelu je u novu kost.(41, 42, 43, 44, 48)

VII -KOŠTANE AUTOTRANSPLANTACIJE

UVOD

Metode koje se danas najčešće koriste za rekonstrukciju koštanih defekata su:

transplantacija kosti sa:

- koštanim autotransplantatima,
- koštanim homotransplantatima,
- koštanim heterotransplantatima;

transfer vaskularizovane kosti u obliku vaskularizovanog grafta iz:

- ilijačne kosti,
- fibule.

Koja metoda će se odabrati kao najprikladnija zavisi od vještine hirurga i sljedećih faktora:

- etiologija (trauma tumor, osteomijelitis...),
- veličina defekta (do 3-5-7 cm ili preko 10 cm),
- mjesto defekta (gornji ili donji ekstremitet, metafiza ili dijafiza),

- tip defekta (parcijalni/segmentalni).

Dobar rezultat zavisi od izbora optimalne rekonstruktivne procedure u optimalnom vremenu za rekonstrukciju sa reparacijom u jednom ili više navrata. Dilema je izbor procedure koja će dati najbolji rezultat, najmanju stopu komplikacije i najveći komfor pacijentu. Tehnika koštane transplantacije postala je osnovni dio zbrinjavanja fraktura u ortopedskoj hirurgiji. Uspješna koštana transplantacija zavisi od adekvatnog poznavanja indikacija i kontraindikacija, biloških principa reparacije i potencijalnih komplikacija. Pod koštanom transplantacijom podrazumijevamo postupak kada se premješta dio kosti sa donatorskog mjesta na mjesto implantacije jedne osobe, s jedne na drugu osobu, ili gdje davalac i primalac pripadaju različitim vrstama. Uzimajući odnos davaoca i primaoca, koštane transplantate možemo podijeliti u tri grupe:

1. Autotransplantati su genetički potpuno identični jer je davalac i primalac ista osoba. Rijetko imamo izogrefon kod jednojajnih blizanaca. Kod autotransplantata isključena je genetska razlika, inkompatibilnost transplantata sa novom sredinom. Nedostatak je u ograničenoj količini koštanog tkiva i dužini liječenja. Univerzalan je autogeni transplantat spongiozne kosti kao vitalni dodatak svakoj ortopedskoj operaciji kada se želi postići brzo stvaranje kosti ili zarastanje. Njegova upotreba može značiti razliku između sanirane i nesansirane frakture.

2. Autotransplantati su koštani kalemovi gdje su primalac i davalac genetski razlikuju, ali pripadaju istoj vrsti. Prednost ovog transplantata je u neograničenoj količini, postoji mogućnost čuvanja u koštanoj banci. Nedostatak je što nije isključena genetska inkompatibilnost, imuni sistem domaćina može prepoznati strane celularne antigene transplantata i pokrenuti imuni odgovor. Homotransplantat koji je sačuvan, kao što je kortikalna kost tretirana smrzavanjem, sušenjem uz pomoć hladnoće, stavljena u autoklav, hemijski zaštićena ili iradijacijom, nije živa i ponaša se kao aloimplantat.

Koštani aloimplantati postoje na tržištu, zamijene su za kost, koje se mogu koristiti da se poveća materijal za spongioplastiku (OSS-transplantat, Miter, columbus, OH...)

3. Heterotransplantati su koštani transplantati gdje davalac i primalac pripadaju različitim biloškim vrstama. Prednost je u neograničenoj količini koštanog kalema, ali je neuporedivo veća genetska inkompatibilnost u odnosu na homotransplantate.

1. BIOLOŠKI PRINCIP KOŠTANOG ALOTRANSPLANTATA

Procedura izbora za rekonstrukciju koštanog defekta ovisiće od:

- vaskularnosti mjesta za transplantaciju,
- stabilnosti mjesta transplantacije,
- uzroka koštanog defekta,
- veličine defekta.

1.1. Vaskularnost mjesta za transplantaciju

Dragocjeno sredstvo za ocjenu vaskularnosti mjesta za transplantaciju dali su Lexer (1924) i Eitel (1980). Klasifikacija se zasniva na radu ovih autora kod mirnodopske svježe traume mekih i koštanih tkiva i pseudoartroza. Sva mjesta su podijeljena u tri kategorije:

- veoma osteogenična,
- dijelom osteogenična i
- neosteogenična.

1.1.1. Veoma osteogenično mjesto

Trauma koja je dovela do loma kosti nije dovela do značajnijeg poremećaja u snabdijevanju krvlju mjesta transplantacije. Nisu ogoljena veća područja mekih tkiva i nema hipovaskularizacije. Devaskularizacija uzrokovana traumom je manje više kompenzovana. Pojačana perfuzija tkiva

pojačava transport krvi bogate kiseonikom i omogućuje antibioticima i drugim lijekovima da brže dođu do mjesta na kome treba da djeluju. Poboljšanjem nekih tjelesnih intrinzičkih odbrana protiv infekcije u području lezije će konvertirati od "neosteogenog" u "djelimično osteogeno mjesto", odnosno "veoma osteogeno mjesto". Ovakve povrede su kod zatvorenih fraktura kod kojih nema dislokacije koštanih fragmenata, a time ni oštećenja mekih tkiva koja bi kompromitovala snabdijevanje krvlju.

1.1.2. Dijelom osteogenično mjesto

Vaskularizacija je oštećena! Endostalni, periostalni i medularni krvni sudovi ne funkcionišu nikako ili marginalno. Smanjena je cirkulacija u mekim tkivima. Ovakve povrede su kod otvorenih i zatvorenih preloma prvog i drugog stepena, gdje postoji veliko nagnječenje mekog tkiva. (Sl. 21) Kod otvorenih fraktura vaskularno snabdijevanje narušava se samom traumom, pa nije iznenađujuće da otvoreni prelomi zahtijevaju više vremena za cijeljenje nego zatvoreni pod istim mehaničkim uslovima stabilizacije koštanih fragmenata.

1.1.3. Neosteogenično mjesto

Snabdijevanje krvlju kosti i mekih tkiva je uništeno! Ovakve povrede srećemo kod ratne rane i u mirnodopskoj traumi u slučaju kod otvorenih preloma trećeg stepena.

1.2. Stabilnost mjesta transplantacije

Na izbor transplantata u krajnjoj liniji utiče i stabilnost mjesta transplantacije domaćina. U slučaju defekta, transplantat ne treba da pruža dodatnu stabilnost već da ispuni ili premosti defekt sa osteoinduktivnim materijalom. Transplantat treba da izdrži sile kompresije, pritiska. Sile savijanja, smicanja, neutrališu se spoljnom fiksacijom ili tenzionim pločama, zavisno od toga čime se stabilizuju fragmenti.

Nestabilni defekt posjeduje koštani gubitak u području mehaničkog opterećenja, jer kontinuitet kosti je prekinut. Dodatne komplikacije mogu nastati kod impaktiranih i kompresivnih preloma. Kompresivni prelomi uključuju uništenje spongioze, a resorpcija kosti stvara defekt koji obično treba popuniti autotransplantatom i stabilizovati unutrašnjom ili spoljnom fiksacijom.

U izuzetnim slučajevima u kojima se koristi bikortiko ili trikortiko -spongiozni autotransplantat, očuvana je tenziona strana kosti. U ovakvim slučajevima fiksacija i ne mora biti neophodna jer su ovakvi autotransplantati na pritisak relativno otporni.

Kad je zglobna površina impaktirane frakture zgloba sanirana, ostaje subhondralni defekt spongiozne kosti. Zglobna površina će se utisnuti pod pritiskom ukoliko se defekt ne ispuni. Subhondralnim ubacivanjem bikortikalnog, trikortikalnog, na pritisak otpornog kortiko-spongioznog transplantata na mjestu defekta postiže se stabilna repozicija. Stabilnost se povećava kombinovanjem unutrašnje ili spoljne fiksacije.

1.3. Faze cijeljenja autotransplantata

Inkorporacija koštanog transplantata prolazi kroz iste faze kao i cijeljenje kosti. Ovaj proces podrazumijeva indukciju, upalnu reakciju, stvaranje mekog i tvrdog kalusa i remodelisanje. Kod velikih koštanih transplantata, na njegovim različitim dijelovima, mogu u isto vrijeme biti prisutne mnoge od ovih faza.

Uspjeh koštane autotransplantacije zavisi od aktivnog učešća transplantata u reparativnoj osteogenezi. Pored popunjavanja defekta i obezbjeđivanja mehaničke podrške, uloga transplantata podrazumijeva i stimulaciju osteogeneze, tj. transplantata. Ovi uslovi mogu se u potpunosti zadovoljiti svježim, autogenim transplantatom u veoma osteogenično mjesto.

2. RANA ILI UPALNA FAZA

Prva faza počinje infiltracijom krvi u transplantat, tj. u prostore između dijelova transplantata. Okolina mekih tkiva ima dilatirane krvne sudove (Tonni, 1961.), eskudat plazme i granulocite.

Dolazi do aktivacije osteoblasta domaćina i diferencijacije mezenhimskih praćelija u hondroblaste i osteoblaste. Osteoblasti nastaju iz matičnih ćelija prisutnih u koštanoj srži u omjeru 1 na milion bijelih krvnih zrnaca i takođe u određenom omjeru u periostu. Izvori ovih ćelija mogu biti: perist, endost, koštana srž ili vezivno tkivo. Stimulišući faktori mogu biti: elektronegativnost, relativna hipoksija, acidoza, ili oslobađanje lizosoma ili kinina. Ovo uslovljava povećan broj polimorfocelularnih elemenata, osteoklasta na površini ćelije kosti domaćina i koštanog transplantata. (Dambre 1981.)

Mehanički faktori su važni u inkorporaciji koštanog transplantata. Koštane praćelije razvijaju se u osteoblaste pod uticajem kompresivnih sila, fibroblasti pod uticajem tenzionih sila a hondroblasti pod uticajem sila skraćivanja na dodirnim površinama kosti i transplantata.

2.1. Prva osteogena faza

Prvi znaci osteoblastične aktivnosti osteoblasta mogu da se jave nakon 3-4 dana na endostalnoj i periostalnoj površini korteksa domaćina, a nešto kasnije na površini transplantisanih spongioznih čipova. Njihova uloga je da polažu novu kost. Osteogeneza je potaknuta metaplazijom u mišićnim ispučenjima od strane dekalifikovanog koštanog matriksa. Smatra se da je ovaj proces stimulisan koštanim morfogenim proteinom (BMP). Ćelije endotela krvnih sudova igraju aktivnu ulogu u pregradnji kosti na mjestu za koštani transplantat jer kao kapilari omogućavajućuju ishranu i obezbjeđuju transplantatu pristup cirkulisućih prekusora pomenutih tipova ćelija. Mali, avaskularni autotransplantati mogu se vaskularizovati za 4-5 dana, gdje se proces odigrava za 15-20 minuta. Prema Lacroixu (1971) periostalni fibrozni sloj sam se odvaja kada se prvi osteoblasti razvijaju u kambijskom sloju periosta. Iznenadni početak osteogeneze započinju preživjele ćelije na površini transplantata koje su sposobne da stvaraju kost.

2.2. Druga (induktivna) osteogenična faza

Poslije 2-3 sedmice počinje najvažnija faza za dalji reparativni proces. Proliferantno mezenhimalno vaskularizovano tkivo invadira transplantat na mjestu transplantacije. Krvni sudovi počinju u medularnom kanalu i rastu radijalno. Pluripotentne mezenhimalne ćelije diferenciraju se u osteoblaste na površini transplantisanih čipova spongiozne kosti. Primarna osteogenična faza prevaziđena je indukovanom regeneracijom kosti.

2.3. Stvaranje protkane kosti

Histomorfološki, su osteoblasti organizovani u jednom sloju i u prvoj i u drugoj osteogeničnoj fazi. Osteoblast prenosi komponente matriksa na površinu bazalne membrane i duž vanjskih ivica. Deponovanje koštanih ćelija duž rubova susjednih ćelija uslovljava da se ćelije poklapaju stvarajući koštani sloj, vertikalno u odnosu na raniji smjer rasta. On se povećava novostvorenim osteoblastima koji se deponuju na novostvorene ivice. Mreža u kojoj leže krvni sudovi postepeno se formira uzastopnim grananjem i promjenom pravca.

2.4. Stvaranje lamelarne kosti

Protkana kost brzo raste i obrazuje kostur za lamelarnu kost. Osteoblasti na koštane čipove deponuju osteoid. Zbog apozicionalnog rasta lamelarne kosti, trabekule se plasiraju, a prostor između njih sužava dok se ne formiraju Haversovi kanalići. Transplantisana kost uglavnom se

ukloni osteoklastima, ali također i dijelom inkorporiše. Rezultat je difuzna kost bez strukture, koja se sastoji i od lamelarne i od protkane kosti.

2.5. Remodelisanje Haversovih struktura

Remodelisanje Haversovih struktura počinje tek kad se kost koja nema građu, mehanički optereti, a mehanizam koji usmjerava proces remodelacije Haversovih struktura su vektori kompresivnih sila.

3. TRANSPLANTACIONA KOŠTANA IMUNOLOGIJA

Ortoped koji preduzima rekonstrukciju koštanih defekata mora da poznaje osnovne principe imunologije, budući da se većina organskih alotransplantata suočava sa fenomenom odbacivanja. Proces odbacivanja može da bude:

- A. celularni,
- B. humoralni proces.

A) Celularni elementi koji učestvuju u ovom procesu su;

- T -limfociti,
- B -limfociti i makrofagi.

T-limfociti dalje se mogu podijeliti na ćelije:

- helpere (Th),
- ćelije supresore (Ts) i
- citoksične ćelije (Tc).

B) Humoralne komponente uključuju sistem;

- komplementa i
- antitijela.

Opisano je nekoliko osnovnih tipova odbacivanja. Proces odbacivanja počinje ako antigeni transplantata budu prepoznati od imunog sistema domaćina kao strana tijela. Nekoliko tipova antigena na transplantatu mogu izazvati ovakav odgovor.

Isto tako, ako su već u krvi domaćina prisutna formirana antitijela na transplantat, desiće se hiperakutno odbacivanje. Ukoliko ABO sistem krvnih grupa ne odgovara, antitijela protiv nekompatibilnih ABO antigena cirkulišu u krvi domaćina i izazivaju brz odgovor kad dođu u dodir sa transplantatom. Ovaj tip više se ne viđa otkad su uvedene unakrsne reakcije.

Proces akutnog i hroničnog odbacivanje javlja se kada postoji nepodudarnost između transplantata i domaćina na nivou velikog histokompatibilnog kompleksa (MHC). MHC je kompleks gena lociranih na hromosomu 6 koji kodiraju antigene histokompatibilnosti. Ovi antigeni su proteini i glikoproteini koji proizvode ćelije i nalaze sa na površini iste. Ovi antigeni su podijeljeni na:

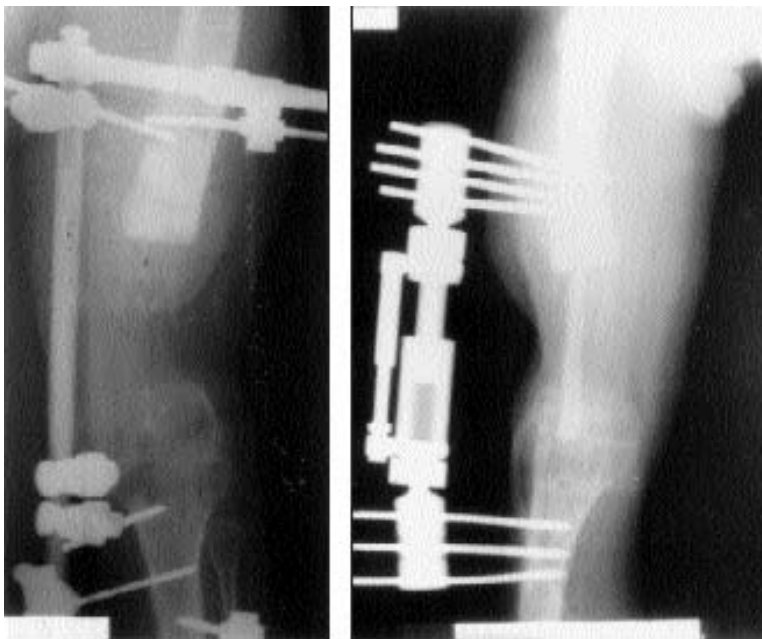
KLASA I (serološki određeni ili HLA -A, B i c antigeni) KLASA II (limfocitima određeni ili HLA -D antigen).

Geni koji kodiraju antigene klase I i II, smješteni su blizu jedni drugih na hromosomu 6. Klasa I antigena može biti određena unutar jednog sata koristeći tehniku klasične tipizacije tkiva, a klasi II potrebna su 3-4 dana da se uradi kultura mjesnih limfocita, jer ne može biti određena serološkim sredstvima.

Akutno i hronično odbacivanje alotransplantata u velikoj mjeri uslovljeno je ćelijskim mehanizmom, kao i komponentama humoralnog sistema. Akutni mehanizam odbacivanja, koji se javlja za nekoliko dana do nekoliko nedjelja po transplantaciji, suprotno hroničnom odbacivanju koji se javlja sličnom mehanizmu, traje nekoliko mjeseci ili godina.

Lafferty i Prowse predstavili su model dvostrukog glasnika za aktivaciju limfocita da bi objasnili fenomen odbacivanja. Dok antigensko vezivanje alogenskog transplantata MHC za Tlimfocite domaćina predstavlja prvi signal, drugi signal predstavlja interleukin I (I-II) koji oslobađa APc transplantata kad su uključeni njihovi MHC antigeni.

Sl.22.Sl.23.



Sl. 22.

Sl. 23.

Kad su prisutna oba glasnika aktiviraju se T-limfociti i započinje reakcija odbacivanja. Aktivirani T-limfociti, podstiču djelovanje imunog sistema i unište svaku ćeliju označenu kao klasa I ili II na koje su senzibilisani rezultirajući uništenjem svih ćelija sa jedrom transplantata.

Ako postoji samo jedan glasnik, može doći do tolerancije. Ovo će se dogoditi ako su APc koji predstavljaju antigene klase II uklonjeni sa transplantata. Kada postoji samo manja antigenska razlika, kratkoročna imunosupresivna terapija može spriječiti odbacivanje. Ovo je dokazano na endokrinim žlijezdama, da će uklanjanje ili inaktivacija APc putničkih ćelija transplantata i endotela prije transplantacije rezultirati neodređenim preživljavanjima.

Inkorporacija koštanog transplantata slična je procesu zarastanja kosti. Ipak, ovaj proces je spor kad se koristi homotransplantat, heterotransplantat ili obrađena kost, zbog visokog stepena imunog odgovora ili nedostatka osteocita u transplantatu. Antigenost pojedinih tipova ćelija koštanog transplantata se razlikuje. Elementi srži imaju najveću antigenost. Oni sadrže ćelije nazvane putničke ćelije i ako se eliminišu uzrokuju značajno smanjenje imunogenosti transplantata. Među putničkim ćelijama su i ćelije koje predstavljaju antigene (APc) kao što su makrofagi i dendritske ćelije, koje su najpotentniji stimulatori imunološkog sistema. Tromboza mikro-cirkulacije i na kraju peteljke vaskularnog transplantata može biti posljednja faza procesa odbacivanja transplantata. Osteociti ne stimuliraju limfocite, manje su imunogeni od srži ili endotela i prije nego vaskularizovani koštani alotransplantat postane ishemičan pokazuju značajna ultrastrukturalna oštećenja unutar tri dana. Hondrociti pokazuju znatnu antigenost, a hrskavica je imunološki privilegovano tkivo zbog matriksa proteoglikena kroz koji antitijela i limfociti ne mogu da prođu. Osnovna razlika između drugih organa i kosti je da uprkos tome što je mrtav koštani transplantat još može funkcionisati jer obezbijeduje strukturnu podršku, kao "kostur" koji eventualno može biti inkorporiran u živu kost procesom puzeće zamjene.

3.1. Mijenjanje reakcije odbacivanja

Da bi se smanjio intenzitet odbacivanja transplantata, okolina se može promijeniti na jedan od tri načina:

- a. alteracijom domaćina,
- b. alteracijom transplantata,
- c. povećavajući međusobnu kompatibilnost.

a -Alteracija domaćina

Imunosupresija nije klinički korištena u transplantaciji kosti jer se vjeruje da značajni neželjeni efekti nisu opravdani u spasavanju ekstremiteta. Ipak, laboratorijski podaci pokazuju da imunosupresivni poboljšaju inkorporaciju koštanog transplantata. Maksimum aktivnosti imunosupresiva javlja se ukoliko se primijene neposredno prije antigenskog izazova.

b -Alteracija transplantata

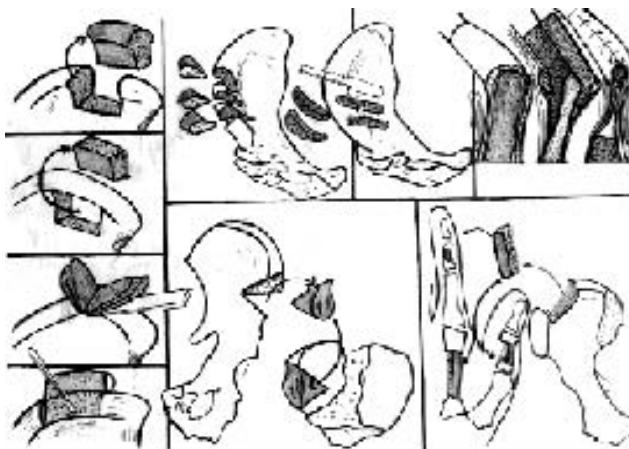
Kliman i sar. pokazali su da zamrzavanje alotransplantata smanjuje odgovor antitijela, dok Elves poslije 8 sedmica ne nalazi dokaz humoralnog odgovora prema smrznutim, hlađenjem osušenim ili ozračenim autotransplantatima.

Čelijski odgovor primaoca negdje je između svježeg autotransplantata i heterotransplantata, dok se puzeća zamjena javlja kasnije u poređenju s ova dva transplantata. Zračenje vaskularnog transplantata rezultuje izvjesnim pojačanjem reakcije odbacivanja kod visceralnih i vaskularizovanih koštanih transplantata, ali nemaju skoro nikakav efekat na inkorporaciju avaskularnih koštanih transplantata. Od svih alternativa, najviše se korisit smrznuti heterotransplantat, budući da je imunogenost smanjena a hrskavica do izvjesne mjere ostaje zdrava. Priprema se potapanjem hrskavice u glicerol i lagano smrzava koštani transplantat do temperature malo niže od 00c. Potom se brzo zamrzava do -800c i čuva koliko god vremena je potrebno do upotrebe. Ovim tretiranjem devedeset odsto izolovanih hondrocita ostaje u životu, dok zbog sporog prodiranja krioprotektora unutar intaktne hrskavice hondrociti preživljavaju u znatno manjem omjeru.

c -Povećavajuća međusobna kompatibilnost

Dok je kod transplantacije unutrašnjih organa tipizacija tkiva i unakrsna reakcija standardna, kod koštane transplantacije ovo nije rađeno uprkos dokazima da je poboljšana primjena smrznutog alotransplantata. Ovo je prvenstvano zbog logističkih problema u obrazovanju koštane banke u kojoj se moraju čuvati znatno različiti po veličini koštano-zglobni transplantati radi obezbjeđenja dobre podudarnosti.

Shema5.



Shema 5.

VIII - TIPOVI KOŠTANIH AUTOTRANSPLANTATA

Uspjeh koštane autotransplantacije zavisice od aktivnog učešća autotransplantata u reparativnoj osteogenezi. Pored popunjavanja defekta i obezbjeđivanja mehaničke podrške, uloga transplantata podrazumijeva i osteogenezu tj. osteoindukciju. Uslovi za uspjeh su rana vaskularizacija i vitalan transplantat. Ovi uslovi mogu se zadovoljiti svježim, autogenim transplantatom postavljenim u veoma osteogenično mjesto. Koštani autotransplantati definišu se prema vrsti transplantisane kosti:

1. spongizni autotransplantat,
2. kortikalni autotransplantat,
3. kortiko-spongiozni autotransplantat,
4. vaskularizovani koštani autotransplantat (graft).

Koštani autotransplantati mogu funkcionisati kao izvor osteogeneze u stvaranju kosti od donatorskih ćelija koje prežive transfer i vrše mehaničku ulogu u podršci masivnosti na mjestu kortikalnog defekta.

Osnovna svojstva koštanih autotransplantata ogledaju se u njihovom:

a) osteoinduktivnom i b) osteokonduktivnom dejstvu. Pod osteokondukcijom se podrazumijeva stvaranje pogodne (lokalne) sredine u kojoj bi se deponovao koštani matriks.

Pod osteoinduktivnim dejstvom podrazumijeva se sposobnost lokalne indukcije u stvaranju kosti, ali i u regrutovanju ćelija sa osteogenim potencijalom i diferencijaciji mezenhimalnih ćelija na mjestu implantacije, za rast transplantata nove kosti.

1. SPONGIOZNI AUTOTRANSPLANTAT

Konvencionalna rekonstrukcija gdje se koristi graft spongioznog autotransplantata kosti vjerovatno je najšire korištena tehnika, koristi se gdje se očekuju ćelijski transfer, osteoindukcija ili osteokondukcija, a nije neophodna mehanička izdržljivost. Većina autora slaže se da je za koštane defekte od 3 cm autotransplantat spongioplastikom metoda izbora. Najjednostavnija je, jer je visoke stope inkorporacije i niske stope komplikacija, dajući rezultate koji su dobri kao i korištenjem drugih metoda.

Spongiozna kost može se klasifikovati kao porozna celularna masa, koja se sastoji od nepravilnog trodimenzionalnog matriksa koštanih prutića i pločica, zvanih trabekule. To je živo koštano tkivo koje ispunjava sve slobodne koštane površine koje su pokrivene koštanim samozacjeljivim ćelijama. Ima sposobnost da prilagodi svoju morfologiju kao odgovor na promjene u svojoj mehaničkoj okolini, tj. ima fenomen koštanog remodelovanja. Osobine spongiozne kosti su:

- linearna elastičnost i mogućnost modelovanja prilikom relativno malog istezanja,
- insuficijencija istezanja spongiozne kosti ne zavisi od njene gustine,
- asimetrija raste sa porastom modulusa uzorka (npr. tenzija kompresija),
- torziono ponašanje prikriva tenziono i kompresivno ponašanje, ali sa većom insuficijencijom istezanja i nižom snagom.

1.1. Biologija inkorporacije spongioznog autotransplantata

Konvencionalne rekonstrukcije gdje se koristi graft spongiozne kosti je vjerovatno najšire korištena tehnika. Dug period konsolidacije i nepredvidiv fenomen resorpcije doveli su do hipoteze da domaćinsko mjesto, ležište za graft, može biti važan faktor za revaskularizaciju i remodelovanje. Insuficijentna inkorporacija može se očekivati u ozračenom, hipovaskularnom i ožiljnom tkivu, a dobra inkorporacija u dobro vaskularizovanom ležištu.

Transplantat spongiozne kosti inkorporira se na mjesto defekta, frakture u nekoliko faza. Revaskularizacija autotransplantata počinje rano, za nekoliko dana i završava za dvije nedjelje. Velik broj osteoblasta u spongioznom autotransplantatu ima direktan uticaj na ranu osteogenezu, a stopa remodelacije tri puta je veća u odnosu na kortikalni autotransplantat (Frost, 1960). Na površini transplantata formira se hematoma iza koga slijedi upalni odgovor koji karakterišu

vaskularni pupoljci. Pojavam vaskularizacije, diferencijacija mezenhimalnih ćelijama u osteogenične, razultuje polaganjem transplantovane trabekularne kosti osteoblastima. Osteoblasti deponuju brazdu osteoida koja povezuje trabekularna jezgra mrtve kosti. Osteoid se potom mineralizuje u novu kost domaćina. Na ovaj način položena je nova kost na površinu frakture, defekta, kao rezultat spajanja transplantata sa primaočevom kosti.

Osteoklastična aktivnost rezultuje resorpcijom zarobljenih jezgara nekrotizovanog transplantata. U isto vrijeme hematopoetski elementi srži akumuliraju se unutar remodelovanog transplantata. Ova faza inkorporacije transplantata može trajati nekoliko mjeseci.

Transplantat se potpuno resorbuje, a nova kost domaćina je remodelovana u kortikalnu kost, kao odgovor na mehaničku okolinu u koju je bila postavljena. Ova faza remodelacije transplantata javlja se 3-6 mjeseci poslije implantacije transplantata.

Radiografska evolucija stabilizovane frakture u koju je postavljen spongiozni autotransplantat reflektovaće pojavu biološkog procesa. Postoperativna radiografija vidi spongiozni autotransplantat, a polaganjem nove kosti domaćina može se povećati mineralna gustoća transplantata, iza koga dolazi do gubitka gustoće jer se resorbuje nekrotični transplantat. Konačno spongiozna struktura se zamjenjuje kortikalnom kosti i ponovo se uspostavlja medularni kanal.

Tehnika za transplantaciju spongioznog autotransplantata izvodi se brzo, jednostavno, a značajno poboljšava zarastanja kosti što u nekim slučajevima znači razliku u zarastanju i nezarastanju kosti.

Spongiozna kost unesena u koštani defekt ima tendenciju da se skupi i rastavlja, stvarajući subhondralne šupljine. One se mogu ispuniti kroz lijevak koji se uvodi kroz malu inciziju i unosi usitnjena spongiozna kost.(34, 72) Uz prethodnu repoziciju i stabilizaciju frakturisanog lumbalnog pršljena Daniaux (1986) je kroz prozor napravljen u pedikul, stavljao spongozni autotransplantat ispod podignute gornje pokrovne plohe kompresivnog pršljena. On tvrdi da ako defekt nije ispunjen, nakon odstranjenja osteosintetskog materijala, neće doći do fuzije pršljena.

Komplikacije spongiozne autotransplantacije vrlo su rijetke, što čini ovaj zahvat najkorisnijim i u isto vrijeme najbenignijim u ortopedskoj praksi. Incidenca komplikacija na donatorskom mjestu izuzetno je niska, a može se manifestovati: dehiscencija rane, serom, prelom donatorskog mjesta, unošenje bakterija ili tumorskih ćelija na donatorsko mjesto...

Komplikacija mjesta implantacije podrazumijeva neuspjeh transplantata u stimulisanju stvaranja nove kosti i inkorporisanja na mjestu frakture. Ovo rezultuje resorpcijom transplantata, koji može i ne mora biti klinički uočljiv.

2. KORTIKALNI AUTOTRANSPLANTAT

Kortikalni autotransplantati većinom se koriste kada je mehanička podrška od vitalnog značaja (Sl. 22). Njim se nadomješta segmentalni gubitak kod mirnodopske i ratne traume ili usljed resekcije tumora kada se nastoji sačuvati ekstremitet. Nekad neprikosnovenom autotransplantatu, danas prijeto da ode u istoriju pred metodama distrakcione osteogeneze, transporta koštanog i vaskularizovanih autogrefona.

Uporednim radiografskim snimkom povrijeđene kosti (koštani defekt) i intaktne suprotne nepovrijeđene kosti odmjeri se veličina koštanog defekta. Dužina intaktnog kortikalnog segmenta koštanog defekta uzima se najčešće sa fibule (Sl. 23.). Vibracionom pilom se distalni i proksimalni fragment poravnaju, a površina kosti i transplantata treba da se oblikuju kako bi omogućili 3600 kortikalnog kontakta potrebnog za stabilnu fiksaciju autotransplantata i kosti domaćina. Po urađenoj stabilizaciji, najčešće AOpločom, uzima se sa ranije odabranog i pripremljenog mjesta spongiozni autotransplantat. Postavlja se oko dodirnih površina kosti i transplantata kako bi poboljšao stvaranje kosti, a samim tim povećao i stabilnost na dodirnim površinama. Spongioza se može staviti u medularni kanal transplantata prije završetka stabilizacije, kao i dekortikacija koštanih fragmenata. Pokazalo se da ovakva tehnika podstiče stvaranje trabekularne kosti unutar medularnog kanala autotransplantata.(74, 78, 85)

Kortikalni autotransplantati zavise prije svega od vaskularizacije, resorpcije i zamjene sa kosti domaćina za inkorporaciju na mjestu defekta. Konsolidacija dodirnih površina stabilizuje

transplantat i omogućuje proboj krvnih sudova kroz korteks, a time i do osteoklastične resorpcije korteksa koja obezbjeđuje formiranje nove kosti na području transplantata. Resorpcija transplantata osteoklastima, iza koje nastaje zamjena kosti domaćina, počinje na dodirnim površinama kosti i transplantata. Kontinuirano napredujući centru transplantata, ovaj proces traje mjesecima, pa i godinama. Može se desiti da nikad u potpunosti ne dođe do remodelovanja kosti.

Odrediti vrijeme odstranjenja osteosintetnog materijala uslovljava slabost transplantata tokom resorpcije, sporo vrijeme remodelisanja, prisutnost potencijalno neremodelisanog kortikalnog transplantata za duži period. Ono se kreće od 1-3 godine.

Odbacivanje transplantata od strane domaćina očituje se sekvestracijom donatorskog tkiva i stvaranjem omotača okolnog fibroznog vezivnog tkiva. Resorpcija transplantata bez zamjene sa kosti domaćina može biti indikacija za odbacivanje.

Savrtljivi kortikalni autotransplantat uzima se sa prednje strane ogoljene tibije. Zasiječe se periost uzdužno na dva mjesta razmaka 2-3 cm. Poslije toga dljetom se pažljivo odvaja kortikalis, zajedno sa periostom u granicama zasječenih linija i u dužini potrebnoj za koštani defekt. Debljina savrtljivog kortikalnog autotransplantata je oko 2-3 mm.

Savrtljivi kalem podesan je jer se dobro i brzo modifikuje i prilijepi za kost. Time se postiže brza i dobra revaskularizacija. Ovako uzet autotransplantat koristi se za premoštavanje koštanog defekata zajedno sa kortikalnim i spongioznim autotransplantatom. U ovakvoj kombinaciji savrtljivi kortikalni autotransplantat služi kao omotač oko spongioznog autotransplantata čiji se krajevi mogu pričvrstiti za kost.

Konsolidacija dodirnih površina domaćina i transplantata radiološki se može zapaziti 3 -4 mjeseca poslije operativnog zahvata. Karakteriše se povećanjem prosvjetljenosti transplantata na proksimalnim i distalnim dodirnim površinama, progresivno napredujući ka centru transplantata. Konačno će korteks povratiti gustoću kad se položi kost domaćina.

Najčešće komplikacije su nestabilno mjesto transplantata i infekcija.

Infekcija rezultuje sekvestracijom transplantata.

Pri tome, poštovati principe unutrašnje stabilizacije i hirurške asepse, minimum je što hirurg mora uraditi za uspješnu primjenu kortikalnih autotransplantata.

3. KORTIKO-SPONGIOZNI AUTOTRANSPLANTATI

Kortiko-spongiozni transplantati su kombinacija prethodna ova dva tipa koštanog autotransplantata. Oni se najčešće koriste na visoko osteogenim mjestima i tehnički izvodljivom stabilnom fiksacijom koštanih fragmenata. Djelimično osteogeno mjesto treba da se putem dekortikacije i osvježanjem ivica rane, prvo transformiše u visoko osteogeno područje. Ako je zatvoren, medularni kanal se longitudinalno drilom otvara. Transplantacija kortiko-spongioznim autogrefonom u neosteogenom području ima izgleda na uspjeh samo nakon što su preduzmu rekonstruktivne mjere sa vaskularnim režnjem i izlječenjem infekcije. Time se nisko osteogeno mjesto konvertira u visoko osteogeno mjesto.

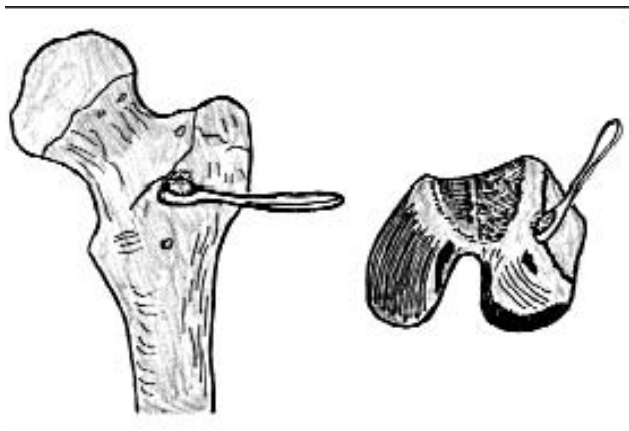
U kliničkim uslovima često je potrebno upotrijebiti kombinaciju spongioznog i kortikalnog autotransplantata za stimulaciju stvaranja nove kosti i mehaničku stabilnost. Mali kortiko-spongiozni iveri (čipovi), najčešće se koriste za popunjavanje koštanih defekata na stabilizovanim mjestima. Svojom snagom indukcije formiranja kosti oni premošćavaju defekt novom kosti. Ova tehnika najčešće se primjenjuje kod svih fraktura sa defektima (obično medijalnim), u dijafizi ili metafizi duge kosti nakon unutrašnje fiksacije: AO pločom, spoljnim fiksatorom ili Kuncherom... Kada postoji zona kominucije kompletnog defekta u medijalnom području korteksa mora se uložiti koštani transplantat. On se unese u medijalnu površinu fraktorne zone "upakovan" u defekt, a pomicanje transplantata se sprečava šivanjem mišića preko njega. Pravljenjem sitnih fragmenata, do nekoliko milimetara, i miješanjem sa krvlju, može se proizvesti polučvrsta masa koja idealno odgovara za punjenje defekata. Ne radeći spongioplastiku u ovim slučajevima postoji velika vjerovatnoća usporenog zarastanja, nezarastanja i da osteosintetski materijal može da se slomi prije nego što dođe do koštane konsolidacije.

Odložno zarastanje kosti, koje se često sreće nakon postavljanja bez boranja intermedularnih klinova, daje za pravo onima koji sugerišu obavezno struganje koštanog kanala. Boranjem, dobijena koštana prašina djeluje kao autotransplantat na mjestu frakture.(23, 54, 70)

Pri repoziciji zglobnih fraktura, nakon što se reponiraju i “podignu”, mogu se ojačati unošenjem, anatomski prilagođenim i dizajniranim kortiko-spongioznom autotransplantatom.(34, 56, 70, 72) Ova tehnika može se primjenjivati na proksimalni humerus, proksimalnom i distalnom radijus, femoralnim kondilima, proksimalnoj i distalnoj tibiji.

Kortiko-spongiozni blokovi, koji mogu biti monokortikalni, bikortikalni ili trikortikalni, najčešće se uzimaju sa rebra ili krista ilijačne kosti. Ovi blokovi ispunjavaju i premoštavaju defekt, a imaju i funkciju stabilizacije. Postavljaju se tako da premošćuju defekt, naslonjen svojom kortikalnom stranom na kortikalnu kost dijafize primaoca, a spongioznu stranu treba pokriti dobro vaskularizovanim mekim tkivom (Shema 5.).

Shema6.



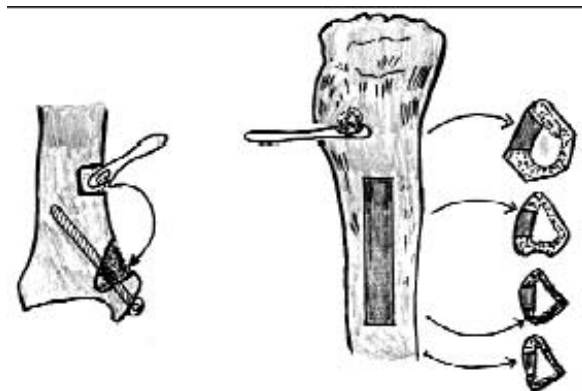
Shema 6.

Čvrsti i longitudinalno podijeljeni grefoni rebra mogu se koristiti na isti način, tvrdi Meeder (1985). Kortikalne lamele tako se postavljaju da leže longitudinalno u pravcu aksijalnog prenosa opterećenja da bi se pospiješila revaskularizacija grafta. Kortikalne lamele mogu biti perforirane sa 3, 2 mm drilom da se ne uzrokuje značajan gubitak stabilnosti. Odmah poslije vaskularizacije nastaje osteoklastična resorpcija korteksa koja obezbjeđuje stabilnost, koju polako preuzima nova kost formirana na području autotransplantata.

Trikortikalni grefoni najčešće se koriste pri rekonstrukciji kalkaneusa, nakon frakture Vidal tip III, korektivnih osteotomija tibije u jednom aktu...

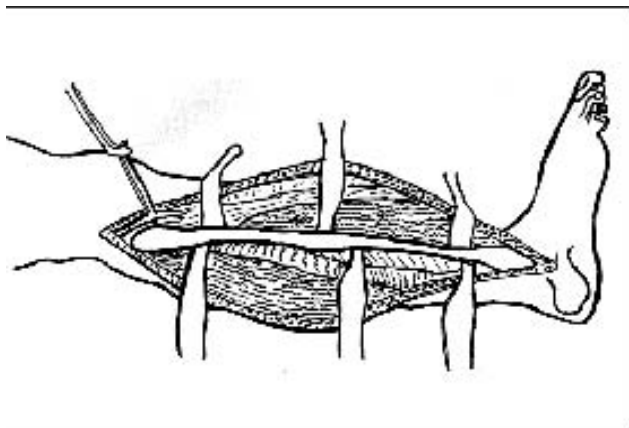
Faktori od najvećeg značaja su: stabilnost transplantata, te visoko osteogenično mjesto autotransplantata i dodirnih površina kosti domaćina. Nestabilnost sprečava vaskularizaciju transplantata, što uzrokuje neuspjeh.

Shema7.



Shema 7.

Shema8.



Shema 8.

racionalnost hirurške tehnike je da u jednom ili više navrata daje optimalan rezultat.

Izbor optimalne rekonstruktivne procedure, koja će dati najbolje rezultate, a najmanju stopu komplikacija i nekomforta za pacijenta, zavisi od:

- a) uzroka defekta -trauma, osteomijelitis, tumor,
- b) veličine defekta -do 3 cm, do 5 cm ili preko 10 cm,
- c) pozicije defekta -metafiza, dijafiza, gornji ili donji ekstremitet, d) tipa defekta -parcijalni, segmentalni.

U slučaju defekta manjeg od 3 cm koji je posljedica traume, transplantacija spongiozne kosti pokazala se kao najjednostavniji zahvat i treba joj dati prednost.(17, 45, 49, 53, 60, 70) U posljednje

3.1. Particitet autotransplantata

Rehn (1970) je dokazao da se od autogenog kortikalnog transplantata stvara manje kosti, nego od spongioznog autotransplantata. Objasnjava to činjenicom labavije građe i znatno većom površinom uključujući vaskularno vezivno tkivo spongiozne kosti. Frost (1960) utvrđuje da je stopa remodelacije spongiozne kosti tri puta veća u odnosu na kortikalnu kost. Veliki je broj osteoblasta u spongioznoj kosti što ima direktan uticaj na ranu fazu osteogeneze, kao što je i rastresita, trabekularna građa dostupnija za vaskularizaciju. Spongiozni transplantat je vaskularizovan već nakon 7 dana, dok se kortikalni vaskularizuje znatno sporije.

Ako se odabere optimalna rekonstruktivna procedura (graft spongiozne kosti, kortikospongiozni, vaskularizovani, distrakcioni kalus ili amputacija) i optimalno vrijeme za rekonstrukciju, vrijeme sve veći broj broja autora nadomješta defekt i do 6 cm spongioplastikom po Phemisteru, ako je defekt nastao kao posljedica traume.(70, 75)

Vaskularizovani koštani graft treba da se koristi za defekte od 3 cm do 10 cm. Ako je defekt nastao kao posljedica osteomijelitisa, prednost treba dati vaskularizovanom grefonu iz ilijačne kriste u odnosu na fibularne grefone, budući da je incidenca uspješne inkorporacije veća, a incidenca komplikacija manja. Transplantacija vaskularizovanom kristom ilijakom treba da bude elektivan zahvat za parcijalne defekte ili defekte polovine dijafize. Najčešće se koristi za metafizarne i kortikalne tibijalne defekte do 10 cm koji su posljedica osteomijelitisa, traume.

Jedini graft koji je adekvatan da se nadomjesti koštani defekat veći od 10 cm je vaskularizovani graft fibule, s obzirom da je fiksacija grefona iz ilijačne kriste mehanički insuficijenta. Kod odraslog čovjeka autotransplantat fibule može se uzeti i do 26 cm. dužine. Koriste se najčešće za kompletne defekte femura preko 4 cm i tibijalne dijafizarne defekte preko 10 cm.

Transport segmenta sa distrakcijom kalusa nije u potpunosti zamijenio konvencionalne metode za liječenje koštanih defekata, ali je sigurno korisna nova procedura za tretiranje defekta kosti koji prelazi dužinu od 3 cm. Kod dugih defekata, konvencionalne metode su manje pouzdane i više problematične. Umjesto pokušavanja premoštavanja defekta dugih kostiju, alternativna je tehnika

segmentalnog transporta pomoću distrakcionog kalusa, metoda koju je prvi opisao Ilizarov 1954. Prednost ove metode je da ne zahtijeva autotransplantate, nego premoštava defekt koristeći već prisutnu kost.

Tehnikom segmentalnog transporta, zona koštanog defekta transformiše se iz mjesta dijelimičnog osteogeničnog mekog tkiva u visoko osteogenično mjesto.

U svakom slučaju, segmentalni transport nije dio primarnog hirurškog zbrinjavanja i treba biti razmatran tek u drugoj fazi, kada je otpočelo cijeljenje mekih tkiva.

4. ANATOMSKA PODRUČJA DONATORSKIH MJESTA I TEHNIKA UZIMANJA KORTIKO SPONGIOZNOG AUTOTRANSPLANTATA

Najčešća područja su donatorska mjesta za uzimanje autogenog transplantata spongiozne i kortiko-spongiozne kosti: spina iliaca anterior superior i zadnja krista ilijuma, veliki trohanter femura, kondili femura, proksimalna metafiza i medijalni maleolus tibije, olekranon, distalni radijus.

Treba nastojati uvijek ako je moguće uzeti autotransplantat na istoj strani tijela gdje se nalazi i povrijeđeni ekstremitet, kako bi nepovrijeđeni kontralateralni ekstremitet mogao funkcionisati slobodno i bezbolno (Ruter, Lob, 1985).

4.1. Uzimanje autotransplantata sa ilijačne kosti

Krista ilijaka predstavlja uobičajeno donatorsko mjesto koje se koristi za uzimanje autotransplantata kosti sa ventralne i dorzalne strane.

Sl.24.



Sl. 24

Druga mjesta se razmatraju kao dodatno područje, ako se tokom operacije vidi da je potrebna samo mala količina autotransplantata za koštani defekat ili ukoliko ilijum ne bi bio dovoljan za postojaći koštani defekt. Zadnja krista ilijaka optimalno je mjesto za uzimanje velikih količina spongiozne kosti, dok prednja krista ilijuma pruža mogućnost uzimanja bi-trikortikalnih transplantata, kad se traži strukturalna građa.

Anatomska mjesta

Donatorsko mjesto karlice diktira anatomija. Ilijačno krilo jasno je upravljeno put naprijed i na kraju spine ilijake anterior superior, jasno vidljiva prominencija ide lateralno sa jasano palpирanim grebenom. U centralnom dijelu krila ilijačne kost je vrlo tanka, tako da se približava unutrašnjoj i vanjskoj lamini. Glavne rezerve spongiozne kosti nalaze se u ovom području, ventralnoj strani ileuma, gdje je količina kosti veća do četiri puta nego dorzalno.

Unutrašnja strana iliačne kosti ispunjena je i pokrivena iliačnim mišićem, a na vanjskoj strani su polazišta iliotibijalnog puta kao i gluteusa minimusa i medijusa. Blizu prednje spine ilijake (mjesto mu varira), ide spoljni kožni butni živac, kao grana lumbalnog plexusa koji daje senzibilitet koži spoljne strane butine. Pri uzimanju autotransplantata profilaktički treba zaštititi ovaj živac, postavljanjem noge u laganu abdukciju i savijajući je u zglobu kuka i postavljanjem jastučića pod gluteus kako bi ga lagano podigao.

Ekstrakcija transplantata iz ilijačnog krila:

A -ventralni pristup

Standardna incizija kože na udaljenosti od 1 cm iznad i paralelno na kristu ilijaku tako da postoperativni ožiljak ne bude na izbočenoj kosti i da ne bude iritiran (Ruter i Lob 1986).

Druga mogućnost je 2 cm kaudalno od kriste ilijake. Ovo mjesto se lako može odrediti pritišćući abdomen dlanom tako da se koža zategne preko kriste ilijake koja se vidi i lako palpira. Da se izbjegne povreda spoljnog senzitivnog butnog živca, inciziju treba napraviti 2 -3 cm od spine ilijake. Poslije odvajanja potkožnog tkiva, prikaže se lateralni rub kriste ilijake, aponeuroza tijela gluteusa, periost. Potrebno je sačuvati širok prostor periostalne granice lateralno, kako bi ostalo dovoljno materijala za reinserciju. Zakrivljenim periostalnim raspom hvatišta ili polazišta abdominalnih mišića se odvoje u bloku subperiostalno i prikaže medijalni rub ilijačne kosti.

Sl.26.



Sl. 26.

Sl.25.



Sl. 25.

Tupim elevатором, распом, мо̀же се одвојити илја̀чни мишић са периостом од конкавног унутрашњег зида илјума.

B -dorzalni pristup

Standarna incizija kòže po~inje na spini iliaki posterior superior i prodùrava se lateralno i kranijalno do dorzalne krste ilijake. Druga mogućnost: incizija se napravi vertikalno od krste iliake posterior kako bi se izbjegao gornji glunealni živac koji lèži oko 5 cm put lateralno SISP ide dùr kranio-medialno-dorzalno. Odvajanjem potkožnog tkiva prikàže se lateralna granica spine iliake superior posterior i pošto se presijeku periost i fascija podignu se glutealni mišići u jednom sloju subperiostalno od vanjske površine posteriornog ilijačnog krila koristeći oštar elevator. Važno je ne povrijediti gornji glutealni neurovaskularni snop koji po~inje od velikog išijadičnog usjeka.

4.2. Dobijanje spongioznog koštanog transplantata

Najčešće se rade dva operativna zahvata za dobijanje čipova čiste spongioze, pri čemu medijalni korteks ostaje intaktan. Ovim se postiže očuvanje funkcionalne stabilnosti karlice.

Ravno dlijeto od 10 mm postavi se paralelno sa kristom ilijakom i uvodi do unutrašnje plohe pod tupim uglom. Uskim dlijetom se izvedu dvije osteotomije koso i u odnosu na prvu osteotomiju i medijalni korteks se široko otvori. Koštanom kiretom se nagrabi spongioze između koštanih lamela. Osteotomija se zatvori vraćanjem "prozora" korteksa na medijalnoj strani i transovalnim koncem.

Ako su potrebne veće količine spongioznog autotransplantata, osteotomiju raditi ravnim dlijetom ispod donje ivice krste ilijake na unutrašnju stranu korteksa ilijačnog krila i uzima se spongiozni autotransplantat sa prednjeg ilijačnog krila koristeći olučasto dlijeto i koštanu kiretu. Spoljašnja ploha ilijačne kosti mora se sačuvati, mora se izbjeći perforacija.

Operativno polje mora se isprati, zaustaviti krvarenje upotrebom hemoseptičkih sredstava. Ne stavljaju se duboki vakum drenovi. Poslije postavljanja supkutanih drenova, rana se zatvori po slojevima.

4.3. Dobijanje kortiko-spongioznog, monokortikalnog, bikortikalnog i trikortikalnog autotransplantata iz ilijačne kosti

Kontinuitet ilijačne kosti ne smije se prekinuti na bilo koji način, ekstrakcijom gore navedenih autotransplantata.

Incizija kòže, aponeuroze i periosta izvodi se na isti način kao i za spongioznu kost. Periost na lateralnoj strani, zajedno sa odvojenim glutealnim mišićima retrahuje se nekoliko centimetara od vanjskog zida kaudalno. Potrebna veličina koštanog bloka tada se može izrezati iz zida pelvisa vibracionom pilom, ravnim dlijetom. Po uzimanju kortikospongioznog bloka, spongioza se može nagrabi koštanom kiretom i šupljim dlijetom.

Monokortikalni kortikospongiozni autotransplantat iz ilijačne kosti najčešće se uzima sa vanjske plohe. Perforacija unutrašnje plohe ili diskontinuitet karličnog prstena u nivou velikog isijadičnog usjeka mora se izbjeći po svaku cijenu, a sakroilijačni zglob mora da se tretira s velikom pažnjom. Krvarenje se zaustavlja upotrebom hemostatika, a zatim slijedi zatvaranje rane po slojevima i postavljanje supkutanih vakum drenova.

Sl.27. Slajalike 18 i 24, olije 6 mjeeci od imane ongiolaike



Sl. 27. Slajalike 18 i 24, olije 6 mjeeci od imane ongiolaike

4.4. Morbiditet kriste ilijake poslije uzimanja autotransplantata

Potencijalno značajan morbiditet udružen je sa uzimanjem autogenog koštanog autotransplantata sa kriste ilijake. Potkožna palpacija kriste ilijake pojednostavljuje njeno hirurško pokazivanje, ali potencijalno povećava rezidualni deformitet. On je veći ukoliko se uzima koštani transplantat pune debljine kriste iliake. Ipak ovi "sekundarni" operativni zahvati sa sobom nose dokumentovanu stopu komplikacija između 3 i 30%. (56, 78)

Bol na mjestu uzimanja autotransplantata najčešće je usljed povred n. cutaneus femoris lateralis. Povreda nastaje ako se ne misli na njega pri radu (sectia, kompresia) ili da se uhvati u šav pri zatvaranju rane. Bol može biti: snažan, podnošljiv i minimalan.

Pod snažnim bolom podrazumijeva se stalan bol koji se javlja na mjestu uzimanja autotransplantata. On prestaje tek po uzimanju narkotičkog analgetika. Kod ovakvih bolova potrebno je uraditi hiruršku reintervenciju što prije.

Podnošljiv bol opisan je kao povremena nelagodnost, koja zahtijeva nenarkotičke analgetike i gdje ne postoji uticaj na aktivnost svakodnevnog života.

Minimalan bol je stanje bez ili sa povremenom nelagodnošću bez uticaja na svakodnevni život.

Zabilježeno je da je hronični bol na mjestu uzimanja transplantata sličan i kod anteriornog i posteriornog mjesta uzimanja. Većina autora smatra da je bol proporcionalan veličini reza i naglašavaju važnost preciznosti hirurške tehnike. (78, 79, 89) Kurz i Skot predlažu uzimanje koštanog transplantata kiretažom kroz male otvore.

Rezidualni kozmetički deformitet određen je od strane pacijenta, koji se sastoji od palpabilnog ili vidljivog deformiteta od SIAS do SIPS duž gornjeg grebena kriste kad se uzme transplantat pune debljine. Količina i veličina koštanog kalema mogu uzrokovati nastanak hernije, nestabilnost karlice. To mogu biti razlozi za rekonstrukciju kriste ilijake.

Tehniku za rekonstrukciju kriste ilijake transplantatom rebra prvi je uveo Hardy 1977. Rebro žrtvovano torakotomijom ili torakoabdominalnim pristupom pregleda se kako bi se pronašao dio koji najviše odgovara konturi pelvisa. Rebro se pažljivo presiječe otprilike 1-1,5 cm duže od ilijačnog defekta. Kiretom podrezati vrhove defekta, pripremiti ležište za rebro. Deblju stranu rebra okrenuti gore jer adekvatnije obnavlja debljinu kriste. Kad se rebro smjesti, turpijom velike brzine, eliminisati izbočenja koja su odgovarala subjektivnim primjedbama na rezidualni deformitet. Ako je defekt dublji od rebra, unutar rezidualnog defekta se postavi autotransplantat kako bi se spriječilo visceralno uklještenje.

Kada upotrebe reseciranog rebra u rekonstrukciji kriste ilake od 25 rekonstrukcija 24 uspješne imaju Younger i Chapman (1992), a Mitchel Harris iz Hjustona (1994) od 28 rekonstrukcije uspijeh ima kod 27.

Summers i Eisenstein iznose svoja razočarenja u rekonstrukciji ilijačne kosti akrilnim cementom za rekonstrukciju rezidualnih defekata ilijačne kriste, a Welchel i Nasca sa homotransplantatima iz koštanih banaka nisu zadovoljani kao sa rebarnim autotransplantatom.

Dvanest sedmica potrebno je u prosjeku da bi došlo do inkorporacije rebarnog transplantata sa ilijačnom kosti. Radiografski se prati inkorporacija rebra na prednjem i zadnjem segmentu ilijačne kosti. Klinički je došlo do prestanka odnosno smanjenja bola kao i korekcije deformiteta.

4.5. Uzimanje grafta iz velikog trochantera femura, femoralnih i tibijalnih kondila, maleolusa, olekranona i distalnog radijusa

Autogena spongiozna kost se može dobiti iz intertrohanterične regije femura, femoralnih kondila, proksimalne i distalne tibije, olekranona i distalnog radijusa. Ova područja smatraju se atipičnim donatorskim mjestima. Najčešće se koriste kad se tokom operacije iznenada ukaže potreba za malim količinama grafta ili kad se iscrpe rezerve prednje i zadnje kriste ilijake.

Femoralni kondili -veliki trohanter

Kortiko-spongiozni transplantat ne treba uzimati iz ovog područja, već samo malu količinu spongiozne kosti (Shema 6.). Uzimanjem spongioznog autotransplantata iz femura ne smije se dovesti u pitanje njegova stabilnost. Iz ovog razloga potrebno je borerom napraviti okrugao otvor na femuru kroz koji se ulazi koštanom kiretom i uzima spongioza. Spongioza se uzima kroz lateralni otvor na kost duž ose vrata femura, pazeći da se ne oslabe ili probuše koštani pripoji iliopsoasa i gluteus medijusa i dovedu do avulzionih fraktura. Pri uzimanju spongioze iz kondila femura, mora ostati najmanje 2 cm debljine subhondralne kosti da bi se izbjegao kolaps artikularne površine.

U oba slučaja pristup se obezbjeđuje lateralnom incizijom, pristupi se na veliki trohanter femura odnosno kondil. Hemostaza se obavlja po uzimanju spongioznog autotransplantata, rana se zatvara po slojevima poslije postavljanja drenova.

Proksimalna tibijalna metafiza, medijalni maleolus, olekranon i distalni radijus

U ovom području nalazi se relativno malo spongioze i njena ekstrakcija može izazvati nestabilnost. Mora se uzeti minimum 2 cm od zglobne površine da se očuva stabilnost. Treba nastojati da otvori u kosti budu mali i okrugli. Otvori u obliku kvadrata ili pravaugaonika mogu izazvati fisure na uglovima kortikotomije. Zbog toga su ova donatorska mjesta od sekundarnog značaja (Shema 7.).

4.6. Uzimanje autotransplantata rebra

Pacijent leži na boku a incizija kože napravi se preko rebra koje treba da se resecira. Najpoželjnije je uzeti od petog do desetog rebra, jer se pružaju manje-više ravno, malo zakrivljeno prema koštanom pripoju. Odvoje se koža i masno tkivo, pa se uzdužno odvaja periost. Po skidanju ravnim periostalnim elevatorom periosta od ivice rebara, donja površina periosta svuče se Doyenovim elevatorom. Makazama za rebro ono se resecira u dužini i do 20 cm. Slijedi kontrola hemostaze, dren i šavi rane po slojevima. Uzeti autotransplantat se obično postavlja da premosti koštani defekt.

4.7. Uzimanje kortikalnog fibularnog grafta

Ukoliko se uzima fibula kao autotransplantat, uradi se anterolateralna incizija kože potkoljenice, 2-3 cm duže od dužine fibularnog autogrefona (Shema 8.). Poslije incizije fascije i prikazivanja peronealnog nerva, fibula se ogoli subperiostalno distalno i proksimalno u neposrednoj blizini intramuskularnog septuma, a osteotomija izvede vibracionom pilom. Kod djece i adolescenata treba nastojati ostaviti intaktnu proksimalnu i distalnu petinu fibule u cilju izbjegavanja sekundarnih komplikacija; valgus deformaciju ili hronične nestabilnosti skočnog zgloba.

4.8. Interoperativni tretman autotransplantata

Biloška vrijednost autotransplantata u znatnoj mjeri zavise od atraumatskog uzimanja autotransplantata i od vremena koje je prošlo od ekstrakcije do postavljanja autotransplantata.

I danas nije zauzat jedinstven stav u vezi s očuvanjem košanog grafta.

Samo jedan sat boravka autotransplantata na vazduhu sobne temperature, biloški je vrijedan jednom homotransplantatu uzetom iz koštane banke, koji se čuvao duboko smrznut više mjeseci.(1,2,13)

Čuvanjem autotransplantata do dva sata u fiziološkoj otopini, on ostaje ekvivalentan svježem graftu, tvrdi Puranen (1966), a Schweiberer i sar. (1981, 1982) dokazuju da izlaganje autotransplantata vazduhu više od 20 minuta vodi do smanjenja vitalnosti grafta. Oni odbacuju čuvanje grafta u fiziološkoj otopini i preferiraju čuvanje grafta u kompresi natopljenom krvlju.(2,12,14)

Većina autora predlaže da se graft uzme neposredno prije transplantacije. Ako graft mora biti pohranjen, preporučuje se da se postavi u krvlju natopljenom gazu ili posudu, ali ne u fiziološku otopinu.(70,74)

5. RANA AUTOGENA SPONGIOPLASTIKA KOŠTANIH DEFEKATA

Na početku moga aktivnog bavljenja ratnom hirurgijom, pridržavao sam se klasične doktrine ratne hirurgije koja podrazumijeva primjenu spongioplastike poslije tri mjeseca ili duže, od momenta ranjavanja.

Radeći tada autotransplantaciju, susretao sam se sa hirurškim nepogodnostima:

1. izmijenjen anatomski pristup mjestu koštanog defekta,
2. povećana mogućnost jatrogenih lezija krvnih sudova i nerva zbog izmijenjenog anatomskeg sastava,
3. atrofična, osteoporična kost,
4. teško postaviti internu fiksaciju (AO-ploča) zbog muskulo kutanog defekta i atrofije inaktivne muskulature.

Posebno su me interesovali koštani defekti do 5 cm koji su nastali poslije dijafizarnih strelnih preloma dugi kostiju, kod povrijeđenih kod kojih je urađena primarna hirurška obrada ratne rane do 6 sati od trenutka ranjavanja.

Poslije primarne obrade ratne rane ostao je vidljivi koštani defekt, koji ne dozvoljava koštanu konsolidaciju, a gubitak cirkumferencije preko 50% davao je male izgleda da dođe do zarastanja. Za takve slučajeve Gustilo u mirnodopskoj traumi smatra metodom izbora ranu spongioplastiku. (26,27,29)

Uopšteno, rana spongioplastika može se raditi kada postoji zdrav omotač mekih tkiva sa adekvatnim zdravim mišićnim pokrivačem oko koštanog defekta i ako ne postoje manifestni klinički i laboratorijski znaci infekcije. Idealno se ovo može postići unutar 8-12 dana poslije inicijalne hirurške obrade.

Radeći ratnu hirurgiju odlučio sam se za primjenu rane spongioplastike u slučajevima gdje su gore opisani postulati ispunjeni, a radilo se o prelomima dijafize koji su nastali pod dejstvom zrna streljačkog naoružanja ili parčadima eksplozivnih sredstava.

Po prijemu u bolnicu, prije ili poslije primarne obrade ratne rane, data je svima ANATE, a venskim putem dat Kristacillin 4 x 5 000 000 i intramuskularno Garamicin 2 x 80 mg.

Stabilizacija je urađena sa spoljnim fiksatorom. Ovom stabilizacijom se postizala adekvatna stabilnost, održavala dužina ekstremiteta i omogućavali koštani i muskulokutani rekonstruktivni zahvati.

Dijagnoza se postavljala na osnovu preoperativne radiografije, a tačnost na samom operativnom stolu. (Sl. 24) Radiografija se često nije mogla uraditi zbog vitalnosti povrede ili nije bilo u bolnici radiografski snimaka. Poslije primarne obrade imao se tačan podatak o veličini koštanog defekta. Na osnovu veličine koštanog defekta moglo se odlučiti za donatorsko mjesto: jedna ili obe kriste iliake, distalni radijus, rebro...

Od laboratorijskih pretraga preoperativno su, u cilju eventualnog prisustva infekcije, određivani sljedeći parametri: sedimentacija eritrocita, kompletna krvna slika, DKS. Svakodnevno se mjeri temperatura. Uzima se bris rane u prosjeku 8. dan poslije primarne hirurške obrade rane. Svaki od ovih parametara posebno ili zajedno s ostalim daju sliku o postojanju eventualne infekcije.

5.1. Tehnika izvođenja rane autogene spongioplastike koštanog defekta ratne rane

Osam do deset dana iza primarne obrade rane, uzima se bris rane. Sterilnost brisa je jedan od faktora koji upućuju da se može raditi odložna spongioplastika. Redosljed rada je sljedeći:

Poslije čišćenja i garniranja operativnog polja koštanog defekta i donatorskog mjesta, hirurškim radom prvo pripremiti ležište za spongioplastiku (Sl. 25.). Ranu ekskohleirati, podminirati kožu i obilnim fiziološkim ispiranjem isprati tkivo odstranjeno ekskohleacijom. Kontrola hemostaze. Tako pripremljeno mjesto za koštanu autotransplantaciju ispuniti prethodno fiziološkim rastvorom natopljenom i iscijeđenom gazom, potom pokriti suvom gazom.

Sa izabranog donatorskog mjesta (koje uslovljava veličina koštanog defekta), uzima se spongiozni autotransplantat veličine do 1 cm³ ili kortikospongiozni po Phemisteru.

Uz kortikospongiozni graft uzima se i periost, računajući na efekt osteogenetsko-induktivnih osteoblasta, koji se nalaze u velikom broju kambijalnog sloja periosta. Kortikospongiozni autotransplantat je minimalno osteogenetski manje vrijedan, a pogodniji je za revaskularizaciju i inkorporaciju u komparaciji s čistom spongiozom koštanog tkiva.(2,3)

Mnogo je lakše doći do većih količina kortikospongioze, nego čiste spongioze. Isti je i otporan na infekciju.(1,2,3)

Ovakvim načinom rada osteociti iz autotransplantata najmanje su izloženi vremenskim i drugim nefiziološkim uslovima, koji mogu pospješiti odumiranje osteocita iz autotransplantata (Sl. 26.).

Neophodno je imati dovoljnu količinu autotransplantata. Veličina koštanog defekta može usloviti da donatorsko mjesto budu dvije kriste ilijake. Autotransplantat nastojati hirurški uzeti atraumatski, oštrim dljetom širine do 1 cm ili olučastim. Po uzimanju autogrefona, premještati isti sa donatorskog mjesta direktno u već ranije pripremljeno ležište koštanog defekta. Popunjavanjem koštanog defekta, zatvoriti ranu po slojevima. Obavezna je drenaža.

Koštani transplantat pokriven je dobro prokrvljenim mišićnim tkivom. Ako to tehnički nije izvodljivo, može i zdravom kožom. Po završetku autotransplantacije, zatvara se po slojevima donatorsko mjesto.

Pokriti koštani autotransplantat tiršom je kontraindicirano. Rana u davajućoj regiji se drenira Penrose drenom koji se odstranjivao drugog dana.

Od ranjavanja i dolaska u bolnicu ordinirani antibiotici širokog spektra venskim putem daju se do odstranjenja konaca.

5.2. Praćenje postoperativnog toka

Sa fizikalnom terapijom počinje se prvog postoperativnog dana u krevetu. Hod uz pomoć potpazušnih štaka, u zavisnosti od stabilnosti i veličine koštanog defekta, provodio se već trećeg postoperativnog dana, ako se radilo o donjim ekstremitetima. Da li će biti hod bez oslonca, tač oslonac ili oslonac do 5 -10 kg uslovljavali su veličina defekta, stabilnost koštanih fragmenata i motivisanost ranjenika.

Po zarastanju operativne rane bolesnici se upućuju na kućno liječenje. Prvi kontrolni pregled sa radiografijom naručuje se za 6 nedjelja. Pacijent ili član porodice (koji je obučen na odjeljenju od fizioterapeuta) radio je najčešće kinezoterapiju ili hidroterapiju (u kućnoj kadi).

Kontrolne kliničke preglede potrebno je raditi svaki 15. dan nakon odložne spongioplastike do prve radiografije. Kliničkim pregledom prati se dinamika sanacije mekih tkiva i ima se uvid da li se održava potrebna čistoća oko klinova spoljnog fiksatora, povrijeđenog ekstremiteta. Radiografije daju sem kliničkih i sigurne radiografske znakove zarastanja preloma.

Ovi parametri određuju stepen opterećenja uz pomoć štaka. Radiografske kontrole na 30 dana vode u dalju sanaciju preloma, povećavanjem opterećenja i uspostavljanjem pune funkcije zglobova.

REZIME PRIMARNE SPONGIOPLASTIKE RATNE RANE

Koncept primarne reparacije i rekonstrukcije svih traumom oštećenih tkiva je tokom posljednje dvije decenije drastično promijenio dosadašnje konzervativne tretmane.

Nosioci trenda rane rekonstrukcije mekotkivnih povreda (Kleinart -primarno zbrinjavanje povrede šake, Janžeković -rana tangencionalna nekrektomija kod opekotina, Godina -rana mikrohirurška rekonstrukcija kompleksne traume ekstremiteta i Gustilo rana spongioplastika kod mirnodopske traume) prikazali su superiorne funkcionalni estetske rezultate rane rekonstrukcije ističući izuzetan značaj adekvatne vaskularizacije u cilju bolje kontrole postoperativne infekcije i stimulacije procesa zarastanja rane.

Razultati liječenja otvorenih preloma prvenstveno zavise od tretmana udruženih povreda mekih tkiva. Adekvatna pokrivenost mekim tkivom i revaskularizacija će obezbijediti najbolje uslove za inkorporaciju koštanog transplantata i kasnije stvaranje kosti. Od vitalne važnosti je da se koštana transpalantacija preduzima kad se ispune ovi uslovi.(56,58,60) Spongioplastika će dati dobre

razultate kad je mjesto implantacije dobro vaskularizovano (58), pa se ne preporučuje da se spongioplastika nepotrebno odlaže. Treba da se uradi čim je preteća infekcija pod kontrolom i proces revaskularizacije krenuo mišljenja je Gustilo sa saradnicima 1988. Za prelome II i III tipa spongioplastika se može uraditi u II sedmici nakon pokrivanja mekim tkivom koristeći kožni transplantat ili lokalni mišićni režanj mišljenja su Swartz i Mears 1986 , Gustilo sa saradnicima 1987 , Gordon i Chiu 1988 , Peat i Liggins 1990.

Ratna rana je specifična, uz lošije uslove zbrinjavanja i dugotrajno liječenje, zahtijeva iznalaženje mogućnosti efikasnijeg i racionalnijeg liječenja.

Nedovoljno je opisana u svjetskoj literaturi, a nemogućnost praćenja istih parametara u vremenu i prostoru su faktori koji otežavaju istraživanja.

Karapetjen i Petrov su iznijeli svoja iskustva u liječenju 1361 bolesnika sa strelnim prelomom dugih kosti liječenih u Angoli. Kod 17 bolesnika koštani defekt bio je 5 cm i više. Autori su prihvatili stav da je pod antibiotskom zaštitom moguće raditi internu osteosintezu strelnih preloma dugih cijevasti kostiju . Pored ovakve osteointeze rađena je i osteoplastika koštanim autotransplantatom sa tibije ili fibule. Sve autotransplantacije rađene su nakon 21 dan. Autori ne navode druge kriterijume za pristupanje ovakvom načinu liječenja , sem pomenutog koštanog defekta. Ishod liječenja nakon 2,5 godine imaju dobar i zadovoljavajući u 11 pacijenata a loš u 8 . Slabi rezultati se manifestuju sa 3 pseudoartroze, 4 osteomijelitisa i jedna egzartikulacija prednjeg djela stopala. Zbog osteomijelitisa je odstranjen fiksacioni materijal i nastavljeno neoperativno liječenje.

Na osnovu podataka iz savremene dostupne literature i kliničkog iskustva iz posljednjeg rata, liječenje strelnih preloma nije usmjereno samo na izbjegavanje infekcije i koštanu konsolidaciju. Multidisciplinarnim pristupom u liječenju se nastoji potpuno povratiti funkcija i estetika ekstremiteta.

Doktrina primarne hirurške obrade ratne rane u potpunosti je riješena i prihvaćena . Gipsane imobilizacije i transosalna trakcija, do ovog rata najčešće korištena metoda za stabilizaciju koštanih fragmenata poslije primarne hirurške obrade ustupaju mjesto spoljnoj fiksaciji.

Provjerena u sekundarnom liječenju na velikom broju uzoraka a korištena i u ovom ratu rigidna osteosinteza AO pločom uz istovremenu spongioplastiku , pokazala se vrlo uspješna. Osnovni uslov za korištenje ove metode je:

- prva faza liječena je završena;
- kliničkih i laboratorijskih znakova infekcije nema.

Primjena rane autogene spongioplastike kod koštanih defekata ratne rane pokazala se moguća u primarnoj fazi liječenja.

Može se koristiti ukoliko ispunjava određene uslove:

- a) Esencijalni uslov za povoljan ishod liječenja koštanog defekta ranom autogenom spongioplastikom, čini primarna hirurška obrada ratne rane po ratnoj hirurškoj doktrini,
- b) Adekvatnim spoljnjim fiksaterom stabilizovati koštane fragmente ,
- c) Koštani defekt ne treba prelaziti dužinu 5 cm,
- d) Klinički i laboratorijski odsustvo znakova infekcije,
- e) Koštani autotransplantat mora biti poslije postavljanja primarnog odložnog ili sekundarnog šava pokriven u potpunosti zdravim mekim tkivom (muskulokutanim ili punom kožom),
- f) Potrebno je imati dovoljnu količinu koštanog autotransplantata.
- g) Sekundarni šav treba bez tenzije postaviti na zdravo mišićno tkivo ili da punovrijedna zdrava koža naliže na koštani autotransplantat.
- h) Dobra saradnja povrijeđenog, adekvatna i pravovremena provedena fizikalna terapija.

Uz ispunjavanje gore navedene uslova, dijafizarni strelni prelomi sa koštanim defektom, kod kojih je defekt premošten kortikospongioznom autotransplantatom, u primarnoj fazi zarasta.

Vrijeme koštane konsolidacije koštanog defekta u primarnoj i sekundarnoj spongioplastici je jednako.

Vrijeme hospitalizacije bolesnika kojem je rađena rana kortiko spongioplastika je kraće upravo za onoliko koliko se čeka da se uradi spongioplastika u sekundarnom liječenju dijafizarnih strelnih preloma, (tri i više mjeseci).

Radeći ranu spongioplastiku (u istom aktu sekundarne šave i koštani autotransplantat), smanjuje se jedan operativni zahvat. Ovim se izbjegava mogućnost jatrogenih lezija a značajne su uštede sanitetskog materijala.

II DISTRAKcIONA OSTEOGENEZA

1. UVOD

U prošlosti, naročito djeca, sa diskrepancijom dužine ekstremiteta koji prelaze 15 do 18 cm, "liječena" su amputacijom tog ekstremiteta i protetisanjem protezom. Oni čije su diskrepancije prelazile 5 cm tretirani su konvencionalnim metodama produžavanja ekstremiteta (Wagnerova tehnika) sa vrlo visokom komplikacionom stopom i čestim neuspjehom postizanja preoperativnih ciljeva. Komplikovani deformitet zahtijeva jednu ili više osteotomija, prije ili poslije produžavanja da bi se postigao aksioni smjer i jednakost dužine ekstremiteta. Stoga je i razumljiva stalna aktuelnost problema kod liječenja koštanih defekata ili inagaliteta konvencionalnim metodama sa autotransplantatima.

Veliki segmentalni defekti dugih kostiju na dijelimično osteogeničnom mjestu, predstavljaju ozbiljnu poteškoću ortopedskom hirurгу suočenom sa problemom rekonstrukcije ekstremiteta koji treba biti i funkcionalan. Budući da je lokalno snabdijevanje krvlju slabo, konvencionalnim metodama rekonstrukcije koštani autotransplantati i heterotransplantati teško će ostvariti uspješnu koštanu inkorporaciju.(1,2,16)

Biomehanički, većina konvencionalnih tehnika ne uspijeva u obnavljanju originalnog cjevastog oblika kosti nego stvara čvrstu koštanu kolumnu.(17) Fibularni transplantati, slobodni ili sa peteljkom, postavljaju velik zahtjev hirurškoj vještini i ostavljaju neizvjestan uspjeh. Često ni to nije dovoljno jako da izdrži nametnuto opterećenje i krajnji rezultat može biti pseudoartroza ili refraktura na spoju između orginalne kosti i transplantata ili na samom transplantatu. Sve ove tehnike su limitirane dostupnošću koštanog transplantata i velikom stopom komplikacija.

Tako su nastajale prve ideje u ortopediji o hirurškom produženju ekstremiteta i u traganju za najboljim rješenjem. Sve je počelo pokušajem kontrole rasta u liječenju inagaliteta, distrakcijom epifizarnih hrskavica ili epifiziodezom. Rezultati dobijeni poslije liječenja pokazuju da po završetku rasta često imamo veći ili manji inagalitet koji je nerješiv, kao i ograničen lokalni morbiditet u području donatorskog mjesta.(14,17) Standardno tada produžavanje ekstremiteta kretalo se u rasponu od 4 do 7 cm. Dobijeni rezultat poslije toga liječenja ostavljao je ozbiljno stanje i dilemu za amputaciju.(3,4,6)

Koštanim heterotransplantatima mogu se prenijeti nepoznati antigeni, bakterije, virusi i mrtva strana tijela koja nisu poželjna u inficiranim ranama. Obično moraju biti resorbovani i zamijenjeni sa creeping substitution ostavljajući ih strukturalno osjetljivim na frakture za produžen period. Koštani transplantat se možda nikad u potpunosti ne ugradi u živu kost.(26)

Razlike u dužini ekstremiteta, bilo da se radi o kongenitalnim ili nastalim povredama, rješavao je američki ortoped Codivilla sa više uspjeha.(65) Svoje rezultate iznio je na sastanku ortopeda u Atlanti 1905. On je poslije osteotomije, distrakciju vršio opterećenjem i mirovanjem sve dok kalus nije popunio šupljinu između fragmenata. Abbott tvrdi 1927. godine da upotrebom Thomasove šine postiže bolju kontrolu osovine i distrakcije duge kosti na kojoj vrši distrakcionu osteogenezu. Bier 1923 kod sedam pacijenata s niskim rastom (Achondroplasia) radi bilateralno produženje oba femura i kod šest pacijenata ima dobar rezultat. Anderson svojim aparatom iz 1952. godine i radovima daje značajan doprinos distrakcionoj osteogenezi.

Wagner je 1963. modifikovao Andersonov fiksator sa klinovima i uveo metodu koja zahtijeva tri operativna zahvata:

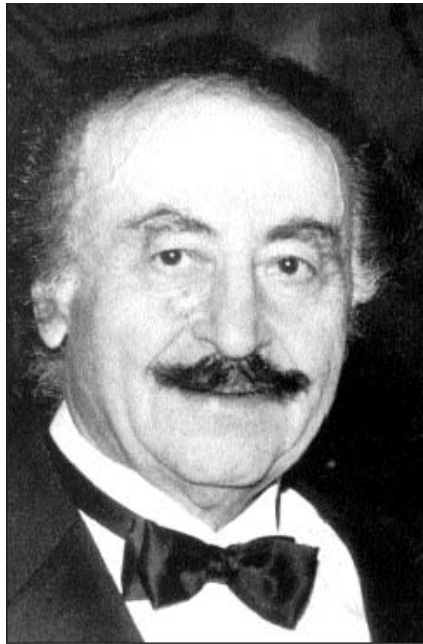
- postavljanje spoljnog fiksatora, osteotomija i distrakcija,

- stabilizacija pločom dobijene dužine ekstremiteta, a dobijeni defekt popunjava spongioznom autotransplantatom,
- po koštanoj konsolidaciji odstranjenje ploče.

Komplikacije do 40% (paralize, osteomyelitisi, pseudoartroze, ekstenzivni ožiljci) i nemogućnost postizanja većih produžetaka od 8 cm čine limitirajućim ove metode pred distrakcionom osteogenezom.(30, 33,45,47,49,50,55,63)

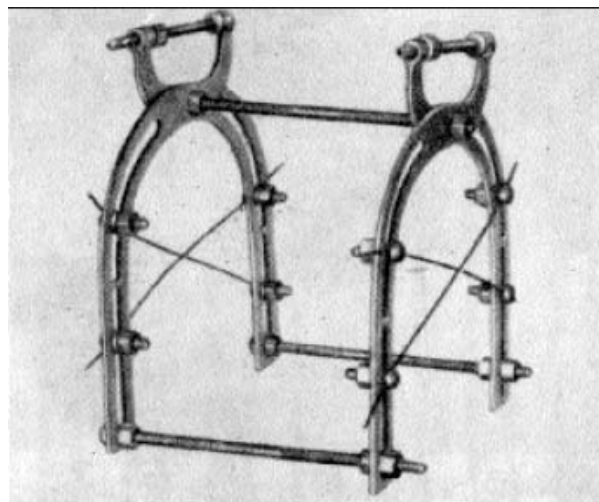
Gavrilo Avramović Ilizarov (1921-1992) (Sl. 1.) iz Kurgana 1950. godine počeo je primjenu originalnom cirkularnom transosalnog spoljnog fiksacijom (Sl. 2.) metodu danas opšteprihvaćenu u svijetu -distrakcionu osteogenezu. Posmatrajući prvi ovaj proces, kod jednog od svojih pacijenata, operativnom intervencijom regenerisao je više od 18 cm nove kosti, često duplirajući osnovnu liniju kosti po dužini.(40,42, 44,45,48,50)

Sl.1.



Sl. 1.

Sl. 2.



Sl. 2a.



Ovom se metodom dozvoljava korekcija deformiteta, bez obzira na porijeklo koštanog ili mekog tkiva, izjednačavajući dužinu ekstremiteta tokom jedne operativne intervencije. Sposobnost prenosa i regeneracije kosti daje mogućnost rekonstrukcije kosti koja nedostaje ili zamijenu patološkog tkiva novom kosti.(1,2,14)

Okvir Ilizarovog fiksatora jak je u aksijalnom smjeru oko 25% kao okvir unilateralnog ili bilateralnog fiksatori, dok je na dejstvo sila savijanja, smicanja i torzionih otprilike jednak.(7,14) Dijametar i tenzija žica najvažniji su faktor koji utiče na stabilnost okvira (Sl. 2a.). Ostali faktori koji utiču na jačinu

okvira su: veličina, broj i lokacija prstena, divergencija transfiksacionih žica, korištenje žica sa olivom, distrakcija ili kompresija tereta na frakturu ili nesraslo područje. Broj obručeva, lukova, distancera i montaža fiksatora odabiraju se i montiraju prema obimu ekstremiteta na nivou planiranog terapijskog operativnog zahvata. (35,44,48,50)

Obruč ne treba da bude bliži koži od 3 cm, zbog otoka i mogućnosti stvaranja nekroze kože (Sl. 3.). Korištenjem žica sa olivom, iskrivljenih žica i adekvatnog broja obručeva, povećava se kontaktna površina i sprečava klizanje kosti po igli. Razmjere uporišta teleskopskih ramova na dugim kostima moraju biti iste radi ravnomjernog opterećenja i stabilnosti. Najbolju stabilnost ostvaruje aparat sa četiri obruča takvom aplikacijom da se:

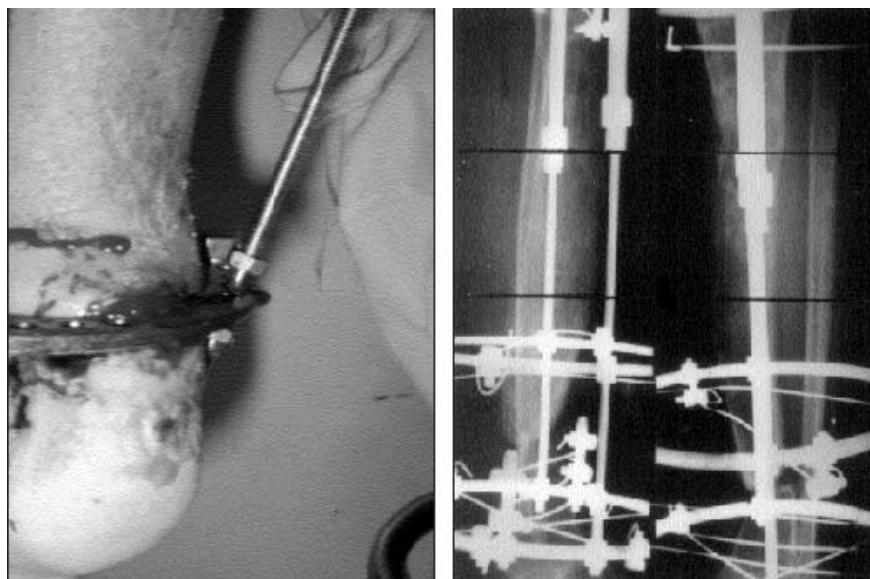
- a) dva bazična obruča postavljaju u visini metafiza, maksimalno udaljena od žarišta problema,
- b) dva dopunska obruča maksimalno blizu žarištu problema,
- c) minimalno tri igle, sa ili bez oliva, moraju prolaziti kroz svaki koštani fragment u različitim nivoima i u različitim ravnima.(2,35, 37, 42,44,50)

Mehaničke karakteristike ovog fiksatora dozvoljavaju pozitivne efekte aksijalnog mikrokretanja bez štetnih efekata torzionog i translacionog savijanja.(37) Prednosti aksijalnog mikropokreta za poboljšanu sanaciju i remodelovanje kosti i pregradnju koštanog regenerata, omogućuje tehnika dinamizacije postepenim demontiranjem fiksatora.(31,34,47) Jedan od načina slabljenje stepena fiksacije može se postići odstranjenjem jedne igle iz obruča svakih 4 -5 dana.(13,14) Izmjenom

stepena fiksacije fiksatora i povećavanjem funkcionalnog oslonca tjelesne težine održavaju se stimulatívne aksijalne mikrokretnje za koštanu sanaciju. Ovo funkcionalno opterećenje stimuliše pojačanu vaskularizaciju cijelog ekstremiteta, a tim i slomljene kosti, sprečavajući razvoj osteoporoze. Ilizarov fiksator održava tehničku kontrolu na koštanim fragmentima u tri ravnine, (1,2, 45,47,49) tako da su angularne i translacione korekcije moguće kao dodatak standardnoj aksijalnoj distrakciji.

Ilizarov "restorativnom traumatologijom" naziva granu ortopedske hirurgije koja se bavi liječenjem traumatskih rezidua, stvaranjem novih koštanih formacija između distrakcionih pukotina (42,44).

Sl. 3. Sl. 4.



Koštani defekti mogu se eliminisati bez koštane transplantacije. Mnogi tipovi nesrastanja mogu se stimulisati ka srastanju, sa postepenom distrakcijom krajeva fragmenata. Loša srastanja mogu se korigovati i savladati posttraumatsko skraćenje ekstremiteta.(2,33,39,49)

Ilizarov fiksator i metode koje je uveo, oko 600, postali su poznati širom svijeta i većina doživljava masovnu primjenu u ortopedskoj hirurgiji i koštanoj traumatologiji.(57,58,60,62,63)

Razvijajući ovu metodu dokazao je da je variranje stabilnosti fiksacije, energije osteotomije, u direktnoj vezi sa oštećenjem cirkulacije, stopom i ritmom distrakcije. Oni čine osnovne kritične faktore osteogeneze.

2. DISTRAKCIONA OSTEOGENEZA

Distrakciona osteogeneza je metoda proizvodnje neograničene količine žive kosti između vaskularnih površina, koje su odvojene kortikotomijom. Putem postepene kontrolisane mehaničke distrakcije, regeneriše se u potpunosti živa kost i omogućava segmentalni koštani transport pomoću distrakcije kalusa (Sl. 4.).

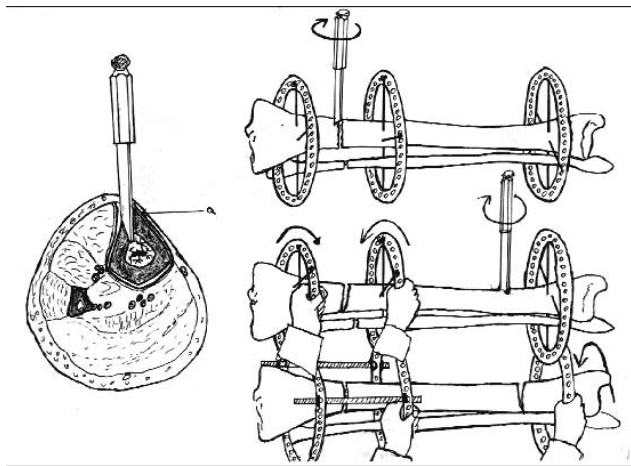
Nova kost spontano premošćava pukotinu i brzo se transformiše u normalnu makro strukturu za lokalnu kost.(38) Ova metoda koristi lokalno domaće tkivo za regeneraciju nove kosti i time pruža mnogo potencijalnih prednosti nad transplantacijom kosti. Ne zahtijeva autogeni niti alogeni koštani transplantat. Zonu koštanog defekta transformiše iz mjesta djelimično osteogenog mekog tkiva u visoko

(2,4,13)

osteogenično mjesto. Ta prednost se prije svega ogleda u potpunoj regeneraciji žive kosti sposobne da nosi teret. Starost nije ograničena, sve dok pacijent ima biološki potencijal za zarastanje koštane frakture.(2,12,32,45,49,50)

Standardnu terminologiju kod distrakcione osteogeneze uveo je Ilizarov, a njeno poznavanje nephodno je za onoga ko koristi ovu metodu.

Shema 1.



Shema 1.

sačuvati sve strukture: kožu, mišić, periost i endostat. Time je periostalna i medularna vaskularizacija očuvana i održava lokalno snabdijevljanje krvlju za perost i medularni kanal.(40,41,42,44,72) U zadnje vrijeme studije na eksperimentalnim životinjama pokazale su da očuvanje medularnog sistema nije apsolutno neophodno. Čak i ako dlijeto prolazi kroz kortikalnu kost i medularni vaskularni sistem sa sigurnošću se može očekivati kompletan prsten nove kosti, koji se sporije formira nego nakon očuvane medularne vaskularizacije.(1,2,40,41,42) Od esencijalne važnosti je da se formiranje nove kosti dešava unutar intaktnog područja mekog tkiva.(2,3) Kortikotomija mora biti potpuna da dozvoljava jedinstvenu distrakciju. Zbog toga je po završetku kortikotomije neophodno provjeriti da li je urađena kompletna kor

2.1. Kortikotomija

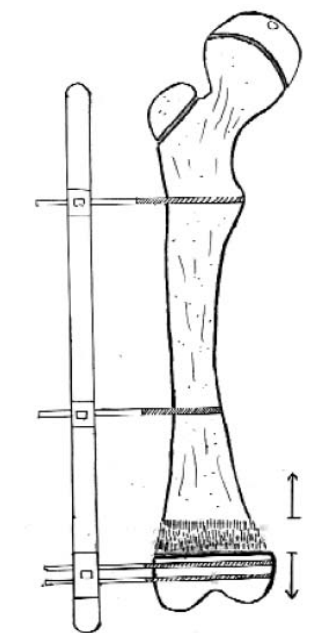
Kortikotomija je niskoenergetska osteotomija korteksa, koja se izvodi tamo gdje je i problem: vrh angulacije, patološki proces, a kod liječenja inagaliteta na prelazu metafize u dijafizu, zbog brzine zarastanja.

Ona je ključna faza ove metode. Treba je uvijek izvoditi u zdravom, stabilnom, netraumatizovanom području mekog tkiva. Od esencijalne je važnosti stvaranje nove kosti unutar netaknutog omotača mekog tkiva.

Prvo se postave obručevi ili klinovi spoljnog fiksatora na preoperativno planirana odgovarajuća mjesta, a potom se uradi kortikotomija.

Izvodi se subperiostalnim postavljanjem tankog i 5 mm širokog dlijeta (osteotoma), koje se uvodi do kosti malom incizijom kože 1 -1,5 cm longitudinalno. Potom se osteotomom prvo sa medilne strane subperiostalno siječe korteks, uz poštedu endostata, a potom i sa lateralne strana. Dok se pažljivo radi kortikotomija, osteotom ne treba prema kosti da se pravi ugao veći od 10° do 15°, istovremeno radeći rotaciju osteotomom od 20° do 30°, čime se lomi posteromedijalni korteks (Shema 1.). Ista radnja ponavlja se i za preostali dio posterolateralnog korteksa. Ovakvim pažljivim radom obavezno je

Shema2.



Shema 2.

tikotomija. Dovoljno je uraditi longitudinalnu distrakciju obručevima od nekoliko milimetara kojim će se provjeriti kompletnost kortikotomije. Dok se ne stekne iskustvo preporučuje se provjera sa RTG -monitorom na operaciji.

Kortikotomija bi trebala obično biti smanjena sa potpunom montažom fiksatora. Smanjenjem širine kortikotomije dovodi se do smanjenja lokalne hemoragije i do osiguranja osteogenog mosta, koji ne smije da bude ni u jednom trenutku komprimiran.

Povreda nutritivne arterije ili njene terminalne grane pri kortikotomiji, kao i nedostatak krvarenja mogu ukazivati na lokalnu vaskularnu deficijenciju.

Mjesto incizije i osteotomije umjereno komprimirati zavojem prvog postoperativnog dana i pustiti osteotomiju da miruje 7 dana.

2.2. Trakciona epyphyseolysis

Trakciona epiphyseolysis je metoda distrakcije epifize koja se koristi između 13. i 16. godine, pri kraju rasta (Risser 4 i 5) za produžetka ekstremiteta.

Izvodi se uvođenjem Kiršnerovih ili Štajmanovih klinova iznad i ispod epifizne linije (Shema 2.). Potom se montira distrakcioni aparat i tek drugi treći dan počinje se distrakcija 1 mm dnevno. U prosjeku, dvije nedjelje poslije distrakcije dolazi do odljubljivanja epifize i radiološki vidljivog proširenja epifizarnog prostora. U toku daljeg razvlačenja pomoću distrakcionog aparata tokom 8 - 14 nedjelja postiže se produženje ekstremiteta i do 12 (2,4,41,43,56,59) cm.

2.3. Latentnost

Latentnost je vremenski period nakon kortikotomije, kada počinje odgovor (reakcija) zarastanja, premošćavanja površine presječne kosti novostvorenom, prije počinjenja distrakcije.(33,36)

Traje obično sedam dana. Sedmog dana stvorena je cijela distrakciona pukotina i fibrozna interzona premoštava rasječene površine. Ako je na mjestu kortikotomije lokalna vaskularna insuficijentnost, nedostatak uobičajnog krvarenje ili preveliko krvarenje zbog povrede terminalne grane nutricionarne arterije, latentnost može biti produžena i do 14 dana. Prerano zarastanje može se pojaviti 14 dana u metafizarnoj regiji, a 21 dan u dijafizarnoj. Zbog toga treba biti oprezan pri produžavanju latentnosti.(1,2,47) U početku, hirurrg mora prilagoditi latentnost da bi pojačao osteogeni potencijal.

2.4. Stopa

Stopa je broj milimetara na dan u kojoj su dužine kosti distrakcirane.(2,43)

Pokazalo se da je najidealnija dnevna distrakcija od 1 mm. Ponekad je tokom procesa distrakcione osteogeneze od pomoći procijeniti progres formiranja kosti. Tokom distrakcije, prilagođavanje stope ili ritma mogu biti potrebne i presudne za optimiziranje osteogeneze.(2,12,58) Standardna radiografija omogućuje dobar nedjeljni ili dvonedjeljni pregled progressa distrakcione osteogeneze i distrakcione pukotine: širine, dužine i poravnanja.

2.5. Ritam

Ritam je broj distrakcija na dan, u jednako podijeljenim milimetrima koji daju ukupnu stopu. Ilizarov je preporučio 0,25 mm svakih 6 sati. Optimalno, tempo distrakcije od 1 mm za 24 sata ostvaruje se novom serijom spoljnih unilateralnih fiksatora sa klinovima i ugrađenim baterijama u ramu koji kontinuiranu distrakciju čini od 1 mm za jedan dan.(4)

Obično poslije 10 dana distrakcije radi se kontrolna radiografija. Ako je dijastaza veća od 1 cm kompresijom je treba dovesti do 3-5 mm i zaustaviti distrakciju do 3 dana. Brze i prevelike distrakcije mogu biti praćene bolom, otokom i parestezijama ekstremiteta, koje nestaju ako se smanji distrakcija.

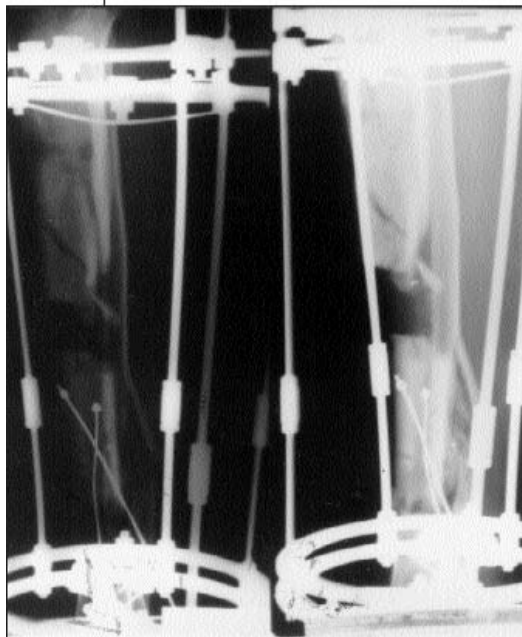
Standardna radiografija omogućuje dobar sedmični i dvosedmični pregled progressa distrakcione pukotine; dužine i poravnanja. Obično se od treće nedjelje distrakcije, na tehnički dobro urađenoj radiografiji, može primijetiti pojavljivanje nove mineralne kosti kao kovrdžasti, radiodensni stupci koji se protežu sa obje površine prema centru. Treba hirurga zabrinuti ako nema pojavljivanja radiodensiteta do četvrte nedjelje distrakcije.

Ultrazvučno dijagnostikovanje osjetljivo je na mineralna taloženja prije pojavljivanja na vidljivoj radiografiji. Vaskularni kanali mogu oponašati mikro stupce nove kosti. Ponekad se distrakcione pukotine na ultrazvuku pojavljuju prazne, pokazujuće cistične šupljine. U ovim slučajevima distrakciju treba prekinuti. Pukotina se treba postepeno zatvoriti dok se kortikotomne površine ne vežu za ponovnu latentnost prije ponovne distrakcije.

Histološke zone distrakcione osteogeneze stvaraju predviđeni model mineralizacije koji se može mjeriti kvantitativno i kvalitativno sa kompjuterizovanom tomografijom. Prisutnost jedinstvene sekvence kod kompjuterizovane tomografije omogućuje uočavanje fibrozne interzone. Bilo koje područje unutar distrakcione pukotine koje ima manje od 60% gustoće od normalne strane ima povećan rizik angulacije, frakture.

Ritam distrakcije mijenja se prema kliničkom nalazu RTG. Tokom dalje distrakcije, radiografija se obično radi jednom mjesečno. Ako se rade radiografske kontrole s olovnim metrom, sem kontrole

Sl.5.



Sl. 5.

postignute dužine, provjerava se i karakter regenerata. U sredini se nalazi svijetla zona rasta regenerata čija širina treba da se kreće od 0,5-1 cm.

Ako ova svijetla zona ima izgled pješčanog sata većeg od 1 cm, tada sigurno vodi produženoj konsolidaciji regenerata. U tom slučaju potrebno je fibroznu interzonu proširiti.

Smanjenje svijetle zone ispod 0,5 cm vodi preranom zarastanju i nemogućnosti postizanja planiranog produženja. Fibrozna interzona se sužava, a povećava primarni mineralizovani front. U tom slučaju, potrebno je distrakcioni ritam ubrzati.

Pri nastojanju da se produži ekstremitet preko 7 cm, potrebno je poslije mjesec dana distrakcije napraviti odmor od 1 -2 dana. Odmore je potrebno od tada češće činiti u trajanju 1 do 2 dana, poslije svakih 10 -12 dana distrakcije. Pri postizanju adekvatne dužine aparat se fiksira a nategnutost žica

održava došpenovanjem svaki 7. dan za 0,5 zavoja na svim teleskopskim nosačima.

2.6. Transformaciona osteogeneza

Transformaciona osteogeneza predstavlja konverziju nekoštanih interpozicija u normalnu kost sa kombinovanim kompresionim i distrakcionim snagama.

Često se susrećemo sa fibroznom hrskavicom ili sinovijalnim šupljinama u pseudoartrozama. Ponekad je transformacionu osteogenezu potrebno povećati obližnjom kortikotomijom.

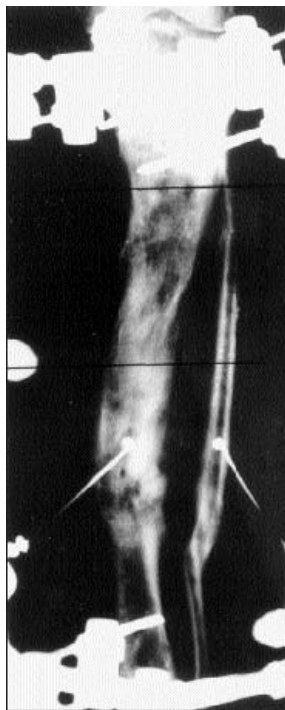
2.7. Koštani prenos (transport)

Koštani prenos (transport) predstavlja regeneraciju interkalarnih koštanih defekata sa kombinovanom distrakcionom i transformacionom osteogenezom.

On je jedinstven primjer biologije gdje se veliki interkalarni defekt na kosti od traume, infekcije ili tumora mogu regenerisati stimulatnom distrakcionom osteogenezom i prenosom živog koštanog segmenta preko defekta. Kao u slučaju atrofične pseudoartroze ovaj multifokalni tretman uključuje distrakciju i konačnu kompresiju transportovanog koštanog segmenta na drugi koštani segment. Transport se može izvesti proksimalno, distalno ili čak transverzalno.

U zahvatu segmentalnog transporta jedan od dijelova duge kosti iznad ili ispod zone defekta, presiječe se dlijetom u nivou gdje meka tkiva nisu povrijeđena, sa ciljem da se mobiliše dijafizarni koštani segment (Sl. 5.). Ovaj segment se prebaci u koštani defekt dužinom od 1 mm dnevno adekvatnom trakcijom mehanizmom spoljnog fiksatora. Na mjestu izvršene kortikotomije u zdravom mekom tkivu postepenim produžavanjem trakcijom veličina koštanog defekta se smanjuje. U zoni distrakcije stvara se protkana kost, kao odgovor na tenziju i vremenom ona se mineralizacijom i povećanim mehaničkim opterećenjem transformiše u lameralnu kost. Pri tome zadržava svoj originalni oblik, kao dio dijafize duge kosti. Kada je premošćen čitavom dužinom koštani defekt, koštani segment će zamijeniti koštani defekt i srastanje kosti će se osigurati kompresivnim silama između koštanog fragmenata i koštanog segmenta.

Sl.6.



Sl. 6.

Mehanička i biološka efikasnost ove metode potiču iz činjenice da transekciju dijafize kosti i pomicanje segmenta stvaraju tenziju i indukuju hipervaskularizaciju u toj zoni. Ova dva efekta izgleda da su fundamentalne pretpostavke za formiranje nove kosti. Segmentalni transport nije dio primarnog hirurškog zbrinjavanja u traumi i razmatra se tek u drugoj fazi liječenja po sanaciji mekog tkiva. (1, 3,41,43,47) Kod svježee traume, poslije primarne hirurške obrade i stabilizacije koštanih fragmenata, postaje tačno vidljiva veličina koštanog defekta i jasan stepen povrijeđenog mekog tkiva. Sanacijom mekog tkiva i premontiranjem postojećeg ili montažom drugog spoljnog fiksatora kojim se može uraditi koštani segmentalni transport, nastaviti liječenje do sanacije.

Transportni segment obično je čitav poprečni presjek kosti ali može biti djelimičan fragment koji treba da popuni djelimičnu pukotinu, kao kod kavitarnog osteomijelitisa. Svaka presječena kost ima opskrbu krvi i ako se distrakcija izvodi po pravilnoj stopi i ritmu sa stabilnim fiksatorom poštujući adekvatnu latenciju pri tome, distrakciona osteogeneza treba da proizvede novu kost koja će da se remodeluje u normalnu kost.

Mehanička i biološka efikasnost ove metode posljedica je činjenice da trakcija dijafize kosti i premještaja segmenta stvara tenziju i indukuje hipervaskularizaciju u ovoj zoni koji su osnovni preduslovi za stvaranje nove kosti.

Kortikotomija se mora izvoditi uvijek u netraumatizovanom mekom tkivu, proksimalnom ili distalnom dijelu duge kosti.

Segmentalni transport distrakcijom kalusa još nije potisnuo konvencionalne metode zbrinjavanja koštanog defekta, ali je u svakom slučaju koristan zahvat u zbrinjavanju koštanih defekata koji prelaze dužinu preko 3 cm. Kod dugih defekata konvencionalne metode su manje pouzdane i više problematične.

2.8. Indeks zarastanja

Indeks zarastanja predstavlja broj mjeseci od operacije do potpuno nove kosti koja nepotpomognuta može nositi težinu za svaki centimetar svoje dužine.

Distrakciona osteogeneza u potpunosti regeneriše živu kost sposobnu da nosi teret, otprilike 1 cm mjesečno u dužinu kod djece, a za dva mjeseca kod odraslih. Kompletna pregradnja koštane srži i formiranje medularnog kanala kod djece se dešava poslije 6 -8 mjeseci, a kod odraslih 10 -12 mjeseci. Proces remodelisanja kosti nije završen kad je završen proces distrakcije. Vrijeme sazrijevanja novostvorene kosti je uglavnom dvostruko ili trostruko duže od vremena potrebnog za segmentalni transport.(23,41,47)

Odluku o skidanju spoljnog fiksatora i redosljed odstranjenja klinova ili žica donosi operater na osnovu radiološke i kliničke procjene.

Radiografske karakteristike (Sl. 4, 6, 12, 15) novostvorene kosti, dovoljno jake i sposobne da nosi teret su:

- 1) gustoća regenerata dobijena distrakcionom osteogenezom treba biti iste gustoće i strukture kao i kost iz koje se dobija regenerat,
- 2) trabekule regenerata su paralelne i prate smjer distrakcionih sila,
- 3) dijametar regenerata mora odgovarati koštanom dijametru,
- 4) treba da postoji kontinuitet kortikalnih ploča, bez obzira na debljinu, samo ne smije biti prekinut.

Klinički znakovi na kraju fiksacije: uspostavljen je pun bezbolan oslonac sa funkcijom. To je moguće ako je prije snimanja spoljnog fiksatora provedena fizikalna terapija 1,5 -3 mjeseca. Novostvorena kost je naučena na dozirano opterećenje: od tač oslonca do punog.

Imajući jasne radiološke i kliničke znakove postepeno se radi destabilizacija. Ona počinje redukcijom distrakcionih sila 0,25 mm jednom ili dva puta dnevno, do neutralnog položaja. Na ovaj način smanjuje se rigidnost a povećava elastičnost mikropokreta na mjestu urastanja novostvorene kosti za matičnu kost. Skidanjem igala ili klinova postepeno, svakih 5-7 dana, odstraniti jednu žicu ili jedan klin, bliže novostvorenoj kosti. Na taj način se održava i povećava pritisak, ubrzava reparativna regeneracija i kortikalizacija regenerata, uz zadržavanje drugih na udaljenosti od novostvorene kosti. Fiksator se skida potpuno uz prethodnu provjeru stabilnosti novostvorene kosti, bez velike sile. Fiksator se skida ambulantno.

Na ovaj način prevenira se refraktura, smanjenje dobijene dužine, angulacija... Po skidanju fiksatora, hod uz pomoć potpazušnih štaka uz doziran oslonac. Prva radiografska kontrola, poslije mjesec dana, a puno opterećenje dozvoljava se 1,5-2,5 mjeseca od skidanja fiksatora.

Liječenje ovakvih bolesnika najčešće je individualno za svakog bolesnika i svaki slučaj za sebe je specifičan.

3. HISTOLOGIJA DISTRAKCIONE OSTEOGENEZE

U periodu inicijalne latencije, mjesto kortikotomije nije drukčije od mjesta frakture.(12,14) Fibrinski hematomi i inflamatorna infiltracija ćelija popunjuju prazninu u području kortikotomije.

U vremenskom periodu latentnosti koji traje osam dana, mezenhimalne ćelije počinju da stvaraju most od kolagena i nezrelih vaskularnih sinusoida.(6,8,12) Fibrovaskularni most polako se organizuje u smjeru distrakcije. Kolagenska mreža postaje gušća i manje vaskularna, skoro da nalikuje tetivi. Krvni sudovi ostaju locirani u intramedularnom regionu, usko priljubljeni rasječenim površinama kortikotomnih segmenata, ne prelazeći u fibroznu interzonu.(1,2,40,41,43)

Vretenaste ćelije koje luče fibroblast labavo su rasute između snopova kolagena koji premoštavaju dvije rasječene površine kosti, uključujući periost, korteks i uništenu kost kortikotomijom u medularnom kanalu. Nema ni osteoida ni osteoblasta.(2,4,41,44)

Tokom prve nedjelje distrakcije, ova centralna zona relativno avaskularnog fibroznog tkiva premošćuje cijelu 6-7 milimetara dugu pukotinu nastalu poslije kortikotomije koja se naziva fibrozna interzona. (2,3, 45,46,47) Kako distrakcija napreduje centralna fibrozna interzona ostaje kao talasasta radiolucentna zona širine 4-8mm, dok se sve više i više nove kosti stvaraju sa krajeva kortikotomirane kosti. Radiografski, ako imamo pojavljivanje mineralnih radiodenznih stubaca nove kosti koji se protežu sa obje površine prema centru, a fibrozna interzona sužava, stopa distrakcije se treba ubrzati.(13)

Formiranjem nove kosti u vidu pješčanog sata, fibrozna interzona se proširuje i distrakcionu stopu treba usporiti.

Tokom druge nedjelje distrakcije, osteoplastične ćelije se pojavljuju u grozdovima blizu vaskularnih sinusa sa svake strane fibrozne interzone. Snopovi kolagena se miješaju sa matriksom sličnom osteoidu. (40,41,43,44) Osteoplastične ćelije inicijalno ostaju na površini svih primarnih koštanih iglica sa cirkumferencijalnom apozicijom kolagena i osteoida. Krajem druge nedjelje osteoid počinje da mineralizuje.(5,7,8) Ove rane koštane iglice, koje se nazivaju i primarni mineralizovani front, pružaju se sa svake kortikotomne površine prema centralnoj fibroznoj interzoni kao stalaktiti prema stalagmitima. Ovaj osteogeni proces jednoliko pokriva cijeli poprečni presjek presječene kosti: periosteum, korteks i medularnu spongiozu.(8,9,40,41,43,44)

Od treće nedjelje ovaj proces se nastavlja sa talasanjem fibrozne interzone preko centra na prosječnoj debljini od 6 mm i povećava se distrakciona pukotina. Most je formiran za elongaciju 3,41,43,47) koštanih iglica nove kosti.(1,2, Vrhovi koštanih iglica počinju pri dijametru od oko 7 - 10 mikrona, dok se šire do dijametra od 150 mikrona prema svakoj kortikotomnoj površini. Svaki mikrostubac nove kosti okružen je velikim sinusoidima sa tankim zidovima.(1,2,44,47) Ovu zonu nazivaju (2,3,40,41) vaju i mikro stupčana formacija. Po prestanku distrakcije, fibrozna interzona i dalje osifikuje stvarajući novu zonu mikro stupčane formacije, u potpunosti premošćujući pukotinu.

4. FIZIOLOGIJA DISTRAKCIJE OSTEOGENEZE

Najvažniji fiziološki faktor u uspješnosti distrakcije osteogeneze je regionalna i lokalna prokrvljenost. Svaki stubac nove kosti u potpunosti je okružen velikim vaskularnim sinusoidima. Pojava mnoštva osteoida na vrhu svakog stupca nalazi se u blizini sinusoida jer ovi sudovi paralelišu koštane stubove distrakcione sile. Vrlo mali broj sudova prelazi fibroznu interzonu, koja ostaje relativno avaskularna. Stabilnost koštanih fragmenata poslije kortikotomije u svim smjerovima, izuzev u aksijalnim mikro pokretima, obezbjeđuje optimalne uslove za distrakcionu osteogenezu.

5. PATOFIZIOLOGIJA DISTRAKCIJE OSTEOGENEZE

Slaboj osteogenezi vode određeni uslovi: prekomjerna stopa, sporadičan ritam, inicijalna dijastaza, nestabilnost spoljnog fiksatora a time i koštanih fragmenata, loša regionalna i lokalna prokrvljenost, traumatska kortikotomija...

Lako je pretpostaviti da će inicijalna traumatska kortikotomija i stvorena velika dijastaza inhibirati stvaranje primarnog fibrovaskularnog mosta.

Nestabilnost koštanih fragmenata i njihovi makro pokreti narušiće stvaranje fibrozne interzone, mikro stupčane formacije, a time i delikatnost distrakcije osteogeneze.

Velika je važnost stope i ritma koji utiču na biosintetičku stazu na ćelijskom nivou sinteze proteina i mitoze.

Periferna vaskularna oboljenja mogu ograničiti regionalnu vaskularnost, a traumatska kortikotomija može ozbiljno narušiti lokalni protok.

Patohistološki nalaz dobijen biopsijom, neuspjele distrakcije osteogeneze pokazuje: ishemično(2), atrofično fibrozno tkivo, bez osteocita i crvenih ćelija.(2,4,41) Ako su krajevi kosti inicijalno separisani više od 1 cm ili su prebrzo distrahirani, a pukotinu(1,3,45,47) hrskavična ostrva

proliferiraju u , usloviće destabilizacija nezrelog okvira novostvorene kosti dobijene distrakcionom osteogenezom. To vodi lomu mikro stupaca a kasnije do zamjene sa fibrokartilaginoznim sjedinjavanjem.(4,6,42,75)

6. NAČIN APLIKACIJE KLINOVA I IGALA SPOLJNOG FIKSATORA

Da bi se standardne procedure mogle raditi kod distrakcione osteogeneze u liječenju koštanih defekata, neophodno je pravilno postaviti klinove odnosno igle kroz kožu, mišiće i kost. Neophodno je pri aplikaciji misliti na veliku mobilnost mekih tkiva i kože, njihovu stalnu promjenu položaja pri različitim pokretima zgloba. Nepoznavanje i neadekvatno postavljanje klinova odnosno žica, uslovljava stvaranje dezrogenih kontraktura. Razgibavanje takvog zgloba je teško, praćeno jakim bolom, a klinovi i igle sijeku kožu stvarajući lokalnu upalnu infekciju. Neprestane bolne senzacije pri pokretu, uslovljavaju da ekstremitet miruje, nema oslonca, a to vodi usporenom zarastanju, Sy. Sudeck...

6.1. Aplikacija klina

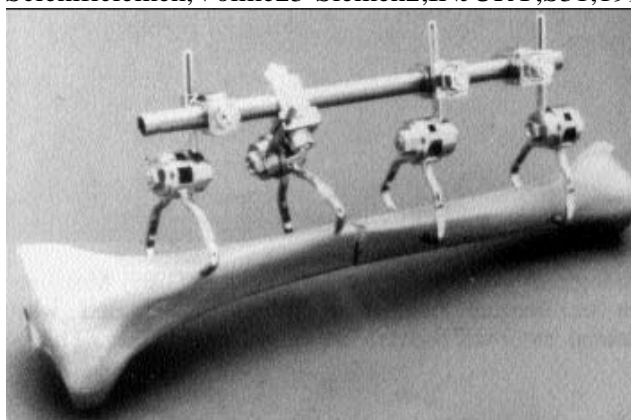
Za postizanje adekvatne stabilnosti koštanih fragmenata spoljnim fiksatorom koji koristi klinove, neophodno je obezbijediti stabilan, čvrst kontakt između kosti, klina i rama spoljnog fiksatora, da bi se stvorili tehnički preduslovi za izvođenje distrakcione osteogeneze.

Postavljanje spoljnog fiksatora sa klinovima počinje incizijom kože od 1 cm. Manja incizija izaziva uvrtnje i nekrozu kože, gnječenje i naknadnu nekrozu mišića, nemogućnost kontinuiranog odstranjenja limfnog fluida, smanjuje mobilnosti kože i time usporava i onemogućava dobijanje pune funkcije ekstremiteta, stvarajući kontrakturu zglobova.

Incizija veća od 1 cm omogućava dužu otvorenost rane i aerogeno unošenje infekcije.

Poslije incizije kože, postepenim zatvaranjem i otvaranjem peana uzduž mišićnih niti, između

Sl.7. Pelikani AO/ASIF Scientific Journal, Volume 23 - Slemen 2, INJURY, S31, 1992



Sl. 7. Pelikani AO/ASIF Scientific Journal, Volume 23 - Slemen 2, INJURY, S31, 1992

mišićnih grupa napravi se pristup do kosti. U stvoreni prostor uvodi se vodicica, u koju je postavljen trokar. Pri osloncu na kost, trokar udariti čekićem da se napravi mjesto, udubljenje gdje će se borati kost, da borer ne bi na početku kliznuo sa kosti i da ne macerira meko okolno tkivo.

Borer mora biti oštar, da ima broj obrtaja oko 700 u minuti (najoptimalnije)(34,42), da se u toku rada prave pauze, da se borer ohladi. Velik broj okretaja tupog borera stvara na povišeni kosti na mjestu boranja temperaturu preko 140oc. To uslovljava da na udaljenosti od 0,5 mm od otvora

dolazi do odumiranja kosti, aseptičke nekroze, osteolize, odnosno razlabavljenja klinova i povećava mogućnost infekcije (Matthews, Hirsch, chao 1990).

Olabavljenje klina, a time i nestabilnost pri opterećenju, može da izazove nejednako opterećenje unutar rupe klina i nestabilnost na mjestu klin-kost. Kontinuirani mikro pokreti rezultuju razlabljavaњem klinova, odnosno nestabilnost na mjestu frakture, stvarajući uslove za savijanje frakture kod opterećenja samog klina. Da bi se spriječila ova nestabilnost Arden i sar. 1998. godine utvrđuju da dobru kontrolisanu količinu radijalnog opterećenja dobijaju malom disproporcijama veličine rupe klina i samog klina. Eksperimentalno su dokazali da je optimalna disproporcija 0,1-0,2 mm, a disproporcija od 0,3 mm rezultuje mehaničkim oštećenjem, nestabilnošću i kasnijim mikro pokretima koji izazivaju resorpciju kosti. (2,26,27)

U svakodnevnoj praksi koristim borer 0,2 mm uži od debljine klina.

Veličina kontaktne površine između klina i kosti povećava se postavljanjem klina većeg promjera (5, 6, 7 mm), na najvećem presjeku kosti (metafizi) i kroz sredinu kosti. Navoji na klinovima povećavaju kontaktnu površinu i sprečavaju klizanje kosti po klinu, povećavajući stabilnost koštanih fragmenata.

Uvođenjem tankih klinova subkortikalno, bez navoja, kroz dijafizu, smanjuje se kontaktna površina između klina i kosti.

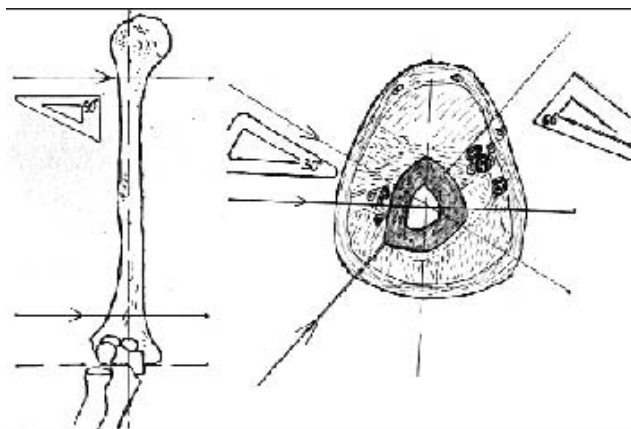
U upotrebi su klinovi debljine od 3,5 mm do 7 mm, dužine od 50-250 mm, sa ili bez nareza. Najčešće danas upotrebljavani klinovi su kratkonarezni 4,5 mm koji se koriste za kortikalnu kost i dugonarezni od 5 mm za spongiozu.

Najpoznatiji i najčešće upotrebljavan je Schanzov klin različite dužine, koji na vrhu ili sredini ima navoj kojim se obezbjeđuju bolja stabilnost i kontakt između kosti i klina. Steinmannov klin u odnosu na Schanzov klin, nema navoj. De Bastiani na svom spoljnom fiksatoru Ortofixu predlaže jake, konusno narezane klinove koji omogućuju lakšu aplikaciju i veću stabilnost u kontaktu klin-kost, lakše odstranjenje i manju infekciju. Klinovi sa navojima mnogo se koriste kada treba uraditi transport kosti s jednog na drugo mjesto "lifting" ili da se spriječi odmicanje fragmenata.

U posljednje vrijeme razvija se nova generacija klinova koja dozvoljava radijalno preopterećenje, malom disproporcijom između rupe klina i prečnika samog klina. Promjena tehnologija izrade i materijal, od čelika prema titanijumu, uključuje i Schanceve klinove pod lupu razmatranja. S ovim novim klinovima, koji još nemaju široku upotrebu, koncept spoljne fiksacije može dobiti neke prednosti.

Spoljni fiksator bez klinova je hvataljka koja fiksira kost uz pomoć svoja dva oštra vrha i bez prodiranja u medularnu šupljinu (Sl. 7.). Nema komunikacije između medularne šupljine i spolja. Tim se onemogućava da infekcija oko klina dospije u medularnu šupljinu, a lokalna cirkularna vaskularizacija intaktna je, postavljanjem ovog fiksatora. Ovaj sistem fiksatora bez klinova sastoji se od različitih hvataljki koje se spajaju jedna od druge i adaptiraju uz pomoć drugih kopči na cijev od karbona.

Shema3.



Shema 3

Klipse se spajaju na kost poput repozicionih kliješta. Ovim fiksatorom postiže se manja stabilnost koštanih fragmenata nego unilateralnim fiksatorom sa klinovima i ne može se koristiti duži vremenski period. Pogodni su za privremenu stabilnost koštanih fragmenata u primarnoj hirurgiji dok se stvore uslovi za definitivno zbrinjavanje u sekundarnom hirurškom zahvatu. Pogodan je za transport.

Pri postavljanju klina ravan klina treba biti paralelna sa osovinom susjednog zgloba, a da se pri tome poštuju biomehanički principi i anatomska građa mjesta aplikacije klina. Odstupanje od ovoga toleriše se samo u slučajevima:

- kad se predviđa neophodno nošenje aparata za duži vremenski period,
- da se savlada veća sila; prevencija valgusu, antekurvatuma ili velikih koštanih defekata ...

Klin se ne bi trebao aplicirati kroz tetivu, mišić, burzu zgloba ili u blizini nerva. Postavljanje klinova na ovim mjestima obično ima ozbiljnu problematiku.

6.2. Infekcija klina

Termin infekcije oko klina nije dobro definisan u literaturi. Green 1983. uvodi termin minor i major infekcije oko klina. Pod pojmom major podrazumijeva se: crvenilo, otok, bol, iscjedak oko klina. Sve druge infekcije oko klina su minor, koje nestaju spontano ili brižljivom njegom oko klinova. Major infekcija često zahtijeva bolnički prijem, upotrebu antibiotika a labav klin, pogotovo u kombinaciji sa purulentnom sekrecijom zahtijeva hitno uklanjanje klina ili zamjenu.

Infekcije (minor i major) oko klina česte su pojave koje se kreću po različitim autorima od 0 do 50%, a Grenn i Rippen 1984. pokazuju rezidencu hroničnog osteomijelitisa kod primjene spoljnog fiksatora sa klinom od 0 do 4%. Svi klinovi su plasirani u korteks, a nijedan u spongiozu kost. (2,4,17,23,28,41,62,68)

Broj klinova mora biti minimalan, dovoljno jak da obezbijedi adekvatnu stabilnost u savijajućem i torzionom kraku a aksijalno opterećenje stimuliše konsolidaciju distrakcione osteogeneze. Ukoliko se radi o traumi, mora se obezbijediti tačna repozicija i stabilna fiksacija do završetka cijeljenja preloma.

Pojedini autori daju prednost unilateralnim fiksatorima sa klinovima u odnosu na fiksatore sa poluobručevima, obručevima sa Kišnericama, uključujući laku primjenu, smanjen rizik od neurovaskularnih promjena, minimalno muskulokutano lediranje tkiva, jednostavnije odstranjenje, laku radiografsku evoluciju, veću prihvatljivost za pacijenta u pogledu korišćenja toaleta i komoditeta. Najčešće preferiran takav fiksator je Ortofix zbog tehničkih, fizioloških i biomehaničkih prednosti u odnosu na druge unilateralne fiksatore. Koristi se kod traume, osteotomne fiksacije distrakcije zgloba i produženja ekstremiteta.

Ram koji se postavlja na klinove ne treba da bude bliže koži od 2 cm zbog edema, toaleta i održavanja čistoće oko klinova.

6.3. Aplikacija igala

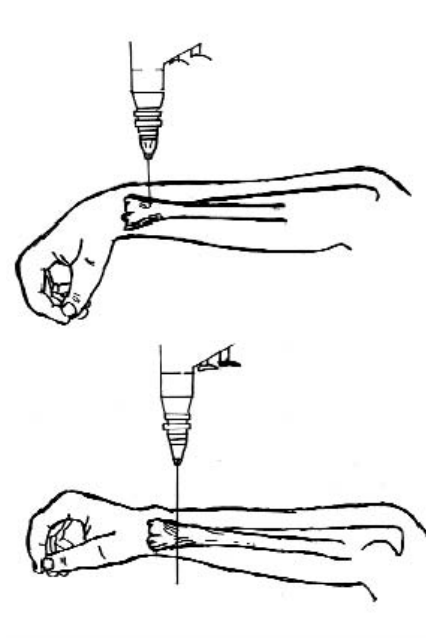
Dobar granični kontakt između površine kosti i igle, koji omogućuje održavanje adekvatne stabilnosti koštanih fragmenata pri izvođenju distrakcione osteogeneze, jedan je od ključnih faktora uspjeha.

On se ostvaruje prije svega aplikacijom Kišnerovih igala pod uglom od 90° na dijafizu u horizontalnoj ravni, perkutano i paralelno sa osovinom susjednog zgloba (Shema 3.). Ukrštanje u dvije ravni, horizontalnoj i frontalnoj, moguće je kod distalnog humerusa i femura. Međusobno unakrsno postavljene igle pod uglom od 60° daju najoptimalniju stabilnost; ugao manji od 30° ne daje adekvatnu stabilnost fragmentima, a preko 60° velike su mogućnosti oštećenja vitalnih anatomskih struktura. Zavisno od modela fiksatora, igle mogu biti paralelno transosalno postavljane. Stabilnost u sve tri ravni manja je u odnosu na postavljanje igala koje se međusobno ukrštaju.

Uvođenjem igala na najvećem presjeku kosti (metafizi i sredinu kosti, a ne na dijafizi i subkortikalno), omogućuje da se kontaktni pritisak rasporedi ravnomjerno na veću površinu kosti. Pri postavljanju igala treba dobro poznavati topografsku anatomiju ekstremiteta koji diktira smjer i ugao ukrštanja igala. Nastojati da se iglom ne prolazi kroz tetivu, mišić, ili burzu zgloba. Jatrogene lezije krvnog suda ili nerva ozbiljna su komplikacija.

Aplikacija igle kroz meka tkiva do kosti vrši se ubodom, a ne bušenjem borerom. Na taj način izbjegava se eventualno namotavanje fascije, mišića, tetive oko igle. Plasiranjem igle u blizini živca i odgovor na iritaciju uslovljava promjenu mjesta aplikacije. Dolaskom vrha Kišnerice do kosti i određivanjem prednjeg i zadnjeg ruba kosti, vrh igle zabada se u sredinu i rukujući borerom prolazi se kroz kost. Prilikom prolaska igle kroz kost potrebno je povremeno zaustaviti borer, da ne bi došlo do oštećenja kosti -paljenjem. Visoka temperatura uslovljava proširenje kanala kroz koji prolazi Kišnerica a time i nestabilan kontakt između igle i koštanog tkiva koji je ključni dio ukupne stabilnosti. Smjer igle održava se vlažnom gazom, natopljenom fiziološkim, alkoholnim ili jodnim rastvorom. Po izlasku iz kosti, udarcima

Shema5.



Shema 5.

čekićem po igli, prolazi se kroz meko tkivo i kožu. Nakon prolaženja igle, postavljaju se gumeni čepovi kojim će se fiksirati gaza na koži oko igle poslije postavljanja spolnog fiksatora, što će olakšavati provedene toaletne.

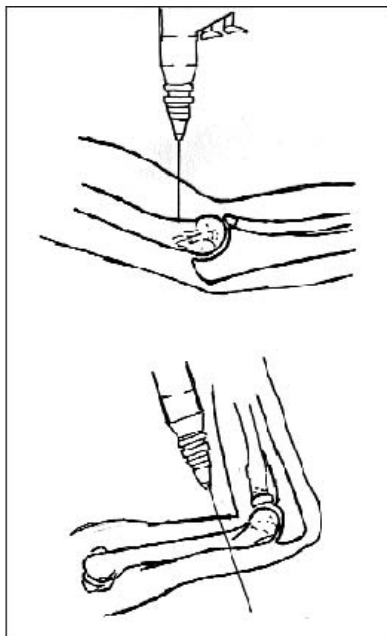
Visoka mobilnost kože i mekog tkiva, kao i njihov promjenljiv položaj pri pokretu zgloba, zahtijevaju poznavanje postavljanja ekstremiteta, zgloba u odgovarajući položaj da se preveniraju dezmozogene kontrakture.

Koliko je važno mijenjanje položaja zgloba pri postavljanju Kišnerica može se pokazati jednostavnim testom na distalnoj podlaktici. Fiksiranjem kože prstom na dorzalnoj strani podlaktice sa šakom u maksimalnoj dorzalnoj fleksiji nemoguće je izvesti punu palmarnu fleksiju šake. Slični testovi mogu se ponoviti na svim zglobovima. Ovim se dokazuje da zadržavanje zgloba u jednom položaju pri postavljanju Kišnerica, neizbježno vodi dezmozogenoj kontrakturi zgloba. Liječenje je neizvjesno, praćeno bolnim senzacijama koje uzrokuju igle sijajući kožu i stvarajući lokalnu upalu. Zato je potrebno pri postavljanju igle napraviti rezervu mekih tkiva nabiranjem kože ili mijenjanjem položaja zgloba da pokreti u zglobu budu bezbolni i poslije montiranja rama spolnog fiksatora.

6.3.1. Postavljanje fiksatora sa iglama na nadlakticu

Metoda distrakcione osteogeneze indicirana je tamo gdje je potrebna koštana sanacija, gdje se nastoji postići proporcionalnost, funkcionalnost i estetika sa drugom nadlakticom: pseudoartroza humerusa, koštani defekti sa skraćanjem nadlaktice preko 3 cm, deformitet kongenitalan ili stečen, jedne ili obje nadlaktice.

Shema4.



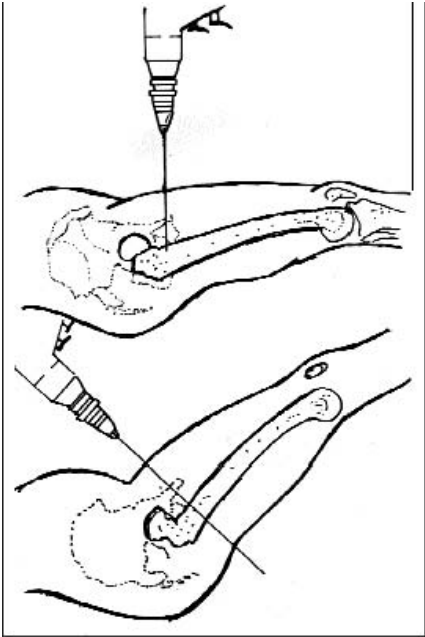
Shema 4.

Pacijent leži na leđima, a operativno polje omogućuje slobodan pristup ramenu i laktu, odnosno potpun pristup proksimalnoj i distalnoj metafizi humerusa. Nadlaktica se postavi u abdukciji oko 80° . Kroz proksimalnu metafizu pod uglom od 90° na humerusa, postavljaju se Kišnerove žice koje se ukrštaju međusobno pod uglom od $25-45^\circ$ na horizontalnu ravan. Aplikacijom igala, poštujući funkciju mišića i kože i promjenom položaja ramena, omogućuju se bezbolni pokreti u ramenu.

Postavljanjem lakta u ekstenziju vrši se aplikacija Kišnerice u distalnu metafizu humerusa pod uglom 90° na humerus (Shema 4.). Međusobno ukrštanje Kišnerica u horizontalnoj ravni iznosi $25-30^\circ$, a u frontalnoj i do 50° , ostaviti slobodnu fosu olekrani i procesus koronoidei. Prolaskom igle kroz kožu i mišiće sa ventralne strane, lakat se iz ekstenzije dovodi u položaj fleksije do 90° . U tom položaju igla prolazi kroz mišiće, kožu, dorzalne strane nadlaktice. Ovakvom aplikacijom omogućuje se potpuna mobilnost ramena i lakta uz stabilnu fiksaciju.

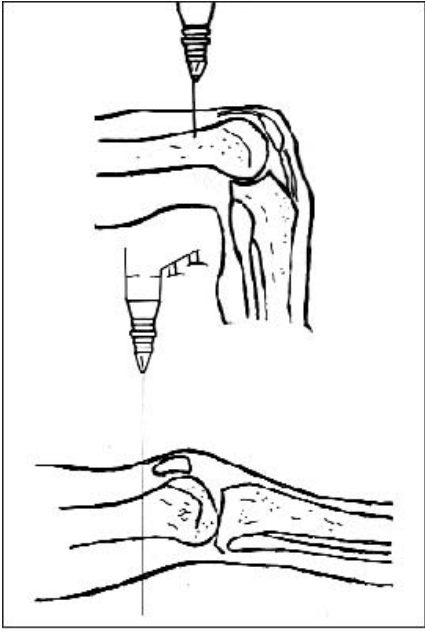
Veličina koštanog defekta ili abrevijacije može da iziskuje potrebu za dvije kortikotomije.

Shema6.



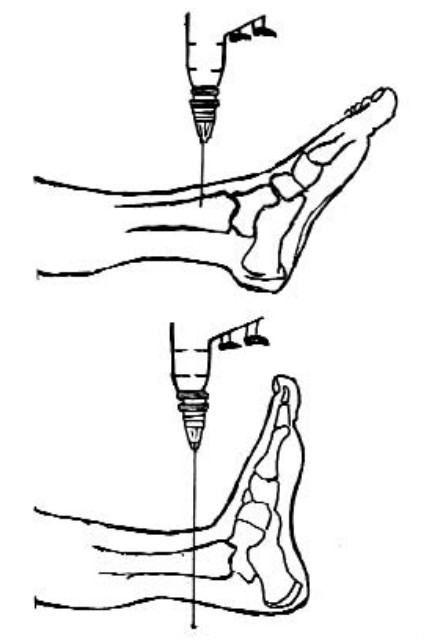
Shema 6.

Shema7.



Shema 7

Shema8.



Shema 8.

Postizanjem tada elastične stabilnosti u prostoru omogućiće postavljanje većeg broja obručeva, te aplikacijom većeg broja igala u frontalnoj ravni. Ako je neophodno, Kišnerove igle se mogu aplicirati i kroz akromion ulne.

6.3.2. Postavljanje fiksatora sa iglama na podlakticu

Koristeći metodu distrakcione osteogeneze kod podlaktice, zbog masivnosti, anatomskog, funkcionalnog značaja, radi se kortikotomija:

- u proksimalnom dijelu metafize ulne,
- distalno u metafizi radiusa.

Metoda se češće koristi u ortopediji zbog urođenih hipoplastičnih i aplastičnih malformacija podlaktice i šake u poremećaju enhondralne osifikacije a i kod traumatskih oštećenja, pseudoartroza, loše saniranih preloma ili koštanih defekta jedne ili obje kosti. Skraćenje jedne od kostiju (radiusa ili ulne) više od 2 cm praćeno je izraženim deformitetom (radialnim ili ulnarnim) i fiksacijom šake. Skraćenje podlaktice preko 3 cm izaziva uočljiv kozmetski nedostatak i stvara trajni nagib grudnog dijela kičmenog stuba koji vodi skoliozi i hipotrofiji ramenog pojasa. Stabilizacija proksimalne metafize podlaktice postiže se postavljanjem Kišnerovih igala pod uglom 90° na osovinu kosti sa međusobnim ukrštanjem od 25° - 30° u horizontalnoj ravni. Veći ugao međusobnog ukrštanja može se postići u frontalnoj ravni metafizi ulne od 30° do 50° . Ako željeni razultat zahtijeva, jedna igla može prolaziti kroz obje kosti. Distalna metafiza stabilizuje se uvođenjem Kišnerica na osovinu kosti pod uglom 90° i međusobnim ukrštanjem Kišnerica među sobom u horizontalnoj ravni pod uglom 25° do 40° . Ugao može biti i veći ako jedna od igala prolazi kroz obje kosti. Da bi bili mogući puni pokreti, palmarne i dorzalne fleksije šake, neophodno je pri postavljanju Kišnerice sa dorsalne strane, šaku maksimalno palmarno flektirati (Shema 5.). Po izlasku Kišnerice na palmarnu stranu iz kosti, šaku treba dorzalno flektirati prije nego igla prođe

kroz meka tkiva i kožu distalne podlaktice. Igle se našpanuju i fiksiraju na poluobruče ili obruče sa tri ili četiri teleskopska rama.

Da bi se željeni rezultat ostvario distrakcionom osteogenezom obje kosti, radi se proksimalno kortikotomija ulne, a radiusa distalno.

Kod deformacije jedne ili obje kosti sa skraćanjem, kortikotomija se radi na vrhu angulacije.

Ako su u fiziološkoj granici odnosi u oba zgloba, oni se zadržavaju Kišnericom koja prolazi kroz obje kosti.

Distrakciona osteogeneza jedne kosti, da bi se nadoknadio koštani defek, ili obje kosti sa različitom veličinom koštanog defekta, ostvaruje se montažom distalno jednog ili dva poluobruča spoljnog fiksatora sa žicama, nezavisno jedno od drugog. Takvom montažom može se ostvariti nadoknada koštanog tkiva distrakcionom osteogenezom, nezavisno jedna od druge.

6.3.3. Postavljanje fiksatora sa iglama na natkoljenu

Operativno polje treba da omogući slobodan pristup na karlicu i koljeno. Poslije anatomske orijentacije, palpacije a. femoralis i obilježavanja iste, koža se "zategne" distalno, kuk se ekstendira (Shema 6.) i prva igla uvodi se od naprijed prema nazad, kroz metafizu femura u intertrohanternoj regiji. Prolaskom igala od naprijed prema nazad kroz kožu, mišić i kost, kuk se potom flektira i igla prolazi kroz dorzalni dio natkoljenice -kost, mišić, kožu. Druga igla se obično postavlja od nazad prema naprijed, međusobnim ukrštanjem pod uglom od 25°-30° u horizontalnoj ravni. Obično se postave tri igle, od kojih najmanje jedna sa olivom a nijedna bliže 1 cm od a. femoralis. Stabilnija fiksacija može se postići aplikacijom u sagitalnoj ravni dvije igle u frontalnoj ravni, na obruč koji se montira ispod proksimalnog obruča nekoliko centimetara, koji je spojen preko nastavka s obručevima ili koristi isti teleskopski ram koji povezuje distalne obruče.

Aplikacijom Kišnerice kroz distalnu metafizu femura, koljeno flektiramo do 90° i apliciramo iglu kroz kožu, mišić i kost. Prolaskom kroz kost koljeno se ekstendira i Kišnerica prolazi kroz mišić i kožu (Shema 7.). Aplikacijom dvije Kišnerice koje se međusobno ukrštaju u horizontalnoj ravni i do 50°-60°, španuju se i fiksiraju za obruč. Stabilnija fiksacija može se postići aplikacijom u sagitalnoj ravni dvije igle na obruč koji se montira nekoliko centimetara iznad distalnog obruča koji je spojen preko nastavka sa obručevima ili koristi isti teleskopski ram koji povezuje proksimalni obruč.

Obručevi se spajaju sa teleskopskim ramovima, koji treba da budu međusobno paralelni i jednako udaljeni od kosti.

Radeći proksimalnu kortikotomiju, proksimalni obruč treba postaviti pod uglom na dijafizu 30°-40° radi prevencije deformacije varusa i antekurvatuma. Preventivno može se ojačati stabilnost dodavanjem u sredinu diafize obruč sa Kišnericama.

Distrakciona osteogeneza na femuru na dva mjesta istovremeno indicirana je nadoknadom koštanog defekta ili abrevijacijom preko 7 cm. I pored efektivnosti ovog rada preporučuje se da se izuzetno velike koštane defekte, abrevijacije, riješe u nekoliko navrata. Poslije svake distrakcione osteogeneze i nadoknade koštanog defekta neophodno je uspostaviti pune pokrete susjednih zglobova i ponoviti metodu na istoj kosti, najranije 6 mjeseci po skidanju fiksatora.

Starost pacijenta kome se radi distrakciona osteogeneza na femuru morala bi biti preko 8 godina sa stabilnim kukom. Prevencija luksacije kod displastičnih kukova, jeste postavljanje poluobruča i Kišnerica kroz ilijačnu kost.

6.3.4. Postavljanje fiksatora sa iglama na potkoljenu

Distrakciona osteogeneza na potkoljenici izvodljiva je ako je pacijent stariji od 5 godina, a koštani defekt preko 3 cm.

Jednostavna anatomska orijentacija potkoljenice omogućuje aplikaciju Kišnerica proksimalno na diafizu tibije pod uglom od 90°. Proksimalo je dovoljno postaviti dvije Kišnerice koje se međusobno ukrštaju u horizontalnoj ravni pod uglom 50°-60°, našpanuju se i fiksiraju za obruč.

Sl.8.



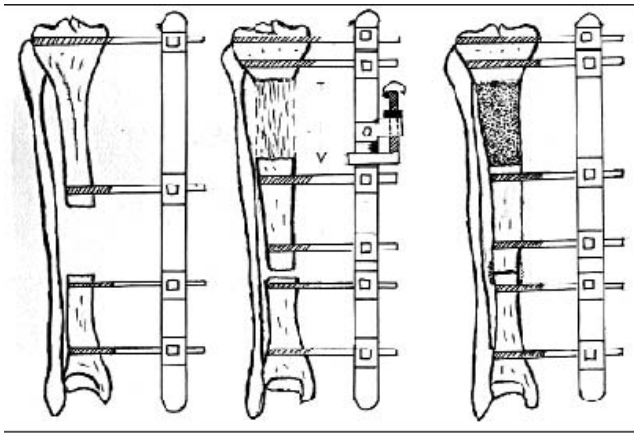
Sl. 8.

Treća igla može se postaviti u frontalnoj ravni 2 cm distalnije od prethodne dvije i fiksirati na dva distancera koja se montiraju na obruč. Jedna igla ako je potrebno može se aplicirati kroz obje kosti - tibiju i glavu fibule.

Planiranjem visoke kortikotomije i stvaranjem nove kosti distrakcionom osteogenezom preko 5 cm potrebno je aplicirati Kišnerice pod uglom hiperkorekcije od 20°, prevenirajući antekurvatum.

Aplikacija Kišnerica kroz distalni dio potkoljenica zahtijeva maksimalnu dorzalnu ekstenziju skočnog zgloba (Shema 8.) i postavljanje igle sa anteroventralne strane kroz kožu, mišić i kost. Prolaskom kroz kost, stopalo je potrebno dovesti u maksimalnu dorzalnu fleksiju i proći iglom kroz mišić i kožu na posteromedijalnu stranu potkoljenice. Našpanovane ove dvije Kišnerice i fiksirane za obruč omogućuju da se treća igla aplicira dva centimetra proksimalno u odnosu na ove dvije i našpanovana fiksira za dva distancera koji se prethodno postavljaju na obruč.

Shema9.



Shema 9

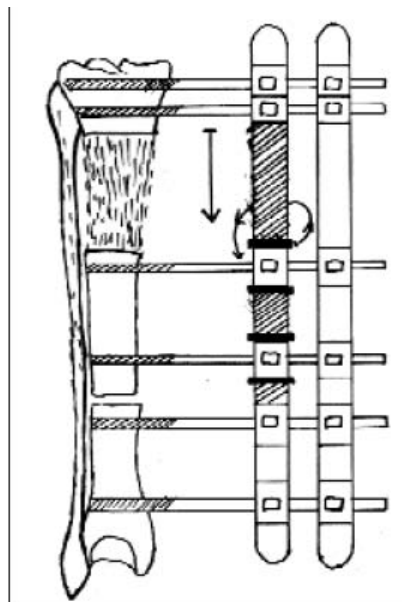
Preventirati valgus može se postavljanjem obruča sa nagibom 15°-20° ili korištenjem Kišnerica sa olivom. Povezanost oba obruča obezbjeđuju četiri teleskopska rama, koja treba da su paralelna sa osovinom kosti i ravnomjerno obezbijavaju stabilnost.

Distrakciona osteogeneza potkoljenice u jednom aktu na dva nivoa indicirana je kod skraćanja iste preko 7 cm ili deformiteta. Tad je potrebna aplikacija tri obruča, a zadovoljavajuća stabilnost postiže se ako se u srednjem obruču postave i dvije Kišnerice.

Sve igle moraju se dobro našpanovati na obruč fiksatora, koji ne smije biti bliži koži od 3 cm, zbog edema. Španovanje se postiže šrafom sa žljebom na obruč, koji se pri opterećenju i pritisku na igle doteže. Postavljanjem obruča, kost treba biti u centru a meka tkiva ravnomjerno raspređena oko kosti. Obručevi moraju biti paralelni sa susjednim zglobovima, a teleskopski ramovi koji spajaju obručeve paralelni sa osovinom kosti. Na taj način se ostvaruje adekvatna stabilnost koštanih fragmenata i ravnomjerno opterećenje na sve igle. Broj igala mora biti minimalan, ali dovoljan da obezbijedi stabilnu fiksaciju.

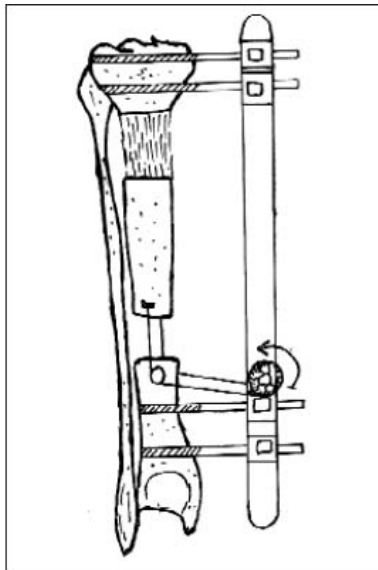
I najiskusniji hirurg po montiranju rama, dok je bolesnik još u anesteziji, nastoji postignuti maksimalne pokrete zgloba i eventualno uraditi dodatnu inciziju oko igle gdje je koža pod tenzijom.

Shema10.



Shema 10.

Shema11.

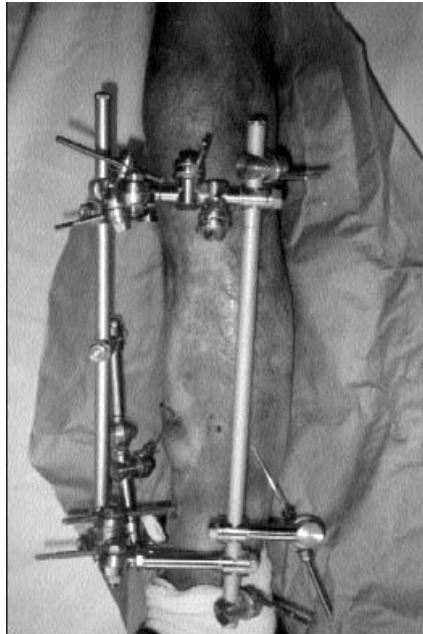


Skema 11

7. SEGMENTALNI KOŠTANI TRANSPORT PUTEM DISTRAKCIONOG KALUSA

Veliki koštani defekt sa dijelimično osteogenim i lokalno slabim vaskularizovanim mjestom predstavlja problem hirurgu, suočenom sa zadatkom rekonstrukcije ekstremiteta, koji treba da bude funkcionalno efikasan i stabilan pri opterećenju. U takvu sredinu inkorporacija spongioznog, kortikospongioznog ili kortikalnog autotransplantata ima malu mogućnost uspješnog restaurisanja koštanog defekta. Ako do inkorporacije i dođe, ne uspijeva se restaurisati originalni tubularni oblik kosti, nego kost u vidu čvrstog stuba. Ovaj stub najčešće predstavlja lokus minoris; mogućnost refrakture na mjestu kosti i grafta, samog grafta ili stvaranje pseudoartroze. Vaskularni koštani transplantati postavljaju velike zahtjeve u pogledu vještine hirurškog tima, opreme, vremena... Sve ove tehnike ograničene su količinom i veličinom raspoloživog autotransplantata za nadoknadu koštanog grafta i visokom incidencom komplikacija.

Sl. 9.



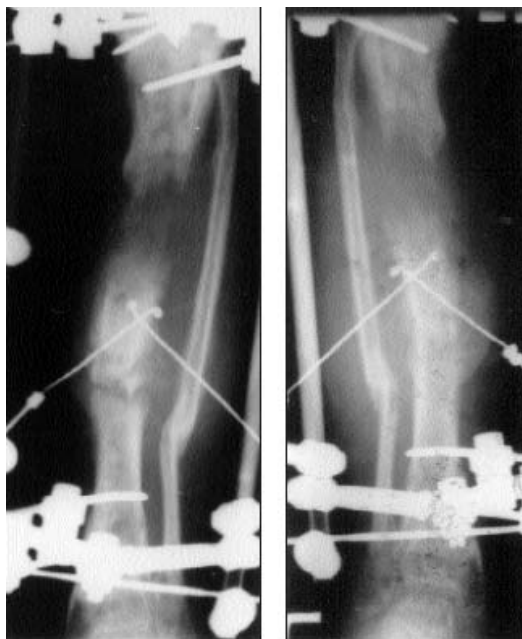
Umjesto pokušaja nadoknade koštanog defekta autogenim greonom alternativa je segmentalni koštani transport putem distrakcionog kalusa. Ova metoda koristi kost koja već postoji na licu mjesta, ne zahtijevajući potrebu za koštanim autotransplantatom ili homotransplantatom, transformišući djelimično osteogeno meko tkivo u visoko osteogeno tkivo.

Veliki koštani defekti na kosti od traume, infekcije ili tumora mogu se regenerirati simultanom distrakcionom osteogenezom i prenosom živog koštanog segmenta preko defekta. Ovaj multifokalni tretman uključuje distrakciju i konačnu kompresiju transportovanog koštanog segmenta na drugi koštani segment. Transport se može izvesti proksimalno, distalno i transverzalno.

Metoda segmentalnog transporta, počinje na nivou preostalog dijela duge kosti gdje meka tkiva nisu oštećena. Poslije incizije kože od 1-1,5 cm i urađene kortikotomije, ovaj segment se pomjera u zonu koštanog defekta brzinom od 1 mm u toku 24 sata pomoću odgovarajućeg mehanizma trakcije spoljnog fiksatora. Posmatrajući biološki princip, tj. da svaka površina kortikotomirane kosti ima opskrbu krvi, i izvodeći distrakciju pri pravilnoj stopi, ritmu, poštujući latenciju, sa stabilnim fiksatorom, distrakciona osteogeneza treba da proizvede novu kost koja se brzo remodeluje u normalnu kost.

Na mjestu kortikotomije kost se postepeno izdužuje, ekstendira i tako smanjuje veličinu originalnog koštanog defekta.

Sl. 10. Sl. 11.



Sl. 10.

Sl. 11.

Odgovor na trakciju u ovoj zoni distrakcije je kompaktna kost, koja se tokom vremena putem mineralizacije i povećanog mehaničkog opterećenja transformiše u lamelarnu kost. Pri ovome zadržava originalan oblik cjevaste kosti. Proces remodelovanja kosti nije završen sa završetkom procesa distrakcije. Spoljni fiksator mora ostati u poziciji do formiranja novoformirane kosti, ugrubo bar dva do tri puta vremenski duže od vremena koje je bilo potrebno za koštani transport.

Kad se premosti cijeli koštani defekat, pokrenuti segment će na drugom dijelu duge kosti stvarati pseudoartrozu (Sl. 8.). Koštano srastanje će se osigurati premontiranjem spoljnog fiksatora i uspostavljanjem adekvatnih kompresivnih sila između fragmenata.

Segmentalni transport ne treba da bude zastupljen u primarnom hirurškom zbrinjavanju, njege treba razmisliti u sekundarnom, definitivnom tretmanu nakon što je počeo proces cijeljenja mekog tkiva.

Sl. 12.



Sl.14.



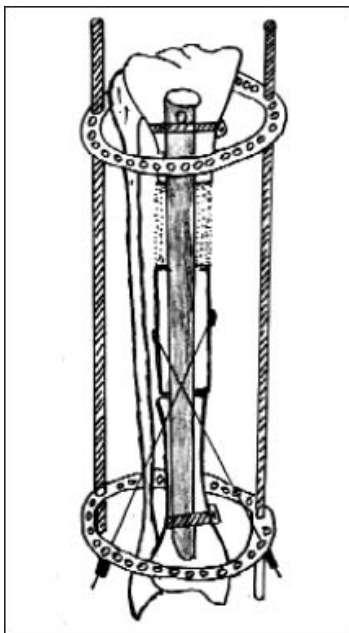
Sl. 14.



Sl. 13.

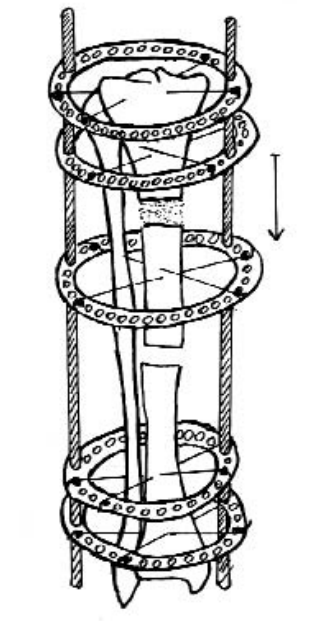
presivnog aparata. Stopa distrakcije ovog aparata je 1,15 mm (Shema 9.). Slaba strana segmentalnog koštanog transporta ovim fiksatorom je da kompresivni aparat ne dozvoljava distrakciju distance veću od 3 mm. Šancovi šrafi tada treba da se zatezanjem klema fiksiraju za cijev koja kliže po ramu fiksatora. Pomicanjem Schanzovih klinova oni deranžiraju meko tkivo koje se nalazi ispred njih i zahtijevaju dodatne incizije za nesmetan prolaz klinova. Iza sebe klinovi ostavljaju traku granulacionog tkiva podložnog lakoj infekciji. Nakon što je defekt premošćen i ispunjen zjap kortikotomije, neophodno je usidrenje segmenta nasuprot kraju defekta. Na tom mjestu često meko tkivo bude "uhvaćeno" što vodi odložnoj sanaciji ili pseudoartrozi. Neophodno je tada uraditi na tom mjestu inciziju, iščistiti meko koštane defekte od 3-5 cm.

Shema12.



Shema 12.

Shema 13.

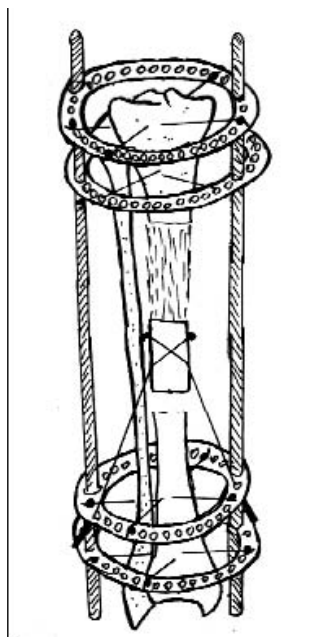


7.2. Segmentalni koštani transport s navojem rama AO spoljnog fiksatora

Sistem transporta sa ovim tipom spoljnog fiksatora zasniva se na gotovo istim principima koštanoeg transporta segmenta sa AO-spoljnog fiksatora i Schanzovog klina. Kompresivni aparat zamijenjen je šipkom sa navojima koja se postavlja ispod duge cijevi unilateralnog spoljnog fiksatora (Shema 10.). Pri tome treba paziti da dva Schanzova klina koja vrše transport nisu u koliziji sa drugom cijevi i klemom.

7.3. Segmentalni koštani transport sa trakcionom žicom spoljnog fiksatora sa klinovima
TRETMAN KOŠTANIH DEFEKATA D P ed ag G bo TRETMAN KOŠTANIH DEFEKATA
Da bi se izbjegle komplikacije u mekom tkivu

Sl. 15.



Pošto žice imaju otvora na pomične spojnice omogućuje postavljankoje stvaraju Schanzovi klinovi pri izvođenju disstalnu i fiksnu izlaznu jem teleskopskog rama debljine 4 mm na pomične traktione osteogeneze montira se interni traktioni tačku iz mekih tkiva, spojnice i mjesto koje je predviđeno za klin, ovom mehanizam ispod kože. Mehanizam interne trakti hirurgu omogućuju da fiksatoru proširuje terapijski mogućnosti (Sl. 9.). je sastoji se od dvije žice promjera 1,5 mm koje se radi polagano Po saniranju mekog tkiva uradi se kortikotomija pričvrste za koštani segment koji će podleći distrakneishitrene resekcije (Sl. 10.). Postavljanjem zglobnog stezača pojačava ciji putem mehanizma omči učvršćeni sa dva mala devitalizovanog tkiva se stabilnost koštanih fragmenata, a teleskopski AO-šrafa. Na kraju defekta, ova traktija je usmjerimajući stalan uvid ramovi na mjestima gdje stoje klinovi omogućuje da ena pomoću dva šrafa vodiča, svaki sa rupom mekih tkiva i kosti. žice koje vrše koštani transport i imaju stalnu fiksnu izbušenom na glavi i izvedenom žicom vani na izlaznu tačku iz mekih tkiva. Poslije latentne faze spoljni fiksator gdje je pričvršćena na zupčanik rade se distrakcija svakodnevno 1 mm, fizikalna ter.

7.4. Segmentalni

(Shema 11.). Svakodnevnim pomjeranjem ovog apija, dozirani oslonac i hod uz pomoć potpazušnih koštani transport sa zupčanika segment se pomjera za 1 mm. Po štaka. Kada se postigne potpun transport koštanog Mitkovićevim M završetku distrakcije uklanjaju se tenziona žice i na segmenta i ostvari kontakt na kraju kosti (Sl. 11.), 20 spoljnim prethodne dvije fiksira se pomjereni segment s kra dovoljno je teleskopskim ramom na mjestu kontakjem defekta AO-pločom uz obavezno korištenje fiksatorom i ta održati biokompresiju koja će dovesti do inkorautotransplantata. Važno je reći da se prvo postavltrakcionom žicom poracije segmenta sa krajem kosti (Sl. 12.). Nisu ja AO-ploča a potom uklanjaju traktione žice. Ako potrebne dodatne hirurške intervencije, spongio-Fiksator prof. dr bi se prvo uklonile traktione žice segment bi kliznplastike, ili montaža drugog tipa fiksatora.

Milorada Mitkovića M uo natrag na nivo kortikotomije i bilo bi nemoguće Adekvatna fizikalna terapija omogućuje pun 20, konstruisan u Nišu da se restaurira njegova pravilna pozicija u defektu. oslonac i razgibanost koljena skočnog zgloba i prije

Shema 14. 1991. unilateralni je tip skidanja fiksatora (Sl. 13.).

fiksatora sa klinovima. Velika mobilnost

7.5.

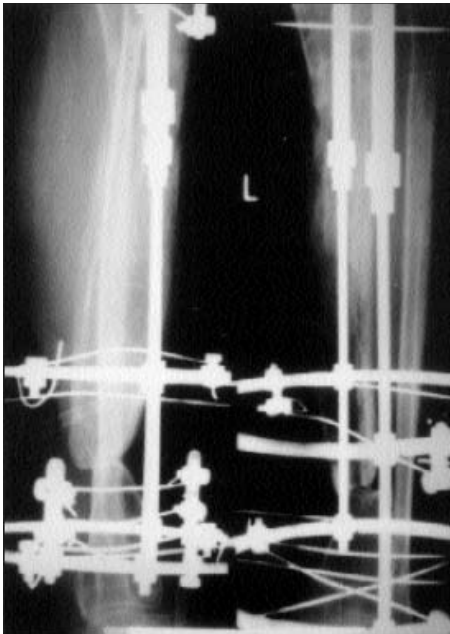
pokretne spojnice i klinova omogućuje različite montaže rama i postizanje adekvatne koštane sta-



Segmentalni bilnosti frakture bez ili sa koštanim defektom.

koštani trans-Konstrukcijom zglobnog stezača, postavljanjem port uz pomoć neboranog medularnog klina

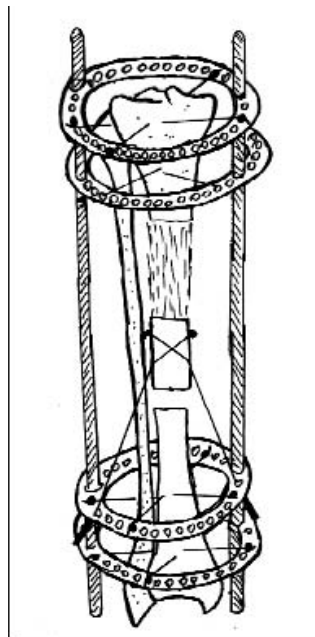
Korištenje neboranog medularnog klina za stabilizaciju u koštanim fragmenata, kod otvorenih frakture sa



Sl. 15.



Sl. 16.



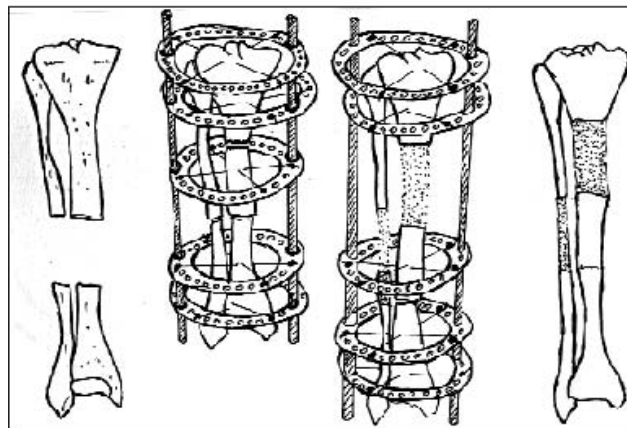
Shema 14.

Pošto žice imaju stalnu i fiksnu izlaznu tačku iz mekih tkiva, hirurgu omogućuju da radi polagano neishitrene resekcije devitalizovanog tkiva imajući stalan uvid mekih tkiva i kosti.

7.4. Segmentalni koštani transport sa Mitkovićevim M 20 spoljnim fiksatorom i tracionom žicom

Fiksator prof. dr Milorada Mitkovića M 20, konstruisan u Nišu 1991. unilateralni je tip fiksatora sa klinovima. Velika mobilnost

pokretne spojnice i klinova omogućuje različite montaže rama i postizanje adekvatne koštane stabilnosti frakture bez ili sa koštanim defektom. Konstrukcijom zglobnog stezača, postavljanjem



Shema 15.

koštanim defektom ili bez, zbog dobrih rezultata sve više ima simpatija kod ortopeda.

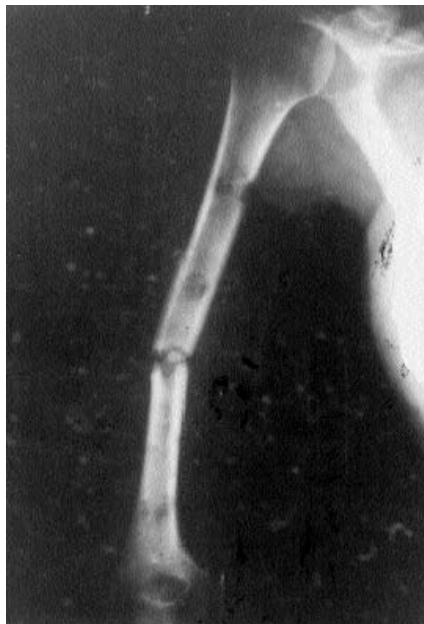
Njegova upotreba i distrakcija segmenta mora se planirati u momentu primarnog hirurškog liječenja (Sl. 14.). Da bi se ostvarila adekvatna stabilizacija koštanih fragmenata medularnim klinom, isti se mora proksimalno i distalno "zaključati" kortikalnim šrafom koji prolazi kroz oba korteksa i medularni klin. Na taj način postiže se adekvatna stabilnost koštanih fragmenata i održava dužina ekstremiteta.

Nakon sanacije mekih tkiva, montira se fiksator sa sistemom transportnog prenosa kosti, uradi kortikotomija i poslije latentne faze počinje distrakcija. Koštani segment klizi niz medularni klin i tim su izbjegnute mogućnosti dislokacije istog. Kada je distrakcija segmenta završena, mora se osigurati kontinuirana fiksacija segmenta. Ona se postiže ostavljanjem spoljnog fiksatora na mjestu da transportni sistem vrši biokompresiju između koštanog segmenta i kraja kosti. Druga mogućnost je da se skine fiksator i jednim kortikalnim šrafom učvrsti pozicija (Shema 12.).

Medularni klin sa šrafovima daje adekvatnu stabilnost novoj koštanoj formaciji u zoni kortikotomije da može nastaviti regeneraciju kosti bez potrebe za bilo kojim drugim dodatnim sistemom stabilizacije.

7.6. Segmentalni koštani transport spoljnim fiksatorom sa žicama korištenjem ukrštenih Kišnerovih žica.

Sl.18.



Sl. 18

Sl.19.



Sl. 19.

Ilizarev je radio svoju tehniku distrakcije koštanog segmenta korištenjem svoga fiksatora u obliku obruča (prstena) sa Kišnerovim iglama promjera 1,8 mm. Za ovu svrhu Kišnerove igle su zategnute na metalnim prstenovima a ovi prsteni distribuirani uzduž cijele dijafize kosti i povezani jedan sa drugim pomoću šipki sa navojem (teleskopski ramovi). Ovo stvara elastičan sistem između individualnih prstenova tako da je kost fiksirana unutar prstenova i stabilizovana protiv sila trenja. Kad se radi o efektima u dijafizi dugih kostiju koriste se dva prstena da bi se fiksirao proksimalni kraj kosti, dva prstena na distalnom kraju kosti i jedan prsten u svrhu transporta segmenta (Shema 13.). Ovakvom montažom spoljnog fiksatora postižu se adekvatna stabilnost, distrakcija, mogućnost praćenja ritma i koštani segment se ne može dislocirati.

Segment se transportuje nakon kortikotomije, pomjeranjem navrtke na navojima teleskopskih ramova. Na ovaj način Kišnerove žice režu meko tkivo, ali proces transporta segmenta uzrokuje manje oštećenje tkiva nego što bi izazvalo korištenje Šancovih klinova.

Prednost ovog sistema prstenova omogućuje da kada segment dosegne željenu poziciju može biti komprimiran u pravcu mjesta pristajanja pomoću prstena. Iz ovog razloga autogeni graftovi spongiozne kosti obično nisu neophodni. Nije potrebna hirurška intervencija da bi došlo do sanacije. Sa biomehaničkog gledišta ovaj ram je sposoban da podnosi puno opterećenje, a ovo opterećenje, nošenje težine na ekstremitetu, stimuliše formiranje nove kosti (Sl. 15.).

Nedostatak ovog fiksatora je glomaznost i težina aparata.

7.7. Segmentalni koštani transport spoljnim fiksatorom sa žicama korištenjem Kišnerovih žica sa olivama U poređenju sa većinom trakcionih sistema slaba ili loša strana prethodno opisanog transporta u tome je što Kišnerove žice treba da kližu kroz slojeve mekog tkiva u priličnoj dužini.

Sl.20.



Sl. 20.

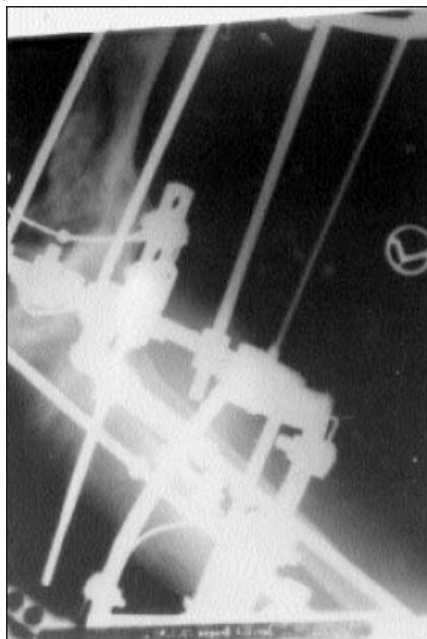
Sl.21.



Sl. 21.

Ovo uzrokuje bol i može dovesti do infekcije. Da bi izbjegao ovaj proces rezanja kroz slojeve mekog tkiva Ilizarov je razvio specijalne žice sa krajevima u obliku olive, koje se uvlače u segment koji će se transportovati. Maslinast oblik na njihovim krajevima sprječava žice da kližu kroz kost. Ove žice mogu se izvesti napolje subkutano u sloj mekog tkiva u distalnom pravcu i biti zategnute mehanizmom trakcije koji je pričvršćen u distalnom prstenu (Sl. 16.) Duž trake koju prave Kišnerove žice sijekući meko tkivo ograničen je na nekoliko milimetara i na taj način izbjegnuta je dalja trauma slojeva mekog tkiva. Kada segment do stigne željenu poziciju, žicom sa olivom postiže se dobra interfragmentarna kompresija između segmenta i distalnog kraja kosti. Da bi se postigla adekvatna stabilnost dijafize duge kosti koriste se dva prstena na proksimalni kraj kosti i dva prstena na distalnom kraju kosti (Shema 14.).

Sl.22b.Sl.22b.



Sl. 22b.



Sl. 22b.

Sl. 23.



7.8. Skraćenje kosti i distrakcija kalusa

U toku primarnog hirurškog zahvata ekstremitet može biti skraćen za distancu koja odgovara dužini koštanog defekta. Na taj način se osigurava bolja konsolidacija mekih tkiva i međusobna adaptacija, sanacija krajeva kosti. Ovo garantuje konsolidaciju mjesta lezije mekih tkiva i slomljene kosti.

Da bi se kompenzovalo skraćenje i uspostavila prvobitna dužina uradi se kortikotomija u zdravom mekom tkivu na mjestu koje je udaljeno od lezije mekih tkiva nakon stabilizacije sa Ilizarovim fiksatorom. Poslije latentne faze, distrakcijom od 1 mm dnevno, može se restaurirati originalna dužina dijafize kosti (Shema 15.).

Ova metoda ne može se koristiti za defekte koji su manji od 5 cm jer retrakcija mekih tkiva vodi do kontrakture pripadajućih zglobova.

8. PSEUDOARTROZE I DISTRAKcIONA OSTEOGENEZA

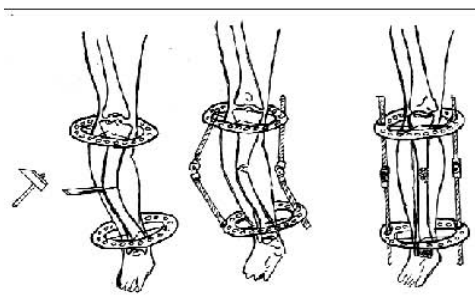
Nezarastanje, pseudoartroze Ilizarov je dijelio na dvije grupe: čvrste i labave.

8.1. Čvrste (hipertrofične) pseudoartroze

Čvrsto nesrastanje odgovara hipertrofičnom nesrastanju.

Obično postoji bol u pokretu nesraslog dijela i osjećaj otpora ka manualnoj deformaciji na mjestu preloma. Radiografija pokazuje proliferativni kalus koji raste izvan fragmenata sa obje strane frakturne linije (Sl 17.).

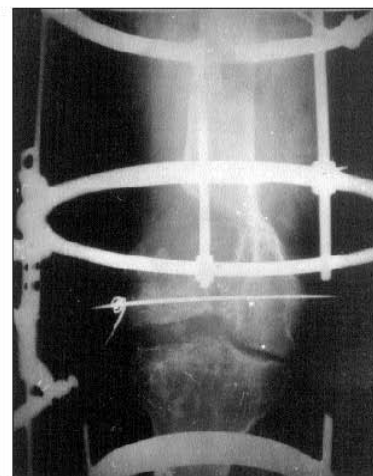
Ako se razmatra histologija i fiziologija hipertrofične pseudoartroze koja ima dobru prokrvljenost i žive koštane krajeve čvrsto povezane sa



Shema 16.



Sl. 24.



Sl. 25.

fibrokartilaginoznom površinom, to liči umnogome na distrakcionu osteogenezu. Direktna primarna distrakcija preko hipertrofičnog nezarastanja, izaziva ishemiju sa lizom fibroznog i hondoidnog tkiva. Tim se stimulira i obnovi osteogeneza, koja kompresijom dovodi do direktnog brzog angiogenog srastanja. Ne samo da restimulira osteogenezu već manipulacijom ramom u istom aktu koriguje se i postojaći deformitet. Postepenom primjenom distrakcija i kompresija u ovim slučajevima pri standardnoj stopi i ritmu postiže se biološki optimum za koštanu sanaciju.

8.2. Labava (atrofična) pseudoartroza

Labavo nesrastanje odgovara atrofičnom nesrastanju. Lako se pokreće tokom manualnog testiranja, praćeno malim bolovima ili je bezbolno.

Radiografski, atrofični koštani fragmenti su bez kalusne formacije (Sl. 18.).

Atrofične pseudoartroze zahtijevaju dodatni postupak. S obzirom na to da su krajevi kosti obično hipovaskularni i često sadrže mrtvu kost sa masnom interpozicijom, primarna distrakcija neće stimulisati osteogenezu. Primarna kompresija sa ili bez otvorenog debridmanta na mjestu defekta, uz dodatnu kortikotomiju (koja krvari) iste kosti, mora omogućiti dodatni povećan lokalni protok krvi i izvor nove kosti za kompenzaciju izgubljene dužine. Modularni fiksator lako se adaptira za multifokalne tretmane, kao što su simultana distrakciona osteogeneza i kompresija na mjestu nezarastanja.

8.3. Pseudoartroze, kontrakture i distrakciona osteogeneza

Akvirirane kontrakture ili ankiloze zglobova ozbiljan su problem, koji nastaje kod spoljne fiksacije dijafizarnih fraktura, s očuvanim zglobnim površinama ili intraartikularnim prelomima (Sl. 19.).

Neiskustvo hirurga, neadekvatna stabilizacija i odsustvo pokreta u zglobu vodi progresivnoj fibroznoj degeneraciji zgloba sa prisutnim skraćenjem mišića i atrofijom. Ako jedna od kostiju koja čini zglob, a koji je u kontrakturi, nije srasla, problem je veći.

Kongruentnost zglobnih tijela i očuvan zglobni prostor daju realnost mogućnosti pokreta u zglobu. Pacijent mora biti motivisan željom za normalnim hodom, bez hramanja, uz prethodno upozorenje na iskušenja koja su pred njim do pokreta u zglobu. Ukoliko uzrok ankilozi nije saniran (Sl. 20.) potrebno ga je prethodno sanirati. Konstrukcija spoljnog fiksatora mora biti takva da omogućuje po postavljanju, sanaciju i postizanje punih pokreta (Sl. 21.). Pri aplikaciji Kišnerica, potrebno je obezbijediti što više mekog tkiva i kože nabiranjem na stranu zgloba, gdje je isto skraćeno. Ključni momenat pri postavljanju Ilizarovog aparata u liječenju kontraktura zgloba jeste postavljanje osovine šarniranih zglobova fiksatora i osovine zgloba u istu ravan. Na ovaj način omogućava se postepeno, ravnomjerno i dozirano rasterećenje zgloba kontrolisanom distrakcijom. Neophodna distrakcija zgloba je 1 do 2 mm. Da li je zadovoljavajuća distrakcija kontrolišemo radiografski prije i po postavljanju aparata. Velika mobilnost distrakcionog, šarniranog zgloba i Kišnerica sa olivom Ilizarovog fiksatora omogućuju istovremeno sanaciju pseudoartroza i ankiloze zgloba.

Kontraktura se otklanja pomoću fleksionoekstenzionih teleskopskih ramova na kojima se nalaze šarnirani zglobovi čija osovine prolazi kroz osovinu zgloba. Pomjeranjem navrtke za 1 mm na teleskopskom ramu ravnomjerno odgovara 300 fleksije. Od početka treba početi sa fizikalnom terapijom. Postizanje pokreta 30° -40°, otprilike poslije 10 -15 dana, preko dana fizikalnom terapijom održava se dobijena amplituda pokreta, a po noći postavlja u maksimalno postignuti pokret sa aparatom (Sl. 22 a). Odsustvo bola može olakšati i ubrzati razgibavanje zgloba dok bolne senzacije mogu usporiti ili navesti pacijenta da prekine liječenje.

U drugom krugu dobijanja pune funkcije zgloba može se dnevno povećavati na teleskopskim šipkama po 3 -4 mm odnosno 9° do 12°. Liječenje može da traje 7 -8 nedjelja u zavisnosti od kontrakture, starosti osobe i oštećenja zgloba. Fiksator se nosi dok se ne uspostavi puna fleksija-ekstenzija zgloba, izvodljiva aparatom za nekoliko minuta, bezbolna. Uspostavljanjem pune funkcije s aparatom za nekoliko minuta, nastaviti aktivne vježbe s aparatom i rasterećenjem zgloba (kojim se isključuje pritisak na meka tkiva i zglobne površine) oko 10 -15 dana, potom skinuti i nastaviti aktivnu fizikalnu terapiju. (Sl. 22b)

8.4. Distrakciona artrodeza

Kada destrukcija zgloba (zbog veličine traume ili etiologija) ne dozvoljava rekonstruktivni zahvat ili ugradnju aloartroplastične zamjene, često jedino prihvatljivo rješenje daje distrakciona osteogeneza (Sl. 23.). Distrakcioni kalus pored koštane fuzije zgloba omogućuje i održavanje potrebne dužine ekstremiteta i ugla zgloba. Na taj način moguće je saniranje teških stanja zgloba i prestanak bolova. Uprkos artrodezi jednog zgloba, uspostavlja se kontinuitet i funkcionalnost ekstremiteta kojem je prijetila amputacija.

9. DEFORMITETI I DISTRAKCIONA OSTEOGENEZA

Pod deformitetom ekstremiteta u ortopediji obično se podrazumijeva devijacija od normalne anatomije, a uključuje abnormalnost dužine, rotacije, angulacije. Neke druge komponente deformiteta ekstremiteta uzimaju se u obzir kod pojedinačnih slučajeva: dehiscijencije, malformacija, kontrakture, cirkumferencija i proporcije.

Hirurško liječenje deformiteta karakterisalo se velikom agresivnošću, a unutrašnja stabilizacija velikom ekspanziranosti kosti i mekih tkiva spoljnoj sredini. Neki deformiteti morali su se rješavati u više hirurških zahvata što je imalo povećanu mogućnost oštećenja mekih tkiva, istezanja, pareza, infekcija...

Korekcija deformiteta: spoljnim fiksatorom, atraumatskom kortikotomijom, aplikacijom klinova ili Kišnerovih žica, zanemarljiva mala infekcija i postizanje pune željene korekcije, čine distrakcionu osteogenezu dominantnom za liječenje deformiteta. cirkularni fiksator održava tehničku kontrolu na koštanim fragmentima u tri ravni dajući istovremeno šest stepeni slobode, tako da su angularne i translacione korekcije moguće kao dodatak standardnoj aksialnoj distrakciji. Metoda je idealna za angularna produžavanja kao iz djelimičnog sprečavanja rasta.

Kod deformiteta do 30°, bilo da se radi o angulaciji, rotaciji poslije stabilne fiksacije spoljnim fiksatorom i urađene kortikotomije može se intraoperativno uraditi korekcija deformiteta.(7,12)

Kod deformacije koje prelaze 30° korekcije se moraju raditi postepeno, kontinuirano. Jedna kortikotomija može se iskoristiti za korekciju deformiteta i liječenje inegaliteta.

Obručevi se postavljaju paralelno sa zglobovima, a teleskopski ramovi prate dijafizu kosti. Na mjestima angulacije postavljaju se zglobovi oko uzdužne osovine teleskopskog rama (Shema 16.). Ravan zgloba postavlja se u istu ravan sa teleskopskim ramovima u željenu ravan korekcije.(26,28) Kortikotomija se uradi na samom vrhu angulacije. Nakon latentne faze distrakcija ide ravnomjerno, na svim teleskopskim ramovima, dok se ne postigne distrakcija do 2 cm. Postizanjem distrakcije do 2 cm, na kraćoj strani bržom asimetričnom distrakcijom 4 do 5 puta po 0,25 mm u toku jednog dana, dok se prstenovi spoljnog fiksatora ne dovedu u horizontalnu ravan. Teleskopski ramovi koriguju deformitet kada ramovi budu paralelni među sobom i sa osovinom kosti.(40,41,43) Ako je pored angulacije potrebno riješiti i inegalitet nastavlja se ravnomjerno na teleskopskim ramovima raditi distrakcija. Po korigovanju deformiteta teleskopski ramovi sa zglobovima mogu biti zamijenjeni sa "običnim" teleskopskim ramovima, bez zglobova.

Korekcija manjih deformiteta u više ravni na jednoj dugoj kosti može se riješiti u jednom hirurškom aktu. Zato je neophodno uraditi potreban broj kortikotomija i adekvatnu stabilnost kortikotomiranih koštanih fragmenata spoljnim fiksatorom.(12,13) Veći deformiteti u više ravni zahtijevaju postepenost i korekciju prvo najveće deformacije u jednoj ravni a potom i druge do potpune korekcije.

Visoke subhondralne ekstraartikularne ili intraartikularne kortikotomije izvode se u distalnom femuru ili proksimalnoj tibiji u blizini zgloba i do 1 -1,5 cm. Ako se radi o proksimalnoj tibiji, tada se ekstraartikularna osteotomija izvodi unutar (interligamentozna) ili spolja (ekstraligamentozna) pripoja zglobne kapsule. Ovakve kortikotomije moguće su, ako se montažom spoljnog fiksatora obezbijedi adekvatna stabilnost koštanih fragmenata poslije kortikotomije.

Veliki koštani intraartikularni defekti nastali u ratnoj, mirnodopskoj traumi ugrožavaju funkciju ekstremiteta da protetisanje i ako je moguće ne obezbijeduje minimum funkcije (Sl. 24.). Praveći dobru strategiju, koristeći mogućnosti distrakcione osteogeneze i poštujući tehniku principa izabrane metode invaliditet se može smanjiti (Sl. 25.).

10. INEGALITET, NIZAK RAST I DISTRAKCIJA OSTEOGENEZA

Inegalitet i nizak rast ispod 1,50 m pravi ozbiljan problem pojedincu u sredini u kojoj živi. Ukoliko se radi o inegalitetu, skraćanju jedne noge preko dozvoljene tolerancije do 2 cm onda nastupa niz poremećaja u statičko-dinamičkim odnosima lokomotornog sistema. Skraćenje noge vodi iskrivljenju karlice na stranu kraće noge, a lumbosakralna kičma prati ovu krivinu. Skraćenje gornjeg ekstremiteta preko 3 cm daje vidljiv kozmetički nedostatak i funkcionalni trajni nagib torakalnog kičmenog stuba i slabiji razvoj ramenog pojasa. Sve veći broj autora smatra distrakcionu osteogenezu za neprikosnovenu metodu pri liječenju inegaliteta, tj. izjednačavanju dužine ekstremiteta (egalizaciji) ili liječenju malog rasta. Zadnji izvještaji govore o (1,2,40,41,44) produženju ekstremiteta i do 35 cm.Principi hirurške tehnike kod distrakcione metode kod svih autora su isti, ali redoslijed elongacije dugih kostiju kod malog rasta je različit.

De Bastiani smatra da je pri produženju donjih ekstremiteta najbolje unakrsno postavljanje njegovog spoljnog fiksatora sa klinovima; lijevi femur desna tibija, odnosno lijeva tibija -desni femur. Na ovaj način postiže se bolje kontrolisanje osovine duge kosti i održavanje iste do stvaranja zrelog kalusa.

Ilizarov tvrdi da se njegovim spoljnim fiksatorom sa žicama produženje podstiče postavljanjem istog na obje potkoljenice. Poslije elongacije obje potkoljenice ići na elongaciju obje natkoljenice. Hod i oslonac obavezni. Vilarrubias se slaže sa Ilizarovom, ali ne preporučuje bilo kakav oslonac.

LITERATURA

1. Alonso J.E., Hughes J.L. (1990) External fikxation of the femur. Instr. course Lect. 39:199-204
2. Aro H.T. Hein T.L., Chao E.Y.S (1989) Mechanical performance og pin in external fixators. clin. Orthop. 248:246-253.
3. Albo A. Bang G., Karabarju E., Arnaud I.: Filing a bone defect during exoerimental osteotaxis distraction, Act.Ortho.Scan.53:29-34,1982.
4. Arata M. A., Wood M. B., and Cooney III, M. P. (1984) Revascularizd segmental diaphseal bone transfer in the canine:An analysis of viability, J. Reconstr. Microsurg., 1, 11-19
5. Aronson J., Johnson E. and Harp J. H. (1989)Local bone transplantation for treatmant of intercalary defects by the Ilizarov technique, clin. Orthop., 243, 71-79.
6. Acland R. D. (1978) caution about clinical use of vascularised periosteal grafts (letter). Plast. Reconstruc. Surger. 62, 294
7. Aronson James: The Biology of distraction osteogenesis(1991)873886Operative Orthopaedics.
8. Axhausen W. (1986) The osteogenic phases of regeneration of bone. J. Bone It Surg. 38-A, 593
9. Axhausen W.: The osteogenic phases of regeneration of bone, J Bone and Joint Surg.38-A,593-600, June 1956.
10. Baskevič M.R., Prokopjev H. i Dorofeev H.: Lečenje postradavšćih smožestvenimi i saćitanimi perelomami dlinih kostej. Ortop., traumat., I protez.1989.,10-14.
11. Burny F.: Strain gauge measurement of fracturae healing. External Fixation, The current State of the Art.Ed. Wiliams and Wikins, Baltimore/London, 371-382.1979.
12. Burny F.: Elastic external ficsation of tibia frac-tures. Study of 1421 cases. External ficsation.The current statae if the Art.Ed. Wiliams and Wikins, Baltimore/London55-73,1979.
13. Brutscher R. 1994 Biological principles of callus distraction, Injure, Volume 25, Supplement 1, SA27-S-A28.
14. Chapman M.W.(1986) The role of intermedulari fixation in open fractures. clin. Ortop.212:26-34.
15. Canabela M.E.: complicationes of external ficsation. Advences in external fixation, Szmposia Specialists, Year book Medical Publishers, Chicago/London, 97-104, 1980.
16. Chao E.Y.S., Kasmar R.A., An K.N. Rigiditi and stres analises of external fracture fixation devices-a theoretical approach, J.Biomech, vol.15, No 12, 971-983, 1982.
17. De Bastiani G., Aldegberi R., and Renzi Brivio L.: Dinamic axial ficsation, clin.Orthop 10:95-99,1996.
18. De Bastiani G., Aldegberi R., and Renzi Brivio L.: The tretman of fractures with a dinamic axial fixator, J.Bpne Joint Surg.66-538-545,1984.
19. De Bastiani G., Aldegberi R., and Renzi Brivio L.Trivella G.: chondrodiatasis-control-led szmetrical distraction of the epiphzseal plate, J. Bone Joint Surg.68:550-556,1986.
20. De Bastiani G., Aldegberi R. and Renzi Brivio L. Trivella G.: Limb lengthening by callus distraction (callotasis), J.Ped.Orthop.:7-129.1987.
21. Deborah F. Bell Pediatric Applicationes: Ring Fixators, Operative Orthopedics 1001-1013J. B. Lippincott companz, Philadelphia (1993)
22. Fischer D. A., Skletalstabilisacion with a multi-plane external fixation device,clin.Orthop.and Research, No 180,50-62,1983.
23. Fernadez Dell & Oca A.: Modular external fixation in emergency using the AO tubuar szstem.Mar Adentro,Montevideo,1989.
24. Green S.A.: complocationes of external sceletal fixation.clin.Orthop.180:109-116,1983.
25. Green S.A.Riplez M.I.: Chronic osteomzlitis in pin tracks. J. Bone Jpint Surg.66A:10921098, 1984.
26. Gustilo R., Simpson L., Nixon R., Analysis of 511open fractures, Arch. Surg., 114-805, 1979.
27. Grubor P. Uloga spoljne fiksacije u zbrinjavanju ratne rane, Glas srpski, 1996, Banja Luka.

UVOD

Porast ortopedskih rekonstruktivnih zahvata u zadnjih deset godina, povećava i potrebu za koštanim autotransplantatom. Budući da je količina dostupnog kortiko-spongioznog autotransplantata ograničena, raste potreba za slobodnim vaskularizovanim koštanim grafonima.

Tehnička dostignuća za unutrašnju koštanu stabilizaciju u osteosintetskom materijalu, kao i razvojem mikrohirurške tehnike omogućili su uspješni animalni eksperimenti transplantacije koštanih grefona sa vlastitim arteriovenskim sistemom.

Mccullogh 1973.godine uspješno rekonstruiše defekt mandibule mikrohirurškom tehnikom, koristeći vaskularizovano rebro. Ueba i sar. 1974. su transplantirali prvi vaskularizovani fibularni graft u Japanu, a Taylor i sar. 1975. godine iznosi svoje prve uspješne rezultate korištenja vaskularizovanog fibularnog grafta za velike defekte tibije. Teot i saradnici 1981.godine iznose svoje rezultate

korištenja vaskularizovanog koštanog autotrans

plantata lateralnog ruba skapule Evolutivni proces aksijalnih, muskulokutanih,

VASKULARNI

fasciokutanih, osteomiokutanih i osteoseptofasciokutanih režnjeva, baziran je na savremenom konceptu vaskularne anatomije, koja je temelj slo

bodnih vaskularizovanih koštanih autotransplantata.(14) Savremeni koncept kliničke anatomije, razvoj mikrohirurške tehnike i sve brojnije aplikacije mikrovaskularnih tkiva dale su klinički najjednostavniju klasifikaciju režnjeva na (14):

AUTOTRANSPLANTATI

I-Peejk\$ % ež j% %

1. Lokalni režnjevi

a) klizajući

b) transpozicioni

c) rotacioni i

d) ostrvasti

2. Udaljeni režnjevi -bez anoksije režnja na recipijentnom defektu

a) intubirani

b) ukršteni

II Slobodne režnjeve -kod kojih se revaskularizacija donornog režnja uspostavlja mikrohirurškom anastomozom na recipijentnom defektu:(14)

kutani

mišićni, muskulokutani i osteomiokutani

fasciokutani i osteoseptofasciokutani

I - VASKULARIZOVANI KOŠTANI AUTOTRANSPLANTAT

Vaskularizovani koštani autotransplantat definiše se kao graft koji se transplantuje na domaćinsko mjesto sa vlastitom vaskularizacijom; bilo sa svojim nutritivnim krvnim sudovima ili sa koštanim grefonima podignutim na kožnoj ili mišićnoj peteljci. Vaskularizovani koštani graftovi podignuti na kožnoj peteljci danas se manje koriste zbog slabe vaskularizacije kosti.

Vaskularizovani koštani autotransplantati omogućuju da osteociti zadrže vitalnost, kost zadrži mehaničku čvrstoću i potencijal za inkorporaciju. Proces urastanja novih krvnih sudova do izvjesne mjere je ovisan o osteogenoj revaskularizaciji domaćinskog mjesta. Proces urastanje novih krvnih sudova sa domaćinskog mjesta u autotransplantat zavisi mnogo o vaskularizaciji na receptorskom mjestu.

1. RECEPTORSKO MJESTO U TRANSPLANTACIJI VASKULARIZOVANOG KOŠTANOG GRAFTA

Kvalitet vaskularizacije receptorskog mjesta odlučujući je za inkorporaciju vaskularnog grafta i zavisn je od: starosti pacijenta, opsega i tipa traume i sposobnost tkiva da reaguje na patološke faktore.

Receptorsko mjesto vaskularizovanog grafta klasifikuje se na: visoko osteogeno, parcijalno osteogeno i neosteogeno. Iako vaskularizovani graft ne zavisi mnogo od vaskularizacije receptorskog mjesta, inkorporacija se može poboljšati za 20 -40% u slučaju kad je receptorsko mjesto visoko osteogeno (Hierner i sar. 1991).

Veličina defekta i način povrede utiču na izbor donatorskog mjesta.

2. STABILIZACIJA VASKULARNOG GREFONA

Aдекватna stabilizacija je esencijalna za rapidnu i uspješnu inkorporaciju transplantata kod koštanog defekta.

Pokušaji da se izbjegnu mikropokreti na proksimalnim i distalnim dodirnim ploham transplantata su nekorisni. Wood i sar. (1985) dokazali su da kod defekta duge kosti stopu odložnog zarastanja pseudoartroze smanjuje stabilizacija spoljnim fiksatorom vaskularizovanog koštanog grafta.

Prednost veće stabilnosti je u obrnutom balansu sa slabošću koja proističe iz veće devitalizacije domaćinske kosti i vaskularizovanog grafta na obodima usljed fiksacionog aparata. Korištenjem posteriornog pristupa, premoštava se tibijalni defekt sa AO-ploče, koja leži paralelno graftu. Ploča se fiksira proksimalno i distalno sa tri kortikalna šrafa. Stabilnost se povećava apliciranjem šrafa i u vaskularizovani autotransplantat. Rezultat ovog je stabilna unutrašnja fiksacija i dodatna podrška koja djelimično rasterećuje koštani vaskularizovani autotransplantat. Insercija spongiozne kosti na proksimalni i distalni kraj grafta može znatno da poboljša inkorporaciju grafta. Aplikacija spongiozne kosti uzduž cijele dužine grafta nije korisna jer se spongiozna kost u sredini defekta resorbuje. Nedostatak je moguća redukcija u snabdijevanju krvlju što može uticati na odložnu inkorporaciju grefona.

Osnovna prednost vaskularizovanog grafta je da reaguje na opterećenje internim remodelovanjem i hipertrofijom brže, efikasnije od nevaskularizovanih grafta.

Problem fiksacije grafta za mjesto insercije kod koštanog defekta još nije zadovoljavajuće riješeno i stav nije jedinstven. Još je nemoguće izvući zaključke o optimalnoj fiksaciji grafta.

3. INKORPORACIJA VASKULARNOG GREFONA

S obzirom na to da muskuloperiostalna vaskularizacija i vaskularizacija kosti nije ili je samo nakratko prekinuta, veći dio tkiva vaskularnog grefona ostaje neoštećen. Rezultat toga je velika količina vitalnog grafta i manja količina nekrotične kosti koja uslovljava intenzivniju koštanu

regeneraciju u osteoplastnom stadijumu inkorporacije grafta. Pošto je unutrašnja struktura grafta zadržana, uspostavljena cirkulacija, proces remodelovanja -urastanje grafta započinje odmah.

Proces inkorporacije vaskularizovanog koštanog grefona sličan je onom sa segmentalnom frakturom. Inkorporacija počinje sa resorpcijom koštane supstance, primarno praćenom reaktivnom apozicijom kompaktne kosti koja se sekundarno zamjenjuje sa lamelarnom kosti. Pošto je unutrašnja struktura grafta zadržana, proces remodelovanja može odmah početi.

Opisane karakteristike mogu se histološki potvrditi. Histološka evolucija pokazuje rano i ekstenzivno uvlačenje, preplitanje kosti grafta sa kosti domaćinskog mjesta.

Radiološki, može se opaziti manji i opsežniji kalus (sekundarna osifikacija), na dodirnim površinama između grafta i kosti domaćina. Povećano formiranje kalusa vodi ka bržoj i jačoj unifikaciji kosti.

4. FRAKTURA VASKULARNOG GREFONA

Ove stres frakture vaskularnog grafta pojavljuju se u oko 10 do 25% slučajeva bez obzira na to da li se koristi krista iliaka ili fibula. Treba je tretirati na isti način kao i frakturu kosti domaćina. Do 10% slučajeva neophodno je uraditi drugu operaciju, insrekciju spongiozne kosti da se olakša sanacija loma i inkorporacija grafta.

II -PREDNOSTI VASKULARIZOVANOG AUTOTRANSPLANTATA U ODNOSU NA DRUGE AUTOTRANSPLANTATE

Osnovna prednost vaskularizovanih grefona je da sadrži vlastito snabdijevanje krvlju a time i veći broj osteogenih ćelija i osteoinduktivne supstance. To mu omogućuje intenzivniju regeneraciju u osteoplastnom stadijumu inkorporacije grefona. Reaguje na opterećenje internim remodelovanjem i hipertrofijom brže i efikasnije od nevaskularizovanih graftova.

Koštana i muskuloperiostalna vaskularizacija kod vaskularizovanih grefona nije ili je nakratko prekinuta. Veći dio koštanog tkiva je neoštećen, a time ima veću količinu vitalnog grefona i manju količinu nekrotične kosti u odnosu na nevaskularne koštane grefone. Mala proporcija nekrotične kosti u vaskularizovanom graftu uzrokuje mnogo manje slabljenje usljed resorpcije.

Pošto je unutrašnja struktura grefona zadržana, proces remodelovanja može odmah početi. Ovaj grefon može se brže prilagoditi od nevaskularnog, promijenjenim mehaničkim uslovima.

Stalna prisutnost snabdijevanja krvlju znači da je graft otporniji na nepovoljne uslove; djelimično osteogeno mjesto ili neosteogeno, slaboj vaskularizaciji domaćina ili izloženost infekciji. Sa krvlju može doprijeti i antibiotik, limfociti imunog sistema...

Vaskularizovani graft može odgovoriti za vlastite potrebe, sami mogu vaskularizovati, nevaskularizovanu slabo ishranjenu ili nekrotičnu kost do izvjesnog stepena. Intaktna vaskularizacija grafta znači da i on ima znatno veće šanse na opstanak, odnosno inkorporaciju. Postoji garancija za vlastito snabdijevanje krvlju, minimalna imunološka reakcija grafta. U tretmanu koštanih defekata poslije resekcije tumora, transplantacija vaskularizovanom kosti bolje reaguje na postoperativnu radijacionu terapiju nego distrakcija kalusa.

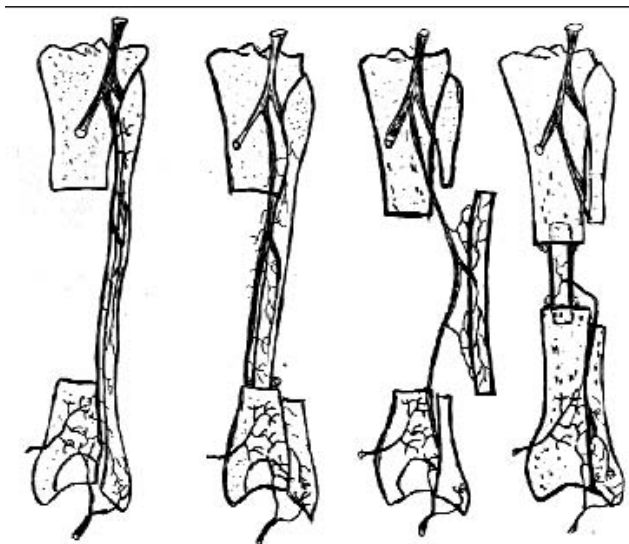
Loše strane vaskularizovanog autotransplantata su:

- zahtijeva opsežnu pripremu, multidisciplinarnu pripremu problema,
- zahtijeva dobro poznavanje mikrohiruske tehnike.

III -VASKULARNI AUTOTRANSPLANTATI

Liječenje preko 6 cm segmenata koštanog gubitka spongioznim, kortikospongioznim transplantatom često predstavlja produžen, neizvjestan ishod liječenja.

Shema 1.



Shema 1.

Korištenje vaskularizovanih koštanih autotransplantata, gdje kost zadržava svoju opskrbu krvlju treba razmotriti u tim situacijama. Liječenje će dati predvidljive rezultate ako se odabere optimalno vrijeme za rekonstrukciju, reparacija u jednom ili više akta sa izborom optimalne rekonstruktivne procedure. Najčešće korišteni vaskularizovani koštani autotransplantat u praksi za rekonstrukciju koštanih defekta su vaskularizovani graft ilijačne kosti i fibule.

Vaskularizovani koštani autotransplantati mogu biti:

1. Mišićni peteljkasti transplantat (koštani grefoni podignuti na mišićnoj peteljci),
2. Vaskularizovani peteljkasti transplantat (aksijalni flapovi su vaskularizovani koštani grefoni koji se transplantiraju sa svojom nutritivnom arterijom),
3. Slobodni vaskularizovani koštani transplantat,
4. Koštani grefoni podignuti na kožnoj peteljci, za čiju upotrebu je danas sve manje interesovanje zbog slabe vaskularizacije kosti.

Odlučujući faktori pri izboru vaskularizovanog koštanog grafta su: lokalizacija i dužina koštanog defekta, tip defekta i prisustvo ili odsustvo infekcije kosti.

1. MIŠIĆNI PETELJKASTI AUTOTRANSPLANTATI

Prednost korištenja mišićnog peteljkastog autotransplantata u odnosu na druge, ogleda se u tome što ne zahtijeva mikrohiruršku tehniku. Nedostatak je gubitak mehaničke stabilnosti ekstremiteta.

Najčešće se koristi kod koštanog defekta tibije sa intaktanim srednjim segmentom fibule. (Shema 1.) Preoperativna angiografija daje potrebna saznanja

o prohodnosti i anatomiji tibijalnih i peronealnih krvnih sudova, koji mogu biti oštećeni kod nastanka koštanog defekta tibije. Kroz prednji tibijalni mišić prolazi pripoj nutritivnih krvnih sudova koji vaskularizuju fibulu.

Fibula se prikaže uzdužnim rezom te resecira sa 0,5 cm kafa mišićnog pripoja, odvajajući tako soleus od m. fleksora halucis longusa na zadnjoj površini,

m. peroneus na lateralnoj površini i m. tibialis posterior na medijalnoj površini u odnosu na fibulu. Treba biti pažljiv i zaštititi peronealne krvne sudove koji polaze sa medijalne površine fibule. Fibula se resecira proksimalno i distalno, dobijajući dovoljnu dužinu potrebnog autotransplantata. Zajedno sa intaktnim peronealnim krvnim sudovima, fibularni graft se postavi na proksimalni i distalni kraj tibije. Stabilizacija se izvrši sa šrafima ili AO-pločom i šrafima, a može i spoljnim fiksatorom. Spongiozni autotransplantat treba uzeti sa kriste iliake i plasirati na oba kraja tibiofibularnog spoja, da se ubrza inkorporacija autotransplantata. Obavezna je drenaža i zatvaranje

rane bez tenzije. Vježbe bez opterećenja početi što ranije, a oslonac kada imamo radiografski dokaz srastanja tibiofibularnog spoja (McMaster i Hohll 1965, McMaster i Hohll 1975.)

Nedostatak ove metode jeste gubitak mehaničke stabilnosti noge koji pruža intaktna fibula i mogućnost frakture. Gubitak intaktne fibule može uzrokovati mogućnost stvaranja tibiofibularne sinostoze.

Korišten je često mišićni peteljkasti koštani transplantat uzet sa distalnog radijusa sa intaktnim pripojem pronator kvadratus. Najčešće se koristi za premještanje malih segmentnih defekta distalne ulne.

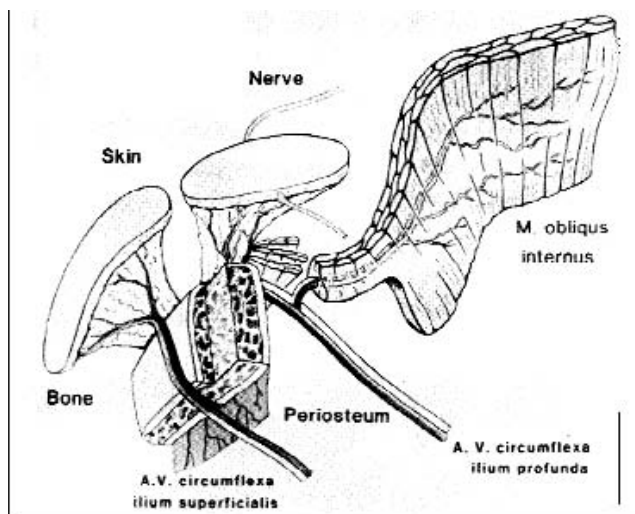
2. VASKULARIZOVANI PETELJKASTI TRANSPLANTAT

Uobičajno ograničenje mišićnog peteljkastog transplantata ogleda se u kratkom vaskularizovanom luku koštanog grefona koji ograničava područje za lokalno plasiranje. Vaskularizovani peteljkasti transplantat prevazilazi ovo ograničenje prisustvom duge vaskularne peteljke. Hirurški rad ne zahtijeva potrebu za mikrohirurgijom da se vaskularizovani peteljkasti koštani grefoni transplantiraju sa svojom nutritivnom arterijom.

Dostupan izvor čiji vaskularni luk može biti i preko 10 cm je transplantat kriste iliake. Najčešće se koristi u koštanim defektima proksimalnog femura. Vaskularnu peteljku ovog transplantata čine superficijalni cirkumfleksni ilijačni sudovi dijametra 0,5 do 3,0mm, superficijalne epigastrične vene dijametra 1,5 do 3,0 mm i duboki cirkumfleksni ilijačni sudovi. Kada se uzima osteokutani graft iz ilijačne kriste neophodno ga je uzeti sa a. i v. cirkumphlexu illium superficilis koji su najodgovorniji za vaskularizaciju ingvinalne regije. Sa relativno velikim promjerom arterije i konkomitentnih vena transplantat je tehnički lako podići. Dužina grafta može biti skoro polovina dužine kriste iliake budući da duboka cirkumfleksna arterija seže do srednje tačke kriste iliake prije anastomoze sa iliolumbalnom i gornjom glutealnom arterijom. Transplantat se tada može prenijeti sa peteljkom od 6 -10 cm koji lako dostiže subtrohanterni region.

Prednost ovog transplantata je njegova kombinacija kortikalne i spongiozne kosti koja omogućuje i poboljšava inkorporaciju transplantata i mjestu implantacije je slično sanaciji frakture i ne prolazi kroz puzeću supstituciju. (Brunelli 1991)

Shema 2. Donakiaimanjemlobodnogaklanoggefonaiilijaneкои. UeoiAO/ASIFScienificSlemen1, INJURY1994, Volme25S-A38



Shema 2. Donakiaimanjemlobodnogaklanoggefonaiilijaneкои. UeoiAO/ASIFScienificSlemen1, INJURY1994, Volme25S-A38

Dvadesetogodišnja iskustva sa vaskularnim koštanim graftovima ukazuju svakodnevno na njihovu dominantnost nad avaskularnim metodama korištenja koštanih graftova. Ta prednost se ogleda u:

1. permanentno zarastanje bez nekrotične kosti i revaskularizacije preko osteokondukcije,
2. "preživljavanje" svih ćelija grafta kojima je matična vaskularnost samo privremeno prekinuta. Osteociti preživljavaju anoksiju od 24 sata a nakon 48 sati umiru,
3. kraći period inkorporacije grafta,
4. tolerantnost veća na slabu vaskularizovanost, na infekciju...

Uobičajna donatorska mjesta za slobodni vaskularizovani koštani transplantat su krista iliaka sa dubokim cirkumfleksnim ilijačnim krvnim sudovima i fibula sa fibularnim krvnim sudovima. Druga donatorska mjesta podrazumjevaju rebro sa interkostalnim krvnim sudovima, lateralni rub skamehaničke snage. Može se takođe koristiti složeni pule sa descendentnom granom cirkumfleksne skatransplantat kako bi se obezbijedio mekotkivni i kožni pokrivač.

Još jedna ograničena upotreba ove tehnike je podlaktica gdje se distalni radijus ili ulna mogu koristiti za rekonstrukciju defekta u ovom regionu, baziranih na peteljkaama radijalne odnosno ulnarne arterije (Leung 1989).

3. SLOBODNI VASKULARIZOVANI KOŠTANI TRANSPLANTAT

Slobodni vaskularizovani koštani autotransplantati uzimaju se primjenom mikrohkirurške tehnike i transplantiraju na domaćinsko mjesto zajedno sa vlastitim arteriovenskim sistemom. Tu se vrši revaskularizacija donarnog autotransplantata uspostavljenom mikrohkirurškom anastomozom na recipijentnom defektu. Na taj način ćelije transplantata ostaju vitalne. Srastanje transplantata na pularne arterije i distalni radijus sa radijalnom arterijom.

3.1 Slobodni vaskularizovani transplantat kriste ilijake

Slobodni vaskularizovani transplantat kriste ilijake može obezbijediti i do 15 cm kortiko-spongiozne kosti sa širinom od 2 do 5 cm.

Anteriorni dio ilijačne kriste nudi različite tipove tkiva: kost, periost, mišić, nerv, kožu. (Shema 2) Dvostruko snabdijevanje krvlju kosti, veličina i kvalitet mekog tkiva proširuju mu terapeutsku mogućnost. Veliki dio površine je spongiozna kost koja omogućuje bolju inkorporaciju kosti. Relativno velika površina poprečnog presjeka posebno je pogodna za defekte u artikularnom zglobnom području i omogućuje bolje srastanje na dodirnim krajevima. Dijametar krvnih sudova peteljke omogućuje lakše mikrohkirurške anastomoze i manje komplikacije. Može se koristiti kao kompozitni koštano-kožni graft u proceduri od defekta ekstremiteta, tako i za mandibularnu rekonstrukciju, iako estetski obimno meko tivo može dati nezadovoljavajuće rezultate.

Da bi se izolovao slobodni vaskularizovani koštani autotransplantat, mora se identifikovati polazište dubokih cirkumfleksnih ilijačnih krvnih sudova, mjesto odakle se granaju spoljne ilijačne neposredno proksimalno od ingvinalnog ligamenta. Orijehtacija za ovo polazište može se naći lociranjem polazišta donjih epigastričnih sudova sa lateralne strane spoljne ilijačne arterije. Duboki cirkum-fleksni ilijačni krvni sudovi mogu potom da se slijede duž njihovog toka prema spini ilijaki anterior superior gdje probijaju fasciju transverzalis i prolaze duž unutrašnjeg korteksa kriste ilijake dajući perforantne grane za kost. U cilju zadržavanja ovih perforantnih grana tokom izolacije transplantata, tri sloja abdominalnih mišića pripojenih na kristu ilijaku podijele se na 0,5 cm nagore u odnosu na kristu ilijaku, štiteći na taj način krvne sudove. Spoljna površina transplantata tada se može osloboditi subperiostalnom disekcijom od tenzora fascije late i glutealnog mišića. Ilijačni mišić oslobodi se od unutrašnjeg korteksa transplantata, a transplantat se tada može uzeti pomoću osteotoma na svojoj vaskularnoj peteljci. Peteljka se prereže, a anastomoze se mogu relativno lako uraditi sa dvostrukom venskom drenažom.

Ako je prostorni odnos kože i kosti prevelik ili predalek od ilijačne kriste, osovina kosti i kože ne teku paralelno jedna u odnosu na drugu, kožni flap ima šansu da postane nekrotičan. Postojanje

distorcije perforantnih sudova dovodi do redukcije u snabdjevanju krvlju ili venske kongestije u kožnom dijelu sa konsekvantnom destrukcijom tkiva.
Morbiditet donatorskog mjesta minimalan je ukoliko se abdominalni mišići sašiju po slojevima.

3.2. Slobodni vaskularizovani fibularni transplantat

Za rekonstrukciju mekotkivno koštanog defekta ekstremiteta preferira se fibula, bilo kao vaskularizovani graft, bilo kao osteosepto-kutani režanj. Može se koristiti kao složeni transplantat sa soleusom i kožom. (2,3) Fibula je kortikalna kost koja omogućuje odličnu mehaničku čvrstoću i dužinu kod velikih segmentalnih koštanih defekata. (2,4,12) Sa proksimalnog kraja prema distalnom može se uzeti maksimalno dužina od 20 -26 cm. (1, 5)

Osnova slobodnog fibularnog transplantata je na peronealnoj arteriji iz koje se podiže nutritivna fibularna arterija.(12,13) U svom toku a. pernea (Sl. 1.) daje sljedeće grane:

- transversnu komunikativnu granu -za a. tibialis posterior, 6 cm iznad vrha lateralnog maleolusa,
- nutritivna fibularna arterija, kod koje se u 96% slučajeva nutritivni otvor nalazi u centralnoj trećini
- fibule, a u 4% slučajeva u njenom proksimalnom dijelu,
- medijalne grane, za okolne mišiće, periost fibule, interosalnu membranu,
- lateralne grane, za periost fibule, peronealnu muskulaturu i kožu,
- perforantna grana, koja probija interosalnu membranu potkoljenice i anastomozira sa lateralnim tarzalnim granama a. dorsalis pedis,
- lateralne maleolarne grane, koje mogu anastomozirati sa lateralnim tarzalnim granama a. dorsalis pedis,
- kalkanealne grane, koje anastomoziraju sa kalkanealnim granama a. tibialis posterior.

Ova vaskularizacija omogućuje fibuli dvostruku vaskularizaciju :

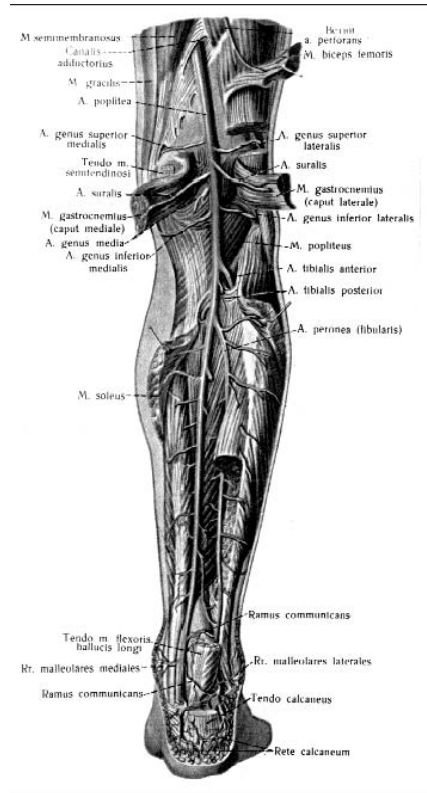
- periostalna, preko medijalnih i lateralnih grana,
- endostalnu, preko nutritivne arterije koja u fibulu ulazi na njenoj medijalnoj steni, posteriorno od interosalne membrane u dugoj četvrtini nešto proksimalnije od centralne tačke.

Razlika u pritiscima, medularne i periostalne cirkulacije prouzrokuje u fiziološkim uslovima centrifugalni arterijski tok iz medularne arterije u kortikalne kapilare bez centripetalnog toka iz periosta u korteks.(12,17) Kod prekida descendencijalnih grana nutritivne arterije aktivira se po Berggrenu "reverse"-centripetalni tok koji osigurava adekvatnu vaskularizaciju i zarastanje subperiostaloosteotomirane fibule distalno od mjesta ulaska nutritivne arterije.(17)

U cilju omogućavanja adekvatnog dotoka krvi za kost, periostalne grane koje nastaju iz mišićnih grana peronealne arterije treba da se sačuvaju uzimajući 2-3 mm debelog mišićnog sloja m. tibialis posterora anteriorno i m. flexor hallucis longus posteriorno. Na taj način osigurava se kako endostalna tako i periostalna vaskularnost grafta.

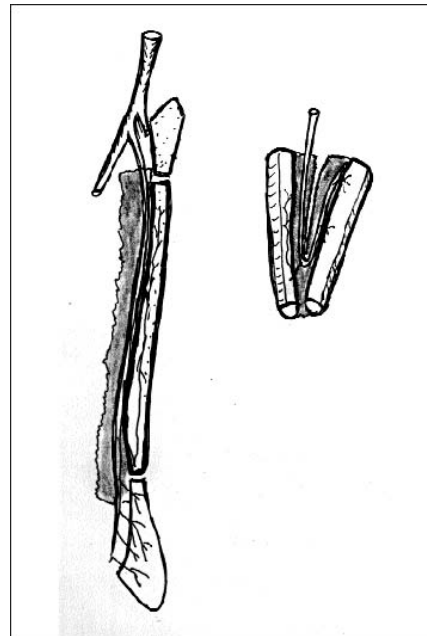
Fibuli se pristupa Gilbertovim lateralnim pristupom. Incizionna linija kože od glavice fibule do lateralnog maleolusa, nastavljaajući se u subfascijalni prostor ulazeći u peronealno septum, odnosno prostor; anteriorno do stražnjeg ruba m. peroneus longusa i brevis, a posteriorno do prednjeg ruba m. soleusa.(4) Tada se identifikuje peronealna arterija jer ulazi u supramedijalnu stranu fleksora hallucis longusa. Treba je identifikovati sa venama do polazišta iz arterije tibialis posterior. A. peronea je najjača grana a. tibialis posterior, iako često ima isti ili veći kalibar od nje. N. tibialis ukršta arteriju u proksimalnom dijelu sa zadnje strane, prolazi medijalno od nje i izlazi između peronealne i zadnje tibijalne arterije. Napravi se rez na intraosnoj membrani ostavljajući intaktan nervus tibialis posterior i odvajajući fibulu od mišića sprijeda i lateralno, potom proksimalno i distalno do željene dužine. Mora se voditi računa da se obuhvati otvor za nutritivnu arteriju koja se nalazi na 18-22 cm proksimalnog kraja fibule.(9,11)

Sl.1.



Sl. 1.

Shema3.



Shema 3.

Donatorsko mjesto drenira se i zatvori po slojevima.

Transplantat može biti fiksiran na mjestu implantacije šrafova uklinjavanjem u medularnu šupljinu na krajevima dugih kostiju. U područjima gdje se može postići rana stabilnost ili ako postoji nesrazmjer u veličini između fibule i recipijentne kosti, fibularni graft se može modelovati anterolateralnom osteotomijom (Shema 3.), distalno, neposredno uz ulaz nutritivne arterije. Proksimalni dio tada se snabdijeva periostalnim i endostalnim dotokom krvi dok se distalni dio snabdijeva iz samo periostalih krvnih sudova. Ovi takozvani dvocijevni slobodni transplantati su indicirani u područjima kao što su karlični prsten, distalni femur i ulna.

3.3. Slobodni vaskularizovani rebrni transplantat

Rebro se može koristiti i kao vaskularizovani slobodni transplantat. Ono ima dva izvora snabdijevanja krvlju: zadnja interkostalna arterija koja polazi od unutrašnje mamarne arterije. Postoji jaka anastomoza između ove dvije arterije i to treba da obezbijedi siguran dotok krvi sa oba kraja.(4,7) Transplantat vaskularizovanog rebra u tretmanu koštanih defekata dugih kostiju nema širu upotrebu vjerovatno zbog potencijalnih komplikacija tokom uzimanja, karakteristike dijametra i ograničena dostupne količine rebrnog transplantata.

3.4. Slobodni vaskularizovani distalni radijus

Segment distalnog radijusa sa osnovom na radijalnoj arteriji može se koristiti kao slobodni vaskularizovani transplantat, sa ograničenom primjenom. Radijalni podlaktični režanj može se podići i kao fasciokutani režanj koji uključuje i polovinu cirkumferencije radijusa između hvatišta m. pronator teresa i m. brachioradialis zajedno sa dijelom mišićnih trbuha m. flexor pollicis longus i m. pronator quadratus preko kojih se osigurava vaskularizacija koštanog grafta maksimalne dužine oko 10 cm. Može se koristiti kao osteokutani transplantat, koristeći svoju prednost velike radijalne arterije za sigurnu anastomozu.

IV -KOMPLIKACIJE VASKULARIZOVANOG GRAFTA

U osnovi, postoje dva tipa komplikacija vezanih za vaskularizovani graft:

- komplikacije koje ima donatorsko mjesto i
- komplikacije koje ima domaćinsko mjesto.

1. KOMPLIKACIJE DONATORSKOG MJESTA

Najčešća komplikacija donatorskog mjesta je postoperativni hematoma. Kod uzimanja vaskularnog koštanog grafta sa ilijačne kosti treba nastojati sačuvati spinu iliacu anterior superior da bi se postigao dobar kozmetički rezultat.(2,4,7,14) U ovoj regiji disekcija se mora pažljivo uraditi da bi se poštedio lateralni femoralni kutani nerv. Povreda ovog nerva klinički se manifestuje parestezijom lateralnog dijela butine u 5 do 20% slučajeva.(6,7,14)

Kod uzimanja vaskularizovanog koštanog grafta fibule mogu se javiti slučajevi :

- pojava distalnog edema,
- reverzibilne paralize n. peroneus comunisa,
- mišićna slabost potkoljenice,
- gubitak senzibiliteta i netolerantna hladnoća,

5. Progresivna valgus deformacija potkoljenice kao posljedica poremećaja u rastu distalne epifize.

Valgus deformitet potkoljenice zavisi od toga koliko je godina prošlo prije konačnog zatvaranja ploče rasta. Manje je vjerovatan kod djece starije od 12 godina. Preventirati se može očuvanjem distalne trećine fibule ili insercijom šrafa kao privremena fibule.(7,9,12) sinestozia između distalne

tibije Fogdestam preferira rekonstrukciju fibularnog defekta, naročito kod djece, periostalnim trakama tibialnog periosta širine 10 mm, u koje inkorporira kortikalni sloj tibije.

2. KOMPLIKACIJE DOMAĆINSKOG MJESTA

Tromboza vena ili arterija je najozbiljnija komplikacija domaćinskog mjesta, koja se kreće od 3 do 5%.(6,9,12,14) Stres frakture vaskularizovanog grafta pojavljuju se u oko 10 do 25% slučajeva, bez obzira na to da li se koristi ilijačna krista ili fibula.(5,7,9) Fraktura grafta tretira se na isti način kao fraktura kosti domaćina, a u 5 do 10% potrebna je reosteoplastika spongiozne kosti da se olakša, ubrzaju sanacija i inkorporacija vaskularnog grafta.

INDEX

A

Abbott, 87 Alkalna fosfataza, 15 Aloimplantat, 62 Albee, 58 Albreht, 32 Ascendentno, 20 Ambroaz Pare, 24 Agraniran, 35, 37 Artrodesa, 110 AO, 39, 40 Angulatia, 48, 90 Antonuis de Heyde, 56 Anderson, 29, 87 Avaskularan, 54, 55, Autotransplantatuo, 62, 63, 72, 74, 102

B

Balistika, 28 Bauman, 47 Barth, 57 Bimehanika, 49, 50, 87 Biokompresija, 37, 51 Blck, 55 Blast, 25 B.M.P., 59 Brunelli, 124 Burny, 38, 54

C

Cambiun, 19 carell, 58 citoplasma, 15 celsus, 23 croatiformis, 29 contusoconqastun, 29 centralne zone, 30 coldwel, 47 codivill, 87

D

Danis, 54 Descen dentina, 20 Dezol, 24 Dekoltment, 32 De Bastiani, 38 Dekortikacija, 54 Dijafiza, 17, 21, 62 Dinamizacija, 46 Distrakcija, 48 Dieffenback-beck, 56 Distrakc.osteogeneza, 61, 69, 89, 94 Djovani Vigo, 23 Dolder, 38 Dunne, 54 Dubamel, 57 Dobrotworski, 58 Doyen, 76

E

Endost, 19, 33, 44 Epifiza, 18, 21, 33, 41, 62, 72 Endotel, 20 Epzhyseolysis, 22, 90 Etar, 24 Esmarch, 24 Explosivun, 29 Eisenstein, 75 Epifizoideza, 87

131

F

Fagocitoza, 16 Filogenetsko, 15 Fibrozun, 18 Frelich, 23 Fleming, 25 Fragmentacija, 28 Felinger, 37 Fractura, 43 Frost, 69, 72 Fibrozna interzona, 94 Fogdestam, 128

G

Galenos, 23 Gatris, 24 Goldžijev aparat, 15, 16, 17 Germinativan, 18, 21, 22 Graft, 68, 72 Green, 97 Godina, 80 Gustilo, 29, 35, 46, 48, 80

H

Haematom, 32 Haversovi kanali, 15, 17, 18, 20, 44, 65 Hardy, 75 Hondroblasti, 15 Hondrociti, 15 Howshipova lakuna, 16 Homer, 23 Homotransplantati, 62, 102 Henrich Von Pfolspound, 23 Henter, 40 Heterotransplantati, 62 Hipokrates, 23, 57 Hipoksija, 42 Hipertrofično, 53 Hipotrofično, 53, 54 Hierrner, 120 Hugo da Luke, 23

I

Impaktan, 64 Infekcija, 42 Inclan, 59 Inkorporacija, 64, 67, 69, 101, 124 Infiltracija, 64 Indukcija, 71 Intermedularan, 71 Indeks, 93 Imunologija, 65 Imunosupresivan, 66 Ilizarov, 52, 59, 61, 72, 88, 90, 105

J

Jaroma, 17 Jackson, 32 Janžeković, 80 Jedro, 15 Jean-Dominique Larrez, 23 Johansen, 36 Johner R., 34 Judet, 53 Job Van Meekerren, 57

K

Kalus, 17, 37, 40 Karapetjen, 80 Koštano tkivo, 1 Kolagena vl., 16, 17, 19, 94 Kortikalno, 17, 69, 70 Kontraktilnost, 33 Kolor, 33 Konzistencija, 33 Kompresija, 54, 64 Kortikotomija, 90, 94, 95 Koštani transport, 92 Krstić, 25 Kleinart, 80 Krvarenje, 33 Kinetički, 27, 28 Kuncher, 22, 56, 91, 101 Kurz, 75

Larej, 24 Laceratum, 29 Latentnost, 91, 92 Lamela, 18 Lizozomi, 16 Limunskakis., 16 Lister, 24 Limfociti, 61 Lediran, 24 Leukociti, 42 Lexer, 56, 58 Ligamentotaxis, 48, 49 Lob, 73

M

Matsum, 33 Matti, 58 Makrofagi, 66 Mezenhim, 15 Metafiza, 17, 33, 41, 72 Meeder, 71 Mitochondrije, 16 Mitoza, 17 Mitković, 46, 104 Mikro-stupične formacije, 94 Mess, 36 Monocit, 42 Mooney, 47 Mc cullogh, 119 Musa, 60 Muler, 29, 35

N

Neksus, 15 Neutrofil, 42 Nukleacija, 16 Nutriciona art., 20, 22

O

Okudentna zonula, 1 Oligotrofičan, 53 Ontogenetički, 1, 20, 106 Ollier, 57 Osteoblasti, 15, 18, 19, 21, 56, 69, 79 Osteociti, 33, 66 Osteoklasti, 15, 64, 70 Osteokalcin, 15 Osteon, 17, 19 Osteoid, 17, 65, 69 Osteoprogenitor celles, 19 Osteomyelitis, 44, 49 Osteotaxis, 48 Osteoplastica, 52 Ollier, 57 Osteogenetičan, 63 Osteoinduktivan, 64, 68, 79 Osteokonduktivan, 68 Osteotom, 90 Ortofix, 38

P

Pauwls, 59 Payrov, 58 Paster, 24 Periost, 17, 19, 20, 33, 44, 45, 55, 73, 79 Perfuzija, 17 Perihondrium, 17 Persi, 24 Penetracija, 28 Perren, 59 Petrov, 80 Preosteoblast, 15, 16 Proteoglikogen, 15 Projektil, 25 Pioelektrični potencijal, 17 Pirogov, 24 Popkirov, 59 Pseudoartroza, 22, 51, 52, 87, 108 Plemister, 55

133

Philips von Walter, 58 Punctiformis, 29 Puranen, 77

R

Ratna rana, 25, 46 Radiografija, 43, 44, 45 Radius, 73, 76 Ritam, 91 Rineland, 22 Repozicija, 29 Refraktura, 43 Rehn, 72 Ruter, 73

S

Sarmiento, 47 Spongioza, 17, 18 Stopa, 91 Stock, 61 Steinmann, 47 Schane, 96, 103 Schweiberer, 77 Schenk, 54, 59 Scheinung, 50 Schauweker, 41 Sillphand, 26 Smicanje, 40 Skot, 75 Sudeck, 95 Summers, 75 Sulciformis, 29

Š

Šišković, 37

T

Taylor, 59, 119 Tonni, 64

Trueta J., 20, 21, 25, 34, 59 Transplantacija, 62, 66, 69, 72, 75 Trochanter, 74, 75 Transformaciona osteogeneza, 92 Tscheme, 29, 35 Teleskopski, 37 Teot, 119 Thomas, 87

U

Urist, 58 Ueba, 119

V

Volkman, 18, 20 Virchow, 57

W

Warner, 87 Welchel, 57 Wood, 120 William Macewen, 58 Willenegger, 54 Wolff, 58

Z

Zuggurtung, 50 Zweipp, 61

Dr Predrag Grubor TRETMAN KOŠTANIH DEFEKATA
Izdavač ODJP “Glas srpski”, Banja Luka, S. Kulenovića 93
Glavni i odgovorni urednik Nikola Guzijan

Za izdavača Čedo Savić

Redaktor Gordana Grubor, internista -endokrinolog

Fotografije Dragan Kekez Milan Uremović Dubravko Habijanec

cIP -Katalogizacija u publikaciji

crteži

Narodna i univerzitetska biblioteka “Petar Kočić”, Banja Luka Milan P. Grubor

Indeks pojmova

GRUBOR, Predrag

Tretman koštanih defekata / Predrag Dr Predrag Grubor Grubor ; Šglavni i odgovorni urednik Nikola

Štampa

GuzijanĆ.

ODJP “Glas srpski”, Banja Luka

-Š1. izd.Ć. -Banja Luka : Glas srpski, 1999 . -134 str. : fotografije, crteži ; 24 cm. (Biblioteka Stručna knjiga) Za štampariju

Tiraž 500. -Bibliografija: str. 82-84. -

Boro Luburić, dipl. graf. inž. Registar.

Tiraž 500 primjeraka Primjenom člana 30. tačke 13. Zakona o akcizama i porezu na promet Republike Srpske ova knjiga oslobođena je poreza na promet. Prvo izdanje, štampanje završeno oktobra 1999.

Za objavljivanje ove knjige razumijevanje su pokazali i pomoć pružili:

¹ Ministarstvo zdravlja i socijalne zaštite Republike Srpske ¹ Ministarstvo finansija Republike Srpske ¹ Ministarstvo nauke i kulture Republike Srpske ¹ Javni fond zdravstvenog osiguranja Republike Srpske ¹ Javni fond zdravstvenog osiguranja Republike Srpske -Filijala Banja Luka ¹ Kliničko-bolnički centar Banja Luka ¹ Opšta bolnica “Sveti apostol Luka”, Doboj ¹ EKVATOR cOMPANY Ltd. ¹ “Krajinapetrol” Banja Luka ¹ “Banjalučka pivara”, Banja Luka ¹ DI “Vrbas”, Banja Luka

Autor i izdavač su im veoma zahvalni.

勻氈□□□

勻氈□(↵)□

勻氈□𠄎□愀 攀湊換漿攀氈椀槁愀氈湊愀攀氈椀槁愀 戀 攘漿 振 漿攀漿振椀 換 攀椀漿振 椀公椀最椀湊愀氈湊愀攀氈攀攘漿湊攘愀 湊椀攘漿攘漿攘愀昀漿漿最愀昀椀槁愀 攘漿槁攀漿戀槁愀椀漿雜 □吁攀愀 □念噪□□ 媼□

勻氈□𠄎□

勻氈□噪□

勻氈□剝□

勻氈□媼□

勻氈□壘愀勻氈□壘戀

(↵) 勻攘漿攀換漿槁攀攘漿換椀椀攀湊椀槁攀攘漿槁愀槁攀愀槁氈愀換攀漿換噪愀椀□吁愀戀攀氈愀□□

勻氈□念□

勻氈□□□□

勻氈□□剝□

勻氈□□噪□

勻氈□□媼□

勻椀攀湊愀𠄎□

勻氈□□壘□

勻氈□□念□

勻氈□(一)

□一愀換漿襖湊愀換愀襖漿愀湊漿最換攀昀攀襖愀湊攀愀愀愀氈湊攀襖漿椀襖漿 椀襖漿漿
湊最椀漿湊椀湊愀漿愀湊氈愀湊愀漿湊

勻氈□(一)□□

勻氈□(一)(一)□勻氈□(一)𠃉□

勻椀攀湊愀剔□

勻椀攀湊愀噪□

勻椀攀湊愀媚□

勻椀攀湊愀壘□

勻氈□(一)止□

勻氈□(一)噪□

勻氈□(一)剔□

勻氈□(一)媚□勻氈愀椀愀氈椀襖攀□壘椀(一)止 漿氈椀椀攀噪湊椀攀攀振椀漿換椀湊愀湊攀
漿湊最椀漿氈愀椀襖攀

勻氈□□□

勻椀攀湊愀□□

勻椀攀湊愀(一)□

勻氈□剔□

勻氈□噪□

勻氈□媚□佞攀氈椀襖湊漿椀袂佻一袂勻酷蟲勻振椀攀湊椀昀椀振氈攀湊攀湊 啗漿氈湊
攀(一)𠃉 勻氈攀湊攀湊(一) 酷一雜哂刀壽 勻𠃉□□ □念念(一)

勻椀攀湊愀𠃉□

勻椀攀湊愀剔□

勻椀攀湊愀止□

勻椀攀湊愀噪□

勻椀攀湊愀媚□

勻椀攀湊愀壘□

勻氈□壘□

勻椀攀湊愀念□

勻椀攀湊愀□ □

勻椀攀湊愀□□□

勻氈□.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....