

# Raajavammojen primaarihoito, infektioriskin vähentäminen

*Jukka Ristiniemi*

Kirurgian klinikka, Oulun Yliopistollinen sairaala

Infections in orthopaedic trauma are usually related to open fractures and operative treatment of closed fractures. All together 3-4% of fractures become infected but open fractures and distal tibial fractures are especially amenable to infection. Open fractures should be debrided and stabilized within 6 hours whenever possible. Wound should be left open and repeat wound check should be done in theatre within 24-48 hours. Antibiotic impregnated beads are useful to fill the dead space formed by bone loss. In closed long bone fractures alignment of the extremity should be restored as soon as possible. Temporary external fixation is useful in distal tibial fractures. Definitive fixation of high energy fractures should be done using miniinvasive techniques. Hybrid or half pin external fixators are useful in distal tibia but contact in the metaphyseal area should be excellent to avoid problems of slow bone healing. Single dose antibiotic prophylaxis 30 minutes before operation is indicated for operative treatment of closed fractures. Antibiotic treatment is essential part of open fracture treatment. In grade I and II fractures prophylaxis should cover gram positive bacteria and in grade III fractures it should also cover gram negative organisms.

Ortopedisessa traumatologiassa infektiot liittyvät lähinnä avomurtumiin tai suljettujen murtumien leikkaushoitoon. Suljettujen murtumien leikkaushoidossa infektiota esiintyy 3-4%:ssa(1). Infektio saattaa komplisoida mitä tahansa murtumaleikkausta, mutta korkeaenergiaisiin murtumiin liittyy selvästi enemmän infektiokomplikaatioita kuin matalaenergiaisiin vammoihin. Vaikeimpiin Gustilon luokka IIIB avomurtumiin liittyy jopa 50%:ssa (2) ja säären alaosan murtumiin 38%:ssa infektiota(3). Murtumien hoidossa on tärkeää tunnistaa vamman luonne. Pehmytkudosvamman vakavuus on suoraan verrannollinen vammaenergiaan. Raajavammoja hoitavien ortopedien tulisi tuntea yleisimmät murtuma-, pehmytkudosvamma ja avomurtumaluokitukset ja pyrkiä sopeuttamaan hoito näiden mukaan. Murtumien systemaattinen luokittelu opettaa ottamaan huomioon vamman luonteen hoitopäätöksiä tehtäessä. Tschernen (4) pehmytkudosluokitus esitetään taulukossa 1 ja Gustilo-Andersonin(5) avomurtumaluokitus taulukossa 2. Infektioiden esiintyvyyteen vaikuttavat paikallisten vammaan liittyvien tekijöiden lisäksi yleiset tekijät kuten perussairaudet ja

ravitsemustila(6). Yleisiä tekijöitä esitetään taulukossa 3.

Traumaan liittyviä haavakomplikaatioita esiintyy selvästi eniten säären alueella johdettujen anatomisista olosuhteista. Koko matkaltaan tibian anteromediaalinen osa on ainoastaan ihon ja subkutiksen peittämä ja etenkin alaosassa pehmytkudospeitto on altis vaurioille. Tässä esityksessä keskitytään lähinnä avomurtumiin ja säären alaosan vammoihin, mutta periaatteet ovat yleistettävissä myöskin muihin raajavammoihin.

## Leikkaushoidon ajoitus

Välitöntä hoitoa vaativia vammoja ovat avomurtumat, vammoihin liittyvä aitiopaineoireyhtymä, vaikeasti dislokoituneet murtumat, joissa vamma-alueen verenkierto on uhattuna sekä nivelten sijoiltaan menot. Yleisesti hyväksytty periaate on, että avomurtumissa ensimmäinen puhdistusleikkaus ja stabilointi täytyy tehdä 6 tunnin sisällä vammautumisesta. Tämän jälkeen infektiokomplikaatiot lisääntyvät merkittävästi. Yli 8 tuntia vanhaa murtumaa pidetään jo infektoituneena.

**Taulukko 1. Tschernen ja Oesternin pehmytkudosvammaluokitus (4)**

|          |   |
|----------|---|
| Luokka 0 | epäsuora vammamekanismi, minimaalinen pehmytkudosvamma, yksinkertainen murtuma  |
| Luokka 1 | pinnallinen kontuusio tai hankauma, jonka aiheuttanut fragmentin paine sisältä, yksinkertainen murtuma                                    |
| Luokka 2 | syvä hankauma, paikallinen ihon tai lihaksen kontuusio, yleensä suoran trauman aiheuttamana, uhkaava kompartment- syndrooma               |
| Luokka 3 | laaja ihon kontuusio, lihaksen crush-vamma, subkutaaninen degloving, akuutti kompartment-syndrooma, suurten suonten tai hermojen repeämiä |

**Taulukko 2. Gustilo-Anderssonin avomurtumaluokitus(2)**

|             |  |
|-------------|--|
| Luokka I    | haava alle 1cm, minimaalinen pehmytkudosvamma, siisti haava, yksinkertainen murtuma tai minimaalinen pirstaleisuus   |
| Luokka II   | haava yli 1cm, kohtalainen pehmytkudosvamma, kohtalainen pirstaleisuus, kohtalainen kontaminaatio  |
| Luokka III  | kaikki murtumat, joissa: segmentaalinen dislokoitunut murtumat, diafyysin segmentaalinen luunpuutos, korjausta vaativa verisuonivamma, maatilavammat ja vahvasti kontaminoituneet, korkeaenergisesti ampuma- ja liikennevammat |
| Luokka IIIA | pehmytkudosten crush-vamma ja kontaminaatio, suora sulku yleensä mahdollinen   |
| Luokka IIIB | crush-vamma ja kontaminaatio, laaja periostin irtoaminen, vaatii paikallisen tai vapaan kudossiirteen  |
| Luokka IIIC | korjausta vaativa verisuonivamma   |

Garrageen ja kumppanien 121 potilaan retrospektiivisessä tutkimuksessa(7) selvitetiin suljettujen nilkkamurtumien leikkaushoidon komplikaatioita, joita oli 30%:lla potilaista. Näistä 14 potilaalla oli vakava komplikaatio, 22:lla oli vähäisiä komplikaatioita. Komplikaatiot liittyivät lähes poikkeuksetta vaikeasti dislokoituneisiin murtumiin. Potilailla, joiden murtuma leikattiin yli 24 tunnin viiveellä, komplikaatioita oli 44%:lla. Potilailla, joiden murtumadislokaatio leikattiin mahdollisimman nopeasti ilman viivettä, komplikaatioita oli 5,3%:lla. Saman suuntaisia tuloksia esittivät samat kirjoittajat myöhemmässä artikkelissaan(8). Eräessä toisessa retrospektiivisessä tutkimuksessa(9) selvitetiin

Weberin B tyyppin murtumien komplikaatioita 202 potilaalla. Yli 5 vuorokauden viive ei aiheuttanut komplikaatioiden lisääntymistä verrattuna varhain leikattuihin murtumiin. Mahdollisesti Garrageen aineistossa siirtoa vaativilla potilailla oli vakavampia vammoja. Joka tapauksessa murtumat kantaa jo vammapaikalla tai viimeistään vastaanottavassa sairaalassa reponoida mahdollisimman anatomiseen asentoon ja lastoittaa tukevasti.

**Taulukko 3. Infektiovasteeseen vaikuttavat systeemiset tekijät Ciernyn ja Maderin (6) mukaan**

|                                     |
|-------------------------------------|
| Aliravitsemus                       |
| Munuais- tai maksantoiminnan vajaus |
| Diabetes mellitus                   |
| Krooninen hypoksia                  |
| Immuunisairaus                      |
| Maligniteetti                       |
| Ikä                                 |
| Immunosuppressio tai immuunipuutos  |
| Tupakointi                          |

Viive leikkaushoidossa johtaa usein ihon rakkulointiin. Varelan selvityksessä (10) 1468 murtumasta 831:een kehittyi rakkuloita. Murtumissa, jotka hoidettiin 24 tunnin sisällä vammasta 2%:ssa kehittyi rakkulointia verrattuna 8%:iin murtumissa, jotka hoidettiin yli 24 tunnin viiveellä. Distaalinen tibia ja nilkka on erityisen altis rakkuloinnille (29.4%) Kolme seuraavaksi yleisintä aluetta ovat distaalinen humerus (20%), kyynärpää (16,7%) ja kantaluu (10.9%). Punaiset veren täyttämät rakkulat viittaavat syvempään vaurioon kuin kirkkaan kudoksen täyttämät rakkulat(11). Vaikka rakkulat ovat steriilejä, ne kontaminoituvat nopeasti etenkin ihon bakteereilla. Kolonisaatio jatkuu, kunnes re-epitelisaatio tapahtuu. Tämä kestää yleensä 4-21 päivää. Intaktit rakkulat suositellaan jättämään koskemattomaksi. Mikäli rakkula puhkeaa, poistetaan pinnallinen epiteelikatto. Leikkausviillon tekemistä ainakin punaisten veren täyttämien rakkuloiden yli tulee välttää(12). Turvallisinta on käyttää vaikka väliaikaista ulkoista fiksaatiota, odottaa turvotuksen vähenemistä ja rakkuloiden re-epitelisaatiota sekä tehdä leikkaus myöhemmin.

## Antibioottiprofylaksia

Viime vuonna julkaistussa systemaattisessa katsauksessa(1) löydettiin 21 kontrolloitua randomisoitua tutkimusta, joissa verrattiin antibioottiprofylaksiaa placeboon tai ei pro-

fylaksiaan (16 tutkimusta) tai erilaisia antibiootiprofylaksiaohjelmia (8 tutkimusta) suljettujen murtumien leikkaushoidossa. Yleisimmin profylaksiassa oli käytetty kefalosporiineja. Parenteraalinen antibiootiprofylaksia vähentää syvien infektioiden esiintyvyyttä 2,9%:lla (95% CI 1,3-4,4%), 4,3%:sta 1,4 prosenttiin. Veren antibiootipitoisuus on yleensä korkeimmillaan 20 minuuttia annostelusta, joten antibiootti annetaan noin 30 minuuttia ennen leikkausta. Yksi preoperatiivinen parenteraalinen annos 30 minuuttia ennen viiltoa antaa yhtä hyvän tehon kuin preoperatiivinen profylaksia tehostettuna postoperatiivisella annostelulla. Avomurtumia ovat aina kontaminoituneina. Antibiootteja annetaan, jotta estetään kontaminaation eteneminen infektioksi ja antibiootiprofylaksia on oleellinen osa avomurtumien hoitoa. Hoito tulee aloittaa parenteraalisesti hoitoannoksilla mahdollisimman varhain. Gustilon I ja II luokan avomurtumissa käytetään antibioottia, joka kattaa gram-positiiviset bakteerit. Useimmiten käytetään 2. polven kefalosporiineja. Gustilon luokka III murtumissa profylaksiaan tulee lisätä antibiootti, joka kattaa myös gram-negatiiviset bakteerit. Esimerkiksi aminoglykosidit ovat käyttökelpoisia. Pahoin kontaminoituneissa, esimerkiksi maatilavammoissa, suositellaan kombinoitavaksi parenteraalinen penisilliini suurilla annoksilla. Hoidon kesto on I ja II luokan murtumissa 24 tuntia haavan sulusta ja luokka III murtumissa hoito voidaan lopettaa 72 tunnin kuluttua vammasta tai 24 tuntia haavan sulusta, jos infektion merkkejä ei ole. (13). Tetanusprofylaksiasta tulee huolehtia.

### Avomurtumien primaarihoito

Avomurtumien hoidon kulmakiviä ovat mahdollisimman nopea puhdistusleikkaus, murtuman stabilointi, antibioottihoito, varhainen pehmytkudossulku tai -rekonstruktio ja varhainen viivästetty luunsiirto. Avomurtumien puhdistusleikkaus täytyy tehdä viiveettä, mieluummin 6 tunnin sisällä vammasta. Yli kahdeksan tuntia vanhaa avomurtumaa pidetään infektoituneena. Puhdistusleikkaus tehdään ennen murtuman stabilointia ja se voidaan tehdä verityhjiössä. Revisiossa haavan reunat ekskidoidaan. Mikäli vamma-alueen näkyväisyys on puutteellinen, tehdään apuviillot, jotka olisi ihan-teellista suunnitella plastiikkakirurgin kans-

sa. Murtuma-alue paljastetaan kunnolla ja poistetaan kaikki verenkierron pehmytkudos ja kortikaalinen luu. Painepesuria käyttämällä saadaan vamma-alue puhdistettua hematoomista ja kudosten vitaliteetin arvioiminen helpottuu huomattavasti. Teoreettisena vasta-aiheena painepesurin käytölle on mahdollinen bakteerikontaminaation levittäminen ydinonteloa myöten(14). Joka tapauksessa murtuma-alue huuhdellaan runsaalla määrällä keittosuolaa. Lihasten vitaliteetti arvioidaan värin, supistumiskyvyn ja verenkierron perusteella. Hermot ja verisuonet säästetään ja ne tulisi peittää viereisillä kudoksilla. Katkenneet hermot merkataan langalla myöhempää rekonstruktiota ajatellen. Täysin periostista irronneet kortikaaliset luukappaleet poistetaan. Kortikaaliluun verenkiertoa voidaan arvioida purijaa käyttäen. Poistetaan luusta pieni pala ja katsotaan, tuleeko punktaattia verenvuotoa (paprica sign).

Revision jälkeen verityhjiö laukaistaan, mikäli sitä on käytetty ja murtuma stabiloidaan. Sääriluun varren murtumissa riimattu ydinnaula on käyttökelpoinen(15). Nivelen läheisissä murtumissa eksternifiksaatio on käyttökelpoinen vaihtoehto. Joka tapauksessa on tärkeää, että murtuma stabiloidaan. Eräässä koe-eläintyössä (16) kanin tibiamurtuma kiinnitettiin joko stabiililla kompressiolevyllä tai instabiililla ydinonteloon laitettulla puikolla. Murtuma-alueelle inokuloitiin staf. aureusta. Instabiilissa ryhmässä infektoita oli kaksinkertainen määrä verrattuna stabiilisti kiinnitettyyn murtumaan (71% vs 35%). Revision ja stabiloinnin jälkeen apuviillot voidaan sulkea, mutta primaarihaava jätetään auki. Murtuma-alueelle kannattaa laittaa antibioottilimet, varsinkin jos kyseessä on laaja luudefekti(17,25). Haava peitetään esimerkiksi nestettä läpäisemättömällä kalvolla (Opsite®). Avomurtumahaavaa tulee käsitellä steriilisti, joten haavaa ei paljasteta osastolla vaan 24-48 tunnin kuluttua leikkaussalissa. Arvioidaan kudosten vitaliteetti ja tehdään tarvittaessa uudet revisiot. Mikäli kudokset ovat vitaalit, voidaan haava sulkea. IIIB murtumissa yleensä oma kudος ei riitä sulkuun, joten tarvitaan plastiikkakirurgisia toimenpiteitä. Luudefektiin kannattaa edelleen jättää antibioottilimet. Luunsiirto voidaan tehdä noin 6 viikon kuluttua pehmytkudosten parannuttua ja kielekkeen nosto

helpottuu helmien päältä ja voidaan myös säilyttää hyvä tila hohkaluusiirteelle (18).

### Säären alaosan murtumat

Noin 20% säären murtumista sijaitsee alakolmanneksen alueella. Murtumat, jotka ulottuvat nilkkaniveleen asti muodostavat 1-10% kaikista alaraajamurtumista. Alue on erityisen altis pehmytkudoskomplikaatioille. Peroneus- ja akillesjänteet pyrkivät dislokoimaan distaaliosaa useimmiten posterolateraalisuuntaan ja anteromediaaliosan pehmytkudosten verenkierto on uhattuna. Avomurtumia esiintyy eniten tällä alueella.

Ainakin korkeaenergiaisten säären alaosan murtumien avoreduktio ja sisäinen kiinnitys on erityisen vaarallista 3-5-päivää vammasta, jolloin pehmytkudoturvotus on pahimmillaan (19,20). Yleensä on parasta palauttaa raajan akselilinjat mahdollisimman nopeasti ja odottaa turvotuksen vähenemistä sekä tehdä lopullinen fiksaatio myöhemmin. Nykyiset eksternifiksaattorit soveltuvat väliaikaiseen kiinnitykseen erinomaisesti. OYS:ssa on saatu hyviä kokemuksia Hoffman II® (Stryker-Howmedica, Geneve) fiksaattorista. Niin sanottu bridging fiksaatio, jossa ylitetään nilkkanivel, vie aikaa noin 15-30 minuuttia ja sekä sagittaali- että koronaalisuunnan dislokaatiot ovat varsin hyvin hallittavissa. Alumiinitangot sallivat TT-tutkimuksen tekemisen ilman artefakteja. Fiksaattori sallii potilaan vapaan siirtelyn ja voidaan odotella rauhassa pehmytkudosvamman paranemista ja tehdä varsinainen fiksaatio huolellisen suunnittelun perusteella. Toisaalta voidaan luopua preoperatiivisesta kalkaneusvedosta, joka saattaa altistaa aitiopaineoireyhtymälle.

Säären alaosan nivelen sisäisissä murtumissa nivelpinnan reduktio tehdään mini-invasiivisesti. Viillot suunnitellaan CT-tutkimuksen perusteella pääasiallisten murtumalinjojen päälle(21,22). Periostin strippaamista vältetään ja reduktiossa käytetään mahdollisimman paljon perkutaanisia tekniikoita. Murtumafragmenttien kiinnitys tehdään usein kanyloideilla ruuveilla. Lopullinen stabilointi tehdään nykyisin useimmiten ulkoista kiinnitysmenetelmään käyttäen. Vaikeimmissa pirstaleisissa murtumissa joudutaan kiinnitys ulottamaan nilkkanivelen yli. Useimmiten voidaan kuitenkin käyttää ns. Non-bridging-tekniikkaa, joka ainakin hybridi-eksternifiksaattoreilla onnistuu varsin mu-

kavasti. Nivelpinnan asento on hallittavissa hyvin ja nilkkanivel voidaan mobilisoida. Metafyysialueella kontaktin täytyy olla erinomainen ja jo muutaman millimetrin translaatio aiheuttaa hidastuneen luutumisen(24). Myöskin puolipiikkien käytöstä distaali-fragmentin kiinnityksessä on kuvattu hyviä tuloksia(26). Laajat metafyysialueen luunpuutokset saattavat vaatia jo primaaristi luunsiirron. Perinteinen avoreduktio ja levyosteosynteesi on varattu lähinnä matala-energisille murtumille. B-tyypin (osittain nivelen sisäisiin) murtumiin hybridi-eksternifiksaatio ei sovellu, joten yleensä joudutaan tekemään levykiinnitys myöskin korkeaenergisissä vammoissa.

### Lopuksi

Murtumien stabilointi on parasta infektioprofylaksiaa, mutta etenkin korkeaenergiaisten murtumien leikkaushoidossa tulee pyrkiä mini-invasiiviseen tekniikkaan ja välttää kudosten verenkierron heikentämistä. Antibioottiprofylaksia kuuluu murtumakirurgiaan. Leikkaushoidon ajoituksen tulee olla oikea. Jos lopullinen kiinnittäminen viivästyy, murtuma täytyy joka tapauksessa asettaa mahdollisimman anatomiseen asentoon, ja joko lastoittaa tukevasti tai kiinnittää väliaikaisesti ulkoisella laitteella. Avomurtumissa jo verenkiertonsa menettänyt kudos tulee poistaa. Leikkaushaavan tulehtuessa täytyy harkita haavarevisiota. Hematooma evakuoidaan ja tarkistetaan kudosten vitaliteetti. Stabiili osteosynteesimateriaali jätetään paikoilleen, mutta haava joudutaan useimmiten jättämään auki. Tulehtuneen haavan hoidossa tarvitaan moniammatillista yhteistyötä traumaortopedin, infektiolääkärin ja plastiikkakirurgin kesken. Tulehtunut luutumaton murtuma on yksi vaikeimpia traumaortopedian haasteita, joten haavatulehdukseen tulee suhtautua aggressiivisesti ja tulehduksen eteneminen tulee mahdollisuuksien mukaan estää.

### Kirjallisuusluettelo

1. Gillespie WJ, Walenkamp G. Antibiotic prophylaxis for surgery for proximal femoral and other closed long bone fractures. Cochrane Database Syst Rev 2001;1:CD000244
2. Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. J Bone Joint Surg Am 1976 Jun;58(4):453-8

3. Teeny SM, Wiss DA. Open reduction and internal fixation of tibial plafond fractures. Variables contributing to poor results and complications. *Clin Orthop* 1993 Jul;(292):108-17
4. Tschernie H, Goetzen L Kirjassa: Fractures with Soft Tissue Injuries. Berlin, Springer –Werlag 10-32, 1984
5. Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN. Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures. *J Trauma* 1984 Aug;24(8):742-6
6. Cierny G III, Mader JT. Adult Chronic Osteomyelitis. *Orthopaedics* 1984;7;10:1557-64
7. Carragee EJ, Csongradi JJ, Bleck EE. Early complications in the operative treatment of ankle fractures. Influence of delay before operation. *J Bone Joint Surg Br* 1991 Jan;73(1):79-82
8. Carragee EJ, Csongradi JJ. Increased rates of complications in patients with severe ankle fractures following interinstitutional transfers. : *J Trauma* 1993 Nov;35(5):767-71
9. Konrath G, Karges D, Watson JT, Moed BR, Cramer K. Early versus delayed treatment of severe ankle fractures: a comparison of results. *J Orthop Trauma* 1995;9(5):377-80
10. Varela CD, Vaughan TK, Carr JB, Slemmons BK. Fracture blisters: clinical and pathological aspects. *J Orthop Trauma* 1993;7(5):417-27
11. Giordano CP, Koval KJ, Zuckerman JD, Desai P. Fracture blisters. *Clin Orthop* 1994 Oct;(307):214-21
12. Giordano CP, Koval KJ. Treatment of fracture blisters: a prospective study of 53 cases. *J Orthop Trauma* 1995 Apr;9(2):171-6
13. Luchette FA, Bone LB, Born CT, DeLong WG Jr, Hoff WS, Mullins D, Palumbo F, Pasquale MD: EAST PRACTISE MANAGEMENT GUIDELINES WORK GROUP: Practise Management Quidelines for Prophylactic Antibiotic Use in Open Fractures. Internet-sivulla [www.east.org/tpg/openfr.pdf](http://www.east.org/tpg/openfr.pdf)
14. Bhandari M, Adili A, Lachowski RJ. High pressure pulsatile lavage of contaminated human tibiae: an in vitro study. *J Orthop Trauma* 1998 Sep-Oct;12(7):479-84
15. Keating JF, Blachut PA, O'Brien PJ, Court-Brown CM. Reamed nailing of Gustilo grade-IIIB tibial fractures. *J Bone Joint Surg Br* 2000 Nov;82(8):1113-6
16. Worlock P, Slack R, Harvey L, Mawhinney R. The prevention of infection in open fractures: an experimental study of the effect of fracture stability. *Injury* 1994 Jan;25(1):31-8
17. Keating JF, Blachut PA, O'Brien PJ, Meek RN, Broekhuysse H. Reamed nailing of open tibial fractures: does the antibiotic bead pouch reduce the deep infection rate? *J Orthop Trauma* 1996;10(5):298-303
18. Watson JT, Anders M, Moed BR. Management strategies for bone loss in tibial shaft fractures. *Clin Orthop* 1995 Jun;(315):138-52
19. Blauth M, Bastian L, Krettek C, Knop C, Evans S. Surgical options for the treatment of severe tibial pilon fractures: a study of three techniques. *J Orthop Trauma* 2001 Mar-Apr;15(3):153-60
20. Thordarson DB. Complications after treatment of tibial pilon fractures: prevention and management strategies. *J Am Acad Orthop Surg* 2000 Jul-Aug;8(4):253-65
21. Watson JT, Moed BR, Karges DE, Cramer KE. Pilon fractures. Treatment protocol based on severity of soft tissue injury. *Clin Orthop* 2000 Jun;(375):78-90
22. Griffiths GP, Thordarson DB. Tibial plafond fractures: limited internal fixation and a hybrid external fixator. *Foot Ankle Int* 1996 Aug;17(8):444-8
23. Watson JT. Hybrid external fixation for tibial plateau fractures. *Am J Knee Surg* 2001 Spring;14(2):135-40
24. Helland P, Boe A, Molster AO, Solheim E, Hordvik M. Open tibial fractures treated with the Ex-fi-re external fixation system. *Clin Orthop* 1996 May;(326):209-20
25. Ostermann PA, Seligson D, Henry SL. Local antibiotic therapy for severe open fractures. A review of 1085 consecutive cases. *J Bone Joint Surg Br* 1995 Jan;77(1):93-7
26. Court-Brown CM, Walker C, Garg A, McQueen MM. Half-ring external fixation in the management of tibial plafond fractures. *J Orthop Trauma* 1999 Mar-Apr;13(3):200-6