

Eksterni vai interni fiksaatio avomurtumissa?

Jan Lindahl

HYKS, Töölön sairaala, Ortopedian ja traumatologian klinikka

Open fractures are usually high energy injuries. Bony injuries are always associated with soft tissue disruption and damage. A good soft tissue envelope is essential to fracture healing and overall extremity function. The goals of treatment of extremities with an open fracture are the limb salvage, the prevention of infection, the bone healing, the restoration of near-normal function with minimal morbidity in a reasonable period of time.

Once viable tissues have been reached and a thorough surgical debridement performed the bony injury is stabilized using either external or internal fixation devices. Application of an external fixator allows the fracture to be spanned while the soft tissues are addressed and then may be continued as definitive treatment or converted to internal fixation.

Intramedullary nailing with limited reaming is a safe option up to Type III B open femur and tibia fractures. The soft tissue reconstruction can be carried out either primarily in conjunction with the nailing or during the following two days. In most open high energy tibial plateau fractures and pilon fractures temporary joint spanning external fixation is needed. Definitive intraarticular fracture stabilisation (locking plates or hybrid external frames) is done later on within a few days in conjunction with soft tissue reconstruction with either local or microvascular muscle flap.

External fixation still remains the safest treatment option for grossly contaminated open fractures, comminuted fractures with segmental bone loss necessitating bone transport or other reconstructive procedures, and as damage control in haemodynamically unstable polytrauma patients.

In open diaphyseal fractures of the upper extremity, plate fixation is the preferred method. External fixation is an alternative method in the presence of severe soft tissue injury and/or contamination. Intramedullary nailing of open diaphyseal fractures of the humerus is an option.

Johdanto

Avomurtumat syntyvät usein suurella vammaenergialla, jonka seurauksena murtumaan liittyy usein merkittävä pehmytkudosvamma. Avomurtumissa infektoriski on korkeampi kuin umpimurtumissa, koska haavasta on yhteys murtuma-alueelle. Hoidon tavoitteena on pelastaa raaja, estää infektiota, saada murtuma luutumaan hyväksyttävään asentoon, palauttaa normaali tai lähes normaali raajan toiminta ilman merkittävää morbiditeettiä. Kaikki nämä tavoitteet pyritään saavuttamaan optimaalisessa aikataulussa.

Avomurtumien hoitoperiaatteet

Avomurtumien hoitoperiaatteet on koottu taulukkoon 1. Hoitopäätöksiä tehtäessä myös potilaaseen liittyvät riskitekijät tulee ottaa huomioon (taulukko 2).

Avomurtuma, raajan verenkierto ja neurologia tutkitaan tarkoin. Tärkeää on selvittää vammamekanismi ja vammaenergian suuruus. Tapaturma-asetemalla avomurtuma-alue puhdistetaan, peitetään steriilisti ja raaja lastoitetaan. Avomurtumat luokitellaan pehmytkudosvaurion asteen mukaan käyttäen Gustilon luokitusta (1,2), joka on esitetty toisaalla tässä lehdessä (Kirjavainen). Lopullinen murtuman luokitus voidaan usein tehdä vasta leikkaussalissa kirurgisen debridementin yhteydessä, kun nähdään tarkemmin kudosaaurioiden laajuus ja aste. Verisuonivammat ovat harvinaisia (IIIC), mutta suurin riski liittyy korkeaenergiisiin distaalsiin reisimurtumiin, polven murtumaluksaatioihin ja joihinkin säärimurtumiin.

Antibioottihoidon aloitetaan jo tapaturma-asetemalla. Antibioottihoidolla pyritään kattamaan sekä grampositiiviset että -negatiiviset bakteerit. Yleensä käytetään 1. tai 2. polven kefalosporiinia tai klindamysiiniä yhdessä aminoglykosidin kanssa. Penisilliini liitetään hoitoon, mikäli on epäiltävissä anaerobista kontaminaatiota (maanviljelysvammat ja rautatievammat) tai avomurtumaan liittyy arteriavamma. Antibioottihoidon pituus on kiistanalainen ja riippuu avomurtuman vaikeusasteesta. Yleisenä suosituksena on jatkaa antibioottihoidoa vähintään siihen saakka, kunnes pehmytkudospeitto on tehty. Tetanusprofylaksia varmistetaan.

Kirurginen haavan puhdistus (debridement) suoritetaan leikkaussalissa huolellisen vamma-alueen pesun jälkeen. Painepesuria on suositeltavaa käyttää jo raajan pesun yhteydessä ja edelleen varsinaisen leikkauksen aikana. Vaikean avomurtuman hyvä hoito edellyttää

Taulukko 1. Avomurtumien hoidon periaatteet

- Arviointi ja tutkiminen (yleinen / murtuma)
- Murtuman luokittelu
- Antibioottihoido
- Tetanus
- Haavan puhdistus tapaturma-asetemalla
- Haavan kirurginen puhdistus leikkaussalissa
- Murtuman stabilointi (väliaikainen / lopullinen)
- Pehmytkudosdefektin peitto
- Kuntoutus

Taulukko 2. Potilaaseen liittyvät riskitekijät

- Perussairaudet
- ASO
 - Diabetes
 - Nivelreuma
- Obesiteetti
Päihdeongelma
Tupakointi
Osteoporoosi

toimivaa yhteistyötä; ortopedi-traumatologin ja plastiikkakirurgin tulee osallistua hoitoon alusta lähtien, jolloin pystytään heti tekemään riittävä puhdistus ja suunnittelemaan tarvittava pehmytkudospeitto ja sen ajoitus. Lihassaitiosyndrooman riski korkeaenergisissä vammoissa on suuri, jonka vuoksi faskiotomiat tulee tehdä herkästi. Samalla päästään luotettavasti arvioimaan lihasten kunto.

Murtuman stabiloinnilla voidaan estää pehmytkudosvaman paheneminen, auttaa elimistön puolustusmekanismeja toimimaan mikrobeja vastaan, parantaa pehmytkudosten hoitoa ja helpottaa potilaiden ja nivelten mobilisaatiota. Avomurtumien hoidossa voidaan käyttää tilanteesta riippuen joko ydinnaulasta, eksterniä fiksaatiota tai levykiinnitystä. Lopullinen murtumahoito voidaan toteuttaa joko välittömästi primaarihoidon yhteydessä tai viivästetysti, jolloin murtuma aluksi stabiloidaan eksternillä fiksaattorilla. Pehmytkudospeitto pyritään tekemään mahdollisimman varhaisessa vaiheessa.

Fiksaatioon vaikuttavat tekijät

Fiksaation valintaan vaikuttavat: 1. murtunut luu (femur, tibia, humerus, antebrachium), 2. murtuman lokalisaatio (intra-artikulaarinen, metafysi, diafyysi), 3. pehmytkudosvaman vaikeusaste, 4. kontaminaatio

ja 5. viive alkuvaiheen hoidossa. Useampi fiksaatiovaihtoehto voi olla mahdollinen tietyn murtumatyyppin kohdalla.

Ydinnaulaus

Ydinnaulauksen tärkeimmät käyttöalueet ovat reiden ja säären diafyysialueen murtumat. Humeruksen diafyysialueen avomurtumien hoidossa sitä voidaan pitää vaihtoehtoisena metodina. Ydinnaulaus voidaan suorittaa joko riimaamatta tai riimaten. Yleensä suositellaan kevyttä riimausta. Ydinnaulaus on biomekaanisesti ylivertainen muihin tekniikoihin verrattuna. Ydinnaulaus ei rajoita pehmytkudosvammojen hoitoa. Haittana voidaan pitää endostealisen verenkierron heikkenemistä erityisesti, kun käytetään riimausta.

Eksterni fiksaatio

Eksternit fiksaattorit voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin: 1. unilateraaliset kehikot, 2. nivelen yli asetetut kehikot (joint-spanning frames) sekä 3. rengas- ja hybridikehikot. Unilateraaliset kehikot soveltuvat diafyysialueen murtumien stabilointiin, joko väliaikaiseen tai lopulliseen (poikkeustapauksissa). Nivelen yli asetettua kehikkoa käytetään periartikulaarisissa murtumissa väliaikaiseen kiinnitykseen. Rengas- ja hybridikehikkoja käytetään periartikulaaristen murtumien lopulliseen murtumahoitoon. Eksternin fiksaation tärkeimmät käyttöindikaatiot on koottu taulukkoon 3.

Eksternin fiksaation etuja ovat: ei metallia murtuma-alueella, murtuma-alueen verenkierto säilyy koskemattomana, pehmytkudosvammojen hoito onnistuu hyvin, kun piikit asetetaan riittävän etäälle vamma-alueesta, kätevyys ja monipuolisuus. Huonoja puolia ovat: piikintyvi-infektiot, murtuman asennon hallinta vaikeaa (reduktio), lihasten ja jänteiden entrapment.

Taulukko 3. Eksternin fiksaation tärkeimmät käyttöindikaatiot

- Vaikea kontaminaatio (maatalous- ja rautatievammat)
- Laaja pehmytkudosvamma
- Tarve nopeaan putkiluiden stabilointiin (damage control)
- Väliaikainen fiksaatio periartikulaarisissa murtumissa
- Pitkä viive hoitoon hakeutumisessa tai pääsyssä
- Verisuonivamma (IIIC-avomurtumat)

Levykiinnitys

Levykiinnitystä käytetään ensisijaisesti intra-artikulaaristen ja metafyysialueen murtumien hoitoon. Lisäksi sen käyttöalueita ovat yläraajojen diafyysialueen murtumat. Levytys voidaan toteuttaa käyttämällä joko perinteisiä standardilevyjä (kompressio) tai lukkolevyjä (locking plates). Periartikulaarisissa murtumissa tavoitteena on nivelen anatomian ja kongruenssin palauttaminen. Toisaalta suuri avaus heikentää murtuma-alueen verenkiertoa. Riittävän stabiliteetin saavuttaminen hyvin osteoporoottisissa murtumissa voi olla lukkolevyjenkin kanssa vaikeaa. MIPO (minimal invasive plate osteosynthesis) tarjoaa uuden turvallisemman tavan käyttää levykiinnitystä.

Säären diafyysialueen avomurtumat

Säären diafyysimurtumien hoidossa monet tutkimukset ovat osoittaneet ydinnaulauksen edut muihin osteosynteesimenetelmiin verrattuna. Ydinnaulaukseen liittyy eksterniin fiksaatioon verrattuna vähemmän infektiokomplikaatioita, virheasentoon luutumista, murtuman hidastunutta luutumista ja luutumattomuutta (3,4). Levykiinnitykseen liittyy sekä eksterniin fiksaatioon että ydinnaulaukseen verrattuna enemmän infektiot- ja pehmytkudoskomplikaatioita (3).

Suuri vammaenergia aiheuttaa yleensä vaikeita pehmytkudosvaurioita. Samalla luutumisongelmien ja muiden komplikaatioiden riski kasvaa. Infektioriskin vuoksi on vaikeissa säärimurtumissa viime vuosien saakka yleisesti käytetty eksterniä fiksaatiota, toistuvia haavan revisioita sekä pehmytkudosten rekonstruktioita 1–2 viikon sisällä. Vaikuttaa siltä, että pehmytkudosvauriot ja erityisesti periostin vaurioituminen (5) ovat komplisoituneissa murtumissa merkityksellisempiä luutumishäiriöiden aiheuttajia kuin esim. luuytimen riimaus (6).

Ydinnaulauksen indikaatioalue on leikkaustekniikoiden ja instrumentaatioiden sekä antibioottihoidon kehittyessä merkittävästi laajentunut; vaikeitakin avomurtumia (Gustilo-IIIB-murtumiin asti) voidaan hoitaa ortopedi-traumatologin ja plastiikkakirurgin yhteistyönä ydinnaulauksella ja pehmytkudosrekonstruktioilla. Pehmytkudosrekonstruktio voidaan tehdä joko välittömästi naulauksen yhteydessä tai ensimmäisten muutamien vuorokausien kuluessa (7).

Tämän hetken tutkimustiedon valossa näyttää siltä, että pehmytkudosvammojen adekvaatti hoito on tärkeämpää kuin se käytetäänkö (kevyttä) riimausta

vai naulataanko riimaamatta (8–10). Riimauksella ei kuitenkaan tule aiheuttaa termistä vauriota tai luusegmenttien irtirepeytymistä kuten voi käydä segmentaalisisissä murtumissa. Vaikeimpien säären avomurtumien (tyyppi II – IIIC) hoito on perusteltua keskittää yksiköihin, joissa sekä ortopedi-traumatologi että plastiikkakirurgi päivystävät 24 tuntia vuorokaudessa.

Reiden diafyysialueen avomurtumat

Ensisijainen hoito on ydinnaulaus (kevyesti) riimaten. Brumbackin ym. julkaisemassa aineistossa, jossa oli 62 tyyppi I-, II- tai IIIA-avomurtumaa hoidettu ydinnaulauksella, ei todettu yhtään infektiota. Toisaalta samassa tutkimuksessa tyyppin IIIB-avomurtumissa kolmessa 27:stä (11 %) kehittyi infektiokomplikaatio (11). O'Brienin ym. tutkimusraportissa todettiin yksi infektio 63 (1,6 %) ydinnaulauksella hoidetun reiden avomurtuman kohdalla (12).

Kyynärvarren avomurtumat

Levyfiksaatio on ensisijainen hoitometodi kyynärvarren avomurtumissa (13,14). Eksterniä fiksaatiota voidaan käyttää poikkeuksellisen vaikeissa pehmytkudosvammatilanteissa ja/tai vaikeasti kontaminoituneissa vammoissa.

Olkavarren diafyysialueen avomurtumat

Levyfiksaatio on ensisijainen humeruksen diafyysialueen avomurtumien hoidossa (15). Eksterniä fiksaatiota voidaan käyttää vaihtoehtoisena metodina vaikeissa pehmytkudosvammatilanteissa ja/tai vaikeasti kontaminoituneissa vammoissa. Ydinnaulaus on myös optio.

Periartikulaariset avomurtumat

Korkeaenergisisissä tibiakondyylien murtumissa ja pilon tibiale -murtumissa suositellaan kaksivaiheista hoitoa. Ensimmäisessä vaiheessa hoidetaan pehmytkudosvamma avomurtuman hoitoperiaatteiden mukaisesti ja asetetaan nivelen yli eksterni fiksaattori (spanning external fixator). Toisessa vaiheessa suoritetaan nivelpinnan rekonstruktio ja fiksoidaan murtuma levyttämällä (16). Toisena vaihtoehtona voidaan käyttää rengas- tai hydridi-eksternifiksaattoria yhdessä ruuvikiinnityksen kanssa (17). Suositeltavaa on minimoida avaus ja käyttää MIO- (minimal internal osteosynthesis) tek-

niikkaa. Nivelpinnan anatomian palauttaminen vaatii usein avoreduktion, mutta avauksen ulottaminen ei useinkaan ole suositeltavaa metafysialueelle, mikäli raajan alignment muuten kyetään palauttamaan.

Tyyppi IIIC-avomurtumat

Verisuonirekonstruktio vai murtuman (lopullinen) stabilointi ensin, on edelleen avoin kysymys. Yhtenä vaihtoehtona on stabiloida murtuma ensin väliaikaisella eksternillä fiksaattorilla ja tehdä välittömästi tämän jälkeen verisuonirekonstruktio. Mikäli korjataan ensin verisuonivamma ja vasta tämän jälkeen stabiloidaan murtuma, voi korjattu suonirunko vaurioitua uudelleen. Vesisuonishunttia on myös käytetty, jolloin voitetaan aikaa ja voidaan stabiloida murtuma ensin definitiivisesti ja vasta sen jälkeen korjata verisuonivamma. Lopulliseen ratkaisuun vaikuttavat alkuvaiheen viive ja iskemia-aika sekä murtuman vaikeusaste.

Ydinnaulaus eksternifiksaattorin jälkeen

Tarkkaa aikarajaa ei ole kyetty osoittamaan, milloin on turvallista vaihtaa tilapäinen eksternifiksaattori ydinnaulaan (18). Yleisenä suosituksena on, että vaihto ydinnaulaan tulisi suorittaa mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Edellytyksenä on, että fiksaattoriin ei liity piikintyvi-infektioita. Mikäli viive muodostuu hyvin pitkäksi, on turvallisempaa odottaa 1–2 viikkoa fiksaattorin poiston jälkeen ennen ydinnaulausta (18).

Lopuksi

Vaikeimpien avomurtumien hoito on perusteltua keskittää traumakeskuksiin, joissa sekä ortopedi-traumatologi että plastiikkakirurgi ovat paikalla 24 t/ark kaikkina viikonpäivinä. Näin pystytään heti tekemään riittävän perusteellinen kirurginen vamma-alueen puhdistus ja suunnittelemaan tarvittava pehmytkudospeitto ja sen ajoitus. Tietyn avomurtumatyyppien kohdalla useampikin fiksaatiovaihtoehto voi olla mahdollinen. Laajakirjoinen gram-positiiviset ja -negatiiviset bakteerit kattava antibioottihoito on tärkeä osa kokonaishoitoa.

Kirjallisuus:

1. 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;58-A: 453-458.
2. 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;24:742-746.
3. Henley MB, Chapman JR, Agel J, Harvey EJ, Whorton AM, Swiontkowski MF: Treatment of type II, IIIA, and IIIB open fractures of the tibial shaft: A prospective comparison of unreamed interlocking intramedullary nails and half-pin external fixators. *J Orthop Trauma* 1998;12:1-7.
4. Bhandari M, Guyatt GH, Swiontkowski MF, Schemitsch EH: Treatment of open fractures of the shaft of the tibia. A systematic overview and meta-analysis. *J Bone Joint Surg Br* 2001;83-B:62-68.
5. Schemitsch EH, Weinberg JA, McKee MD, Richards RR: The relative importance of intramedullary, intracortical, and extraosseous soft-tissue blood flow to the repair of devascularized canine tibial cortex. *Ann Plast Surg* 1997;38:623-631
6. Schemitsch EH, Turchin DC, Kowalski MJ, Swiontkowski MF: Quantitative assessment on bone injury and repair after reamed and unreamed intramedullary nailing. *J Trauma* 1998;45:250-255.
7. Tielinen L, Lindahl J, Tukiainen E: Vaikeiden säären avomurtumien hoito riimaamattomalla ydinnaulalla ja varhaisella pehmytkudosrekonstruktioilla. *Suom Ortop Traumat* 2003;26:123-125.
8. Nassif JM, Gorczyca JT, Cole JK, Pugh KJ, Pienkowski D: Effect of acute reamed versus unreamed intramedullary nailing on compartment pressure when treating closed tibial shaft fractures: a randomized prospective study. *J Orthop Trauma* 2000;14:554-558.
9. Keating JF, O'Brien PJ, Blachut PA, Meek RN, Broekhuysen HM: Locking intramedullary nailing with and without reaming for open fractures of the tibial shaft. A prospective, randomised study. *J Bone Joint Surg Am* 1997;79-A:334-3341.
10. Finkemeier CG, Schmidt AH, Kyle RF, Templeman DC, Varecka TF: A prospective randomised study of intramedullary nails inserted with and without reaming for the treatment of open and closed fractures of the tibial shaft. *J Orthop Trauma* 2000;14:187-193.
11. Brumback RJ, Ellison PS Jr, Poka A, Lakatos R, Bathon GH, Burgess AR: Intramedullary nailing of open fractures of the femoral shaft. *J Bone Joint Surg Am* 1989;71-A:1324-1331.
12. O'Brien PJ, Meek RN, Powell JN, Blachut PA: Primary intramedullary nailing of open femoral shaft fractures. *J Trauma* 1991;31:113-116.
13. Chapman MW, Gordon JE, Zissimos AG: Compression-plate fixation of acute fractures of the diaphyses of the radius and ulna. *J Bone Joint Surg Am* 1989;71-A:159-169.
14. Moed BR, Kellam JF, Foster RJ, Tile M, Hansen ST Jr: Immediate internal fixation of open fractures of the diaphysis of the forearm. *J Bone Joint Surg Am* 1986;68-A:1008-1017.
15. Vander Griend R, Tomasin J, Ward EF: Open reduction and internal fixation of humeral shaft fractures. Results using AO plating technique. *J Bone Joint Surg Am* 1986;68-A:430-433.
16. Stannard JP, Wilson TC, Volgas DA, Alonso JE: The less invasive stabilization system in the treatment of complex fractures of the tibial plateau: short-term results. *J Orthop Trauma* 2004;18:552-558.
17. Watson JT: High-energy fractures of the tibial plateau. *Orthop Clin North Am* 1994;25:723-752.
18. Bhandari M, Zlowodzki M, Tornetta P III, Schmidt A, Templeman DC: Intramedullary nailing following external fixation in femoral and tibial shaft fractures. *J Orthop Trauma* 2005;19:140-144.