

Tomi Simons, Tuomas Brinck ja Lauri Handolin

Monivammapotilaan murtumien leikkaushoidon ajoitus – tieteestä hoitostrategiaan

Monivammapotilaan murtumien hoidon ajoitusta on viime vuosikymmeninä tieteellisen näytön perusteella vaihdeltu aikaisen ja myöhäisen hoidon välillä. On vakuuttavaa näyttöä siitä, että murtuman varhainen lopullinen leikkaushoito (early total care, ETC) on suurimmalle osalle monivammapotilaista paras hoitoperiaate, joka mahdollistaa varhaisen mobilisaation ja toipumisvaiheeseen siirtymisen. Vastaavasti kaksivaiheinen murtumien väliaikainen stabilointi eli vammahallintaortopedia (damage control orthopaedics, DCO) ja myöhempi lopullinen hoito on eduksi vain vakavimmin vammautuneille, joiden fysiologinen ja immunologinen tasapaino on vaakalaudalla. Todellisuudessa monivammapotilaiden vammojen vakavuus kuitenkin muodostaa jatkumon, joten selvää rajanvetoa näiden kahden hoitomallin välille on vaikea tehdä. Potilaan hoidon optimoimiseksi on olennaista, että koko hoitotiimi jatkuvasti tarkkailee ja arvioi hänen tilaansa.

Monivammapotilaalla on useammassa kuin yhdessä kehon osassa vammoja, jotka voivat yhdessä tai erikseen uhatta potilaan henkeä. Välittömän hoidon tavoitteena on hengen pelastaminen ja lopullisen toimintakyvyn maksimointi. Vertavuotavan vammapotilaan hoidon kulmakivenä on ”kuoleman kierteen” katkaisu estämällä ja hoitamalla verenvuoto, hypotermia, asidoosi ja koagulopatia.

Hoitoon osallistuu moniammatillinen tiimi, jossa voi toimia ortopedian ja traumatologian erikoislääkäri, anestesia- ja radiologian erikoislääkäri, anestesia- ja radiologian erikoislääkäri, radiologi, hoitajat sekä tilanteen mukaan tarvittaessa esimerkiksi neuro-, vatsa- tai thoraxkirurgi. Monivammapotilailla on usein pitkien putkiluiden murtumia, joiden leikkaushoito on haastavaa ja aikaa vievää. Kun tieto ja ymmärrys traumapotilaan patofysiologiasta ovat vuosikymmenien kuluessa lisääntyneet, myös näiden murtumien leikkaushoidon taktiikka on muuttunut.

Monivammapotilaan hoidon kehitys

Viime vuosisadan alussa monivammapotilaita pidettiin liian sairaina kestämään leikkaushoitoa, ja murtumien käsittelyäkin vältettiin murtumaraosta lähtevän rasvaembolian pelos-

sa (1). Ensimmäisen maailmansodan aikana otettiin käyttöön vetolasta (Thomas splint) ampumavamman seurauksena syntyneiden reisiluun murtumien hoidossa. Tämä vähensi kuolleisuutta sekä pitkän vuodelevon aiheuttamia komplikaatioita (2).

Putkiluumurtuman hoidon ajoituksesta alettiin keskustella enemmän 1960-luvulla. Tutkimukset osoittivat, että varhainen, viikon tai kahden kuluessa vammasta toteutettu reisiluun murtuman leikkaushoito johti luutumattomuuden riskin suurentumiseen sekä jopa 50 %:n kuolleisuuteen (3,4). Myös rasvaembolisaaation ja siihen liittyvän rasvaembolisaaatio-oireyhtymän (FES, fat embolisation syndrome) pelossa suositeltiin kahden viikon odotusta. Viivästetty leikkaushoito johti kuitenkin pitkiin tehohoitojaksoihin, lisäsi keuhkokuumeeseen, makuuhaavojen ja niveljäykkyyden riskiä sekä altisti lihassurkastumille ja psykologisille ongelmille (5). Vuonna 1977 Töölön sairaalan aineistosta osoitettiin ensimmäisenä maailmassa, että aikaisin (alle kahden viikon kuluttua vammasta) toteutettu monivammapotilaan murtumien leikkaus- ja liikehoito suojaasi näiltä komplikaatioilta sekä vähensi kuolleisuutta (6). Samaan aikaan ortopediset leikkaustekniikat ja tehohoito kehittyivät merkittävästi.

Seuraavalla vuosikymmenellä kiinnitettiin huomiota reisiluun varren murtuman leikkaushoidon ja aikuisen hengitysvaikeusoireyhtymän (ARDS, adult respiratory distress syndrome) yhteyteen. Takautuvat tutkimukset osoittivat, että monivammapotilaiden aikainen leikkaus vähensi kuolleisuutta sekä erityisesti vaikeimmin vammautuneiden FES- ja ARDS-riskiä (7,8,9). Satunnaistetussa etenevässä monivammapotilailla tehdyssä tutkimuksessa todettiin, että ensimmäisen vuorokauden aikana leikattujen teho- ja sairaalahoitajakset olivat lyhempiä ja ARDS:n ja keuhkokuumeen esiintyvyydet vähäisempiä kuin yli 48 tuntia leikkausta odottaneiden (10).

Varhainen lopullinen hoito

Tutkimusten seurauksena reisiluun murtuman leikkaushoidon ajoitus aikaistui viikon tai kahden odotuksesta jopa alle vuorokauteen (11). Leikkaushoidon aikaistamista tukivat myös muut tutkimukset, jotka osoittivat, että monivammapotilaiden yleistila heikkenee ensimmäisten päivien aikana keuhkojen toiminnan ja ravitsemustilan huonontuessa (12). Tämä aikainen lopullisen murtumahoidon taktiikka tunnetaan nimellä early total care (ETC). Se näytti vähentävän kuolleisuutta, tehohoidon pituutta, ventilaatiohoidon tarvetta, ARDS:ää, sepsistä, monielinhäiriötä, murtumien komplikaatioita, kivun hoidon ja sairaalahoidon tarvetta sekä monivammapotilaan kokonaishoidon kustannuksia (13).

ETC-taktiikka johtikin herkästi kaikkien, niin suurten kuin pientenkin luiden murtumien leikkaushoitoihin ensimmäisen vuorokauden aikana. Tämän yliaggressiivisen hoidon havaittiin sittemmin johtavan pidentyneisiin leikkauksaikoihin, lisääntyneeseen verenvuotoon ja huonontuneisiin kliinisiin toiminnallisiin tuloksiin (6). Huomio siirtyi vammojen vaikeuden vaikutukseen leikkaushoidon ajoituksessa. Aikaisen, alle 24 tunnin aikana tehdyn murtumaleikkauksen todettiin takautuvassa tutkimuksessa johtavan ARDS:n kehittymiseen yli kolmanneksella monivammapotilaista, joilla oli myös rintakehävamma, kun taas myöhemmin leikatuista vain 8 %:lle kehittyi ARDS (14). Toisaalta varhainen leikkaus

suojaasi keuhkokomplikaatioilta niitä potilaita, joilla ei ollut merkittävää rintakehävammaa.

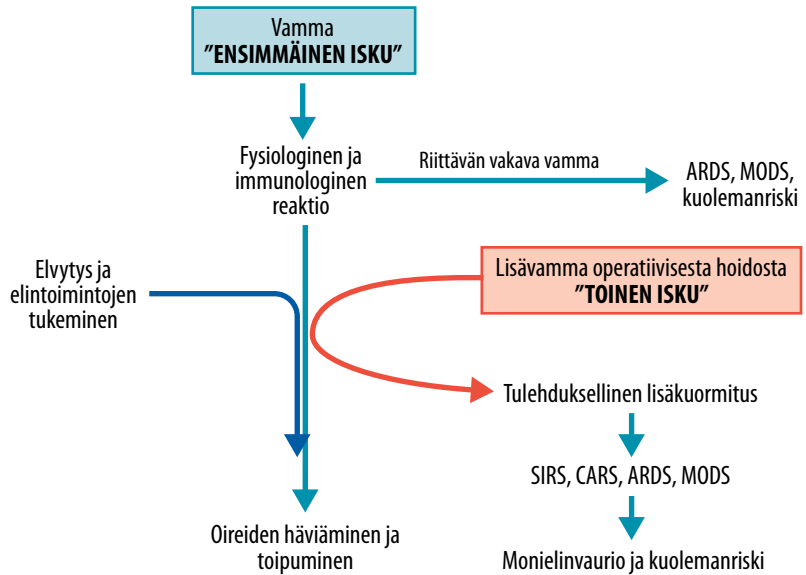
Myös myöhemmät tutkimukset tukivat löydöstä: vaikeimmin vammautuneet potilaat, erityisesti rintakehä- tai aivovamman saaneet, näyttivätkin lopulta kärsivän ETC-taktiikasta (2,15,16). Fyysisesti paremmassa kunnossa olevat potilaat hyötyivät murtumien varhaisesta lopullisesta hoidosta, kun taas vaikeammin vammautuneille ja fyysisesti huonommassa kunnossa oleville potilaille tämä näytti olevan haitallista. Näiden kahden potilasryhmän väliin esitettiin jäävän potilasjoukko (borderline- eli rajatilapotilaat), jonka lopullisen murtumahoidon ajoitukseen tuli käyttää tapauskohtaista harkintaa (14). Alkuvaiheen fysiologisesta tilasta ja siihen liittyvistä biologisista prosesseista alettiin etsiä vastausta selittämään ARDS- ja monielinvaurio-oireyhtymän (MODS) esiintyvyyttä juuri vaikeimmin vammautuneilla monivammapotilailla.

Traumapotilaan patofysiologia

Vammasta johtuva solutason kudonvaurio johtaa tulehdussolujen (makrofagien) välittämään biologiseen immuunivasteeseen eli tulehdusreaktioon. Makrofagit vapauttavat sekä tulehdusta aiheuttavia että ehkäiseviä soluvälittäjäaineita eli sytokiineja. Tärkeimmät tulehdusta aiheuttavat sytokiinit ovat interleukiinit (IL) 1, 6, ja 8, tuumorinekrositekin alfa (TNF- α). Tulehdusta puolestaan estävät IL-4, IL-10 ja IL-11 sekä transformoiva kasvutekin beeta (TGF- β). Näiden sytokiininien pitoisuuden on todettu olevan suurimmillaan paikallisesti kudonvaurioalueilla, mutta myös pitoisuus verenkierrossa korreloi vamman laajuuteen (17).

Kudonvaurioalueen paikalliset tulehdusta aiheuttavat soluvälittäjäaineet rekrytoivat verenkierrossa olevia neutrofiilejä vahvistamaan paikallista tulehdusreaktiota. Paikallisten välittäjäaineiden pääsy verenkiertoon voi puolestaan aiheuttaa systeemisen tulehdusreaktion. Systeemisellä tulehdusreaktiolla on kaksi komponenttia, joista tulehdusta aiheuttaa yleinen tulehdusreaktio (SIR, systemic inflammatory response) ja tulehdusta estää tulehduksen vastareaktio (CAR, counter-regulatory anti-

KUVA 1. Vammautuneen potilaan fysiologiseen toimintaan vaikuttavia tekijöitä sekä niiden mahdollisia seurauksia. Elvytys ja tehohoito tukevat potilaan toipumista, kun taas toimintakyvyn palauttamiseen tähtäävä leikkaushoito johtaa aina lisäkudosvaurioon. Kuvien lyhenteet ks. termilaatikko.



-inflammatory response). Nämä vasteet tapahtuvat samanaikaisesti ja hillitsevät toisiaan, jotta kumpikaan ei pääsisi hallitsemattomasti vahingoittamaan isäntäelimestöä. Liian suuri SIR johtaa nimensä mukaiseen oireyhtymään (SIRS), jossa liiallinen tulehdus voi johtaa akuuttiin elinräiriöön ja jopa kuolemaan. Vastaavasti tulehduksen vastareaktio-oireyhtymä (CARS) saattaa johtaa immuunivasteen heikentymiseen ja sen myötä sepsikseen ja kuolemaan.

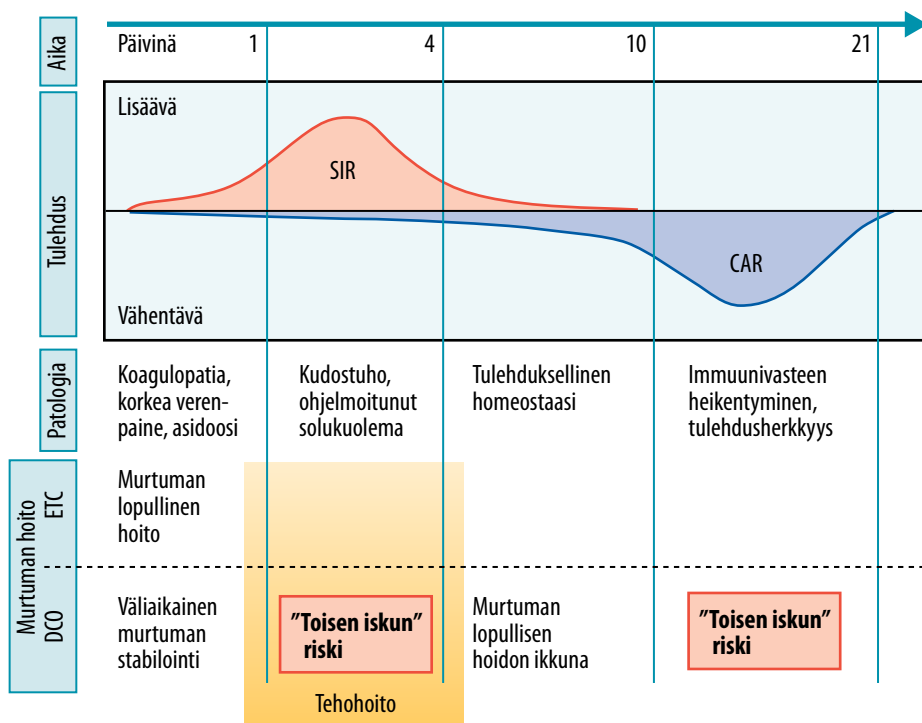
Tulehdusreaktion tasapainon järkkymistä kuvataan iskuteorialla: vamma aiheuttaa ensimmäisen iskun, joka horjuttaa potilaan fysiologista ja immuunijärjestelmän homeostaasia. Riittävän vakava vamma (isku) voi johtaa jopa suoraan ARDS:n tai MODS:n kehittymiseen. Jos ensimmäinen isku on maltillisempi, pystyy elimistö asianmukaisen alkuvaiheen hoidon turvin palauttamaan homeostaasin. Toisaalta jos tässä kriittisessä vaiheessa potilas altistetaan toiselle iskulle (second hit) liian laajojen hoitotoimien, kuten ison leikkauksen myötä, voi tämä horjuttaa jo vaakalaudalla olevan tulehdusreaktion tasapainoa ja johtaa SIRS:n tai CARS:n ja edelleen ARDS:n tai MODS:n kehittymiseen ja jopa kuolemaan (KUVA 1).

Myös ymmärrys monivammapotilaan veren hyytymishäiriöstä ja sen hoidosta on syventynyt: vammapotilaan koagulopatia ei se-

lity pelkällä hyytymistekijöiden kulutuksella ja laimentumisella, kuten aiemmin uskottiin. Minuuttien kuluessa vammautumisesta kudusvaurion, verenkiertosokin ja tulehdusreaktion seurauksena akuutisti kehittyvä koagulopatia (acute coagulopathy of trauma and shock, ACoTS) nelinkertaistaa kuoleman riskin (17). Vaikka tätä sisäsyntyistä välitöntä hyytymishäiriötä ei kyetä ehkäisemään, sen seurauksena syntyvän vuototaipumuksen hoito on mahdollista – ja välttämätöntä.

Vammanhallintaortopedia

Käsite vammanhallintakirurgia (damage control surgery, DCS) on alun perin otettu käyttöön vaikeimmin vatsan alueelle vammautuneiden potilaiden hoidossa (18). Sillä tarkoitetaan hätäleikkausta, jossa keskitytään hengenvpelastavaan verenvuodon tyrehtyttämiseen ja suolivammoissa kontaminaation minimoimiseen mahdollisimman lyhyellä väliaikaisella toimenpiteellä. Tämän jälkeen potilaan elintoimintoja tuetaan tehohoidolla, jotta potilaan fysiologisen tilan parannuttua voidaan suorittaa aikaa vievä lopullinen rekonstrukttiivinen leikkaus. Tämä hoitomalli edisti traumapotilaan fysiologisten ongelmien (hypotermia, asidoosi ja koagulopatia) hallintaa.

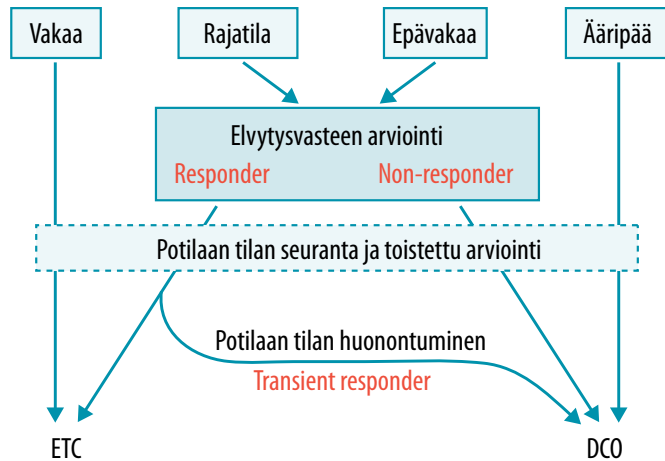


KUVA 2. Vammutumisen aiheuttama fysiologinen tulehdus- ja kudusreaktio aikajanana sekä putkiluun murtuman leikkaushoidon ajoitus ja leikkauksen aiheuttaman lisäkuormituksen ("toinen isku") riskiajat tulehduksesta aiheuttavan ja estävän vaiheen aikana (22). Oranssi kuvaa potilaan tehohoidon tarvetta, jossa vakavammin vammautunut hoidetaan DCO- ja lievemmin vammautunut ETC-taktiikan mukaan.

Vammanhallintataktiikka otettiin vastaan myös ortopedisen traumatologian puolella (vammanhallintaortopedia, DCO) (19). Vaikeasti vammautuneiden potilaiden ensivaiheen toimenpiteeksi tuli putkiluiden murtumien ulkoinen kiinnitys (eksterni fiksaatio), jota myöhemmin seurasi lopullisena toimenpiteenä ydinnaulaus. Tämä näytti vähentävän kuolleisuutta ilman suurentunutta komplikaatoriskiä. DCO:n kulmakivenä on toisen iskun minimoiminen välttämällä raskaita ortopedisiä toimenpiteitä, kuten ydinnaulausta, vaikeasti vammautuneen monivammapotilaan alkuvaiheen hoidossa. DCO-taktiikassa pitkien luiden alkuvaiheen väliaikainen stabilointi tehdään nopeasti asennettavalla, vähemmän kudostuhoa ja verenvuotoa aiheuttavalla ulkoisella kiinnityksellä, jolla myös vältetään ydinnaulaukseen liittyvä rasvan vapautuminen luuytimestä verenkiertoon. Murtuman lopullinen leikkaushoito (esimerkiksi ulkoisen kiinnityksen muuttami-

nen ydinnaulaksi) tapahtuu toisen vaiheen toimenpiteenä, mutta vasta kun sen ajoitus on potilaan kokonaistilan kannalta otollisin (20,21).

Leikkauksen ajoituksen teoria tukeutuu yleisen tulehdusreaktion vaihteellaisuuteen: Primaarista vammaa seuraa tulehduksesta aiheuttava yleisen tulehdusreaktion vaihe (SIR). Se rauhoittuu noin neljäntenä päivänä, jonka jälkeen tulehduksen vastareaktio (CAR) pääsee kehittymään. Murtumien lopullista hoitoa on suositeltu ajoitettavaksi näiden kahden vaiheen väliin. Toisaalta DCO:n kaksivaiheista leikkausmenetelmää on kritisoitu sen aiheuttaman mahdollisen suurentuneen infektioriskin vuoksi (ulkoisen kiinnityslaitteen piikkien reiät iholla sekä mahdollisen avomurtuman pidentynyt kontaminaatioaika ennen ydinnaulausta). Vammanhallintatyyppisen leikkausmenetelmän aiheuttaman suurentuneen komplikaatoriskin vuoksi menetelmän käyttö on perusteltua vain vakavammin vammautuneille potilaille (KUVA 2) (22).



KUVA 3. Hoitotaktiikan valinta potilaan alkutilan, elvytysvasteen ja fysiologisen tilan jatkuvan seurannan perusteella. Potilaat on jaettu fysiologisen tilan mukaan vakaista kaikkein vakavimmin vammautuneisiin ääripäpotilaisiin (25).

Hoitolinjan valinta

Leikkaushoidon ajoitus- ja taktiikkapäätösten tukena on esitetty käytettäväksi erilaisia muutujia, kuten systolista verenpainetta, ruumiinlämpöä, veren trombosyttimäärää, seerumin laktaattipitoisuutta, emäsyylimäärää, keuhkojen toimintaa ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$), virtsaneritystä ja erilaisia vammapisteytyksiä (esimerkiksi injury severity score, ISS) sekä tulehdusprosessin ymmärtämisen myötä myös akuuttivaiheen markkereita (esimerkiksi IL-6, IL-10 ja CRP). Vaikeasti vammautuneet potilaat jaetaan fysiologisen tilan (verenkierron ja keuhkojen toiminnan) perusteella neljään ryhmään: 1) vakaisiin, joiden arvioidaan sietävän leikkauksen aiheuttama lisäkuormitus, 2) rajatilapotilaisiin, joiden fysiologinen tila on epävarma, ja siihen liittyy ajoittainen verenkierron epävakaas ja hypoksia, 3) epävakaasiin, kun verenkierron epävakaas uhkaa potilaan henkeä ja 4) ääripäpotilaisiin, joilla on akuutisti henkeä uhkaava tila, joka vaatii välittömiä hoitotoimia verenkierron vakauttamiseksi (23,24).

Tämän jaon pohjalta on kehitetty hoitosuosituksia, joissa verenkierroltaan ja keuhkojen toiminnaltaan vakaiden monivammapotilaiden putkiluiden murtumat hoidetaan ETC-taktiikan mukaisesti definitiivisesti eli lopullisella leikkauksella jo akuuttivaiheessa. Rajatilapotilaat, jotka reagoivat suotuisasti ensivaiheen hoitoon, voidaan myös hoitaa varhaisella lo-

pullisella toimenpiteellä, jos leikkausaika jää alle kahden tunnin. Epävakaan potilaan pitkien putkiluiden murtumat hoidetaan DCO:n mukaisesti väliaikaisesti ulkoisella kiinnityslaitteella. Ääripäpotilaiden hoito tähtää massiivisen verenvuodon hallitsemiseen ja fysiologisen toiminnan vakauttamiseen vammahallintataktiikan mukaisesti. Tällöin murtumat tuetaan DCO-periaattein tilanteen salliessa (**KUVA 3, TAULUKKO**) (25).

Muiden vammojen vaikutus. Monivammapotilaat ovat heterogeeninen ryhmä, jonka vammojen vakavuus ja jakautuminen kehon eri osiin vaihtelee. Eri kehonosien vammakuormasta ja sen vaikutuksesta potilaan ennusteeseen, myös hoidon ajoitukseen, on tehty lukuisia tutkimuksia. Suurin osa niistä on keskittynyt potilaisiin, joiden yhtenä vammana on reisiluun varren murtuma. Erityistä huolta on kannettu monivammapotilaista, joilla on aivovamma.

Aivovamma vaikuttaa merkittävästi potilaan lopulliseen toimintakykyyn ja on syynä joka toisessa monivammapotilaan kuolemassa (26). Töölön sairaalan traumarekisterin vakavasti vammautuneista potilaista 60 %:lla on aivovamma (27). Pään kohdistuva vamma johtaa primaariseen aivovammaan sekä tätä pahentavaan sekundaarivammaan turvotuksen, aivopaineen nousun, hypoperfuusion ja hapenpuutteen kautta. Aivovamman hoito perustuu sekundaarivaurion minimoimiseen aivojen verenkierron ja hapensaannin optimoinnilla.

TAULUKKO. Varhaisen lopullisen hoidon (ETC, early total care) ja vammahallintaortopedian (damage control orthopaedics, DCO) -hoitoperiaatteiden vertailu. ETC on hoitoperiaate, jossa putkiluiden murtumat hoidetaan välittömästi lopullisella leikkauksella. DCO on hoitoperiaate, jossa suoritetaan välitön väliaikainen luiden kiinnitys, joka myöhemmässä vaiheessa vaihdetaan lopulliseen murtuman kiinnitykseen.

	ETC	DCO
Potilaan vammojen vakavuus	Vähäisempi	Suurempi
Leikkauksen aiheuttama fysiologinen lisäkuorma	Suurempi	Vähäisempi
Putkiluumurtuman leikkausten määrä	1	2
Välittömän leikkauksen kesto	Pidempi	Lyhyempi
Välittömän leikkauksen vaativuus	Haastavampi	Yksinkertaisempi
Lopullinen putkiluumurtuman leikkaushoito	Varhainen	Viivästynyt
Lopullisen leikkauksen suunnittelu	Kiireellinen	Kiireetön
Sairaalahoitoaika	Lyhempi	Pidempi

Aivovamman saaneiden monivammapotilaiden ortopedisten vammojen leikkaushoidon optimaalisen ajoituksen selvittämiseksi on tehty useita tutkimuksia. On epäilty, että putkiluumurtumien varhainen hoito (ETC) johtaa aivovamman pahenemiseen, ja monissa tutkimuksissa onkin todettu aivopaineen nousevan ja aivojen perfuusiopaineen (keskiverenpaineen ja aivopaineen välinen erotus) laskevan reisiluun ydinnaulauksen aikana. Näiden muutosten sekä leikkauksenaikaisen verenvuodon ja koagulopatian uskotaan vähentävän aivojen hapensaantia ja siten aiheuttavan toisen iskun aivoille, mikä heikentää potilaan toipumista

(28,29). Toisaalta osassa tutkimuksista ei ole havaittu varhaisen murtumahoidon huonontavan ennustetta, vaan trendi on ollut jopa vastakkainen. Hiljattain on myös painotettu aivojen primaarivammaa neurologista toipumista määrittävänä tekijänä (22).

Rintakehän alueen vammat johtavat tyypillisesti kylkiluiden murtumiin, ilma- tai veririntaan ja keuhkoruhjeeseen. Kylkiluiden murtumat ja ilmarinta vaikeuttavat hengitystä ja siten happeutumista. Keuhkoruhjeen seurauksena voi kehittyä tulehdusprosessin kautta keuhkoödeema, joka voi edelleen aiheuttaa ensimmäisten tuntien kuluessa ARDS:n ja päivien aikana keuhkokuumeen. Rintakehävamman ja varhaisen leikkaushoidon on osoitettu suurentavan ARDS-riskiä verrattuna myöhempään lopulliseen hoitoon, mutta löydös ei ole yksiselitteinen: toisissa tutkimuksissa saatiin vastakkaisia tuloksia ja toisissa, kuten Töölön sairaalan aineistossa, ei löydetty eroja varhaisen ja myöhäisen leikkaushoidon välillä (30).

Ydinasiat

- ▶▶ Monivammapotilaan hoito vaatii koko hoitotiimin saumatonta yhteistyötä.
- ▶▶ Monivammapotilaan fysiologiset ja immunologiset vasteet vaikuttavat toipumisennusteeseen sekä komplikaatioiden kehittymiseen.
- ▶▶ Pitkien putkiluiden murtumien välitön lopullinen hoito on paras taktiikka suurimmalle osalle monivammapotilaista.
- ▶▶ Vain vaikeimmin vammautuneet monivammapotilaat hyötyvät kaksivaiheesta leikkaushoidosta (vammahallinta-ortopediasta).

Viimeisimmät trendit

Leikkaushoidon ajoituksesta eri monivammapotilasryhmissä on julkaistu kolme katsausartikkelia (31,32,33). Näissä ei ole pystytty vakuuttavasti osoittamaan lopullisen hoidon ajankohdan vaikutusta myöskään aivo- tai rintakehävammapotilaiden kuolleisuuteen tai komplikaatioihin. Tutkimuksia vertailtaessa on huomattava, että varhaisen ja myöhäisen hoidon

Termejä

FES = rasvaembolisatio-oireyhtymä (fat embolisation syndrome)

ARDS = aikuisen hengitysvaikeusoireyhtymä (adult respiratory distress syndrome)

SIR(S) = yleinen tulehdusreaktio(-oireyhtymä) (systemic inflammatory response) (syndrome)

CAR(S) = tulehduksen vastareaktio(-oireyhtymä) (counter-regulatory anti-inflammatory response) (syndrome)

MODS = monielinvaurio-oireyhtymä (multiple organ dysfunction syndrome)

ETC = varhainen lopullinen leikkaushoito (early total care). Hoitoperiaate, jossa putkiluiden murtumat hoidetaan välittömästi lopullisella leikkauksella

”Toinen isku” (second hit) = (erityisesti leikkaushoidon aiheuttama) lisäkuormitus potilaan vamman järkyttämään fysiologiseen tilaan

DCO = vammahallintaortopedia (damage control orthopaedics). Hoitoperiaate, jossa suoritetaan välitön väliaikainen luiden kiinnitys, joka myöhemmässä vaiheessa vaihdetaan lopulliseen murtuman kiinnitykseen

ACoTS = vammaan ja verenkiertososkoiin liittyvä akuutti hyytymishäiriö (acute coagulopathy of trauma and shock)

Lopullinen (definiitivinen) hoito = murtuman lopullinen leikkaus, tyypillisesti levyllä tai ydinnaulalla

”Responder” = potilas, jonka verenkierron ja hengityksen tila sekä kudospesuusio paranevat ensivaiheen hoidolla

”Non-responder” = potilas, joka ei saa ensivaiheen hoidosta riittävästi verenkierron ja hengityksen hoitovastetta eikä kudospesuusiota

”Transient responder” = potilas, joka saa ensivaiheen hoidosta väliaikaisesti paremman verenkierron ja hengityksen vasteen sekä kudospesuusion

määritelmät vaihtelevat paljon eri tutkimusten välillä (kahdesta viikosta kahdeksaan tuntiin).

Kun vankka näyttö turvallisen ”tulehdussellisen aikaikkunan” kliinisestä merkityksestä sekä siitä, mikä potilasryhmä parhaiten hyötyy DCO:sta, puuttuu, on keskustelu viime aikoina keskittynyt potilaan kliinisen tilan arvioimiseen (25). Hoitolinjan valintaa hoitovasteen perusteella – tarkkailemalla erityisesti laktaattipitoisuuden, verenpaineen (hemodynamiikan), virtsantulon, happeutumisen, ruumiinlämmön ja hyytymisarvojen muutoksia – on painotettu. Potilaiden tilaa tulee jatkuvasti arvioida ensivaiheen hoidon aikana sekä ennen leikkausta ja

sen aikana, jotta tilan huononeminen havaitaan ja siihen voidaan reagoida ajoissa. Jos potilaan verenkierron ja hengityksen tila sekä kudospesuusio paranevat ensivaiheen hoidolla, potilas on niin sanottu ”responder” ja hänet voidaan hoitaa varhaisella lopullisella leikkauksella. Jos riittävä vastetta ei saada (”non-responder”) tai elvytyksen vaste on vain väliaikainen (”transient responder”), joudutaan potilas hoitamaan DCO-taktiikan mukaisesti (KUVA 3).

Lopuksi

Tuoreimpana mallina on esitetty turvallinen lopullinen hoito (safe definitive surgery, SDS) syrjäyttämään aiempi kahtiajako ETC:n ja DCO:n välillä (34). Todellisuudessa monivammapotilaiden vammojen vakavuus muodostaa jatkumon, joten selvää rajanvetoa näiden kahden hoitomallin välille on vaikea vetää. On vakuuttavaa näyttöä siitä, että ETC-taktiikka on suurimmalle osalle monivammapotilaista paras hoitoperiaate, joka mahdollistaa varhaisen mobilisaation ja toipumisvaiheeseen siirtymisen, kun DCO on eduksi vain kaikkein vakavimmin vammautuneille. On välttämätöntä, että koko hoitava tiimi tarkkailee ja arvioi jatkuvasti monivammapotilaan tilaa, jotta vaikeimmin vammautuneet potilaat, joiden fysiologinen toiminta on vaakalaudalla, tunnistetaan. Erityisesti kirurgin ja anestesiaalääkärin tiivis yhteistyö ja kommunikaatio on menestyksekkään hoidon edellytys. Erityisen tärkeää tiimityö on niiden potilaiden hoidossa, joiden hoitomuoto joudutaan valitsemaan epävakautuneissa tilanteissa ja tarpeen mukaan vaihtamaan toiseen, kun prioriteetit muuttuvat. Potilaan kokonaistilanne, kuten ensivaiheen hoitovaste ja eri vammojen yhteisvaikutus, tulee ymmärtää – tämä ohjaa keskeisesti monivammapotilaan leikkaushoidon ajoitusta. ■

TOMI SIMONS, LL, erikoistuva lääkäri

TUOMAS BRINCK, LL, erikoislääkäri

LAURI HANDOLIN, dosentti, osastonylilääkäri

HYKS, tukielin- ja plastiikkakirurgian tulosyksikkö, ortopedian ja traumatologian linja, Töölön sairaala, HUS

SIDONNAISUUDET

Tommi Simons: Ei sidonnaisuuksia

Tuomas Brinck, Lauri Handolin: Ei sidonnaisuuksia

KIRJALLISUUTTA

1. Renne J, Wuthier R, House E, Cancro J, Hoaglund FT. Fat macroglobulemia caused by fractures or total hip replacement. *J Bone Joint Surg Am* 1978;60:613–8.
2. Reynolds MA, Richardson JD, Spain DA, Seligson D, Wilson MA, Miller FB. Is the timing of fracture fixation important for the patient with multiple trauma? *Ann Surg* 1995;222:470–8.
3. Smith JE. The results of early and delayed internal fixation of fractures of the shaft of the femur. *J Bone Joint Surg Br* 1964;46:28–31.
4. Beck JP, Collins JA. Theoretical and clinical aspects of posttraumatic fat embolism syndrome. *Instr Course Lect* 1973;22:38–87.
5. Pape HC, Tornetta P 3rd, Tarkin I, Tzioupis C, Sabeson V, Olson SA. Timing of fracture fixation in multitrauma patients: the role of early total care and damage control surgery. *J Am Acad Orthop Surg* 2009;17:541–9.
6. Riska EB, von Bonsdorff H, Häkkinen S, Jaroma H, Kiviluoto O, Paavilainen T. Primary operative fixation of long bone fractures in patients with multiple injuries. *J Trauma* 1977;17:111–21.
7. Goris RJ, Gimbrère JS, van Niekerk JL, Schoots FJ, Booy LH. Early osteosynthesis and prophylactic mechanical ventilation in the multitrauma patient. *J Trauma* 1982;22:895–903.
8. Talucci RC, Manning J, Lampard S, Bach A, Carrico CJ. Early intramedullary nailing of femoral shaft fractures: a cause of fat embolism syndrome. *Am J Surg* 1983;146:107–11.
9. Johnson KD, Cadambi A, Seibert GB. Incidence of adult respiratory distress syndrome in patients with multiple musculoskeletal injuries: effect of early operative stabilization of fractures. *J Trauma* 1985;25:375–84.
10. Bone LB, Johnson KD, Weigelt J, Scheinberg R. Early versus delayed stabilization of femoral fractures. A prospective randomized study. *J Bone Joint Surg Am* 1989;71:336–40.
11. Border JR. Death from severe trauma: open fractures to multiple organ dysfunction syndrome. *J Trauma* 1995;39:12–22.
12. Bose D, Tejwani NC. Evolving trends in the care of polytrauma patients. *Injury* 2006;37:20–8.
13. Bone LB, McNamara K, Shine B, Border J. Mortality in multiple trauma patients with fractures. *J Trauma* 1994;37:262–4.
14. Pape HC, Auf'm Kolk M, Paffrath T, Regel G, Sturm JA, Tscherne H. Primary intramedullary femur fixation in multiple trauma patients with associated lung contusion – a cause of posttraumatic ARDS? *J Trauma* 1993;34:540–7.
15. Hildebrand F, Giannoudis P, Krettek C, Pape HC. Damage control: extremities. *Injury* 2004;35:678–89.
16. Rogers FB, Shackford SR, Vane DW, Kaups KL, Harris F. Prompt fixation of isolated femur fractures in a rural trauma center: a study examining the timing of fixation and resource allocation. *J Trauma* 1994;36:774–7.
17. Kaczynski J, Wilczynska M, Fligelstone L, Hilton J. The pathophysiology, diagnosis and treatment of the acute coagulopathy of trauma and shock: a literature review. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2015;41:259–72.
18. Rotondo MF, Schwab CW, McGonigal MD, ym. "Damage control": an approach for improved survival in exsanguinating penetrating abdominal injury. *J Trauma* 1993;35:375–82.
19. Scalea TM, Boswell SA, Scott JD, Mitchell KA, Kramer ME, Pollak AN. External fixation as a bridge to intramedullary nailing for patients with multiple injuries and with femur fractures: damage control orthopedics. *J Trauma* 2000;48:613–21.
20. Giannoudis PV, Giannoudi M, Stavlas P. Damage control orthopaedics: lessons learned. *Injury* 2009;40(Suppl 4):S47–52.
21. Morshed S, Miclau T 3rd, Bembom O, Cohen M, Knudson MM, Colford JM Jr. Delayed internal fixation of femoral shaft fracture reduces mortality among patients with multisystem trauma. *J Bone Joint Surg Am* 2009;91:3–13.
22. Flierl MA, Stoneback JW, Beauchamp KM, ym. Femur shaft fracture fixation in head-injured patients: when is the right time? *J Orthop Trauma* 2010;24:107–14.
23. Bosse MJ, Kellam JF. Damage control orthopaedic surgery: a strategy for the orthopaedic care of the critically injured patient. Kirjassa: Browner BD, Levine AM, Jupiter JB, Trafton PG, Krettek C, toim. *Skeletal trauma: basic science, management and reconstruction*. Philadelphia: Saunders Elsevier 2009, s. 197–218.
24. Pape HC, Giannoudis P, Krettek C. The timing of fracture treatment in polytrauma patients: relevance of damage control orthopedic surgery. *Am J Surg* 2002;183:622–9.
25. Bone LB, Giannoudis P. Femoral shaft fracture fixation and chest injury after polytrauma. *J Bone Joint Surg Am* 2011;93:311–7.
26. Hoyt DB, Coimbra R, Acosta J. Management of acute trauma. Kirjassa: Townsend CM Jr, Beauchamp RD, Evers BM, Mattox KL, toim. *Sabiston textbook of surgery: the biological basis of modern surgical practice*. Philadelphia: Saunders Elsevier 2008, s. 477–520.
27. Brinck T, Handolin L, Paffrath T, Lefering R. Trauma registry comparison: six-year results in trauma care in Southern Finland and Germany. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2015;41:509–16.
28. Stein SC, Young GS, Talucci RC, Greenbaum BH, Ross SE. Delayed brain injury after head trauma: significance of coagulopathy. *Neurosurgery* 1992;30:160–5.
29. Townsend RN, Lheureau T, Protech J, Riemer B, Simon D. Timing fracture repair in patients with severe brain injury (Glasgow Coma Scale score <9). *J Trauma* 1998;44:977–82.
30. Handolin L, Pajarinen J, Lassus J, Tulikoura I. Early intramedullary nailing of lower extremity fracture and respiratory function in polytraumatized patients with a chest injury: a retrospective study of 61 patients. *Acta Orthop Scand* 2004;75:477–80.
31. Dunham CM, Bosse MJ, Clancy TV, ym. Practice management guidelines for the optimal timing of long-bone fracture stabilization in polytrauma patients: the EAST Practice Management Guidelines Work Group. *J Trauma* 2001;50:958–67.
32. Rixen D, Grass G, Sauerland S, ym. Evaluation of criteria for temporary external fixation in risk-adapted damage control orthopedic surgery of femur shaft fractures in multiple trauma patients: "evidence-based medicine" versus "reality" in the trauma registry of the German Trauma Society. *J Trauma* 2005;59:1375–94.
33. Nahm NJ, Vallier HA. Timing of definitive treatment of femoral shaft fractures in patients with multiple injuries: a systematic review of randomized and nonrandomized trials. *J Trauma Acute Care Surg* 2012;73:1046–63.
34. Pape HC, Pfeifer R. Safe definitive orthopaedic surgery (SDS): repeated assessment for tapered application of Early Definitive Care and Damage Control?: an inclusive view of recent advances in polytrauma management. *Injury* 2015;46:1–3.

SUMMARY

Timing of surgical treatment of fractures of multiply injured patients – from science to tactics

Timing of the treatment of orthopaedic injuries in multiply injured patients has undergone changes. The timing of definitive fracture management has varied from several weeks to within hours of injury. In many studies a clear benefit has been identified from early definitive care of long bone fractures: early total care (ETC). The most seriously injured patients benefit from damage control orthopaedics, an approach employing primary external fixator stabilization followed by secondary intramedullary nailing. Debate over these approaches with enhanced understanding of biological response to injury has led to recent emphasis on the need for aggressive patient monitoring and continued multidisciplinary evaluation of the patient's physiological response to treatment.