

Lauri Halonen, Kreu Maisniemi ja Lauri Handolin

Traumapotilaan massiivisen verenvuodon tunnistaminen ja hoito

Massiivisella verenvuodolla tarkoitetaan yli kymmenen yksikön punasolusiirron tarvetta ensimmäisen hoitovuorokauden aikana tai potilaan kuolemista vuotoon ennen kuin kymmenen yksikköä on ehditty siirtää. Vuoto on yleisin traumapotilaiden estettävissä oleva kuolinsyy. Vuodon tunnistamisessa kiinnitetään huomiota vammamekanismiin, peruselintoimintoihin, kliinisiin, radiologisiin ja laboratoriolöydöksiin sekä edellä mainittujen kehitykseen. Traumapotilaat tutkitaan systemaattisesti suurimman uhan periaatteen mukaisessa ABCDE-järjestyksessä. Kvantamistutkimuksista nopea, systemaattinen traumakaikukuvaus eFAST ja varjoainetehosteinen tietokonetomografia ovat tärkeimpiä. Potilaan tilaa on arvioitava jatkuvasti, ja siinä tapahtuviin muutoksiin on reagoitava. Vuodon nopea kirurginen tai angiologinen tyrehtyttäminen on hoidon kulmakivi. Nestehoito perustuu punasolujen, verihiutaleiden ja plasman antoon fysiologisessa suhteessa massiivisen verensiirtoprotokollan mukaan. Todetut hyytymishäiriöt korjataan erikseen.

Massiiviselle verenvuodolle ei ole yhtenäistä määritelmää. Tämän vuoksi tässä artikkelissa massiivisella verenvuodolla tarkoitetaan yli kymmenen yksikön punasolutarvetta ensimmäisen hoitovuorokauden aikana tai potilaan kuolemista verenvuotoon ennen kuin kymmenen yksikköä on ehditty antaa.

Massiivinen hallitsematon verenvuoto on traumapotilaiden toiseksi yleisin kuolinsyy aivovamman jälkeen (1). Vuotoa pidetään merkittävimpana mahdollisesti estettävissä olevana kuolinsyynä. Monivammapotilaista noin 15 % tarvitsee verituotteita massiivisen verensiirron protokollan mukaisesti (2).

Patofysiologiset muutokset massiivisessa vuodossa

Kun veritilavuudesta on menetetty 15–30 %, verenpaine alkaa laskea. Elimistön kykyyn kompensoida vuotoa vaikuttavat ikä, perussairaudet ja monet lääkitykset. Kudosten hapeutus heikkenee minuuttivirtauksen pienentyessä. Elimistön kompensatiomekanismien vuoksi verenkierto ohjautuu keskeisiin elimiin, kuten sydämeen, aivoihin ja munuai-

siin. Verenkierto heikkenee etenkin raajoissa ja suoliston alueella. Hemoglobiinipitoisuus pienenee viiveellä vuodon jatkuessa.

Traumapotilasta tutkittaessa ja hoidettaessa on pidettävä mielessä myös muut mahdolliset sokin syyt ja tarvittaessa hoidettava nämä traumasuskitaation jatkuessa. Eri sokin tyypit ja niiden syitä on kuvattu **TAULUKOSSA 1**.

Pahimmillaan hypotermia, asidoosi ja koagulopatia aiheuttavat niin sanotun kuoleman kehän, jolloin kaikki edellä mainitut voimistavat toisiaan ja johtavat tilanteeseen, jossa vuodon tyrehtyttäminen voi käydä mahdottomaksi. Koagulopatia aiheutuu vuodon lisäksi traumasta itsestään (3). Suurempi kudostuho johtaa tyypillisesti vaikeampaan koagulopatiaan.

Akuutti traumaattinen koagulopatia on elimistön vaste laajaan endoteelivaurioon. Kudotraumasta seuraa aluksi protromboottinen tila vapautuvan kudostekijän ja tämän laukaiseman hyytymisen myötä. Trauman käynnistämää hyytymistä seuraa plasminogeenin aktivaatio ja fibrinolyttinen aktiivisuus. Hallitsemattomana tämä voi johtaa hyytymistekijöiden kulutuksen kautta konsumptiokoagulopatiaan. Traumapotilailla tyypillisesti fibrinogeenipitoisuus pienenee ensimmäisenä.



TAULUKKO 1. Sokin tyypit ja tunnusomaiset syyt.

Sokin tyyppi	Syitä
Hypovoleeminen	
1. Volyymin menetys	Verenvuoto
2. Dehydraatio	Lämpöaltistus, ripuli
3. Distributiivinen	Anafylaksia, sepsis, palovamma
Obstruktiivinen	Jänniteilmarinta, sydämen tamponaatio, massiivinen keuhkoveritulppa
Kardiogeeninen	Sydäninfarkti, rytmihäiriö, iskemiat, intoksikaatio
Neurogeeninen	Selkäydinvaurio (Th 4-5 tason yläpuolella)

Tärkeimpiä koagulopatian mekanismeja ovat endogeeninen autoheparinisaatio endoteelivaurion yhteydessä vapautuvien hepariinin kaltaisten proteoglykaanien vaikutuksesta, proteiini C:n aktivaatio ja hyperfibrinolyysi. Fibrinolyysi lisääntyy merkittävästi vain vaikeimmissa traumoissa. Lisääntyneeseen fibrinolyysiin liittyy merkittävästi suurentunut kuolleisuus (4).

Hyytymishäiriöt on pyrittävä ehkäisemään, toteamaan ja hoitamaan mahdollisimman tehokkaasti alusta lähtien.

Traumapotilaan ensivaiheen tutkiminen ja vuodon tunnistaminen

Traumapotilas tulee tutkia päivystyspoliklinikassa systemaattisesti. Tutkimus tehdään ABCDE-mallin mukaisesti suurimman uhan periaatteella. Tämä tarkoittaa sitä, että tutkimuksissa ja hoidossa keskitytään ensin nopeimmin henkeä uhkaaviin vammoihin. **TAULUKOSSA 2** on esitetty peruselintoimintojen muutoksia vuodon seurauksena.

Vitaalitoimintojen pika-arvio on nimensä mukaisesti pikainen potilaan saapuessa tehtävä arvio potilaan tilasta. Arvioon kuuluu ilmatien avoimuuden varmistaminen, sykkeen tunnistelu ja massiivisen ulkoisen vuodon poissulku. Mikäli ei ole tarvetta välittömille hätätoimenpiteille, seuraa ensihoidon raportti.

Airway. Varmistetaan ilmatien avoimuus ja huomioidaan riski siitä, että ilmatie tullaan menettämään (tajunnantason lasku, vaikeat

TAULUKKO 2. Merkittävän verenvuodon tyypilliset kliiniset ja laboratoriolöydökset.

Kliiniset merkit	Laboratoriolöydökset
Syke ↑	pH ↓
Verenpaine ↑	BE ↓
Sokki-indeksi ¹ ↑	Laktaatti ↑
Hidastunut kapillaaritäyttö	Hb ↓
Viileä periferia	Trombosyytit ↓
Takypnea	
Tajunnantaso ↓	

¹ Syke jaettu systolisella verenpaineella

kasvo- ja kaulavammat). Mikäli potilas on intuboitu, tulee nopeasti varmistua putken oikeasta sijainnista. Kaularangan tukeminen tulee varmistaa.

Breathing. Hengityksen arvioinnissa kiinnitetään erityistä huomiota rintakehän liikkeisiin ja hengitysäntien symmetrisyyteen, happisaturaatioon sekä hengitystyöhön. Mahdollinen jänniteilmarinta tai veririnta kanavoidaan pikaisesti.

Circulation. Verenkierron arviointiin kuuluu ulkoisten vuotojen arviointi ja hallinta, vatsan ja lantion palpaatio, sykestatus sekä raajojen lämpörajan ja kapillaaritäytön arviointi. Jatkuva verenpaineen mittausta valtimokanyylin kautta on syytä pitää rutiinina potentiaalisesti vaikeasti vammautuneilla potilailla. e-FAST-kaikukuvaus kuuluu osana hengityksen ja verenkierron arviointiin. **TAULUKOSSA 2** on esitetty vuotoon liittyviä kliinisiä ja laboratoriolöydöksiä. Sokki-indeksillä tarkoitetaan sykettä jaettuna systolisella verenpaineella. Sokki-indeksin kasvu kuvaa kompensaatiomekanismien pettämistä ja suuri sokki-indeksi on yleinen huonon ennusteen merkki traumapotilailla. Normaalin sokki-indeksin yläraja on 0,9, eli nopeasti toimivana karkeana nyrkkisääntönä voidaan todeta, että sykkeen ollessa systolista verenpainetta suurempi potilas on todennäköisesti sokissa (5).

Disability. Tajunnantason arviointiin kuuluu Glasgow'n kooma-asteikon, puolierojen, mustuaisten koon ja valoreaktioiden määrittäminen sekä ulkoisten pään vammojen tutki-

minen. Mahdollinen selkäydinvamma on huomioitava. Päivystyspoliklinikalla intuboitavan potilaan tajunnantaso tarkastetaan ennen lääkkeiden antoa.

Exposure. Vaikeasti loukkaantunut potilas on riisuttava kokonaan mahdollisten vammojen toteamiseksi. Hetkuvat raajamurtumat las-toitetaan väliaikaisesti primaarivaiheessa kivun ja vuodon vähentämiseksi. Potilas tulee kääntää blokkina ja selkä tutkia mahdollisten piiloon jäävien vammojen vuoksi. Tutkimusten aikana ja niiden jälkeen on estettävä potilaan jäähtymistä mahdollisimman tehokkaasti lämmite-tyillä peitteillä, lämpöalustalla ja puhaltimilla.

Systemaattinen traumakaikokuvaus eFAST (extended focused assessment with sonography for trauma) kuuluu perustutkimuksiin ja tulisi suorittaa mahdollisimman pikaisesti yhtä aikaa kliinisten perustutkimusten kanssa. Tutkimuksessa selvitetään, onko keuhkopusseissa ilmaa tai nestettä, sydänpussissa ylimääräistä nestettä (tamponaatio) ja näkykö vatsaontelossa vapaata nestettä. Kaikukuvauksella pystytään luotettavasti toteamaan välitöntä hoitoa vaativat ilma- ja veririnnat. Tutkimus toistetaan herkästi potilaan tilan heiketessä. Tärkeimpinä rajoitteina eFAST-tutkimuksessa on heikko näkyvyys retroperitoneaalitilaan sekä heikentynyt erotuskyky, jos potilaalla on runsaasti ihonalaista ilmaa (6).

eFAST-kaikukuvauksen ja TT:n hyvän saata- vuuden vuoksi keuhkojen ja lantion röntgen- kuvia ei tarvita aina, vaan lähinnä silloin, kun potilaan tila ei salli TT-kuvantamista tai TT ei ole välittömästi käytettävissä.

Pään, kaularangan, kaulasuonten ja vartalon varjoainetehosteinen TT on traumapotilaiden perustutkimus, joka tehdään aina potilaan tilan ollessa riittävän vakaa salliakseen kuvantamisen.

Hemostaattinen resuskitaatio

Massiivisesti vuotavan potilaan ensisijainen hoito on vuodon mahdollisimman nopea tyrehdyttäminen, jota oikein toteutettu neste- hoito tukee. Nestehoidon ja muiden tukitoi- menpiteiden tavoitteena on verenkierron ja hyyttymisjärjestelmän häiriöiden ja sitä kautta lisääntyneen vuodon ehkäisy (TAULUKKO 3).

TAULUKKO 3. Vuotavan potilaan neste- ja tukihoidon minimimitavoitteet.

Ensisijainen tavoite	Vuodon lopettaminen
Lämpötila	Normotermia
Happo-emästasapaino	Asidoosin ehkäisy
Hb	> 90 g/l
Trombosyytit	> 80–100 x 10 ⁹ /l
Fibrinogeeni (tromboelastometria)	FIBTEM A10 > 7 mm
Hyttymistekijät (tromboelastometria)	EXTEM CT viitealueella (TT > 50 %)
Kokonaishyytyminen (tromboelastometria)	EXTEM A10 viitealueella
S-Ca-ion	> 1,0 mmol/l
Systolinen verenpaine	70–80 mmHg jos ei aivo- vammaa 100–120 mmHg jos aivo- vamma

Veren laimeneminen kirkkaiden nesteiden annon myötä on merkittävä koagulopatiaa lisäävä tekijä, jota on pyrittävä välttämään. Potilaalle annettavat nesteet tulee antaa lämmitettyinä jäähtymisen ehkäisemiseksi. Nesteiden nopean annon mahdollistamiseksi tarvitaan riittävän isot suoniyhteudet pallean yläpuolelle, tyypil- lisesti kaksi kookasta kanyyliä kynnärtaipeisiin. Mikäli tämä ei ole mahdollista, yksi tai useampi luunsisäinen reitti (intraosseaalineula) tarjoaa mahdollisuuden verensiirron nopeaan aloituk- seen. Keskuslaskimokaterin laitto vie aikaa eikä ole ensisijainen yhteys välitöntä hoitoa vaatival- la traumapotilaalla. Mikäli perifeerisiä laskimo- kanyyleja ei pystytä laittamaan, voi lyhyt, suu- riluuminen keskuslaskimokatetri (keuhko- valtimokatetrin holkki tai dialyysikatetri) olla tarpeellinen.

Massiivisen verensiirron protokolla (mas- sive transfusion protocol, MTP) tarkoittaa sitä, että protokollan käynnistämisen jälkeen verituotteita annetaan automaattisesti ennalta määrättyssä tahdissa ja suhteissa. Veren kom- ponenttien suhteissa pyritään mahdollisimman lähelle ”kokoveren” koostumusta eli punasolu- ja, plasmata ja verihiutaleita annetaan yleensä suhteessa 1 : 1 : 1. Plasman ja verihiutaleiden

TAULUKKO 4. Antikoagulanttien vastalääkkeet.

Varfariini	PCC 25–50 KY/kg iv ja K-vitamiini 5–10 mg iv
Dabigatraani	Idarutsisumabi 5 mg iv
Rivaroksabaani	PCC ¹ 50 KY/kg iv
Apiksabaani	PCC ¹ 50 KY/kg iv
Hepariini	Protamiinisulfaatti 1 mg/100 KY hepariinia (enintään 50 mg)
Enoksapariini Tintsapariini Daltepariini	Protamiinisulfaatti 10–50 mg iv
Fondaparinuksi	PCC ¹ 50 KY/kg iv
Verihiutaleisiin vaikuttavat lääkkeet (asetosalisylihappo, klopidoogreeli, prasugreeli, tikagrelori)	Trombosyyttisiirrot: vaste lääkekohtaisesti vaihteleva

¹Virallisen käyttöaiheen ulkopuolelta
iv = laskimoon
PCC = protrombiinikompleksikonsentraatti

antaminen varhaisessa vaiheessa sekä plasman ja punasolujen riittävän määrän (suhde punasoluihin enemmän kuin 1 : 2) on useissa tutkimuksissa todettu pienentävän kuolleisuutta massiivisesti vuotavilla traumapotilailla (7). Töölön sairaalan MTP-protokollan mukaan verikeskus toimittaa 20 minuutin välein neljä yksikköä punasoluja ja plasmaa, sekä neljän luovuttajan verihiiutaleet (yksi yksikkö) automaattisesti kunnes MTP lopetetaan. Kaikille potilaille annetaan alkuun O-punasoluja, AB-plasmaa ja O+-trombosyyttejä, kunnes ensin ryhmänmukaisia ja lopulta sopivuuskokeella tutkittuja verituotteita on saatavilla. Käyttöaiheena MTP:n aktivointiin on epävakaata verenkierron tila ja systolinen verenpaine alle 90 mmHg, jonka katsotaan johtuvan verenvuodosta. MTP tulee myös ymmärtää lopettaa tarpeen väistyessä tarpeettomien verensiirtojen aiheuttamien haittojen ja kustannusten vuoksi. MTP:n on useissa tutkimuksissa todettu vähentävän traumapotilaiden kuolleisuutta (8).

Fibrinolyysin estäjä traneksaamihappo on turvallista ja vähentää kuolleisuutta riippumatta vammamekanismista (tylppä/terävä) tai siitä onko potilaalla merkittävää pään vammaa (9,10). Aikuisille annetaan 1 g:n kerta-annos

TAULUKKO 5. Potilaan luokitus hoitovasteen mukaisesti.

Potilaan luokitus	Verenkierron tila
Stabiili	Vakaa vammasta lähtien
Hyvä vaste (responder)	Vakautuu annetun hoidon seurauksena
Väliaikainen vaste (transient responder)	Saadaan väliaikaisesti vakautumaan, mutta vaatii verenkiertoa tukevan lääkityksen antamista ja jatkuvaa verituotteiden antamista
Huono vaste (non-responder)	Huononee annetusta maksimaalisesta tukihoidosta huolimatta

ensimmäisen kolmen tunnin kuluessa traumasta ja tämän jälkeen 1 g infuusiona seuraavan kahdeksan tunnin aikana.

Fibrinogeeni on tärkeää primaariselle ja sekundaariselle hemostaasille. Fibrinogeenipitoisuus pienenee herkästi, ja pieni fibrinogeenitaso johtaa suurempaan kuolleisuuteen ja suurempaan verensiirtojen tarpeeseen. Annettujen verituotteiden vaikutus jää heikoksi, jos hyytymisen kannalta tärkeää fibrinogeenia ei anneta erikseen. Fibrinogeenipitoisuuden tai -aktiivisuuden selvittämiseen pitäisi pyrkiä nopealla menetelmällä jo varhaisvaiheessa ja havaitut poikkeavuudet tulisi korjata herkästi.

Hyytymistä kuvaavia viskoelastisia testejä voidaan käyttää traumapotilaan tarkemman hyytymistilanteen ja fibrinolyysin selvittämiseen. Testit ovat käyttökelpoisia täydentämään MTP:tä koagulopatian räätälöidyssä hoidossa hyytymistekijöiden, fibrinogeenin ja verihiiutaleiden tarpeen arvioinnissa. Viskoelastiset testit eivät tunnista luotettavasti antikoagulaatiohoidon aiheuttamia hyytymishäiriöitä.

Mahdollinen antikoagulaatiohoito on huomioitava ja kumottava viiveettä spesifisin vastalääkkein silloin kun tällaisia on olemassa (**TAULUKKO 4**). Ohjeita löytyy myös osoitteesta www.hematology.fi. Suorien antikoagulanttien kumoamiseen on kehitteillä uusia lääkkeitä, jotka toivottavasti tulevat helpottamaan tilannetta (11).

Hypotermian ehkäisy ja hoito on huomioitava kaikissa hoidon vaiheissa ensihoidosta leikkaussaliin tai teho-osastolle. Jäähtyminen

heikentää hyytymistä ja huonontaa traumapotilaan ennustetta.

Elektrolyyttihäiriöt. Veren kalsiumpitoisuus pienenee sekä vuodon että annettujen verituoitteiden puskurina sisältämän sitraatin vuoksi. Kalsiumia tarvitaan muun muassa veren hyytymiseen ja lihassolujen supistumiseen. Hypokalsemia on yhteydessä suurentuneeseen kuolleisuuteen (12). Hypokalsemian hoidon sijaan tulee pyrkiä ehkäisemään ennalta sen synty. Ionisoidun kalsiumin tavoitetaso on yli 1,0 mmol/l. Kalsiumglukonaattia tai -kloridia tulisi antaa osana MTP:tä hypokalsemian ehkäisemiseksi.

Trauman aiheuttama kudostuho, asidoosi ja punasolusierrot voivat kaikki johtaa veren kaliumpitoisuuden suurenemiseen. Hyperkalemia voi aiheuttaa tappavia sydämen rytmihäiriöitä ja on vaarallinen varsinkin asidoottisilla potilailla. Kaliumpitoisuutta on seurattava ja tarvittaessa reagoitava korkeisiin arvoihin.

Verenpainetavoitteet. Vuotavan potilaan verenpainetta ei nosteta keinoitekoisesti liian korkealle ennen kuin vuoto on saatu hallintaan (permissiivinen hypotensio). Korkeampi paine nopeuttaa vuotoa ja sitä kautta hyytymistekijöiden menetystä. Mikäli potilaalla ei ole aivovammaa pyritään ensivaiheessa systolisen verenpaineen tasolle 70–80 mmHg ja aivovamman yhteydessä tasolle 100–120 mmHg. Riittämätön kudospertuusio pahentaa asidoosia tilanteen pitkittyessä ja erityisesti kohonneen kallonsisäisen paineen yhteydessä potilaat kestävät huonosti hypotensiota. Vasoaktiiveja käytetään tarvittaessa tähän tavoitetasoon pääsemiseksi, mikäli vaste MTP:lle ei ole riittävä.

Vastetta annettuun hoitoon tulee arvioida jatkuvasti. Säännöllisin väliajoin ja jokaisen merkittävän hoitotoimenpiteen jälkeen tulisi pysähtyä ja muodostaa kokonaiskuva potilaan voinnista ABCDE-mallin mukaisesti. Mikäli vuodon todetaan jatkuvan, tulee kaikkien toimien tähdätä vuodon nopeaan tyrehtyttämiseen. Potilaiden verenkierron tila voidaan jakaa hoitovasteen mukaan neljään luokkaan, jotka on esitelty **TAULUKOSSA 5**. Mitä huonommin potilas vastaa annettuihin tukihoidoihin, sitä aggressiivisemmin ja nopeammin tarvitaan toimenpiteitä tilan vakauttamiseksi.

Ydinasiat

- ▶ Verenvuoto on traumapotilaiden tärkein estettävissä oleva kuolinsyy.
- ▶ Massiivisesti vuotavan potilaan hoito on vuodon mahdollisimman nopea tyrehtyttäminen.
- ▶ Hoitopäätökset perustuvat potilaan tilan jatkuvaan arviointiin.
- ▶ Nestehoidossa pyritään vuodon mahdollisimman fysiologiseen korvaukseen massiivisen verensiirtoprotokollan mukaan sekä todettujen hyytymishäiriöiden hoitoon erikseen.
- ▶ Massiivisesti vuotavan traumapotilaan hoitoa tulee säännöllisesti harjoitella traumasimulaatiossa.

Vammanhallintatoimenpiteet

Runsas ulkoinen verenvuoto on tyrehtyttävä pakkaamalla, kompressiolla ja avonaisten vuotavien haavojen sulkemisella. Ulkoisen vuodon nopeaan hallintaan on myös saatavilla luotettavia ja nopeasti toimivia mekaanisia puristimia (esimerkiksi iTClamp).

Massiivisen raajavuodon hallinta kiristysiteellä parantaa potilaan ennustetta, kun kiristysside laitetaan ennen kuin potilas on raajavuodon vuoksi sokissa. Näyttö perustuu vaikeisiin raajavammoihin sotilasaineistossa. Kiristysiteen oikeaan käyttöön ja käytön rajaamiseen alle kahteen tuntiin tulee kiinnittää huomiota.

Pitkien luiden murtumien stabilisaatio vähentää verenvuotoa ja estää lisäkudosvaurioiden syntyä. Alkuvaiheen välittömänä hoitona alarajamurtumissa on vetolastan asettaminen. Hoitolinjan valinta väliaikaisen ulkoisen kiinnityksen ja primaarivaiheen definitiivisen hoidon välillä tulee tehdä potilaan tilan mukaan.

Lantion stabiloinnilla voidaan vähentää lantiomurtumiin liittyvää vuotoa. Ensivaiheessa lantion sitominen lantiovyöllä on nopea toimenpide, jonka jälkeen tulee harkittavaksi

TAULUKKO 6. Aiheita lopullisen hoidon siirtämiseksi myöhemmäksi.

Vammanhallinta-aiheet
Lämpötila alle 34 °C
Koagulopatia (P-TT alle 40 % tai muu todettu hyytymishäiriö)
Asidoosi pH alle 7,2
Matalapaineinen (systolinen verenpaine alle 90 mmHg) vuodon vuoksi yli tunnin ajan
Merkittävä aivovamma

lantiorenaan takaosan puristaminen ulkoisella laitteella (niin sanottu C-clamp). Lantion pakkaus on aiheellinen, mikäli vaikea vuoto ei asetu fiksaatiolla.

Traumalaparotomian aiheita ovat verenkierron epävakaata tila ja huono vaste hemostaattiselle nesteresuskitaatille yhdistettynä eFAST-tutkimuksessa todettuun nesteeseen vatsaontelossa. Vakaamman potilaan laparotomiaan voidaan päätyä myös TT-löydöksen perusteella. MTP:n aikakaudella traumalaparotomioiden tarve on vähentynyt ja toimenpiteeseen joutuvien potilaiden ennuste on parantunut.

Rintakehän hätävaamisella voidaan saavuttaa sydänpuussin tamponaation purku, kontrolloida sydämen tai keuhkon vuoto väliaikaisesti ja sulkea laskeva aortta väliaikaisesti sydämen täyttöä parantavana resuskitatiivisena tukena, tai proksimaalisen vuotokontrollin aikaansaamiseksi.

Aortan sulkupalloa (resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta, REBOA) voidaan käyttää vatsaontelon tai lantion vuodon lyhytaikaiseen hallintaan. Lisäksi sillä voidaan tukea hätätoimenpiteiden yhteydessä kriittisen potilaan elvytystä ohjaamalla verenkierto pallean yläpuoleisiin elimiin. Reisivaltimo kanyloidaan ja tätä kautta viedään sulkupallo aorttaan halutulle tasolle. Sulkupallon sijainti määritetään ilman läpivalaisua katetrin asetussyvyyden perusteella. Menetelmä on rintakehän avaamisen kautta tapahtuvaa aortan pihditystä vähemmän kajoava. Vatsaontelon vuodoissa pyritään sulkemaan aortta vasemman solisvaltimon ja sisusvaltimorungon väliltä, lantiovuodoissa alemman munuaisvaltimon

ja bifurkaation väliltä (13). Hyödyn saamiseksi aortan sulkupallo olisi otettava käyttöön riittävän ajoissa. Töölön sairaalan traumatointiohjeessa ohjeistetaan reisivaltimon kanylointia harkittavaksi väliaikaisen vasteen potilailla ja käytettäväksi huonossa vasteessa (TAULUKKO 5).

Endovaskulaarisessa vuodon kontrolloinnissa on etuna vähempi kajoavuus ja kirurgisesti vaikeasti tavoitettavien kohteiden hallinta. Tylppien sisäelinvammojen aiheuttamista vuodoista merkittävä osa on hoidettavissa endovaskulaarisesti. On huomattava, että vaikka endovaskulaarinen hoito vähentää kirurgisesti tapahtuvien toimenpiteiden tarvetta, vähentää se samalla myös mahdollisuuksia havaita muita, vatsaontelon tutkimusleikkauksessa mahdollisesti havaittavia vammoja. Angioembolisaatio on ensisijainen hoitomuoto perna- ja munuaisvuodon hoidossa, mikäli potilaan tila sen sallii. Lantiomurtumiin liittyy tyypillisesti laskimovuoto, joka saadaan hallintaan lantion stabiloinnilla ja tarvittaessa pakkaamalla. Valtimo-peräisen lantiovuodon ensisijainen hoito on angioembolisaatio, kriittisessä vuodossa yhdistettynä lantion pakkaamiseen. Vaikeimmissa maksavuodoissa ensisijainen hoito on maksan pakkaaminen kirurgisesti, täydentävänä hoitona voidaan tarvita endovaskulaarista kontrollointia ennen taitosten poistamista (14). Vammanhallintatoimenpiteinä endovaskulaarisista toimenpiteistä tekee ongelmallisia se, että niihin pääsyyn on monesti viivettä eivätkä toimenpiteet ole nopeita. Kriittisesti sairaan potilaan hoito angiografiahuoneessa voi olla vaikeaa, mikäli tiloja ei ole suunniteltu siihen tarkoitukseen. Tulevaisuudessa interventio-radiologinen vuodon hoito tulee lisääntymään ja tämän vuoksi tulee tulevaisuuden hoitoprosesseja suunniteltaessa huomioida kyseinen kehitys.

Vuodon nopea lopettaminen on massiivisessa verenvuodossa ensisijainen tehtävä. **TAULUKKO 6** esitettyjen vammanhallinta-aiheiden täyttyessä ei vuodon lopettamisen jälkeen edetä suoraan lopulliseen hoitoon (esimerkiksi murtumien lopullinen hoito, suolisaumojen teko, vatsanpeitteiden sulkua tai muu sellainen), vaan nämä ajoitetaan myöhempään ajankohtaan potilaan tilan stabiloituessa.

Lopuksi

Massiivinen vuoto traumapotilailla on harvinaista Suomen suurimmassakin traumasairaalassa. Näiden potilaiden nopea tunnistaminen ja tehokas alkuvaiheen hoito voi säästää ihmishenkiä. Jotta tässä onnistutaan, täytyy traumapotilaita hoitavassa sairaalassa olla selvä, ennalta sovittu hoitokäytäntö, jota harjoitellaan säännöllisesti. Saumaton ryhmätyö ja hyvä kommunikaatio ovat toiminnan edellytyksiä. Verituoitteiden nopeaan saatavuuteen on kiinnitettävä huomiota. Jatkossa angioradiologisten hoitojen osuus tulee kasvamaan saatavuuden parantuessa, ja tilat pitäisi suunnitella tätä silmällä pitäen. Traumapotilaiden alkuvaiheen hoitoa koulutetaan useilla kotimaisilla ja ulkomaisilla kursseilla. ■

LAURI HALONEN, LL, erikoistuva lääkäri
HYKS Töölön sairaala, ortopedia ja traumatologia

KREU MAISNIEMI, LL, erikoislääkäri
HYKS Töölön sairaala, ATeK

LAURI HANDOLIN, LT, dosentti, yleiskirurgian erikoislääkäri, traumakirurgian lisäkoulutusohjelma
HYKS Töölön sairaala, ortopedia ja traumatologia

SIDONNAISUUDET

Lauri Halonen: Korvaukset koulutus- ja kongressikuluista (Zimmer Biomet, DePuy Synthes)

Kreu Maisniemi: Luentopalkkio/asiantuntijapalkkio (Braun Medical, Medicine Company, Orion Pharma, Pfizer), muu sidonnaisuus (EMA Group Oy)

Lauri Handolin: Ei sidonnaisuuksia

KIRJALLISUUTTA

1. Evans JA, van Wessem, Karlijn JP, ym. Epidemiology of traumatic deaths: comprehensive population-based assessment. *World J Surg* 2010;34:158–63.
2. Brinck T, Handolin L, Lefering R. The effect of evolving fluid resuscitation on the outcome of severely injured patients: an 8-year experience at a tertiary trauma center. *Scand J Surg* 2016;105:109–16.
3. Stensballe J, Ostrowski SR, Johansson PI. Haemostatic resuscitation in trauma: the next generation. *Curr Opin Crit Care* 2016;22:591–7.
4. Chapman MP, Moore EE, Ramos CR, ym. Fibrinolysis greater than 3% is the critical value for initiation of antifibrinolytic therapy. *J Trauma Acute Care Surg* 2013; 75:961–7.
5. Mutschler M, Nienaber U, Münzberg M, ym. The Shock Index revisited – a fast guide to transfusion requirement? A retrospective analysis on 21,853 patients derived from the TraumaRegister DGU. *Crit Care* 2013;17. DOI: 10.1186/cc12851.
6. Rinta-Kiikka I. FAST-kaikukuvaus. *Duodecim* 2016;132:791–5.
7. Godier A, Samama C, Susen S. Plasma/platelets/red blood cell ratio in the management of the bleeding traumatized patient: does it matter? *Curr Opin Anaesthesiol* 2012;25:242–7.
8. Bogert JN, Harvin JA, Cotton BA. Damage control resuscitation. *J Intensive Care Med* 2016;31:177–86.
9. Perel P, Al-Shahi Salman R, Kawahara T, ym. CRASH-2 (Clinical Randomisation of an Antifibrinolytic in Significant Haemorrhage) intracranial bleeding study: the effect of tranexamic acid in traumatic brain injury – a nested randomised, placebo-controlled trial. *Health Technol Assess* 2012;16:54.
10. CRASH-2 trial collaborators, Shakur H, Roberts I, ym. Effects of tranexamic acid on death, vascular occlusive events, and blood transfusion in trauma patients with significant haemorrhage (CRASH-2): a randomised, placebo-controlled trial. *Lancet* 2010;376:23–32.
11. Christos S, Naples R. Anticoagulation reversal and treatment strategies in major bleeding: update 2016. *West J Emerg Med* 2016;17:264–70.
12. Ho KM, Leonard AD. Concentration-dependent effect of hypocalcaemia on mortality of patients with critical bleeding requiring massive transfusion: a cohort study. *Anaesth Intensive Care* 2011;39:46–54.
13. Andres J, Giannoudis PV. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA): what have we learned? *Injury* 2016;47:2603–5.
14. Matsi P, Lehtimäki T, Rautio R. Vuotavan traumapotilaan diagnostiikka ja toimenpideradiologinen hoito. *Duodecim* 2010; 126:924–34.

SUMMARY

Recognition and treatment of massive hemorrhage in trauma patients

In this article, massive hemorrhage is defined as the need of transfusion of over 10 units of packed red blood cells during the first day, or death before those have been given. Bleeding is the leading preventable cause of death for trauma patients. Hemorrhage is recognized by suspected mechanism of injury, hemodynamic status, clinical, radiologic and laboratory parameters. Primary survey is made by “the largest threat” principle in the ABCDE order. eFAST and CT are the primary radiologic examinations. Achieving bleeding control quickly is of paramount importance. Fluid resuscitation is based on a massive transfusion protocol: PRBC, plasma and platelets in a physiologic ratio. Coagulopathy is treated as indicated.