

Minna Ilmakunnas ja Pertti Hakala

Massiivisen verenvuodon hoito – anestesia­lääkärin näkökulma

Merkittävänkin verenvuodon tunnistaminen voi olla vaikeaa vuodon alkuvaiheessa. Tunnistamisessa auttavat arvioidun vuotomäärän lisäksi muutokset potilaan perusfysiologiassa ja laboratorioarvoissa, tieto vammamekanismista sekä kuvantamis­löydökset. Vuotokohdat pitää saada mahdollisimman pian hallintaan kompressiolla, kirurgisesti tai angioembolisaatiolla. Nestehoito toteutetaan verivalmisteilla. Balansoituja elektrolyyttiliuoksia käytetään vain, jos verivalmisteita ei ole heti saatavilla. Punasoluja, trombosyyttejä ja plasmata annetaan fysiologisessa suhteessa, tulevaisuudessa käytettäneen myös kokoverta. Traneksaamihapon lisäksi hemostaasia tuetaan tarvittaessa hyytymistekijäkonsentraateilla. Sekä vuotoon itsessään että massiiviseen verensiirtoon liittyvät hypokalsemia, asidoosi ja hypotermia pitää hoitaa tehokkaasti. Vuodon loppuminen, hyvä vaste nestehoittoon, normalisoituva perusfysiologia ja väistytvä metabolinen asidoosi ovat merkkejä siitä, että nestehoittoa voidaan alkaa rajoittaa haitallisen ylinesteytyksen välttämiseksi.

Verensiirtoa vaativa merkittävä verenvuoto voi esiintyä erilaisissa kliinisissä tilanteissa, kuten leikkauksissa, synnytyksissä ja maha-suolikanavan vuotoissa, mutta yleisimmin ilmiötä on tutkittu traumapotilailla, joilla verenvuoto on tärkein estettävissä oleva kuolinsyy (1,2). Traumatapotilaiden verenvuotoon liittyvistä kuolemista valtaosa tapahtuu kolmen tunnin kuluessa sairaalaan tulosta, ja merkittävä osa vuotokuolemista olisi ollut estettävissä, jos vuoto olisi todettu aiemmin ja hoidettu tehokkaasti (2,3). Verensiirto on pelastanut lukemattoman määrän ihmishenkiä. Veren komponentit lisättiin WHO:n oleellisten lääkkeiden listalle kymmenen vuotta sitten, uusimpaan versioon myös kokoveri (4).

Massiivisen verenvuodon yleisin määritelmä on vähintään kymmenen punasoluyksikön tarve vuorokauden kuluessa tai minkä tahansa veren komponentin vähintään neljän yksikön siirto kahden tunnin kuluessa vammasta (5). Pelkästään vuotomäärän perusteella massiivisena vuotona pidetään koko veritilavuuden menetystä vuorokauden kuluessa tai vähintään puolen veritilavuuden menetystä alle kolmessa tunnissa (6). Nämä määritelmät sopivat kii-

tenkin huonosti massiivisen vuodon tunnistamiseen ja hoitopäätösten tekoon potilaan vuotossa aktiivisesti.

Massiivisen vuodon hoidossa oleellista on tilanteen nopea tunnistaminen ja vuodon mahdollisimman nopea tyrehtyttäminen. Muut hoitotoimenpiteet, kuten verensiirto, eivät saa viivästyttää vuodon mekaanista tyrehtyttämistä. Hypovolemia hoidetaan, veren hapenkuljetuskyky varmistetaan ja hemostaasia ylläpidetään verivalmisteilla. Tarvittaessa veren hyytymistä tuetaan lääkkeellisesti. Sekä vuotoon

TAULUKKO 1. Verenvuodon tunnistaminen ja vuodon määrän arvioiminen.

Traumatapotilaan vammamekanismi
Fysiologiset muuttujat: tajunnantaso, syketaajuus, verenpaine, pulssipaine, sokki-indeksi ¹ yli 0,9, hengitystiheys, raajojen lämpöarajat, diureesi
Verikaasuanalyysi, veren hemoglobiinipitoisuus ja trombosyyttimäärä, viskoelastiset testit, TT/INR ja APTT
Vamma- ja kuvantamis­löydökset (kaikukuvaus, tietokonetomografia, ja jos tietokonetomografia ei ole saatavissa: natiivikeuhkokuva ja lantion natiivikuva)
Mitattu ja arvioitu ulkoinen vuoto
Vaste nestehoittoon

¹Syke jaettuna systolisella verenpaineella

C	Catastrophic bleeding – massiivinen vuoto • Ulkoisen verenvuodon kompressio
A	Airway – ilmatie • Hengitystien varmistaminen kaularankaa tukien
B	Breathing – hengitys • Kaasujenvaihto
C	Circulation – verenkierto • Vuodon hallinta • Riittävä veritilavuus ja hemostaasin tukeminen
D	Disability – tajunnantaso ja neurologinen tilanne • Aivo- ja selkäydinvamman pahenemisen estäminen
E	Exposure and environment – näkyvät vammalöydökset ja altistuminen • Hypotermian ehkäisy ja hoito • Munuaisten suojaus

KUVA 1. Traumapotilaan hoidon periaatteet (cABCDE).

itsessään että massiiviseen verensiirtoon liittyvät metaboliset häiriöt ja hypotermia pyritään ehkäisemään ja hoidetaan tehokkaasti. Tässä katsauksessa keskitymme pääosin traumapotilaiden massiivisen verenvuodon hoitoon, mutta peruseriaatteet pätevät kaikkien vuotavien potilaiden hoidossa.

Vuotavan potilaan tunnistaminen ja hoito

Runsaankin verenvuodon tunnistaminen voi olla vaikeaa vuodon alkuvaiheessa. Hypovoleeminen potilas ei vastoin yleistä käsitystä ole aina takykardinen tai hypotensiivinen (7,8). Potilaan ikä, perussairaudet ja lääkitys (beeta- ja kalsiumsalpaajat) sekä päihteeat vaikuttavat oirekuvaan. Systolisen paineen lasku voi kompensatiomekanismien takia ilmentua vasta kun veritilavuudesta on menetetty noin kolmannes. Hemoglobiini- ja hematokriittiarvot voivat alkuvaiheessa olla harhaanjohtavan suuria ennen kuin plasmatilavuus ehtii laimentua soluvälitilan nesteen siirtyessä hypovolemian kompensaatona intravaskulaaritalaan ja nesteytyksen seurauksena.

Verenvuodon tunnistamisessa ja vuodon määrän arvioimisessa kannattaa hyödyntää muutoksia potilaan fysiologiassa ja vasteessa nesteytykseen (**TAULUKKO 1**). Pelkkä ulkoisen vuotomäärän arviointi antaa harvoin riittävää

kuva tilanteesta. Traumapotilaalla merkittävä vuoto on yleensä sisäistä, ja leikkauksissakin vuotomäärän arviointi visuaalisesti esimerkiksi leikkausliinoista on epäluotettavaa.

Vuotavan vammapotilaan hoito noudattaa kaikissa vaiheissa cABCDE-hoitoperiaatteita (**KUVA 1**). Hoidon perusta on vuodon mahdollisimman nopea tyrehtyttäminen ja hyytymistä tukeva nestehoito. Mitä nopeammin hypovolemia hoidetaan ja hemostaasi saavutetaan, sitä vähemmän potilailla on vuotoon ja sen hoitoon liittyviä komplikaatioita (akuutti munuaisvaurio, akuutti keuhkovaurio, sepsis, monielinvaurio) ja kuolleisuus on vähäisempää (9).

Vuodon hallintaan käytetään kompressiota, kirurgisia keinoja ja angioembolisaatiota. Nestehoidon tavoitteena on kiertävän veritilavuuden palautus ja ylläpito sekä hyytymishäiriön kehittymisen estäminen ja hoito. Mikäli vuotavalla potilaalla on käytössä hyytymiseen vaikuttava antitromboottinen lääkitys, se on pyrittävä kumoamaan välittömästi, kun mahdollinen vuoto suurista verisuonista on kirurgisesti hallinnassa (10,11).

Hemostaasin perusedellytykset

Trauman aiheuttama paikallinen verenvuoto ja siihen mahdollisesti liittyvä systeeminen hyytymishäiriö on pyrittävä tunnistamaan ja hoi-

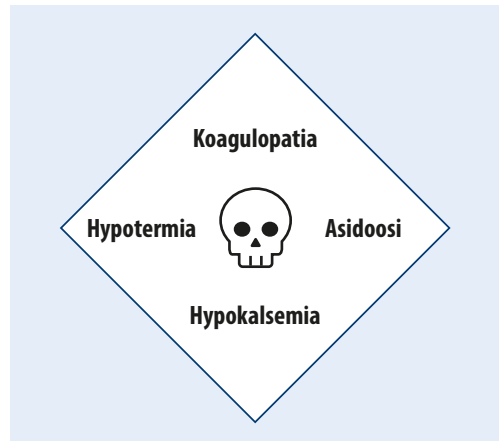
tamaan nopeasti. Traumaattisen koagulopatian raja-arvona pidetään plasman INR-arvoa yli 1,2. Viidenneksellä vaikeasti vammautuneista potilaista on jo sairaalaantulovaiheessa todettavissa trauman aiheuttama vakava hyytymishäiriö (INR yli 1,5) (12). Hypotermia, hypokalsemia, asidoosi ja koagulopatia muodostavat toisiaan ruokkivan noidankehän, joka pahentaa verenkiertovajasta ja koagulopatiaa sekä lisää kuolemanriskiä (**KUVA 2**).

Hypotermian myötä trombosyyttien toiminta häiriintyy, hyytymistekijöiden aktiivisuus pienenee ja fibrinolyysi kiihtyy. Potilaan lämpötiloudesta on huolehdittava aktiivisesti lämmittämällä sekä potilasta että kaikki suonsisäiset nesteet ja verivalmisteet.

Hypokalsemia kehittyy kalsiumin kuluessa normaaliin hyytymiseen. Lisäksi verivalmisteiden (erityisesti plasmavalmisteiden) sisältämä sitraatti sitoo kalsiumia. Myös kudusvaurio itsessään aiheuttaa hypokalsemiaa. Traumapotilaan kalsiumkorjaus aloitetaan yhtä aikaa ensimmäisten verivalmisteiden antamisen kanssa. Massiivisessa vuodossa tulee pyrkiä normokalsemiaan. Korjaukseen suositellaan ensisijaisesti kalsiumkloridia, erityisesti jos käytettävissä on sentraalinen suoniyhteys (11). Perifeeriseen käyttöön kalsiumglukonaatti lieene turvallisempi vaihtoehto. Kalsiumkloridi sisältää noin kolme kertaa enemmän kalsiumia kuin -glukonaatti. Kalsiumkloridin kerta-annos on tyypillisesti 5–10 ml ja -glukonaatin 10–30 ml.

Asidoosi heikentää suoraan trombosyyttien ja hyytymistekijöiden aktiivisuutta. pH:n suurentamiseksi voidaan syvän asidoosin (pH alle 7,20) yhteydessä antaa natriumbikarbonaattia boluksina. Natriumbikarbonaatti lisää veren hiilidioksidipitoisuutta, ja ainakin aivovammapotilaiden mekaanista ventilaatiota pitää väliaikaisesti tehostaa.

Koagulopatia on monitekijäinen ongelma (13). Hypotermian, hypokalsemian ja asidoosin lisäksi hyytymiseen vaikuttavat hyytymistekijöiden ja trombosyyttien määrä ja aktiivisuus. Hyytymistekijöitä ja trombosyyttejä kuluu normaaliin hyytymiseen, ja niitä menetetään vuodon seurauksena. Nesteytys johtaa hyytymistekijäpitoisuuksien laimenemiseen ja trombosytopeniaan. Hemostaasia heikentävät myös



KUVA 2. Vuotavan potilaan kuoleman timantti. Hypotermia, hypokalsemia, asidoosi ja koagulopatia muodostavat toisiaan ruokkivan noidankehän, joka pahentaa koagulopatiaa ja verenkiertovajauksen merkkeinä ovat itsenäisiä kuolleisuuden riskitekijöitä.

potilaskohtaiset syyt, kuten traumaattinen aivovamma tai antitromboottinen lääkehoito.

Koagulopatiaan viittaavat jatkuva diffuusi vuoto tylpistä vammoista sekä hyytymien puuttuminen esimerkiksi rinta- tai vatsaonteloon vuotaneesta verestä. Koagulopatia ei kuitenkaan ole palautumaton tila, vaan se on hoidettavissa vuodon hallinnalla ja hyytymistä tukevalla neste- ja lääkehoidolla.

Suoniyhteydets

Vuotavan potilaan hoito edellyttää riittäviä suoniyhteyksiä. Massiiviseen nesteensiirtoon avataan alkuvaiheessa useampia suoniyhteyksiä, asetetaan esimerkiksi 3–4 isoa perifeeristä laskimokanyyliä, joista yksi varataan lääkehoidolle. Perifeeristen laskimokanyylien kautta voidaan toteuttaa suurikin nesteensiirto. Suuriluumeninen sisempään kaulalaskimoon (vena jugularis interna) tai solislaskimoon (vena subclavia) asetettu sentraalinen katetri tai dialyysikatetri helpottavat nopeaa nesteensiirtoa. Myös luun sisäistä (intraosseaalista) yhteyttä voidaan käyttää hätätilanteessa.

Kanyloinnissa suositetaan pallean yläpuolisia laskimoita. Kanyyliä ei tule asettaa vamman tai vuotokohdan distaalipuolelle. Esimerkiksi

vatsan alueelle vammautuneelle suoniyhteys on avattava pallean yläpuolelle, koska repeämä alaonttolaskimossa on mahdollinen.

Verensiirto ja nestehoito

Massiivisesti vuotavan potilaan nestehoito toteutetaan pääosin verivalmisteilla, eikä verensiirtojen määrälle ole ylärajaa (14). Verivalmisteiden lisäksi voidaan siirtää potilaan omaa pestyä verta leikkauksissa, joissa veripesukoneen käyttö on mahdollista. Vain nesteen perustarve, leikkauksen aiheuttama haihtuminen ja ylimääräiset menetykset (esimerkiksi kuumeilu) korvataan balansoidulla elektrolyyttiliuksilla.

Kokoverta jäljittelevä veren hyytymistä tukeva massiivisen verensiirron protokolla (massive transfusion protocol, MTP) kehitettiin 2000-luvun alkupuolella. Taustalla on laaja mutta laadullisesti heikko tutkimusnäyttö hemostaattisesta resuskitaatiosta. Ajatuksena on antaa punasolu-, plasma- ja trombosyyttivalmisteita suhteessa 1:1:1 tai 2:1:1 (15,16). Suomessa MTP-paketissa on yleensä neljä yksikköä punasoluja, neljä yksikköä OctaplasLG-plasma- valmistetta ja yksi trombosyyttivalmiste. Vaikka yhdistelmä ei vastaa koostumukseltaan täysin kokoverta, sen hematokriitti on noin 30 %, trombosyyttimäärä noin $100 \times 10^9/l$, hyytymistekijöiden pitoisuus noin 60–75 % normaalista ja fibrinogeenipitoisuus noin 1,6 g/l (17).

Massiivisen vuodon yhteydessä ei aina ehditä antaa verivalmisteita protokollan mukaisia määriä suunnitellussa järjestyksessä (18). Jääplasmavalmisteiden sulatukseen tai kuivaplasman liuotukseen menee aikaa, eikä trombosyyttivalmisteita ole saatavilla kaikissa sairaaloissa. Tällöin kylmäsäilytetty kokoveri (low titre group O whole blood, LTOWB) tarjoaisi hyvän vaihtoehdon hemostaattiseen resuskitaatioon (19). Lisäksi kokoveri vaikuttaa olevan komponenttiterapiaa edullisempi hemostaasin kannalta, koska se sisältää vähemmän antikoagulantti- ja säilytysliuoksia.

Kokoveren käyttö ja komponenttiterapia voidaan yhdistää. Useissa sairaaloissa maailmalla vuotopotilaalle annetaan sairaalahoidon alkuvaiheessa kokoverta mutta myöhemmin siirrytään erillisiin veren komponentteihin.

Suomessa kokoverivalmisteen virallinen käyttöaihe on toistaiseksi sairaalan ulkopuolinen ensihoito (20).

Tuoreen Cochrane-katsauksen mukaan eri verensiirto-protokollilla (mukaan lukien kokoveri) ei kuitenkaan ollut tai oli korkeintaan vähäinen vaikutus runsaasti vuotavien potilaiden kuolleisuuteen ja tromboembolisiin komplikaatioihin (16).

Jos verivalmisteiden saamisessa on viiveitä, balansoituja elektrolyyttiliuoksia tai albumiinia tai molempia voidaan käyttää tilapäisesti veritilavuuden ylläpitämiseen. Nesteytys johtaa kuitenkin kudosturvotusten pahenemiseen ja hyytymistekijöiden laimenemisesta sekä albumiinin itsenäisestä hyytymistä estävästä vaikutuksesta johtuvaan hemostaasin heikkenemiseen.

Elektrolyyttihäiriöt. Runsaan vuodon yhteydessä verivalmisteet ja nesteet annetaan paineella nesteensiirtolaitteen tai painepussien avulla. Koska hypotermia on hemostaasin kannalta haitallista, nesteet ja verivalmisteet (myös trombosyytit) annetaan lämmitettyinä. Verivalmisteiden kanssa samaan nestelinjaan ei saa antaa lääkkeitä eikä kalsiumpitoisia nesteitä (20).

Massiiviseen verensiirtoon liittyy usein hyperkalemia. Plasman kaliumpitoisuutta seurataan, ja hyperkalemia pitää hoitaa tehokkaasti, akuutin vuodon yhteydessä yleensä glukosi-insuliini-infusiolla. Myös sympatomimeetit pienentävät plasman kaliumpitoisuutta. Asidoosi pahentaa hyperkalemiaa. Asidoosin hoito natrumbikarbonaatilla voi pahentaa tilannetta, ellei samalla huolehdi riittävästä ventilaatiosta respiratorisen asidoosin välttämiseksi. Kalsiumkloridi tai -glukonaatti auttaa hyperkalemiaan liittyvien rytmihäiriöiden estossa erityisesti hypokalsemian yhteydessä.

Runsaimman verenvuodon vähentyessä tai loppuessa verivalmisteiden antoa vähennetään tai se lopetetaan kokonaan, koska ylinesteytys on haitallista. Viimeistään tässä vaiheessa siirrytään optimoimaan hemostaasia tarvittaessa hyytymistekijäkonsentraateilla.

Hemostaasin tukeminen

Kaikki seuraavat valmisteet annetaan suonensisäisesti.

Traneksaamihappo suositellaan aloitettavaksi vuotoa epäiltäessä mahdollisimman nopeasti (alle kolme tuntia) vamman jälkeen (21). Myöhemmin annettuun traneksaamihappoon liittyi traumapotilaiden lisääntynyt kuolleisuus, ja maha-suolikanavan vuotoissa käyttöön liittyy suurentunut laskimotukosriski (21,22). Traneksaamihappoa annetaan 1 g:n bolus ja jatkossa 1 g kahdeksassa tunnissa. Diffuusin vuodon yhteydessä voidaan tarvittaessa antaa ylimääräisiä annoksia. Fibrinolyysin estossa ja hoidossa ei saa jäädä odottamaan mahdollisia fibrinolyysin merkkejä viskoelastisissa testeissä, jotka ovat epäherkkiä lievälle fibrinolyysille.

Fibrinogeeni (3–4 g tarvittaessa toistetusti) liitetään hoitoon erityisesti, jos sen pienen pitoisuus on varmistettu (11). Tietyissä potilasryhmissä (synnyttäjät, nuoret traumapotilaat) fibrinogeenin kulutus on nopeaa, ja sitä kannattaa antaa heti vuodon alkuvaiheessa. Vuodon, hyytymisen tai fibrinolyysin seurauksena kehittyneen hypofibrinogemian korjaaminen, kun potilas vuotaa jatkuvasti, vaatii usein OctaplasLG-plasmavalmisteen lisäksi fibrinogeenikonsentraattia. OctaplasLG:n fibrinogeenipitoisuus on vain noin 0,5 g/pussi (1:1:1 MTP:ssä fibrinogeenipitoisuus noin 1,6 g/l).

Protrombiinikompleksikonsentraattia (PCC) ei tule antaa rutiinimaisesti kaikille traumapotilaille, mutta siitä lienee hyötyä koagulopaattisen vuodon hallinnassa (23,24). PCC tehostaa trombiinin tuotantoa, jonka riittävä muodostus on välttämätöntä fibrinogeenin aktivaatiolle, tiiviin fibriniverkon muodostumiselle ja fibrinolyysin estämiselle. Suositeltu PCC-annos vuodon yhteydessä on noin 1 000–2 000 ky.

Muut hyytymistekijäkonsentraatit. Tutkimusnäyttö muiden hyytymistekijöiden korvaamisesta on vähäistä. Vuodon jatkuessa FXIII-arvon määrittäminen ja FXIII-vajeen korjaaminen konsentraatilla (1 250 ky) yli 60 %:iin lienee suositeltavaa syntyneen hyytymän tiivistämiseksi ja fibrinolyysien estämiseksi (25). Massiivisen vuodon korvauksessa (yli 10–20 OctaplasLG-plasmavalmisteen jälkeen) lienee järkevää antaa von Willebrandin tekijää (VWF) sisältävää hyytymistekijäkonsentraattia

Ydinasiat

- » Massiivisen verenvuodon alkuvaiheessa verenpaine- ja hemoglobiiniarvot voivat olla harhaanjohtavan suuria.
- » Muutokset potilaan fysiologiassa ja vaste nesteytykseen kertovat vuodon määräästä.
- » Massiivisesti vuotavan potilaan nestehoito toteutetaan pääosin verivalmisteilla.
- » Hemostaasin perusedellytyksiä ovat normaali kehon lämpötila, plasman kalsiumpitoisuus ja pH.
- » Traneksaamihapon lisäksi hyytymistekijäkonsentraatteja voidaan käyttää hemostaasin tukemiseen.

(esimerkiksi Haemate 1 000 ky), koska OctaplasLG ei sisällä trombosyyttien toiminnalle oleellisia pitkiä VWF-multimeerejä.

Desmopressiini tehostaa trombosyyttien toimintaa ja saattaa vähentää leikkauksenvuotoa, mutta sen vaikutus on heikompi kuin traneksaamihapon. Desmopressiinin käyttöä esimerkiksi traumapotilaiden hoidossa ei suositella (11), vaan käyttö tulisi rajata perinnöllisiä vuototauteja sairastavien potilaiden lievien vuotojen hoitoon, kun desmopressiivaste on etukäteen varmistettu laboratoriotutkimuksin (25).

Diffuusin vuodon jatkuessa vuotokohtien ollessa kirurgisesti hallinnassa on syytä pyrkiä optimoimaan hemostaasin perusedellytykset (kehon lämpötila normaali sekä plasman ionisoituneen kalsiumin pitoisuus ja pH viitearvoissa) ennen edellä mainittujen hyytymistekijäkonsentraattien käyttöä. Vaikka massiivinen vuoto olisi korvattu 1:1:1 verivalmisteilla, diffuusin vuodon yhteydessä riittävä trombosyyttimäärä varmistetaan ylimääräisellä 2–3 valmisteen nopealla siirrolla. Koska punasolut aktivoivat trombosyyttejä, osallistuvat hyytymän lujittumiseen ja suojaavat hyytymää fibrinolyysiltä, huolehditaan punasolujen siirrolla riittävästä hematokriitistä (yli 30 %).

TAULUKKO 2. Vuotavan potilaan laboratoriotavoitearvot.

Eurooppalaiset hoitosuosituks (11)	Huomioita ¹
–	Valtimoveren pH, plasman laktaattipitoisuus ja BE viitearvoissa
B-Hb 70–90 g/l	Syvän hypovolemian yhteydessä B-Hb $\geq$ 90–100 g/l, B-hematokriitti 30 % "vuotovaran" ylläpitämiseksi (vrt. B-Tromb -kohta) ja kudoshappeutumisen varmistamiseksi Riittävä hematokriitti tehostaa hemostaasia erityisesti trombositopenian yhteydessä Suurempi (90–100 g/l) Hb-tavoite todennäköisesti hyödyllinen erityisesti aivovammojen yhteydessä
TT ja APTT < 1,5 x viitearvojen yläraja	P-TT $\geq$ 50 % ja P-APTT lähes viitealueella
B-tromb 50 x 10 ⁹ /l (vuoto yleisesti) 100 x 10 ⁹ /l (aivovamma)	B-Tromb 80–100 x 10 ⁹ /l riittävän "vuotovaran" ylläpitämiseksi
Normokalsemia	P-Ca-ion mielellään $\geq$ 1,2 mmol/l Suurempi tavoite vaatii totuttua tehokkaampaa kalsiumkorvausta
Viskoelastisten testien tulokset viitealueella	Viskoelastiset testit ovat epäherkkiä useille hemostaasiin vaikuttaville tekijöille Ei täysin reaaliaikainen, näytteenotosta ensimmäisiin tuloksiin kuluu noin 10–15 min Sairaalaakohtaiset algoritmit ja hoito-ohjeet helpottavat tulkintaa
P-Fibr > 1,5 g/l	P-Fibr $\geq$ 1,5–2 g/l

¹Muuhun tutkimusnäyttöön ja kirjoittajien kliiniseen kokemukseen perustuen

P-Fibr = plasman fibrinogeenipitoisuus

Rekombinatti aktivoitu hyyttymistekijä FVII (rFVIIa) lisää valtimotukosten riskiä, eikä sen käyttöä vuotojen yhteydessä suositella (11,25). rFVIIa:ta (100 µg/kg) voitaneen harkita ainoastaan, jos koagulopatia ja siihen liittyvä verenvuoto jatkuvat kaikista muista hemostaasin tukihoidoista huolimatta ja hemostaasin perusedellytykset on optimoitu ennen rFVIIa-annosta (11).

Kudosperfuusiosta huolehtiminen

Verenvuodon aikana tärkeintä on ylläpitää verenkiertoa, kunnes vuoto on hallinnassa. Pääosin verensiirroilla toteutettava nestehoito onkin osa kudosten verenvirtauksen eli hapentarjonnan hoitoa.

Verenpainetta nostavia lääkkeitä, erityisesti noradrenaliini-infuusiota, käytetään usein ylläpitämään riittävää verenpainetasoa nopean nesteytyksen lisäksi (11). Verenpainetaso suhteutetaan kudostasosta kertovaan verikaasu-analysiin. Pieni pH, emäsalijäämä (pieni BE) sekä plasman suuri laktaattipitoisuus kuvaavat

kudosten riittämätöntä happeutumista. Verenpainetavoitteessa huomiodaan vammojen lisäksi potilaan ikä, perussairaudet, hypoperfuusion kesto ja arvioitu aika verenvuodon hallintaan.

Ennen runsaan verenvuodon saamista hallintaan keskiverenpaineen tavoitteena voidaan pitää tasoa 50–60 mmHg. Mikäli tilannetta komplisoi aivovamma tai sen epäily, keskiverenpainetavoite on 80 mmHg aivojen verenkierron turvaamiseksi. (11)

Hypotermia, hypokalsemia ja asidoosi heikentävät sydänlihaksen supistuvuutta, ja kaksi jälkimmäistä myös vähentävät verenkierron perifeeristä vastusta. Tämä johtaa sydämen minuuttitulavuuden pienenemiseen ja verenpaineen laskuun. Hypotermia, hypokalsemia ja asidoosi pitää pyrkiä estämään ja hoitamaan tehokkaasti myös verenkierron tukemiseksi.

Sydämen minuuttitulavuuden ollessa pieni kudosten hapentarjontaa määrittää erityisesti veren hemoglobiinipitoisuus. Akuutisti vuotava hypovoleeminen potilas sietää anemiam huonommin kuin normovoleeminen potilas. Kudosten hapentarjonnan ja "vuotovaran" val-

mistamiseksi massiivisen vuodon yhteydessä kannattaa pyrkiä säilyttämään riittävän suuri hemoglobiinipitoisuus (**TAULUKKO 2**).

Hoidon ohjaus ja seuranta

Laboratoriotutkimuksista määritetään toistuvasti verikaasuanalyysi (sisältää elektrolyyttipitoisuudet), perusverenkuva (B-PVKT) ja tilanteen mukaan hyytymisen seulontatestit (P-TT/INR, P-APTT) ja fibrinogeenipitoisuus sekä kokoveren viskoelastiset testit (**TAULUKKO 2**). Hyytymistutkimukset eivät ole reaaliaikaisia ja soveltuvat lähinnä täydentäviksi tutkimuksiksi (26). Vaikka viskoelastiset testit tarjoavat mahdollisuuden hyytymisen lähes reaaliaikaiseen seurantaan, traumapotilaiden hoidon ohjaus viskoelastisten tai totunnaisten hyytymistutkimusten perusteella ei vaikuttane lopputulokseen (16,27). Pelkkiä laboratorioarvoja ei pidä hoitaa, vaan vuotoa ja hyytymistä tulee arvioida myös kliinisesti (**TAULUKKO 3**).

Verikaasuanalyysi on massiivisesti vuotavien potilaiden hoidon yhteydessä tärkein laboratoriotutkimus. Metabolinen asidoosi liittyy yleensä hypovolemiaan ja huonoon kudospertuusion, ja muutoksen suunta kuvaa akuuttia tilannetta ja hoitovastetta. Kudospertuusiota arvioidaan emäsyliäärän lisäksi plasman laktaattipitoisuudella.

Massiivisesta verensiirrosta huolimatta potilas voi olla edelleen hypovoleeminen. Hemo-

TAULUKKO 3. Nestehoidon ohjaus.

Massiivisen verensiirron protokolla (MTP)

Fysiologiset muuttujat (yleisanestesian yhteydessä potilaiden syketaajuus, verenpaine, pulssipaine, raajojen lämpörajat, diureesi)

Kapnografian EtCO₂-pitoisuus heijastaa epäsuorasti verenpainetta. Hypotensio tai hypovolemia lisää kuolleen tilan ventilaatiota, jolloin EtCO₂ pienenee. Verenpaineen kohotessa EtCO₂ suurenee.

Toistetut laboratoriotutkimukset (verikaasuanalyysi, veren hemoglobiinipitoisuus ja trombosyttimäärä, viskoelastiset testit, TT/INR, APTT)

Kliininen arvio veren hyytymisestä (hyytymät leikkausalueella, diffuusi vuoto esim. rasvakudoksesta)

EKG (sydänlihaskemian monitorointi)

EtCO₂ = uloshengityksen loppuvaiheen hiilidioksidipitoisuus; MTP = massive transfusion protocol

staattisen resuskitaation jatkotarvetta arvioidaan toistuvasti ja hoitoa ohjataan fysiologisten muuttujien ja laboratoriotutkimusten perusteella (**TAULUKOT 2 ja 3**).

Lopuksi

Massiivisesti vuotavan potilaan hoidossa pyritään mahdollisimman nopeaan vuodon hallintaan ja aloittamaan hyytymistä tukeva nestehoito MTP:n mukaisesti fysiologisessa suhteessa siirrettävillä komponenttivalmisteilla. Tulevaisuudessa näiden potilaiden alkuvaiheen hoidossa käytettäneen kokoverta myös sairaa-
lassa. ■

KIRJALLISUUTTA

1. Callcut RA, Kornblith LZ, Conroy AS, ym. The why and how our trauma patients die: a prospective multicenter Western Trauma Association study. *J Trauma Acute Care Surg* 2019;86:864–70.
2. Bernhardt IM, Moore EE, Sauaia A, ym. Timing of trauma deaths due to uncontrolled bleeding have not changed in three decades: a multicenter study of patients in hemorrhagic shock. *Am J Surg* 2025;250:116510.
3. Tien HC, Spencer F, Trembley LN, ym. Preventable deaths from hemorrhage at a level I Canadian Trauma Center. *J Trauma* 2007;62:142–6.
4. The selection and use of essential medicines, 2025: WHO model list of essential medicines, 24th list. Geneva: World Health Organization 2025.
5. Wong HS, Curry NS, Davenport RA, ym. A Delphi study to establish consensus on a definition of major bleeding in adult trauma. *Transfusion* 2020;60:3028–38.
6. Stainsby D, MacLennan S, Hamilton PJ. Management of massive blood loss: a template guideline. *Br J Anaesth* 2000;85:487–91.
7. Tran A, Matar M, Lampron J, ym. Early identification of patients requiring massive transfusion, embolization or hemostatic surgery for traumatic hemorrhage: a systematic review and meta-analysis. *J Trauma* 2018;84:505–16.
8. Guly HR, Bouamra O, Spiers M, ym. Vital signs and estimated blood loss in patients with major trauma: testing the validity of the ATLS classification by hypovolaemic shock. *Resuscitation* 2011;82:556–9.
9. Chang R, Kerby JD, Kalkwarf KJ, ym. Earlier time to hemostasis is associated with decreased mortality and rate of complications: results from the Pragmatic Randomized Optimal Platelet and Plasma Ratio trial. *J Trauma Acute Care Surg* 2019;87:342–9.
10. Lang E, Gautier M, Hanouz JL, ym. Oral anticoagulant reversal and mortality in trauma patients: a multicenter propensity score-matched cohort study. *EClinicalMedicine* 2025;89:103577.
11. Rossaint R, Afshari A, Bouillon B, ym. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: sixth edition. *Crit Care* 2023;27:80.
12. Peltan ID, Vande Vusse LK, Maier RV, ym. An international normalized ratio-based definition of acute traumatic coagulopathy is associated with mortality, venous thromboembolism, and multiple

organ failure after injury. *Crit Care Med* 2015;43:1429–38.

13. Savioli G, Ceresa IF, Caneva L, ym. Trauma-induced coagulopathy: overview of an emerging medical problem from pathophysiology to outcomes. *Medicines (Basel)* 2021;8:16.
14. Hakala P, Lindahl J, Alberty A, ym. Massive transfusion exceeding 150 units of packed red cells during the first 15 hours after injury. *J Trauma* 1998;44:410–2.
15. Holcomb JB, Tilley BC, Baraniuk S, ym. Transfusion of plasma, platelets, and red blood cells in a 1:1:1 vs a 1:1:2 ratio and mortality in patients with severe trauma: the PROPPR randomized clinical trial. *JAMA* 2015;313:471–82.
16. Brunsill SJ, Disegna A, Wong H, ym. Blood transfusion strategies for major bleeding in trauma. *Cochrane Database Syst Rev* 2025;4:CD012634.
17. Susila S, Helin T, Lauronen J, ym. In vitro comparison of cold-stored whole blood and reconstituted whole blood. *Vox Sang* 2023;118:523–32.
18. Meyer DE, Vincent LE, Fox EE, ym. Every

minute counts: time to delivery of initial massive transfusion cooler and its impact on mortality. *J Trauma Acute Care Surg* 2017;83:19–24.

19. Ilmakunnas M, Ahonen J. Kokoveren uusi tuleminen? *Finnanest* 2020;1:33–7.
20. Verivalmisteiden käytön opas. Vantaa: Suomen Punaisen Ristin Veripalvelu 2026. www.veripalvelu.fi/ammattilaiset/veren-siirto/verivalmisteiden-kayton-opas/.
21. Shakur H, Roberts I, Bautista R, ym. Effect of tranexamic acid on death, vascular occlusive events, and blood transfusions in trauma patients with significant haemorrhage (CRASH-2). A randomised, placebo-controlled trial. *Lancet* 2010;376:23–32.
22. Effects of a high-dose 24-h infusion of tranexamic acid on death and thromboembolic events in patients with acute gastrointestinal bleeding (HALT-IT): an international randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *HALT-IT Trial Collaborators. Lancet* 2020;395:1927–36.
23. Bouzat P, Charbit J, Abback PS, ym. Efficacy and safety of early administration of 4-factor prothrombin complex

concentrate in patients with trauma at risk of massive transfusion: the PROCOAG Randomized Clinical Trial. *JAMA* 2023;329:1367–75.

24. Erdoes G, Koster A, Ortmann E, ym. A European consensus statement on the use of four-factor prothrombin complex concentrate for cardiac and non-cardiac surgical patients. *Anaesthesia* 2021;76:381–92.
25. Kietaihl S, Ahmed A, Afshari A, ym. Management of severe peri-operative bleeding: guidelines from the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care: second update 2022. *Eur J Anaesthesiol* 2023;40:226–304.
26. Menne A, Haase D, Menaker J, ym. The changing landscape of trauma care, part 2. *Emergency Medicine* 2017;49:342–51.
27. Baaksaas-Aasen, Gall LS, Stensballe J, ym. Viscoelastic haemostatic assay augmented protocols for major haemorrhage (ITACTIC): a randomized control trial. *Intensive Care Med* 2021;47:49–59.

MINNA ILMAKUNNAS, LT, dosentti, anestesio­logian ja tehohoidon erikoislääkäri, verensiirtolääketieteen lisäkoulutus, lääkäriskouluttajan erityis­pätevyys

HUS Leikkaussalit ja tehohoito
Suomen Punaisen Ristin Veripalvelu

PERTTI HAKALA, DEAA, LT, anestesio­logian ja tehohoidon erikoislääkäri, tehohoitolääketieteen erityis­pätevyys

HUS Leikkaussalit ja tehohoito

VASTUUTOIMITTAJA

Niina Matikainen

SIDONNAISUUDET

Minna Ilmakunnas: Ei sidonnaisuuksia

Pertti Hakala: Ei sidonnaisuuksia