



Tommi Yrjälä
LT, erikoislääkäri
Tyks, TOTEK
tommi.yrjala@tyks.fi



Olli Vanttinen
LL, erikoislääkäri
Tyks, TOTEK
olli.vanttinen@tyks.fi

Lapsen akuutti verenvuoto

Lapsen massiivi verenvuoto on harvinainen tapahtuma, johon liittyy korkea kuolleisuus. Se on kuitenkin lasten traumaattisista vammoista yleisin estettävissä oleva kuolinsyy. Verenvuodon varhainen tunnistaminen ja nopea korjaaminen ovat ensiarvoisen tärkeitä kuolleisuuden vähentämiseksi. Tehokkaan hoidon toteuttaminen edellyttää lapsipotilaan erityispiirteiden tuntemista.

Lapsen massiivin verensiirron määritelmä vaihtelee, mutta useissa lähteissä rajana pidetään tarvetta antaa verituotteita yli 40 ml/kg/24 h (1–4). Massiivi verensiirto on kuitenkin massiivin verenvuodon sijaismittari. Traumat ovat yleisin syy lasten hengenvaaralliselle verenvuodolle. Muita syitä lasten runsaalle verenvuodolle ovat operatiiviset toimenpiteet kuten maksakirurgia, invasiivisten tuumorien leikkaukset ja kirurgiset komplikaatiot sekä GI-vuodot (5,6). Lapsen pienen koon vuoksi suurienergisisä vammoissa vammaenergia jakautuu tyypillisesti useamman ruumiinosan ja elinjärjestelmän alueelle. Näin ollen monivammautuminen on teoriassa lapsella todennäköisempää ja potentiaalisia verenvuodon lähteitäkin voi olla useampia. Erityisesti vatsan parenkymielimet ovat huonosti suojassa ja tyypillisiä vuodon lähteitä lapsipotilailla (7).

Runsaan verenvuodon tunnistaminen

Lapsen hengenvaarallisen verenvuodon tunnistaminen on haastavaa, koska lapsen fysiologiset

kompensoitomekanismit ovat hemodynamiikan osalta erinomaiset ja luotettavia kliinisiä indikaattoreita ei ole (8–10). Lapsipotilaan verenkiertovajauden arvioissa on keskeistä kiinnittää huomiota perifeeriseen perfuusion, ihon väriin, kapillaaritäyttöön ja lämpörajoihin. Syketajuus rekisteröidään ja ennen kaikkea sen trendiä tarkkaillaan. Nämä löydökset heijastelevat lapsen verenkierron tilaa paljon paremmin kuin yksittäinen verenpaine-arvo, joka on äärimmäisen tilannesidonnainen. Hypotensio on myöhäinen merkki verenkierron kompensoitomekanismien pettämisestä. Myös alentunut tajunta sokkisella lapsella on hälyttävä merkki inkompensoidusta verenkiertovajauksesta. Kliinistä arviota täydennetään veren pH- ja laktaattimäärityksillä sekä hemoglobiinipitoisuuden mittauksella. Osaavissa käsissä ultraäänitutkimuksella voidaan tarkentaa arviota esimerkiksi toteamalla intra-abdominaalinen vuoto.

Lapsen fysiologiset muutokset ja raja-arvot muuttuvat lapsen kasvaessa. Lapsen verivolyymi muuttuu iän lisääntyessä, pienillä lapsilla verta on painoon suhteutettuna enemmän kuin isomilla lapsilla (taulukko 1). Huomioitavaa on myös

Lapsen arvioitu verivolyymi eri ikäkausina	
Ennenaikaiset lapset	90–100 ml/kg
Alle 3 kk ikäiset	80–90 ml/kg
Yli 3 kk ikäiset	75 ml/kg
Kouluikäiset	65–70 ml/kg

Taulukko 1.

iänmukainen fysiologinen vaihtelu hemoglobiinipitoisuudessa etenkin varhaislapsuudessa. Lapsen normaalit viitealueet verenpaineessa, sykkeessä ja hengitysfrekvenssissä muuttuvat lapsen kasvaessa ja esimerkiksi PEWS-taulukoita voi käyttää hyväkseen iänmukaisen normaalin tason selvittämiseksi.

Runsaan vuodon seurauksena elimistön kompensoitumekanismi ohjaavat veren keskeisiin elimiin, aivoihin ja sydämeen, kun taas raajoissa ja suoliston alueella verenkierto heikkenee (taulukko 2). Hemoglobiinipitoisuus laskee vasta viiveellä vuodon jatkuessa (11). Vuodosta johtuva hypotermia, asidoosi ja koagulopatia voivat aiheuttaa niin sanotun kuoleman kierteen, jolloin edellä mainitut häiriöt voimistavat toisiaan aiheuttaen tilanteen, jossa vuodon tyrehtyttäminen voi käydä mahdottomaksi (2,10,11). Lapsipotilas on erityisen altis hypotermialle ihon suhteellisen suuren pinta-alan ja huonon lämmöneristyskyvyn vuoksi. Hypotermian ehkäisy ja hoito ovat erityisen tärkeitä vuotavalla potilaalla, koska kehon lämpötilan laskiessa alle 35 asteeseen heikentyy hyytymisfunktio entisestään ja potilaan ennuste huononee (11).

Akuutin verenvuodon hoito

Massiivin verenvuodon hoito perustuu pitkälti aikuispotilailla tehtyihin tutkimuksiin konflikt- ja siviilialueilta (2,12,13). Nykyään yhä enemmän tehdään tutkimuksia myös lapsilla, mutta ongelmana ovat pienet potilasmäärät ja retrospektiiviset tutkimusasetelmat (12). Tärkeintä akuutin verenvuodon hoidossa on tyrehtyttää vuoto nopeasti ja ylläpitää riittävää verenkiertoa. Vuotavan potilaan verenpainetta ei nosteta keinotekoisesti liian korkealle ennen kuin vuoto on saatu hallintaan (permissiivinen hypotensio). Korkeampi paine nopeuttaa vuotoa ja sitä kautta

hyytymistekijöiden menetystä (11). Lapsipotilaan tavoiteltava verenpainetaso tulee muistaa suhteuttaa potilaan ikään. Poikkeuksena permissiivisen hypotension sallimiseen ovat kallovammapotilaat, joilla keskiverenpaine on pidettävä ainakin normaalilukemissa, jotta aivojen riittävä perfuusiopaine varmistetaan.

Runsaasti vuotavalle potilaalle varmistetaan kunnolliset suoniyttyedat, mielellään 2–3 riittävän hyvin vetävää kanyyliä. Alkuvaiheessa ei pidä yrittää sentraalisen kanyylin laittoa ja kuluttaa aikaa siihen, vaan tarpeeksi suuret perifeeriset kanyylit riittävät. Mikäli suoniyttyettä ei saada vaikeasti vuotoshokkiselle potilaalle alle kahdes-

sa minuutissa, niin tulee harkita intraosseaaliyttyteen siirtymistä. Intraosseaaliväylän kautta suositellaan laitettavaksi alkuun lidokaiinia 0,5–1 mg/kg injektio-kielivun vähentämiseksi tajuisaan olevalle potilaalle. Potilaat hyötyvät myös arteriakanyylistä, jonka avulla saadaan reaaliajassa tietoa verenpaineesta ja jonka avulla saadaan otettua tarvittaessa myös verikokeita. Arteriakanyylin laitto ei saa kuitenkaan viivästyttää tai hidastaa verenvuodon korvausta.

>>

Kalsiumglukonaattia tai -kloridia tulisi antaa osana massiivin verenvuodon korvausta.

Elinjärjestelmien fysiologiset vasteet akuuttiin verenvuotoon lapsella veren tilavuuden menetyksen mukaan				
Vuoto	< 15 %	15–30 %	31–45 %	> 45 %
Syke	↔	↔ ↑	↑	↑ ↑ tai ↓
RRsyst	↔ ↑	↔	↔ ↓	↓ ↓
Pulssipaine	↔	↔	↓	↓
Kapillaaritäyttöaika	↔	↑	↑ ↑	↑ ↑
Hengitystiheys	↔ ↑	↑	↑ ↑	↑ ↑ tai ↓
Tajunta	↔	↔	↓	↓ ↓
Lämpö	↔	↓	↓	↓ ↓
Virtsamäärä	↔	↓	↓ ↓	↓ ↓
Hemoglobiini	↔	↔	↓	↓
Laktaatti	< 2,0	2,0	> 3,0	> 4,0
pH	↔	↔ ↓	↓	↓ ↓
Fibrinogeeni	↔	↓	↓	↓ ↓
INR	↔	↔ ↑	↔ ↑	↑
Trombosyytit	↔	↔ ↓	↔ ↓	↔ ↓

Taulukko 2.

Verituotteiden annostelu lapsen massiivissa verenvuodossa ja tavoitteet		
	Annos	Tavoite
Punasolut	10 ml/kg	> 80–100 g/l
Octaplas	10 ml/kg	INR < 1,6 / TT > 45 %
Trombosyytit	10 ml/kg	> 50–100 x 10 ⁹
Fibrinogeeni	20–70 mg/kg	> 1,5 g/l
Kalsiumglukonaatti	0,1–0,2 ml/kg	Ca-ion > 1,1 mmol/l
Traneksaamihappo	10–30 mg/kg (ad 2 g) bolus + jatkoinfuusio 2–10 mg/kg/h	
Natriumbikarbonaatti 7,5%	1–2 ml/kg	pH > 7,2
Lämpö		> 35 °C
Muita hyytymistekijöitä vain erikoistapauksissa.		

Taulukko 3.

Verituotteiden ja hyytymistekijöiden antamisen tavoitteena on ylläpitää riittävä kudospertuusio ja korjata hyytymisjärjestelmän häiriöt ja sitä kautta estää lisääntyneitä vuotoa (taulukko 3). Aikainen verituotteiden anto parantaa ennustetta. Siitä, milloin massiivin verensiirron protokolla pitäisi lapsella aktivoida, ei ole mitään kiistatonta yksimielisyyttä (12). Yhden tutkimuksen mukaan verituotteiden antoa yli 20 ml/kg tunnin aikana pitäisi pitää rajana massiivin verensiirto-protokollan aktivoimiseksi (8). Kirkkaiden nesteiden antaminen laimentaa verta ja lisää koagulopatiaa, ja sitä pitäisi välttää (10–12). Potilaalle annettavat nesteet annetaan lämmitettyinä ja potilaan lämpötiloudesta huolehditaan. Verituotteita (punasolut, octaplas ja trombosyytit) annetaan lasten massiivissa vuodossa suhteessa 1:1:1 (10:10:10 ml/kg) (2,6,11). Trombosyyttien annolla ei kuitenkaan ole alkuun kiire (14) ja siirron tulisi perustua trombosyyttitason määritykseen, jos tämä on mahdollista. Vuodon pitkittyessä verituotteet annetaan 1:1:1 (4,10,14).

Veren kalsiumpitoisuus pienenee sekä vuodon että annettujen verituotteiden puskurina sisältämän sitraatin vuoksi. Kalsiumia tarvitaan muun muassa veren hyytymiseen ja sydänlihassolujen supistumiseen. Hypokalsemian on todettu olevan yhteydessä suurentuneeseen kuolleisuuteen. Hypokalsemian hoidon sijaan tulee pyrkiä ehkäisemään ennalta sen synty. Ionisoidun kalsiumin tavoitetaso on yli 1,1 mmol/l. Kalsiumglukonaattia tai -kloridia tulisi antaa osana massiivin veren-

vuodon korvausta hypokalsemian ehkäisemiseksi. (4,11) Kalsiumglukonaatti-injektionestein annos lapsilla on 0,1–0,2 ml/kg iv. Punasolujen osuus verestä eli hematokriitti vaikuttaa oleellisesti veren virtausominaisuuksiin ja hyytymiseen. Akuutin vuodon aikana hemoglobiini-tavoite on yli 80–100 ja hematokriitti > 0,3 (4,11). Eliminoinnin happamoituessa (pH < 7,2) hyytyminen häiriintyy. 7,5 %:sta natriumbikarbonaattia voidaan antaa 1–2 ml/kg iv., jos muusta hoidosta huolimatta pH laskee (4).

Traneksaamihappoa tulisi antaa mahdollisimman varhaisessa vaiheessa.

Traneksaamihappo on lysiinianalogi, mikä estää fibrinolyysiä estämällä plasminogeenin aktivoitumisen. Se on hyytymistä stabiloiva eikä hyytymistä edistävä, eikä täten aiheuta tromboembolioita (9). Sen on todettu vähentävän kuolleisuutta lasten massiivissa verenvuodossa (6,13). Traneksaamihappoa pitäisi käyttää runsaasti vuotavalla lapsella mahdollisimman varhaisessa vaiheessa (6). Traneksaamihapon alkubolus on 10–30 mg/kg iv. ad 2 g ja jatkoon 10 mg/kg 1 x 3 /vrk iv. tai jatkoinfuusiona vuodon aikana 2–10 mg/kg/h (4,9,10). Fibrinogeeni (P-Fibr) pitoisuus vähenee hyytymistekijöistä ensimmäisenä vuodon jatkuessa, ja heikentää hyytymistä (14). Matala fibrinogeenitaso lisää verensiirtojen tarvetta ja kuolleisuutta. Akuutin vuodon aikana riittävänä fibrinogeenitasona pidetään yli 1,5 g/l (4,9,10). Fibrinogeenia annetaan tarvittaessa 20–70 mg/kg iv (9,10).

Hyytymistekijä VII:n on todettu vähentävän vuotoa ja parantavan koagulopatiaa aikuisilla.

Kuitenkaan ei ole näyttöä, että se vähentäisi kuolleisuutta ja se voi lisätä tromboembolioita. Sitä voi tarvittaessa käyttää massiivissa verenvuodossa, mutta yleensä vasta viimeisen linjan lääkkeenä (10). Hyytymistekijä VII:n kerta-annos lapselle on 20–180 µg/kg (10).

Punasolupesuria voi käyttää myös lapsilla, mutta se ei ole täysin soveltuva pienille lapsille, koska pienen verimäärän kerääminen imulla on hankalaa veren jäädessä liinoinhin ja letkustoon (14). Punasolupesuri vähentää allogeenisia punasolusiiroja (9). Punasolupesuria suositellaan käytettäväksi, jos odotettu leikkausvuoto ylittää 8 ml/kg yli 10 kg painoisilla lapsilla (9), mikäli käytettävissä on laite mikä pesee pieniäkin verimääriä.

Verenhyytymisen laboratorikokeet akuutin vuodon aikana

Verenvuodon pitkittyessä tai jatkuessa runsaana suositellaan kontrolloimaan hemostaasikokeita. POC-analysaattorilla saadaan nopeasti selville hemoglobiini, kalsium ja pH-taso. Tromboplastiiniaikaa (P-TT) ja aktivoitua partiaalista tromboplastiiniaikaa (P-APTT) käytetään hyytymishäiriöiden seulontaan ja hoitovasteen seurantaan (8). Fibrinogeenipitoisuus (P-Fibr) vähenee vuodon jatkuessa, mikä heikentää hyytymistä. Yllä mainittujen tutkimusten tuloksiin menee merkittävästi aikaa, eikä tulosten odottelu ole peruste viivästyttää hyytymistekijöiden antoa vuotosokissa.

Tromboelastography (TEG) ja rotational thromboelastometry (ROTEM) ovat käytössä aikuispotilailla runsaissa vuototilanteissa. Nämä tuottavat reaaliaikaisesti tietoa hyytymisestä ja fibrinolyysistä joiden avulla voidaan optimoida hoitoa (6). Näitä voi myös käyttää apuna lasten massiiviin verenvuodon hoidon ohjaamiseen, mutta rutiinia se ei vielä ole (6,10). Mikäli potilaan hemodynamiikka on stabiili eikä potilas enää vuoda, niin koagulopatian korjaaminen vain laboratoriotulosten perusteella ei ole suotavaa (9).

Yhteenveto

Lapsen massiivi verenvuoto on harvinainen tapahtuma ja siihen liittyy estettävissä oleva korkea kuolleisuus. Kokonaisuutena tämän kriittisen tilanteen menestykselias hoito edellyttää hoitoon osallistuvalla tiimillä hyvin johdettua, strukturoitua ja oikea-aikaista toimintaa. Haas-

teita lapsipotilaiden kohdalla voivat olla tilanteen tunnistaminen, vitaaliparametrien tulkinta, verituotteiden ja lääkeaineiden annostelun hallinta sekä kanylointitoimenpiteet. Verenkierron tilan kliinisessä arvioissa tulee ensisijaisesti kiinnittää huomiota alentuneen perifeerisen perfuusion merkkeihin ja syketaison trendiin. Vuoto korvataan verituotteilla ja vältetään kirkkaiden liuosten antamista. Traneksaamihapon aikainen antaminen vähentää verenvuotoa. Hypotermian riski on lapsipotilailla korostunut ja tämän estäminen tulee muistaa hoidon kaikissa vaiheissa. ■

Viitteet

1. Reppucci ML, Pickett K, Stevens J, ym. Massive transfusion in paediatric trauma – does more blood predict mortality? *Journal of Pediatric Surgery* 2022;57:308–313.
2. Neff LP, Beckwith MA, Russel RT, ym. Massive Transfusion in Pediatric Patients. *Clinics in Laboratory Medicine* 2021;41:35–49.
3. Shroyer MC, Griffin RL, Mortellaro VE, ym. Massive transfusion in pediatric trauma: analysis of the National Trauma Databank. *Journal of Surgical Research* 2017;208:166–172.
4. Lazner M, Cole J. Paediatric Massive Haemorrhage Protocol. Brighton and Sussex University Hospitals. 2019. <https://www.bsuh.nhs.uk/library/wp-content/uploads/sites/8/2020/06/Paediatric-guidelines-massive-haemorrhage-protocol-Aug-2019.pdf>
5. Julie C. Leonard, Cassandra D. Josephson, James F. Luther ym. Life-threatening Bleeding in Children: A Prospective Observational Study. *Critical Care Medicine* 2021;49:1943–1954.
6. Meagan E. Evangelista, Michaela Gaffley, Lucas P. Neff. Massive Transfusion Protocols for Pediatric Patients: Current Perspectives. *Journal of Blood Medicine* 2020;11:163–172.
7. Avarello JT, Cantor RM. Pediatric Major Trauma: An Approach to Evaluation and Management. *Emergency Medicine Clinics of North America* 2007;25:803–836.
8. Morgan KM, Gaines B, Richardson WM, ym. Recognizing life-threatening bleeding in pediatric trauma: A standard for when to activate massive transfusion protocol. *Journal of Trauma Acute Care Surgery* 2022;94:101–106.
9. Tan GM, Murto K, Downey LA, ym. Error traps in Pediatric Patient Blood Management in the Perioperative Period. *Pediatric Anesthesia* 2023;00:1–11.
10. Blain S, Paterson N. Paediatric massive transfusion. *British Journal of Anaesthesia Education* 2016;16:269–275.
11. Halonen L, Maisniemi K, Handolin L. Traumapotilaan massiivisen verenvuodon tunnistaminen ja hoito. *Duodecim* 2018;134:19–25.
12. Ramos-Jimenez RG, Leeper C. Hemostatic Resuscitation in Children. *Transfusion Medicine Reviews* 2021;35:113–117.
13. Spinella PC, Leonard JC, Gaines BA, ym. Use of Antifibrinolytics in Pediatric Life-Threatening Hemorrhage: A Prospective Observational Multicenter Study. *Critical Care Medicine* 2022;50:e382–392.
14. Goobie SM, Haas T. Bleeding management for pediatric craniotomies and craniofacial surgery. *Pediatric Anesthesia* 2014;24:678–689.