

**Henrik Rousti**  
LL, erikoistuva lääkäri  
Anestesiologia ja tehohoito, Oulun yliopisto  
Lapin keskussairaala, Leikkaus- ja anestesiayksikkö  
henrik.rousti@alpha.fi



**Timo Kaakinen**  
Dos, erikoislääkäri, sydänanestesiologi  
Anestesiologia ja tehohoito, Oulun yliopisto  
OYS, Sydän  
timo.kaakinen@pohde.fi



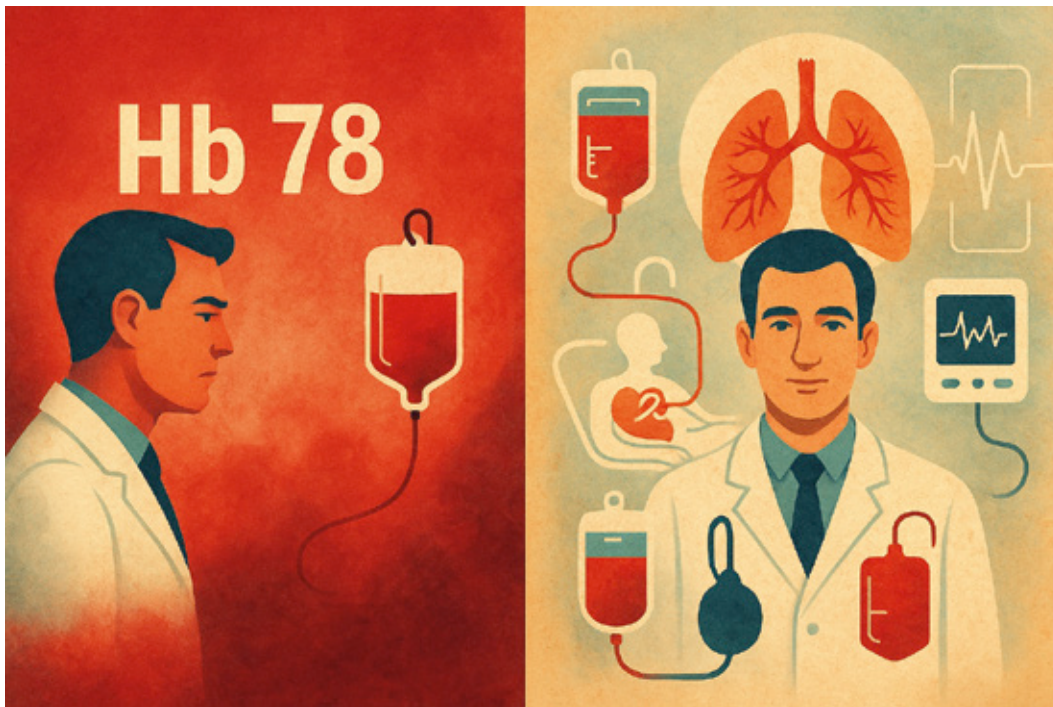
# Jos Hb alle 80, pussi punasoluja?

**Punasolusiirtoja tehdään paljon, mutta päätösrajat eivät useinkaan perustu tutkittuun tietoon. Tutkimukset ovat osoittaneet siirtokynnysten olevan paljon teoreettista anemiansietokykyä korkeampia. Tärkeintä on arvioida siirtotarve potilaan kokonaistilan eikä pelkkien laboratorioarvojen perusteella.**

**A**rtikkelin ensimmäinen kirjoittaja keskusteli eräänä päivänä toisen erikoistuvan anestesia- ja teho- ja eläinlääkärin kanssa punasolusiirroista ja siirtorajoista. Kysyin, milloin hän yleensä määrää heräämössä

tiputettavan punasoluja. Hän katsoi minua, ja vastasi rajaksi Hb 90. Katsoin häntä ilmeisesti varsin epäilevästi, sillä lähes välittömästi hän korjasi rajaksi 80. Kysyessäni mihin hän perustaa sen, hän sanoi, että ”näin minulle on käsketty, en minä tiedä”. Tämä keskustelu herätti mielessäni

>>



Kuva 1. ChatGPT:n näkemys artikkelin aiheesta.



Kuva 2. ChatGPT:n näkemys eri siirtolaukaisimista.

kysymyksen: milloin ja miksi me oikein annamme punasoluja, ja mihin päätöksemme oikein perustuu?

### Milloin ja miksi annamme punasoluja?

Punasolusiirrot ja niiden ajoitus ovat yksi modernin lääketieteen pitkäaikaisimpia kysymyksiä. Kollegamme ovat tottuneet määräämään punasolusiirtoja usein ”hatusta heitettyjen”, yleensä hemoglobiiniin liittyvien arvojen perusteella. Monessa sairaalassa punasolusiirron raja tai englannista vapaasti kääntäen ”siirtolaukaisin” riippuu hoitavasta kollegasta, potilaasta, potilaan sijainnista (eli millä osastolla häntä hoidetaan), potilaan akuuteista ja kroonisista sairauksista ja kenties tähtien asennosta (1). Tämän lähestymistavan voidaan olettaa johtaneen aikojen saatossa tarpeettomiin punasolusiirtoihin ja tuntemattomaan määrään tarpeettomista siirroista johtuneita komplikaatioita ja jopa kuolemia. Useat tutkimukset ovat osoittaneet, että alemmat hemoglobiiniarvot ovat turvallisia jopa kriittisesti sairailta potilailla (2–4). Kuitenkin jopa nämä uudet siirtokynnykset ovat korkeampia kuin teoreettinen anemiansietokyky. Verensiirron päätavoite tulisi olla hapenkuljetuksen optimointi, mikä edellyttää yksilöllistä lähestymistapaa, joka ottaa huomioon anemian oireet, hapenkuljetuksen sekä -kulutuksen.

Historiallisesti anemiansietokykyä on tutkittu tilanteissa, joissa punasolujen siirto ei ole ollut mahdollista tai siitä on kieltäydytty. Tun-

netuimpia esimerkkejä jälkimmäisestä lienevät Jehovan todistajat. Näillä potilailla osoitettiin ensimmäistä kertaa, että anemiansietokyky on paljon suurempi kuin yleensä oletetaan (5). Lisäksi useat meistä ovat varmasti törmänneet urallaan potilaisiin, joiden hemoglobiinitaso on ollut alle yleisten siirtorajojen ilman merkittäviä oireita tai seurauksia.

Mihin siis suosituksemme siirtää punasoluja perustuu, ja onko olemassa muita perusteita määrätä punasolusiirtoja?

### Taustaa

Historiallisesti punasolusiirtopäätökset ovat perustuneet hemoglobiinitason määrittämiseen. Tämän ajattelun taustalla on hemoglobiinin keskeinen rooli hapenkuljetuskapasiteetissa ( $DO_2$ ). Tämä lähestymistapa kuitenkin sivuuttaa sen faktan, että hapenkuljetuskapasiteettiin ja kudoshappeutukseen vaikuttavat ratkaisevasti myös muut sydän- ja verenkiertoelimistön ominaisuudet.

Tästä huolimatta on julkaistu suuri määrä kirjallisuutta, jossa verrataan ns. liberaalin ja rajoittavan eli restriktiivisen verensiirtostrategian vaikutuksia hoitotuloksiin. Usein näissä tutkimuksissa on todettu, että rajoittava siirtoraja johtaa merkittävään punasolujen kokonaiskäytön vähenemiseen vaarantamatta elintoimintoja tai selviytymistä (1). Näiden tutkimusten tulokset muodostavat suurimman osan nykyisestä tieteellisestä näytöstä ja ovat vaikuttaneet useimpiin punasolusiirtoja koskeviin ohjeistuksiin. Tämän seurauksena suuri osa aiemmista ohjeistuksista keskittyy ensisijaisesti Hb-pohjaiseen siirtolaukaisimeen, ja yleensä fysiologiset siirtolaukaisimet jäävät kuriositeeteiksi artikkeleiden loppuun.

Tilanteesta riippuen voi olla haastavaa erottaa ennenaikainen ja tarpeellinen siirto toisistaan ja määrittää yksilöllinen anemiansietokyvyn raja. Oman haasteensa asiaan tuo se, että suuri osa kirjallisuudesta korostaa, että kohtalainen ja jopa lievä anemia on merkittävä perioperatiivinen riskitekijä, mikä taas antaa ymmärtää, että kirurgisilla potilailla tulisi välttää anemiamia ”hinnalla millä hyvänsä”. Preoperatiivisen anemian yleisyys riippuu iästä, sukupuolesta, perussairauksista ja kirurgisesta taudista, ja se voi löytyä jopa 75 %:lta potilaista (6–8). Toisaalta myös punasolusiirto tunnetaan itsenäisenä potilaan ennustetta huonontavana tekijänä, mikä sekoittaa tilannetta ja hoitopäätöksen tekemistä entisestään.

T. Mahecic (9) ehdottaakin katsausartikkelissaan seuraavat kriteerit optimaaliselle siirtolaukaisemelle. Parhaimmillaan optimaalinen siirtolaukaisin:

- A. estää viivästyneen punasolusiirron,
- B. estää ennenaikaisen siirron,
- C. ottaa huomioon eri elinten erilaiset anemiansietokyvyt,
- D. on jatkuvasti arvioitavissa ja
- E. on erittäin herkkä ja spesifinen.

On selvää, että tällaista optimaalista siirtolaukaisinta ei toistaiseksi ole keksitty.

### Nyky-suosituksista

Siirtokynnykset vaihtelevat yleisesti 70–90 g/l välillä ja määräytyvät pääasiassa potilaan terveydentilan ja liitännäissairauksien perusteella. Useimmat ohjeistukset suosittelevat Hb-kynnystä 70 g/l terveille ja hemodynaamisesti stabiileille potilaille ja 80 g/l sydänsairaille potilaille. Tietyissä erityisryhmissä suositukset voivat olla vieläkin korkeampia.

### Siirtokynnykset ovat korkeampia kuin teoreettinen anemiansietokyky.

Suosituksukset perustuvat useimmiten tutkimuksiin, joissa on vertailtu rajoittavaa (yleensä 70–80 g/l) ja liberaalia (yleensä 80–100 g/l) siirtostrategiaa (10,11). Koska liberaalin ja rajoittavan kynnyksen määrittäminen ei ole yksimielisyyttä, tutkimusten välillä on merkittäviä vaihteluita Hb-kynnyksissä. Kuitenkaan mikään näistä tutkimuksista ei ole todella rajoittava fysiologisesta näkökulmasta. Näin ollen voisi olla oikeampaa puhua hiukan liioitellen liberaalista ja vielä liberaalimmasta siirtostrategiasta.

Tutkimuksissa on osoitettu, että Hb-raja 70 g/l on turvallinen siirtokynnys suurimmalle osalle potilaita, myös tehohoitopotilaille, jotka ovat hemodynaamisesti stabiileja – myös sepsiksen yhteydessä. Tuorehko meta-analyysi osoitti myös, että rajoittava verensiirtostrategia (70 g/l vs. 90 g/l) jopa vähensi sairaalakuolleisuutta

ta kriittisesti sairailta potilailta (3). Myöskään aivotapahtumissa tai sydänlihasiskemiassa ei ole havaittu eroa näiden ryhmien välillä (4).

Marraskuussa 2025 julkaistu TOP-tutkimus ei havainnut eroa kuolleisuudessa eikä pääte-tapahtumissa suuren sydänriskin potilailta suurten verisuoni-/yleiskirurgisten leikkausten jälkeen restriktiivisen 70 g/l ja liberaalin 100 g/l tiputusrajan välillä (12). Akuutin aivoverenvuodon jälkeen rajoittava (70 g/l) verensiirtoraja ei ollut yhteydessä lisääntyneeseen kuuden kuukauden kuolleisuuteen verrattuna liberaaliin (100 g/l) verensiirtorajaan, mutta neurologinen lopputulos saattaa olla tietyissä ryhmissä parempi (13,14).

Viime vuosina on tutkittu paljon rajoittavaa verensiirtostrategiaa akuutissa sydäninfarktissa. Suuri MINT-tutkimus vuodelta 2023 ei löytänyt merkittävää eroa kuolleisuudessa restriktiivisen (70–80 g/l) ja liberaalin (100 g/l) ryhmän välillä, joskaan restriktiivisen strategian haittavaikutuksia ei voitu täysin poissulkea (15).

Restriktiivisen verensiirtostrategian on luonnollisesti havaittu vähentävän käytettyjen punasoluyksikköjen määrää merkittävästi. Melko uusi Cochrane-katsaus totesi säästön olevan jopa 41 % (16), mikä johtaa suoraan myös merkittävään taloudelliseen säästöön.

Vieläkään ei ole olemassa tutkimuksia, joissa olisi verrattu rajoittavaa 70 g/l Hb-kynnystä vielä matalampiin arvoihin, kuten esimerkiksi 60 g/l. Koska jokaiseen punasolusiirtoon liittyy merkittäviä riskejä, voidaan olettaa, että alempi Hb-kynnys voisi olla hyödyllinen ainakin joillekin potilasryhmille.

### Patient Blood Management

Patient Blood Management (PBM) on potilaskeskeinen, näyttöön perustuva lähestymistapa, jonka tavoitteena on optimoida veren käyttöä ja parantaa hoitotuloksia. PBM pyrkii minimoimaan tarpeettomia verensiirtoja ja tukee kehon omaa kykyä käsitellä anemiamia, vähentää verenvuotoja ja parantaa hapen kuljetusta kudoksiin. Useat kansainväliset suositukset suosittelevat PBM:n käyttöä. PBM on tutkitusti parantanut hoitotuloksia, vähentänyt verituuotteiden käyttöä ja laskenut kuolleisuutta. (2,17,18).

PBM perustuu kolmeen peruspilariin:

1. Selvitetään potilaan tilanne preoperatiivisesti ja optimoidaan potilaan veri- ja rautavarastot ennen leikkausta.

>>

2. Minimoidaan verenvuoto intraoperatiivisesti ehkäisemällä verenvuoto (kirurgiset menetelmät) ja optimoimalla hyytyminen (esim. trombosyyttien, fibrinogeenin ja muiden hyytymistekijöiden korjaus tarpeen mukaan).
3. Suhtaudutaan verensiirtoihin restriktiivisesti ja optimoidaan potilaan anemiansietokyky.

PBM näkee verivalmisteet erityisenä ja kallisarvoisena resurssina, jonka käytön pitää perustua näyttöön ja todelliseen tarpeeseen.

### **Elinkohtainen anemiansietokyky**

Viime vuosien tutkimusnäyttö viittaa siihen, että eri elinten anemiansietokyky vaihtelee. Eläinkokeissa on havaittu, että esimerkiksi munuaiset sietävät anemiaa huomattavasti enemmän kuin sydänlihas. Ei kuitenkaan vielä tiedetä, onko tällä ilmiöllä kliinistä merkitystä ihmisillä (19).

Jos elinkohtaisella anemiansietokyvyllä todella on kliinistä merkitystä, se voisi muuttaa suhtautumistamme punasolusierrojen ajoitukseen. Tällöin olisi löydettävä siirtolaukaisin, joka kuvastaa juuri sen elimen hapenpuutetta, jolla on heikoin sietokyky anemiaan.

### **Mitä muita siirtolaukaisimia on olemassa?**

Nykyiset tuoreimmat siirto-ohjeistukset suosittavat fysiologisten siirtolaukaisinten käyttöä pelkän hemoglobiinin sijaan (20,21). Tausta-ajatus on hyödyntää jotain fysiologista parametria, joka saavuttaa tietyn arvon siinä vaiheessa, kun elimistön kompensatiomekanismit anemialle eivät enää riitä. Vaihtoehtoisten siirtolaukaisimien etsiminen on avain verensiirtojen tehokkaaseen kohdentamiseen, erityisesti monisairailla potilailla. Vaihtoehtoisten laukaisimien etsiminen voisi parantaa hoitoa, vähentää verensiirtoon liittyviä riskejä, tehostaa verituotteiden käyttöä ja varmistaa niiden saatavuuden tarvittaessa.

Mahdollisia siirtolaukaisimia eli verenkierron ja kudospertuusion mittareita ovat esimerkiksi laktaatti, lähi-infrapunaspektroskopia (NIRS), hapenkuljetuskapasiteetti ( $DO_2$ ), sekoittuneen laskimoveren tai keskuslaskimoveren happisaturaatio ( $SvO_2$  ja  $ScvO_2$ ), sydänlihasiskemian merkkiaineet, EKG-muutokset, hypotensio ja takykardia.

Laadukas näyttö näiden markkereiden käytön turvallisuudesta kuitenkin puuttuu. Suurin

osa muita siirtolaukaisimia käsitelleistä tutkimuksista ei kuitenkaan onnistu tarjoamaan mitään konkreettista kättä pidempää kliinikolle, vaan keskittyy lähinnä kritisoidaan pelkän hemoglobiinitason käyttöä siirtolaukaisimena ja kehottaa tutkimaan asiaa lisää.

### **Hapenkuljetuskapasiteetti siirtolaukaisimena**

Fysiologisesta näkökulmasta hapenkuljetuskapasiteetti ( $DO_2$ ) vaikuttaisi loogiselta kriteeriltä punasolusierroille. Mikäli hemoglobiinipitoisuus laskee ja  $DO_2$  alittaa tietyn kriittisen rajan, punasolusierro voi olla perusteltu kudosten hapenpuutteen ehkäisemiseksi. Verensiirron ensisijainen tavoite tulisi olla hapenkuljetuksen optimointi, ei tietyn hemoglobiinitason saavuttaminen. Tämän vuoksi monet hoitosuositukset ehdottavat yksilöllistä lähestymistapaa verensiirtoon, joka perustuu paitsi hemoglobiinitasoon (joka ei usein luotettavasti kuvaa hapentarvetta) myös anemian kliinisiin oireisiin sekä hapenkuljetuksen ja hapenkulutuksen väliseen tasapainoon (20,22).

**Rajoittava siirtoraja johtaa punasolujen kokonaiskäytön vähenemiseen vaarantamatta elintoimintoja.**

$DO_2$  riippuu käytännössä kolmesta tekijästä: sydämen minuuttitulavuudesta (cardiac output, CO), hemoglobiinipitoisuudesta sekä hemoglobiinin happeutumisasteesta. Käytännössä voidaan olettaa, että  $DO_2$ :lla on olemassa alaraja, jonka alapuolella hapentarjonta ei enää vastaa kudosten hapentarvetta, mikä johtaa hypoksiaan jopa lepotilassa.

$DO_2$  lasketaan kaavalla:

$$DO_2 = (Hb \times 1,34 \times SaO_2 + 0,0031 \times PaO_2) \times CO$$

(missä  $SaO_2$  on valtimoveren happisaturaatio ja  $PaO_2$  valtimoveren happiasapaine)

Matala arvo yhdessäkin tekijässä heikentää elimistön kykyä vastata lisääntyneeseen hapentarpeeseen.

Hapentarve vaihtelee yksilöllisesti ja tilanteen mukaan. Lepotilassakin DO<sub>2</sub> yleensä ylittää hapenkulutuksen moninkertaisesti. Tämän vuoksi sydämen minuuttitilavuus vaihtelee laajasti, ja hemoglobiinipitoisuus on useimmiten korkeampi kuin välttämätön minimitaso. Lisäksi vain osa kudoksiin kuljetetusta hapesta hyödynnetään, joten DO<sub>2</sub> toimii siis lähinnä käyttökelpoisen hapen epäsuorana mittarina. Vaikka hapentarve kasvaisi, hapenkulutus ei voi kasvaa rajattomasti: saturaatio harvoin laskee alle 40 % edes matalan DO<sub>2</sub>:n tilanteissa. Tämä osoittaa, että pelkkä Hb:n lisääminen ei välttämättä paranna potilaan tilannetta (23).

Hb, SaO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub> ja CO lisäksi vaikuttavat toisiinsa. Esimerkiksi Hb:n nousu lisää veren viskositeettia, mikä voi alentaa minuuttitilavuutta, jolloin lopputuloksena DO<sub>2</sub> voi pysyä muuttumattomana. Samoin PaO<sub>2</sub>:n kohoaminen saattaa aiheuttaa vasokonstriktiota, joka nostaa jälkikuormaa ja heikentää CO:ia, ja DO<sub>2</sub> voi tällöin jäädä ennalleen (24).

Käytännössä DO<sub>2</sub>:n käyttö siirtolaukaisimena on vaikeaa, koska minuuttitilavuutta ei usein mitata edes kriittisesti sairailta potilailla, ja interventioiden vaikutusta DO<sub>2</sub>:aan on vaikea arvioida. Luotettava DO<sub>2</sub>:n mittaaminen vaatisi keuhkovaltimokatetrin käyttöä, eikä sen asettaminen ole yleensä perusteltua kuin hemodynaamisesti epävakailta potilailla (25). Lisäksi maailmalla myytävät mini-invasiiviset sydämen minuuttitilavuuden monitorointilaitteet ovat osoittautuneet kliinisessä käytössä, ja oululaisissa tutkimuksissa, varsin epäluotettaviksi (26–28).

### Valtimoveren laktaatti

Teorian tasolla valtimoveren laktaattitasoa olisi loogista käyttää siirtolaukaisimena. Kun Hb laskee niin alas, ettei kudosten hapentarve enää täyty, seuraa hypoksia. Tämä johtaa anaerobiseen aineenvaihduntaan ja laktaattitaso nousee. Lisäksi laktaatti on helppo ja halpa mitata vieritestilaitteilla, joten se soveltuu hyvin kliiniseen käyttöön. Myös ”lactate clearance” -ajatus tukee laktaatin käyttöä siirtolaukaisimena. Jos laktaatti laskee nopeasti, se kertoo parantuneesta kudosten kiertämisestä ja myös septisen potilaan parantuneesta ennusteesta (29).

Kuitenkin laktaatti nousee myöhään verrattuna SvO<sub>2</sub>- tai ScvO<sub>2</sub>-arvoihin, eikä laktaatti välttämättä nouse ennen kuin Hb laskee alle 50 g/l (30). Lyhytaikainen hypoksia ei myöskään vielä

nosta laktaattia (31). Lisäksi laktaattitasot voivat nousta monista muistakin syistä. Siksi laktaatti ei käytännössä sovellu yksinään siirtolaukaisimeksi. Se voisi toki tukea kliinikkoa päätöksenteossa, muiden markkerien ohella.

### Lähi-infrapunaspektroskopia

NIRS eli lähi-infrapunaspektroskopian käyttö verensiirron ajoituksessa perustuu ajatukseen kudospesuun heikkenemisestä, joka johtaa laskevaan alueelliseen happisaturaatioon ja näin myös laskeviin NIRS-arvoihin (32).

**Hb-raja 70 g/l on turvallinen  
siirtokynnys myös tehohoitopotilaille.**

Tähän mennessä ei ole julkaistu yhtäkään tutkimusta, joka olisi osoittanut NIRS:n käytön turvallisuuden tai tehokkuuden nimenomaan tässä tarkoituksessa. NIRS:n käytön merkittävä rajoitus liittyy mittauskohdan valintaan. Mitattavan kudoksen muutokset kudoshappeutuksessa vaihtelevat, koska eri elimet sietävät anemiamia eri tavoin. Myös anturitarrojen asettelu standardisointi voisi osoittautua haasteelliseksi. Yleisin paikka NIRS-antureille on otsa, ja sydänkirurgian yhteydessä NIRS-arvojen muutokset ovat yhteydessä sydämen minuuttitilavuusarvoihin, etenkin lyöväällä sydämellä tehdyissä sepelvaltimoiden ohitusleikkauksessa (33). NIRS-arvot ovatkin parhaimmillaan elimistön yleisen hapentarjonnan ja -kulutuksen mittarina, ja matalat arvot esimerkiksi sydänkirurgian yhteydessä voivat ohjata kliinikkoja antamaan punasoluja hemoglobiinitasosta riippumatta (34).

### SvO<sub>2</sub> ja ScvO<sub>2</sub>

Sekoittuneen laskimoveren happisaturaatiota eli SvO<sub>2</sub>:ta on pohdittu yhtenä mahdollisena siirtolaukaisimena. Jos DO<sub>2</sub> pienenee, oletus on, että jossain kohtaa tulee hetki, jolloin SvO<sub>2</sub> alkaa laskea. Tätä ajankohtaa voisi ajatella potentiaalisena siirtorajana, koska se voi viitata siihen, että elimistön muut kompensatiotekijät eivät enää riitä (32,35).

>>

Oulussa on tutkittu SvO<sub>2</sub>:n käyttöä siirtolaukaisimena sydänkirurgisilla potilailla. Havaittiin, että SvO<sub>2</sub>:n ollessa yli 65 %, on todennäköistä, että potilas ei hyödy punasolusiirrosta, kun hyötymisen kriteerinä pidetään happiekstraktion paranemista 5 %:lla (36).

### Restriktiivinen siirtoraja tuo myös merkittäviä taloudellisia säästöjä.

Vaikka kudosten hapenkulutus kasvaisi, SvO<sub>2</sub> voi säilyä muuttumattomana, mikäli CO nousee riittävästi kompensoimaan lisääntyneen hapenkulutuksen. Tämä voi luoda harhaanjohtavan kuvan kudosten riittävästä hapentarjonnasta. Lisäksi septisessä shokissa SvO<sub>2</sub> voi olla jopa epänormaalin korkea, vaikka kudoksissa olisi hypoksiaa. Tämä ilmiö liittyy useisiin tekijöihin:

1. Laajaan vasodilataatioon, joka häiritsee veren virtausta ja aiheuttaa epätasapainoa kudosten perfuusiassa.
2. Mikrotrombien syntyyn DIC:ssä, jotka estävät verenkiertoa hiussuonistotasolla ja lisäävät paikallista hypoksiaa.
3. Ns. steal-oireyhtymään, jossa veri ohjautuu pois kriittisiltä alueilta kohti vähemmän metabolisesti aktiivisia kudoksia.
4. Mitokondrioiden toimintahäiriöön, jolloin solut eivät kykene käyttämään tarjolla olevaa happea tehokkaasti.

Nämä tekijät yhdessä johtavat mikroverenkiertotason perfuusion epätasapainoon, joka voi pahentaa elinvaurioita, vaikka DO<sub>2</sub> olisi näennäisesti riittävä.

Keskuslaskimoveren happisaturaatio ScvO<sub>2</sub> kärsii samoista ongelmista, ja lisäksi se kuvaa enimmäkseen ylävartalon hapen tasapainoa, eikä se näin ollen ole vaihtokelpoinen SvO<sub>2</sub>:n kanssa (36). Kuitenkin on tehty tutkimuksia, jossa ScvO<sub>2</sub>- ja SvO<sub>2</sub>-arvoja on käytetty yhdessä Hb:n kanssa ohjaamaan siirtoja, ja on havaittu niiden johtavan vähempiin punasolusiirtoihin (35,38,39).

### EKG

Vaikean anemian on osoitettu aiheuttavan EKG-muutoksia, jotka mahdollisesti palautuvat siirron jälkeen (31). Kuitenkaan ei ole tutkimuksia EKG:n käytöstä siirtorajana, eikä myöskään tiedetä onko EKG-muutosten ilmaantuminen jo merkki peruuttamattomasta sydänvauriosta.

### Takykardia ja hypotensio

Raasveld ym. tutkivat verensiirtoja, niiden syitä ja käytettyjä fysiologisia siirtolaukaisimia teho-osastolla (1). Jopa 42 % teholääkäreistä perustelee verensiirtoa hypotensiolla, kun Hb on laskenut alle ennalta määritellyn siirtokynnyksen tai muu siirtokriteeri täyttyi (esim. aktiivinen vuoto). Lisäksi 27 % teholääkäreistä perusteli siirtoa takykardiolla. Mitään merkittävää näyttöä hypotension ja/tai takykardian hoidosta punasolusiirrolla tämän jutun kirjoittaja ei kuitenkaan löytänyt.

Mainittakoon vielä, että samaisessa tutkimuksessa 39 % teholääkäreistä tunnustaa, ettei mikään fysiologinen löydös tai oire vaikuttanut siirtopäätökseen. Voidaan siis sanoa, että verensiirtoja tehdään runsaasti, vaikka niiden käyttöä ei pystytä järkevästi perustelemaan.

### Yhteenveto

Päätöksen punasolusiirron toteuttamisesta tulisi perustua kokonaisvaltaiseen kliiniseen arvioon, ei yksinomaan hemoglobiiniarvoon. Vaikka Hb on käyttökelpoinen parametri punasolusiirtojen yhteydessä, yksilöllinen anemiansietokyky ja potilaan fysiologinen tila ratkaisevat siirron tarpeen. Useimmat ohjeistukset suosittelvat rajoitettavaa siirtostrategiaa (Hb  $\geq$  70 g/l), ja matalat Hb-arvot näyttävät olevan turvallisia myös kriittisesti sairailta potilailla, myös akuutin sydäninfarktin yhteydessä. Punasolusiirron ainoa kriteeri ei voi olla vain tietyn hemoglobiiniluvun saavuttaminen, sillä saman vaikutuksen saa aikaan toki myös potilaan plasmatilavuuden vähentäminen diureetilla tai ultrafiltraatiolla.

Fysiologiset siirtolaukaisimet voivat teoriasa auttaa siirtoajankohdan määrittelyssä, mutta niiden kliininen käyttökelpoisuus on toistaiseksi vielä keho. Lupaavimmatkin siirtolaukaisimet kuten SvO<sub>2</sub>, vaativat lisää invasiivisia monitorointilaitteita, jolloin saavutettu kustannus- ja terveyshyöty jää epäselväksi. Kajoamattomat monitorointilaitteet, kuten NIRS, tuovat toivot

tavasti apua klinikoille tulevaisuudessa verensiirtojen kohdentamiseen, mutta lisätutkimusta tarvitaan vielä runsaasti.

PBM tarjoaa kehyksen turvalliselle ja järkevälle verensiirtokäytännölle, jossa tähdätään verituotteiden säästämiseen, potilasturvallisuuden parantamiseen ja parempiin hoitotuloksiin. Tärkeintä on arvioida siirtotarve yksilöllisesti potilaan kokonaistilan, eikä pelkkien laboratorioarvojen perusteella. Tällöin päivittäisessä työssä usein nähty fraasi ”jos Hb alle 80, annetaan 1 psp”, voitaneen jatkossa jättää pois rutiinimaisesta käytöstä. ■

Teksti on omistettu Oulun yliopiston tutkijakoululle.

## Viitteet

1. Raasveldt SJ, van Dijk D, Hermanides J ym. Red blood cell transfusion in the intensive care unit. *JAMA* 2023; 330: 1896–1906.
2. Leahy MF, Hofmann A, Towler S ym. Improved outcomes and reduced costs associated with a health-system-wide patient blood management program: a retrospective observational study in four major adult tertiary-care hospitals. *Transfusion* 2017; 57: 1347–1358.
3. Zhang W, Zheng Y, Yu K, Gu J. Liberal transfusion versus restrictive transfusion and outcomes in critically ill adults: a meta-analysis. *Transfus Med Hemother* 2021; 48: 28–37.
4. Holst LB, Haase N, Wetterslev J ym. Lower versus higher hemoglobin threshold for transfusion in septic shock. *N Engl J Med* 2014; 371: 1381–1391.
5. Ott DA, Cooley DA. Cardiovascular surgery in Jehovah's Witnesses: report of 542 operations without blood transfusion. *JAMA* 1977; 238: 1255–1258.
6. Muñoz M, Laso-Morales MJ, Gómez-Ramírez S ym. Pre-operative haemoglobin levels and iron status in a large multicentre cohort of patients undergoing major elective surgery. *Anaesthesia* 2017; 72: 826–834.
7. Gómez-Ramírez S, Jericó C, Muñoz M. Perioperative anemia: prevalence, consequences and pathophysiology. *Transfus Apher Sci* 2019; 58: 369–374.
8. Clevenger B, Richards T. Pre-operative anaemia. *Anaesthesia* 2015; 70(Suppl 1): 20–28.
9. Tomic Mahecic T, Dünser M, Meier J. RBC transfusion triggers: is there anything new? *Transfus Med Hemother* 2020; 47: 1–9.
10. Mazer CD, Whitlock RP, Fergusson DA ym. Restrictive or liberal red-cell transfusion for cardiac surgery. *N Engl J Med* 2017; 377: 2133–2144.
11. Hébert PC, Wells G, Blajchman MA ym. A multicenter, randomized, controlled clinical trial of transfusion requirements in critical care. *N Engl J Med* 1999; 340: 409–417.
12. Kougias P, Brar S, Maheshwari K ym. Liberal or restrictive postoperative transfusion in patients at high cardiac risk: the TOP randomized clinical trial. *JAMA* 2025; 334: 2197–2207.
13. Yuan X, Li Q, Wu X ym. Efficacy of restrictive versus liberal transfusion strategies in patients with traumatic brain injury: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Ann Intensive Care* 2024; 14: 177.
14. Blot PL, Taccone FS, De Waele J ym. Liberal vs. restrictive transfusion strategies for acute brain injury: a systematic review and frequentist-Bayesian meta-analysis. *Intensive Care Med* 2025; 51: 353–363.
15. Carson JL, Brooks MM, Abbott JD ym. Restrictive or liberal transfusion strategy in myocardial infarction and anemia. *N Engl J Med* 2023; 389: 2466–2476.
16. Carson JL, Stanworth SJ, Roubinian N ym. Transfusion thresholds for guiding red blood cell transfusion. *Cochrane Database Syst Rev* 2021; 12: CD002042.
17. Desai N, Schofield N, Richards T. Perioperative patient blood management to improve outcomes. *Anesth Analg* 2018; 127: 1211–1220.
18. Meybohm P, Herrmann E, Steinbicker AU ym. Patient blood management is associated with a substantial reduction of red blood cell utilization and safe for patient's outcome. *Ann Surg* 2016; 264: 203–211.
19. Lauscher P, Fakhri N, Stover JF ym. Determination of organ-specific anemia tolerance. *Crit Care Med* 2013; 41: e69–e75.
20. Carson JL, Guyatt G, Heddle NM ym. Red blood cell transfusion: 2023 AABB international guidelines. *JAMA* 2023; 330: 1892–1902.
21. Casselman FPA, Pagano D, Murphy GJ ym. 2024 EACTS/EACTAIC guidelines on patient blood management in adult cardiac surgery in collaboration with EBCCP. *Eur J Cardiothorac Surg* 2025; 67(5).
22. Pagano D, Milojevic M, Meesters MI ym. 2017 EACTS/EACTA guidelines on patient blood management for adult cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2018; 53: 79–111.
23. Habler O, Meßmer K. Hyperoxaemia in extreme haemodilution. *Br J Anaesth* 1998; 81(Suppl 1): 79–82.
24. Zimmerman R, Seifert B, Spahn DR ym. Posttransfusion increase of hematocrit per se does not improve circulatory oxygen delivery due to increased blood viscosity. *Anesth Analg* 2017; 124: 1558–1565.
25. Monnet X, Cecconi M, De Backer D ym. ESICM guidelines on circulatory shock and hemodynamic monitoring 2025. *Intensive Care Med* 2025; 51: 1456–1478.
26. Ronkainen HPO, Ylikauma LA, Erkinaro TM ym. Reliability of bioreactance and pulse-power analysis in measuring cardiac index during open abdominal aortic surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2024; 38: 1623–1631.
27. Ylikauma LA, Ronkainen HPO, Erkinaro TM ym. Reliability of bioreactance and pulse power analysis in measuring cardiac index during cytoreductive abdominal surgery with hyperthermic intraperitoneal chemotherapy (HIPEC). *BMC Anesthesiol* 2023; 23: 145.
28. Ylikauma LA, Lanning KM, Erkinaro TM ym. Bioreactance and fourth-generation pulse contour methods in monitoring cardiac index during off-pump coronary artery bypass surgery. *J Clin Monit Comput* 2022; 36: 719–729.
29. Nguyen HB, Rivers EP, Knoblich BP ym. Early lactate clearance is associated with improved outcome in severe sepsis and septic shock. *Crit Care Med* 2004; 32: 1637–1642.
30. Weiskopf RB, Viele MK, Feiner J ym. Human cardiovascular and metabolic response to acute, severe isovolemic anemia. *JAMA* 1998; 279: 217–221.
31. Pappachan L, Williams A, Sebastian T ym. Changes in central venous oxygen saturation, lactates, and ST segment in ECG with changes in hemoglobin in neurosurgical patients undergoing craniotomy and tumor excision: a prospective observational study. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* 2019; 35: 64–71.
32. Orlov D, Carroll J, Bose R ym. The clinical utility of an index of global oxygenation for guiding red blood cell transfusion in cardiac surgery. *Transfusion* 2009; 49: 682–688.
33. Lanning KM, Ylikauma LA, Erkinaro TM ym. Changes in transcranial near-infrared spectroscopy values reflect changes in cardiac index during cardiac surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* 2023; 67: 654–662.
34. Hogue CW, Levine A, Hudson A, Lewis C. Clinical applications of near-infrared spectroscopy monitoring in cardiovascular surgery. *Anesthesiology* 2021; 134: 784–791.
35. Zeroual N, Boughenou FM, Abou-Arab O ym. ScvO2 changes after red-blood-cell transfusion for anaemia in cardiothoracic and vascular ICU patients: an observational study. *Vox Sang* 2018; 113: 146–154.
36. Piirainen P, Vakkala M, Lanning K ym. The effect of red blood cell transfusion on oxygen delivery and oxygen consumption after cardiac surgery. *Eur J Anaesthesiol* 2025; 42(Suppl 63): 32AP06–8.
37. Lanning KM, Ylikauma LA, Erkinaro TM ym. Accuracy, precision, and trending ability of perioperative central venous oxygen saturation compared to mixed venous oxygen saturation in unselected cardiac surgical patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2022; 36: 2245–2253.
38. Putaggio A, Tigano S, Caruso ym. Red blood cell transfusion guided by hemoglobin only or integrating perfusion markers in patients undergoing cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis with trial sequential analysis. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2023; 37: 2315–2326.
39. Zeroual N, Abou-Arab O, Boughenou FM ym. Restrictive transfusion strategy after cardiac surgery. *Anesthesiology* 2021; 134: 394–406.