

# Intraosseali-infuusio – paranneltu vanha tekniikka

Ari Katila

Nykyisissä elvytys-suosituksissa kehoitetaan aloittamaan hätätilapotilaan nesteensiirto ja lääkitys luuytimen kautta, mikäli perifeeristä suoni-yhteyttä ei nopeasti saada. Aikuisilla ja lapsipotilailla voidaan luuytimen kautta antaa kaikkia tarvittavia lääkeaineita, verituotteita sekä varjoaineita röntgentutkimuksia varten. Viime vuosina intraossealisen siirron välineistö on kehittynyt monipuoliseksi ja entistä helppokäyttöisemmäksi. Hyvin toteutettu parin tunnin opiskelu takaa riittävän suoritus-taidon.

**L**uuytimeen annettava eli intraossealinen (IO) nestehoito/lääkitys on kuvattu ensimmäisen kerran 1922 USA:ssa Harvardin yliopistossa. Silloin lääkäri Drinker asensi luuytimeen neulan ja antoi onnistuneesti sen kautta nesteensiirron. Luuydinhän toimii kasaanpainumattomana laskimona (kuvat 1 ja 2). Toisen maailmansodan aikana Yhdysvaltojen armeijassa yli 4000 vaikeasti vammautunutta sotilasta sai nesteen- tai verensiirron intraossealisesti. Sodan jälkeen IO:n käyttö jäi unholaan, koska ohuet metalli- ja muovikanyylit kehittyivät nopeasti. 1984 amerikkalainen pediatri Orłowski lanseerasi IO-tekniikan uudestaan nimenomaan hätätilaisen lapsen nestehoittoon Intian koleraepidemian aikana. 2000-luvun puolivälissä neulojen tekninen kehitys (EZ-IO) mullisti intraossealitekniikan.

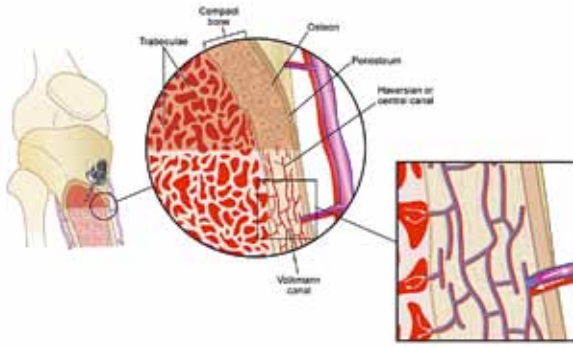
## Indikaatiot ja kontraindikaatiot

Euroopan Elvytysneuvoston (ERC)<sup>1</sup>, AHA:n (American Heart Association)<sup>2</sup> ja ILCOR (International Liaison Committee on Resuscitation)<sup>3</sup> suosittelevat elvytysohjeissaan hätätilapotilaan nesteensiirron ja lääkityksen aloitettavaksi luuytimen kautta, mikäli perifeeristä suoni-yhteyttä ei nopeasti saada potilaalle. Tämä koskee niin aikuisia kuin lapsipotilaita, niin sydänpysähdysti-

lanteita kuin vaikeita vamma-tilanteitakin. Luuytimen kautta voidaan antaa kaikkia tarvittavia lääkeaineita, verituotteita sekä varjoaineita röntgentutkimuksia varten. Luuytimeen annettu lääke kulkeutuu esimerkiksi humeruksen proksimaalipäästä keskeiseen verenkiertoon alle 10:ssä sekunnissa, kun taas ääreislaskimoon annettu lääke on vaikutuspaikassaan 30–45 sekunnin kuluttua. IO-neulan kautta voidaan kerätä myös laskimonäytteiden kanssa täysin vertailukelpoiset verinäytteet hätätilanteessa<sup>4</sup>. Suositus käy vielä ymmärrettävämmäksi mietittäessä perifeerisen kanyloinnin hankaluutta niin sokkisella kuin dehydroituneellakin potilaalla. Prehospitaalitilanteessa perifeerisen kanyloinnin on osoitettu vievän prospektiivisessä tutkimuksessa 4,9 +/- 2,8 min<sup>5,6</sup>.

Ensisijaisesti IO-kanyloinnissa suositellaan käytettävän joko sääriluun ylämediaalisivua, sääriluun distaalista osaa tai olkavarren yläosaa (kuvat 6,7 ja 8). Rintalasta, solisluu sekä kutkaluunharjanne ovat toki mahdolliset kanylointipaikat, joskaan eivät kovinkaan käytännölliset (vrt PPE elvytystilanne). Kuvissa 6, 7 ja 8 on kuvattu pistopaikan valinta.

Ehdottomia vasta-aiheita IO-infuusiolle on paikallinen infektio pistokohdassa sekä luunmurtuma kanyloitavassa luussa. Myös aiempi operatio (esim. polviproteesi tai sternotomia) on otetta-



Kuva 1. Luuytimen trabekeliontelot tyhjenevät laskimosinusten tavoin systeemiseen laskimokiertoon. Kuvassa myös sääriluun yläosan punktiokohta. Vrt kuva 7a.



Kuva 2. Luuydinneulan sijainti hohkaluussa.



Kuva 4. F.A.S.T 1 impaktineula sternaaliseen IO-tekniikkaan sekä tibiaan laukaistava B.I.G jousineula.

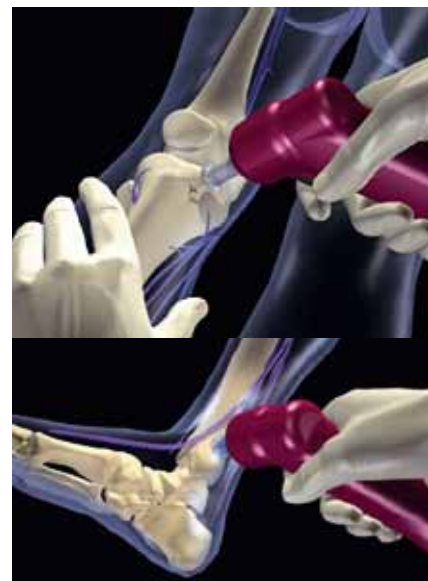
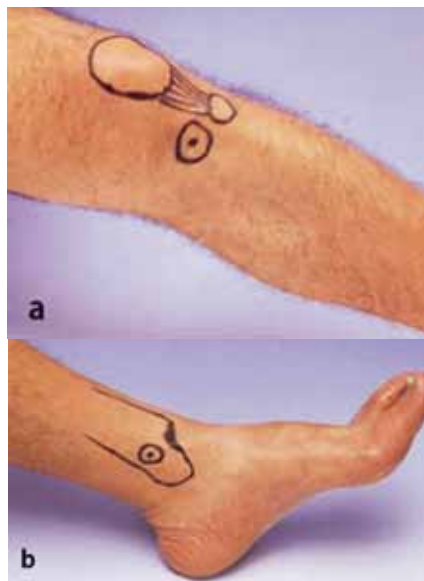
Kuva 3. Manuaalinen Cookin intraossealineula.



Kuva 5. A. EZ-IO akkukäyttöinen pora sekä tarvittavat neulamahdollisuudet ( B ) vaaleanpunainen pediatrialle, sininen aikuiselle ja keltainen obeesille potilaalle.



Kuva 6. Humeruksen IO-kanylointi EZ-IO:n avulla. Pistokohta on merkitty punaisella (B). Potilaan hartia-ajan (kuva C) on annettava levätä vartalon vieressä, kyynänpää maassa tai vuoteella ja koukistettuna siten, että kämmen potilaan navan kohdalla. Potilas voi myös istua. Tunnustele olkaluun kyhmy (tuberculum major), joka oikea pistokohta. Pora hoitaa pistotyön, lisävoimaa ei kanyloijalta tarvita.



Kuva 7. Proksimaalisen sääriluun IO-pistopaikan valinta. Mittaa patellasta kaksi sormenleveyttä distaalisesti ja suoraan mediaalisesti sääriluun sileän osan päälle. Lapsella yhden sormenleveyden verran patellan alareunasta distaalisesti riittää. Pora tekee työn, lisävoimaa ei tarvita, luun korteksin lävistämisen tunnistaa vastuksen häviämisenä. Tue polven alta toisella kädellä, lapsilla pieni koukistus polvessa on eduksi.

Kuva 8. Distaalisen sääriluun punktiokohdat. Sisäkehräksen proksimaalipuolelle kaksi sormenleveyttä. Lapsilla yhden sormen leveys riittää. Tue säärtä toisella kädellä.

va huomioon punktiopaikkaa harkittaessa. Mikäli raajassa on ollut jo IO edeltävän 24 tunnin aikana ei uusintainfuusiota tuohon raajaan pidä aloittaa. Raajan murskavamma on luonnollisesti vasta-aihe intraosseali-infuusiolle.

## Kanyylityypit

Manuaaliset (Kuva 3) käsivoimin luuhun työnnettävät neulat ovat teräsneuloja, joiden sisällä on troakaari estämässä luupalan aiheuttamaa neulan tukkeutumista neulaa luun läpi työnnettäessä. Hankaluutena voi olla etenkin aikuispotilaan tiivis pintaluu, minkä takia neulaa ei saa joko paikalleen, se vääntyy tai neulaa paikalleen työntäessä pistoreiästä tulee helposti kartiomainen. Tällöin neula ei pysy kovinkaan hyvin paikoillaan ja infuusionesteen purkautuminen (ekstravasaatio) pehmytkudokseen on mahdollinen. Rintalastaan tarkoitettussa F.A.S.T 1 -neulassa (Kuva 4) on 8 tukineulaa, joitten tarkoituksena on tunnistaa rintalastan paksaus ja siten optimoida infuusioneulan sijainti luuytimessä. F.A.S.T-setti on vain aikuispotilaille tarkoitettu väline.

Jousilaukaisijan avulla luun läpi ammuttava BIG-neula (kuva 4) sopii sääriluuhun aloitettavaan IO-tekniikkaan. Tämäkin neula on tarkoitettu vain aikuispotilaille.

Patterikäyttöinen käsiporaan perustuva EZ-IO (kuva 5 a ja b) on viimeisin ja uusin tekniikoista, missä käsipora nopeasti ilman asettajan voimankäyttöä poraa sekunneissa luuydinneulan paikalleen. Tämän laitteiston käsiporan akku riittää 800 poraukseen, mutta akkua ei voi vaihtaa. EZ-IO-pakkaukseen voidaan erikseen valita sopivin potilaan iän ja koon mukainen infuusioneula kolmesta eri vaihtoehdosta. Laitteisto on rekisteröity sääriluun sekä olkavarrenluun IO-infuusioihin. EZ-IO on helppokäyttöisyydellään valloittanut valtaosan markkinoista. Esimerkiksi 90 % USA:n puolustusvoimien käyttämistä IO-neuloista sekä yli 50 % amerikkalaisista ja eurooppalaisista päivystyspoliiklinikoista käyttää tätä laitteistoa.

Eurooppalaisessa randomoidussa prospektiivisessä tutkimuksessa vertailtiin BIG:aa EZ-IO-neulaan<sup>7</sup>. Keskimääräinen kanylointiin kuluva aika BIG neulalle oli 2,2 min +/- 1 ja EZ-IO:lle 1,8 +/- 0,9 min. Ensimmäisen piston onnistumisprosentti oli BIG-neulalla 80 % ja EZ-IO:lle 90 %. Aineistossa oli kummassakin ryhmässä 20 hätätilapotilasta. Tilastollisesti merkitsevää eroa laitteiden välille ei saatu.

## Oppiminen

Kunkin IO-infuusioneulan käyttö edellyttää asianmukaista kouluttautumista. Tärkeintä on tunnistaa anatomiset maamerkit, joiden perusteella punktiokohta valitaan. Neulatekniikan oppimiseen voidaan käyttää keinoluumalleja. Monet ulkomaiset sairaalat ovat käyttäneet ohjatuilla kursseilla opetukseen vainajia<sup>8</sup>. Laitevalmistajilta löytyy aiheeseen liittyen lukuisia opetusvideoita<sup>9,10</sup>.

Manuaalisesti luuhun työnnettävien neulojen asennuksessa on eniten ongelmia ja myös epäonnistumisia. Sternaaliseen punktioon käytettävän F.A.S.T:n, olkavarren tai sääriluuhun asennettavan EZ-IO:n toimintavalmius sekä suorituksen onnistuminen muutaman harjoituskerran on lähes 100 %<sup>11-13</sup>.

Hätätilapotilaita hoitavalle henkilöstölle keskimääräisesti yhden tunnin luento-opetus video ja diaesitysten turvin sekä yhden tunnin harjoitusaika katsotaan riittäväksi takaamaan turvallinen ja onnistunut IO-kanylointi<sup>14</sup>.

## Komplikaatiot

Suurin osa intraossealisen infuusioneulan asettamiseen liittyvistä ongelmista voidaan välttää hyvällä opetuksella ja riittävällä harjoittelulla. Tekninen epäonnistuminen liittyy useimmin manuaalisesti työnnettäviin neuloihin. Näihin liittyy eniten ekstravasaatiota, koska neula on joko perforoinut luun taaimmisen korteksin läpi tai neulaa paikalle vietäessä on tehty useita punktioyrityksiä kyseiseen kohtaan. Mikäli tämä neste valumisen luun ulkopuoliseen kudokseen jää huomaamatta, on lihasaitio-oireyhtymä mahdollinen. Osteonekroosia ei nykyään esiinny, koska IO-neuloja ei suositella käytettäväksi yli 24 tuntia.

Prospektiivisessä 250 potilaan aineistossa, missä oli käytetty porattavaa IO-neulaa, ei havaittu yhtään osteonekroosia, rasvaembolisaatiota, infektiota, ekstravasaatiota eikä lihasaitiosyndroomaa.

## Infuusion aloitus

Onnistuneen IO-neulan asentamisen jälkeen neula kannattaa avata 10 ml:lla fysiologista keittosuolaa (lapsilla 5 ml). Ensimmäisten millilitrojen aikana kanyylissa on pieni vastus, mutta se helpottaa lähes välittömästi, jos kanyyli on lävistänyt luukorteksin. Alkuboluksen tarkoituksena on avata hohkaluun trabekkelirakennetta. Tajuissaan oleva potilas voi kokea kipua IO-infuusiota aloitettaes-

sa, mutta tämä on estettävissä antamalla kanyyliin aivan ensimmäiseksi 20–40 mg säilöntäaineetonta lidokaiinia (lapsilla 0,5 mg/kg). Bolusannostelun jälkeen infuusio on tehokkainta antaa ruiskuperfuusorin kautta tai paineistetulla infuusiolla. Tämä siitä syystä, että luuytimen sisäinen laskimopaine on 25–35 mmHg eikä painovoimainen nesteensiirto ole hätätilanteessa tarpeeksi nopea.

Maksimissaan IO-neulat vetävät 100 ml minuutin aikana. Yhden punasoluyksikön siirtonopeus on 15 minuuttia. Lääkeaineiden veripitoisuus IO-annostelun jälkeen on lähestulkoon identtinen laskimoannosteluun verrattuna. Poikkeuksena on humerukseen annosteltu adrenaliini elvytyksen yhteydessä, jolloin lääke on keskeisessä verenkierrossa alle 10 sekunnissa. IO-kanyylien suositus on, että kanyyliä ei pidetä yli 24 tuntia. Tajuisissa olevat potilaat, joille on asennettu poran avulla IO-neula arvioivat kivun keskimäärin 2,5 suuruiseksi VAS-asteikon ollessa 1–10<sup>15</sup>.

## Kustannukset

Edullisin nesteensiirtotekniikka on luonnollisesti perinteinen laskimokanylointi, missä tarviketekustannus on 1–2 €. Mutta perifeerisen kanyloinnin ollessa hankala ja aikaa vievä nousevat toimenpiteeseen kuluva ajan myötä myös kokonaiskustannukset. Keskuslaskimokanyloinnin hinnaksi pelkästään materiaalikulut huomioiden tulee 15 €. Manuaalisen (Cook) IO-neulan hinta on 15–30 €/kpl. Akkukäyttöinen setti IO-neulan asettamiseen on laitteistoista hintavin. Pelkkä pora maksaa 280 € (tosin 800 porausta) ja neula 80 €/kpl. IO-neulan asennukseen kuluva aika sekä vähäiset komplikaatiot (mm. olematon infektiotodennäköisyys) tasapainottavat todellisia kustannuksia.

## Yhteenveto

Kansainvälisten ohjeiden mukaisesti intraosseaalinen nesteensiirto ja lääkkeiden anto hätätilapotilaalle on suositeltavaa silloin, kun perifeerinen kanylointi ei kahdella yrityskerralla onnistu tai on potilas ja tilanne huomioiden mahdotonta. Lapsen hätätilan ollessa kyseessä IO-reitti on suositeltavin. Tämä koskee niin prehospitalista kuin sairaalan/hoitolaitosten sisäisiäkin hätätilanteita.

IO-tekniikka olisi otettava hoitoalgoritmeihin oleelliseksi osaksi RRT (Rapid response Teams)-toiminnassa tilanteissa joissa perifeerinen kanylointi ei onnistu. IO-tekniikan opetuksen pitäisi olla mukana niin lääkäreiden, sairaanhoitajien kuin ensihoitajienkin peruskoulutuksessa. □

## Viitteet

1. [www.erc.edu](http://www.erc.edu)
2. <http://static.heart.org/eccguidelines/2010-guidelines-for-cpr.html>
3. [www.americanheart.org/ILCOR](http://www.americanheart.org/ILCOR)
4. Miller L., Philbeck T., et al. A new study of intraosseous blood for CBC and chemistry profile. *ANN Emerg Med* 2009; 54(3): 559
5. Lapostolle F., Catineau J., et al. Prospective evaluation of peripheral venous access difficulty in emergency care. *Intensive Care med* 2007; 33(1): 1452–7
6. Minville V, Pianezza A, et al. Prehospital intravenous placement assessment in the French emergency system: a prospective study. *Eur J Anaesthesiol* 2006; 23(7): 594–7
7. Leidel B., Kirschhoff C. Comparison of two intraosseous access devices in adult patients under resuscitation in the emergency department: a prospective, randomized study. *Resuscitation* 2010 (81): 994–9.
8. Levitan R., Bortle S., et al. Use of a battery-operated needle driver for intraosseous access by novice users: skill acquisition with cadavers. *Annals of Emergency Medicine* 2009; 54(5): 692–4
9. [www.pyng.com](http://www.pyng.com)
10. [www.vidacare.com](http://www.vidacare.com)
11. Leidel PA, Kirchhoff C., et al. Is the intraosseous access route fast and efficacious compared conventional central venous catheterization in adult patients under resuscitation in the emergency department. A prospective observational pilot study. *Patient Safety in Surgery* 2009; 3(24)
12. Gazin N., Auger H., et al. Efficacy and safety of the EZ-IO™ intraosseous device: out-of-hospital implementation of a management algorithm for difficult vascular access. *Resuscitation* 2011 (82): 126–9
13. Luck R., Haines C., et al. Intraosseous access. *J Emerg Med* 2010; 39(4): 468–75
14. TsZ Y.M LO, Reynolds F. To use intraosseous access or not to use intraosseous access: determinants of trainees' decision in pediatric emergencies. *Eur J Emerg Med* 2009; 16: 301–4
15. Philbeck TE, Miller LJ, Montez D. Pain management during intraosseous infusion through proximal humerus. *Ann Emerg Med* 2009; 54(3): S128

Kiitos Lydia de Gooijerille (Vidacare) luvasta käyttää kuvamateriaalia. Artikkelin on julkaistu *Spirium* 1/2011 numerossa.

Ari Katila  
LL, erikoislääkäri  
TYKS, ATEK  
[ari.katila\[at\]tyks.fi](mailto:ari.katila[at]tyks.fi)