Lasten puudutuksista

Eira Räihä

Puudutusten käyttö lapsilla on lisääntynyt voimakkaasti viime vuosikymmenen aikana, ja voidaankin todeta, että regionaalinen anestesia on saavuttanut pysyvän sijan lasten anestesioissa. Puudutuksia on käytetty lapsilla jo sadan vuoden ajan, ja ensimmäiset raportit lasten spinaalipuudutuksista julkaisi Bainbridge vuonna 1900. Tässä kirjoituksessa käydään lyhyesti läpi lapsilla soveltuvia puudutuksia ja uusimmilla puudutteilla tehtyjä tutkimuksia OYS:ssa.

Erilaiset puudutukset ovat hyvä vaihtoehto peri- ja postoperatiivisen kivun hoitoon myös lapsilla. Puudutukset vähentävät selvästi yleisanesteettien ja opiaattien tarvetta sekä leikkauksen aiheuttamaa stressivastetta. Puudutuksia käytettäessä esiintyy myös vähemmän haitallisia autonomisia heijasteita, ja myös postoperatiivinen toipuminen nopeutuu.

Yleensä puudutuksen laittaminen lapselle vaatii jonkinasteisen sedaation, ja usein näitä käytetäänkin yleisanestesian lisänä. Sedaatio edellyttää sellaisten puudutustekniikoiden käyttöä, jotka eivät vaadi lapsen ko-operaatiota. Puudutukset tehdään joko hermostimulaattorin avulla tai tunnistamalla anatomia ja kudosrakenteet tylpällä neulalla. Puutumisen testaaminen on vaikeampaa kuin aikuisella. Mahdollinen sedaatio ja muut kommunikaatio-ongelmat vaikeuttavat tulkintaa. Vasta 4–5-vuotias alkaa erottaa kivun jossain määrin eriasteisena, sitä aiemmin stimulus on joko kivulias tai ei. Myös lapsen muu kehitysaste ja ympäristötekijät vaikuttavat kivun tuntemiseen.

Lasten anatomiset ja fysiologiset erot aikuisiin verrattuna helpottavat puuduttamista useimmissa tilanteissa. Lapsilla selkäydin ulottuu alemmaksi kuin aikuisilla, samoin durapussi. Molemmat ulottuvat imeväisillä 1–2 nikamaväliä alemmaksi kuin aikuisilla. Sakrum sijaitsee alempana, ja sen luutuminen on epätäydellistä. Myös selkärangan luutuminen tapahtuu kokonaan murrosikään mentäessä. Sakrumin rakenne mahdollistaa epiduraalitilan saavuttamisen lapsilla sakraalialueelta, ja katetrin viemisen sakraalitasolta jopa torakaalitasolle saakka imeväisikäisillä. Selän lannelordoosi on lapsuudessa loiva ja okahaarakkeet lyhyet ja suorat. Tämä helpottaa pistämistä ja takaa puudutteen tasaisen jakautumisen.

Pienten lasten hermot ovat ohuita ja niiden myelinisaatio on keskeneräistä aina toisen elinvuoden lopulle, joten laimeammat puudutteet riittävät puutumiseen. Kalvorakenteet ovat lapsilla ohuita ja kudokset vesipitoisia, jolloin puutumisolosuhteet paranevat. Myös sakraalijuuret puutuvat hyvin lumbaalisessa epiduraalipuudutuksessa.

Toisaalta lapsella on likvoria suhteellisesti enemmän kuin aikuisella, joten puudute leviää isompaan tilavuuteen. Samoin sydämen suuri minuuttivolyymi ja vilkas verenkierto lyhentävät puudutteiden vaikutusaikaa. Ohuet kalvorakenteet ja vesipitoiset kudokset päästävät puudutetta verenkiertoon ja puudutemyrkytyksen vaara kasvaa. Samoin veren proteiinipitoisuus on lapsilla pienempi kuin aikuisilla, joten suurempi määrä puudutteesta jää vapaaksi. Lisäksi epäkypsä maksan metabolia alle 3 kuukauden ikäisillä lisää vapaan puudutteen plasmapitoisuutta. Ligamentum flavumin vastus on vähäinen vaikeuttaen epiduraalitilan tunnistamista.

Komplikaatioiden hoito on suuressa määrin samanlaista kuin aikuisilla. Koska pienten lasten sydämen minuuttitilavuus on sykeriippuvainen, aktiivinen bradykardian hoito on tärkeää. Hemodynaamiset oireet ovat kuitenkin varsin harvinaisia ja harvoin

joudutaan lääkkeelliseen hoitoon. Hyvästä hapetuksesta huolehtiminen on ensisijaista ongelmatilanteissa. Toksisten oireiden havaitseminen alkuvaiheessa voi olla hankalaa, koska suurin osa puudutetuista lapsista on nukutettuna. Testiannoksen luotettavuus lapsilla ei ole kovin hyvä. Pulssitason nousua pidetään aikuisilla merkkinä mahdollisesta suonensisäisestä injektiosta. Tämä ei ole lapsilla yhtä luotettava adrenaliinilisänkään kanssa ja mahdollinen edeltävä antikolinergi hämää tilannetta. EKG:ssa tarkkaillaan ST-T-QRS-muutoksia, T-aallon kohoaminen tai QRS-kompleksin leveneminen ovat parempia aikaisen toksisuuden merkkejä. Koska suonensisäistä injektiota lapsilla on vaikea havaita suositellaan pysymistä turvallisissa annoksissa sekä puudutteen annostelemista hitaasti ja jaettuina annoksina.

Sakraalinen epiduraalipuudutus on aiemmin ollut eniten käytetty puudutustekniikka lapsilla, mutta segmentaalista epiduraalipuudutusta käytetään nykyään yhä enemmän. Kertapuudutuksena sakraali sopii hyvin lyhytkestoisiin ja Th 10 dermatomin alapuolisiin toimenpiteisiin, esimerkkeinä alaraajojen operaatiot, tyräleikkaukset ja anaalikirurgia.

Epiduraalipuudutus sopii harvoin yksinään lasten anestesiamuodoksi, vaan se yhdistetään yleensä yleisanestesiaan tai sedaatioon. Katetrin käyttö mahdollistaa samalla postoperatiivisen kivun hoidon, myös kertatekniikka on mahdollinen. Puudutustason valinta tapahtuu samoin periaattein kuin aikuisilla. Epiduraalitila tunnistetaan ”loss of resistance” tekniikalla. Lapsilla keittosuolan käyttö ruiskussa ilman sijasta on turvallisempaa. Punktiossa suositellaan keskiviivatekniikkaa ja alle kouluikäisillä lapsilla ei ole syytä mennä väliä Th 6–7 korkeammalle lisääntyvien teknisten vaikeuksien vuoksi. Mikäli epiduraalia (tai muita puudutuksia) käytetään postoperatiivisesti osastovaiheessa kestopuudutuksena, täytyy huolehtia henkilökunnan asiallisesta koulutuksesta.

Spinaalipuudutusta on käytetty lapsilla jo viime vuosisadan puolelta. Muiden menetelmien turvallisuuden parantuessa sen käyttö on vähentynyt. Spinaalipuudutus tulee kyseeseen ainoana anestesiamuotona lähinnä pienillä keskosilla ja vastasyntyneillä sekä lapsilla, joilla on jokin apneariskiä lisäävä sairaus. Selkäydin ulottuu L3-tasolle pienellä lapsella, mutta koska suoliluun harjanteet vastaavat tässä iässä L5-nikaman tasoa, oikea puudutustaso ohjautuu kaiken ikäisillä suoliluun harjanteiden mukaan. Puuduttaminen on usein teknisesti helppoa; loiva lannelordoosi, suorat ja lyhyet okahaarakkeet ja taipuisa selkä helpottavat pistämistä. Likvorin suhteellinen määrä lapsilla on kaksinkertainen aikuisiin verrattuna, mikä yhdessä sydämen suuren minuuttitilavuuden kanssa aiheuttaa sen, että puudutus kestää huomattavasti lyhyemmän aikaa kuin aikuisilla. Adrenaliinilisä pidentää puudutuksen kestoa noin 30 %.

Erilaisista alaraajojen puudutuksista käyttökelpoisimpia on femoraalispuudutus. Tätä käytetään reisimurtumien sekä lonkan ja polven alueen leikkausten kivun hoitoon.

Ilioinguinaalinen puudutus soveltuu hyvin päiväkirurgiseen tyräleikkaukseen, sen sijaan se ei useinkaan riitä orchidopeksiassa. Puudutettavien hermojen lähtökohta on Th12–L1 segmenteissä ja ne sijaitsevat ulomman vinon vatsalihaksen sekä sisemmän vinon vatsalihaksen välissä.

Peniiliblokkia käytetään fimoosi- ja hypospadialeikkauksissa. Tavoitteena on S2–S4 juurten puutuminen. Puudutusaineena bupivakaiini ilman adrenaliinia.

Paraumbilikaaliblokkia käytetään lähinnä napatyrän korjausleikkauksissa.

Lapsia puudutettaessa puuduteannokset tulisi laskea sekä millilitroina että milligrammoina. Edellisellä varmistetaan pysyminen suositusannoksissa ja jälkimmäisellä puutumisen leviäminen riittävän laajalle alueelle.

Kaikki kliinisessä käytössä olevat puudutteet ovat amidirakenteisia, ne sitoutuvat plasman proteiineihin ja metaboloituvat maksassa. Pääasiallinen sitoutumiskohta plasmassa on hapan alfa-1-glykoproteiini, jonka pitoisuus on pieni alle 1-vuotiailla ja tämä voi johtaa korkeisiin vapaan puudutteen pitoisuuksiin.

Yleisimmin käytetty puudute on ollut bupivakaiini, se on kuitenkin sydäntoksinen. Bupivakaiiniin liittyvä sydäntoksisuus on ilmennyt kardiovaskulaarisena kollapsina ja vakavina kammioperäisinä rytmihäiriöinä. Sydäntoksisuus on voinut ilmetä ilman varoittavia keskushermosto-oireita. Suoran kardiotoksisuuden mekanismina on elektrofysikaalisten tutkimusten perusteella epäilty olevan bupivakaiinin aiheuttama Na- ja K-kanavien salpaus. Nykyisin kliiniseen käyttöön tulleet uudet puudutteet, ropivakaiini ja levobupivakaiini, ovat tutkimuksissa osoittautuneet vähemmän toksisiksi.

Ropivakaiini on ensimmäinen amidityyppinen puudutusaine, joka valmistetaan puhtaana S-isomeerina (enantiomeerina). Se on vähemmän rasvaliukoinen kuin bupivakaiini. Eläinkokeissa ropivakaiinin on todettu salpaavan selektiivisemmin sensorisia kipua välittäviä kuin motorisia hermosäikeitä. Parempi sensorinen selektiivisyys eli vähäisempi ja lyhytkestoisempi motorinen blokki on etu lapsil-

la päiväkirurgiassa. Ruiskutettaessa pieniä konsentraatioita ropivakaiinia ihon alle on sillä vasokonstriktoiva vaikutus, joka häviää suurilla konsentraatioilla. Ropivakaiini, kuten muutkin paikallispuudutteet salpaa hermoimpulssien johtumista reversiibelisti. Tämä johtuu vaikutuksesta ionikulkuun hermokalvon läpi. Suurilla annoksilla ropivakaiinilla on samanlainen salpaava vaikutus myös aivojen ja sydämen kalvorakenteisiin. Keskushermostoon kohdistuva toksisuus ilmenee pienemmillä pitoisuuksilla kuin sydäntoksisuus.

Ropivakaiinin ja bupivakaiinin toksisuutta on tutkittu terveillä vapaaehtoisilla koehenkilöillä. Sekä keskushermosto-oireet että sydänmuutokset todettiin bupivakaiinilla pienemmillä annoksilla ja matalammilla plasmapitoisuuksilla ropivakaiiniin verrattuna. Ropivakaiinin on useissa tutkimuksissa todettu olevan bupivakaiinin veroinen puudute. Koska sen on todettu aiheuttavan vähemmän motorista salpausta ja olevan vähemmän sydäntoksinen kuin bupivakaiini, on sen käyttö puudutteena lisääntynyt.

Levobupivakaiini on bupivakaiinin S-enantiomeeri. Se on elimistössä pääosin (>97 %) proteiineihin sitoutuneena. Se metaboloituu maksassa, ja metaboliitit erittyvät pääosin virtsaan (n. 70 %). Useissa tutkimuksissa on osoitettu, että levobupivakaiini on yhtä tehokas puudutusaine kuin raseeminen bupivakaiini. Sen vähäisempi keskushermosto- ja sydäntoksisuus on osoitettu sekä eläinkokeissa että ihmisillä.

Ropivakaiinin ja levobupivakaiinin käytöstä lapsilla sakraali- ja ilioinguinaalipuudutuksissa on vain vähän tutkimustietoa. Ropivakaiini (5 mg/ml ja laimeammat valmisteet) on indisoitu lasten kaudaaliseen epiduraalipuudutukseen ja perifeerisiin puudutuksiin yli yksi vuotiailla, sen sijaan levobupivakaiinin virallinen käyttöindikaatio lapsilla on ainoastaan ilioinguinaalinen puudutus. Ropivakaiinin ja levobupivakaiinin farmakokineettinen profiili tunnetaan huonosti lapsipotilailla.

Omassa tutkimuksessamme, jossa verrattiin bupivakaiinia ja ropivakaiinia ekvivalentteina annoksina (2 mg/kg) sakraalipuudutuksessa, havaittiin bupivakaiinin imeytyvän ja eliminoituvan nopeammin kuin ropivakaiini. Sama ilmiö havaittiin verratessamme bupivakaiinia ja ropivakaiinia ilioinguinaalisessa puudutuksessa. Bupivakaiiniryhmässä huippupitoisuus oli selvästi korkeampi ja se saavutettiin nopeammin kuin ropivakaiiniryhmässä. Vastaavasti plasmapitoisuudet laskivat nopeammin bupivakaiinilla kuin ropivakaiinilla. Tämän on arveltu johtuvan ropivakaiinin vähäisemmästä rasvaliukoisuudesta ja pienemmästä jakaantumistilavuudesta.

Levobupivakaiinin käytöstä lasten puudutuksissa on vähän tutkimustietoa. Sitä on käytetty sakraali- ja spinaalipuudutuksissa. Sen farmakokinetiikka lapsilla tunnetaan huonosti, farmakokineettinen tutkimustieto on rajoittunut sakraalipuudutukseen. Omassa julkaisemattomassa tutkimuksessamme 0,5 % levobupivakaiini (2 mg/kg) ilioinguinaalisessa puudutuksessa ei löytynyt eroja plasman huippupitoisuuksissa bupivakaiiniin verrattuna. Levobupivakaiiniryhmässä puudutepitoisuudet laskivat nopeammin kuin bupivakaiiniryhmässä. Vaikka puudutteiden rasvaliukoisuus ja proteiineihin sitoutuminen on samankaltainen, ero eliminaatiossa voisi ehkä johtua eroista maksametaboliassa.

Vaikka levobupivakaiini on osoittautunut yhtä tehokkaaksi ja vähemmän toksiseksi puudutteeksi kuin bupivakaiini laajempaa tutkimustietoa lapsipotilailla tarvitaan edelleen. Toisaalta bupivakaiinin indikaatioiden myöntäminen aikoinaan perustui varsin niukkaan tutkimustietoon varsinkin lapsilla. Yllättäviä sivuvaikutuksia tuskin ilmenee, onhan levobupivakaiinia käytetty raseemisen bupivakaiinin osana vuosikymmeniä. Vaikka uudempia puudutteita ei virallisesti ole indisoitu lapsilla kaikkiin puudutuksiin, voi lääkäri harkintansa mukaan käyttää niitä esim. epiduraalipuudutuksessa (ns. off-label käyttö), mikäli arvioi pienemmästä sydäntoksisuudesta olevan hyötyä. ❐

Eira Räihä
anestesiaerikoislääkäri
OYS, anestesiaklinikka
eira.raiha@ppshp.fi