

## Lapsielinluovuttajan hoito

### Hoito toteutetaan teho-osastolla

Aivokuoleman yhteydessä luovuttajalle annetaan metyyliiprednisoloni 20-30 mg/kg (ad 1g) iv ja meropeneemi 40 mg/kg (ad 1g) iv, jonka annos uusitaan tarvittaessa 8 tunnin kuluttua.

### Monitorointi:

| Monitori/kanylointi                   | Tavoite                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EKG                                   | Ei rytmihäiriöitä<br>Pulssi 60-160/min/PEWS-mukaisesti                                                                                                                                                                                          |
| Arteriakanyyli                        | Verenpaine, kts taulukko 2. PEWS<br>Normaalit elektrolyytit ja pH<br>Hyvä happeutuminen<br>PaO <sub>2</sub> >13 kPa<br>Normokapnia<br>PaCO <sub>2</sub> 4.5-5.5 kPa<br>Verensokeri 5-10 mmol/l<br>Hb >90 g/l<br>Trombiyli 50 10 <sup>9</sup> /l |
| Sydämen UÄ                            | Täyttöasteen arviointi, normovolemia                                                                                                                                                                                                            |
| Hengityskone                          | P <sub>plateau</sub> < 25 cmH <sub>2</sub> O/ P <sub>peak</sub> <35 cmH <sub>2</sub> O<br>PEEP 5 - 10 cmH <sub>2</sub> O<br>Kertahengitystilavuus 6 (-8) ml/kg                                                                                  |
| CV-katetri                            | CVP ≤ 10 mmHg                                                                                                                                                                                                                                   |
| Saturaatiomittari (SpO <sub>2</sub> ) | >95%                                                                                                                                                                                                                                            |
| Virtsakatetri                         | Diureesi 0.5 - 3 ml/kg/h                                                                                                                                                                                                                        |
| Sentraalinen lämpö                    | 35-37°C                                                                                                                                                                                                                                         |
| Nenämahaletku                         | Aspiraation esto                                                                                                                                                                                                                                |
| 2 perifeeristä kanyyliä               | Nesteinfuusiot                                                                                                                                                                                                                                  |

**Hemodynamiikan hoidon tavoitteet:** PEWS:n (Pediatric Early Warning Score) mukaisesti ikävakioidusti.

| Ikä       | Hengitystaajuus /min | Syke /min | Systolinen RR*<br>mmHg |
|-----------|----------------------|-----------|------------------------|
| alle 3 kk | 20-80                | 90-180    | 50-100                 |
| 3 kk- 1v  | 20-70                | 80-170    | 70-120                 |
| 1-5 v.    | 15-60                | 70-150    | 75-125                 |
| 5-12v.    | 12-40                | 60-130    | 80-140                 |
| > 12 v.   | 10-22                | 50-120    | 85-131                 |

### Laboratoriotutkimukset

- **Teholla neljän tunnin välein:** laktaatti, K, Na, Gluk, Hb tai Hkr ja verikaasuanalyysi
- **Leikkaussalissa tunnin välein:** laktaatti, K, Na, Hb tai Hkr ja verikaasuanalyysi

### Hypotension hoito

Aivokuolemaan liittyy usein hypotensio ja hypovolemia (vasodilataatio ja diabetes insipidus).

- Hypovolemian korjaus balansoiduilla nesteillä (Plasmalyte, Ringer), 0.45% NaCl:llä, 4%albumiinilla ja tarvittaessa verituotteilla.
- Vältä ylimääräistä nestehoitoa kudosoedeeman ehkäisemiseksi.
- Vältä turhia hemodynamiikan tukilääkkeitä.
- Dopamiini ensisijainen inotrooppi ja vasokonstriktori.
- Jos dopamiinille ei riittävää vastetta ja verenkierron vastus on matala (perifeerinen vasodilataatio), hypotension hoitoon lisätään noradrenaliini-infusio.
- Tarvittaessa voidaan vasokonstriktorina käyttää vasopressiini-infusiota.

### Hemodynamiikan tukilääkkeet:

| Lääke          | Annos                            |
|----------------|----------------------------------|
| Dopamiini      | 2-10 (-20) µg/kg/min iv-infusio  |
| Noradrenaliini | 0.05 -2 µg/kg/min iv-infusio     |
| Vasopressiini  | 0.0003-0.002 U/kg/min iv-infusio |
| Adrenaliini    | 0.05-1 µg/kg/min iv-infusio      |
| Milrinoni      | 0.25-0.5 µg/kg/min iv-infusio    |
| Fenyyliefriini | 0.1-0.5 µg/kg/min iv-infusio     |

## Rytmihäiriöiden hoito

Hoida mahdollinen laukaiseva tekijä.

- Korjaa elektrolyyttihäiriöt (kalium, magnesium).
- Huolehdi happeutumisesta ja lämpötilasta.

Lääkkeet

- Bradykardia: isoprenaliini, dopamiini, adrenaliini (atropiinista ei hyötyä).
- Kammiotakykardia: amiodaroni.

## Kaasujenvaihdon ja keuhkojen hoito

Tavoitteena normoventilaatio ja happeutuminen

- $\text{PaCO}_2$  4.5-5.5 kPa,  $\text{PaO}_2$  >13 kPa ja saturaatio > 95%
- Normaali keuhkokuva
- $P_{\text{plateau}} < 25\text{cmH}_2\text{O}$  /  $P_{\text{peak}} < 35\text{cmH}_2\text{O}$

Säästävä ventilaatio: kertatilavuus 6-(8) ml/kg, PEEP 5-10 cmH<sub>2</sub>O

Aspiraatiopneumonian esto:

- Kuffillinen intubaatiotubi: tarkista, että ei ilmavuotoa (kuffin paine >25 cmH<sub>2</sub>O)
- Kohoasento 30°
- Hengitysteiden imut tarvittaessa, suljettu trakeaimu.
- Suun hoito
- Nenämahaletku auki pussiin

Tarvittaessa bronkoskopia, jonka yhteydessä huuhtelut **vain** tarvittaessa.

## Nestehoito

Perusnesteytys verensokeri ja elektrolyyttitasoja seuraten

- Paino alle 10 kg: perusnesteet 100 ml/kg/vrk (4 ml/kg/h)
- Paino 10-20 kg: perusnesteet 1000 ml/vrk + 50 ml/kg/vrk 10 kg:n ylittävältä osalta (40 ml/h + 2ml/kg/h 10 kg:n ylittävältä osalta)
- Paino yli 20 kg: perusnesteet 1500 ml/vrk + 20 ml/kg/vrk yli 20 kg:n ylittävältä osalta (60 ml/h + 1 ml/kg 20 kg:n ylittävältä osalta)

Nestetäytöt balansoiduilla nesteillä (Ringer ja Plasmalyte suositeltavimpia), NaCl 0.45%:llä tai 4%albumiinilla

- *Nestetäytöt 10 ml/kg kerta-annoksina, jonka jälkeen vasteen arviointi*
- Tuntidiureesia ei voida käyttää nestetäytön mittarina aivokuolleella!

Verituotteet tarvittaessa

- Hb > 90 g/l, ryhmän mukaiset punasolut 10 ml/kg

Hypernatremia

- Natrium-taso voi olla koholla aivopaineen hoidon tai diabetes insipiduksen seurauksena.
- Natrium-tasoa on seurattava ja pyrittävä normaaliarvoihin.

## Diabetes insipidus

Oireina hypernatremia ja runsas diureesi

Lääkehoito aloitetaan välittömästi, kun merkit polyuriasta ja Na-taso nousee:

- Desmopressiini 0.1 ug/10 kg i.v.
- Vasopressiini-infuusio (vasokonstriktori) 0.0005-0.001 U/kg/h  
Huom! Diabetes insipiduksen vasopressiini-hoitoannos on pienempi kuin hypotension hoidossa.

Diureesi tavoite 0.5 – 4 ml/kg/h

Hypovolemian korjaus

Kuivuman korjauksen jälkeen: ylläpitoonesteet + diureesin korvaus, P-Na ja glukoositasoa (P-gluc) seuraten.

## Verensokeri

Suurimmalla osalla luovuttajista verensokeritaso on normaali tai korkea, joten glukoosipitoisia nesteitä ei välttämättä tarvita (Sytä: autonomisen hermoston muutokset: katekoliamiinien vapautuminen, alentunut metabolia (aivokuolema) ja inotrooppien ja steroidien vaikutukset).

Hyperglykemia lisää osmoottista diureesia ja hypovolemiata.

Verensokeritavoite on 5-10 mmol/l

- Yli 10 mmol/l verensokeritaso hoidetaan insuliini-infusiolla 0.05-0.1ky/kg/h, infuusionopeus säädellään verensokeri tavoitteen mukaan
- Subkutaanipistoksia suositellaan vältettäväksi
- Tiheä verensokeriseuranta etenkin imeväisillä
- S-K tasoa seurattava insuliinin aiheuttaman hypokalemiariskin takia.

## Lämpötilan kontrollointi

Aivokuoleman jälkeen hypotermia usein ongelmana etenkin pienillä lapsilla, johtuen lämpötilan säätelyn lakkaamisesta.

Vasodilataatio lisää lämmön hukkaa ja lämmittämättömien nesteiden infuusio edelleen lisää hypotermiariskiä.

- Lämpötilan tavoite on 35-37 °C, riittävän lämpötilan turvaamiseksi voidaan käyttää lämpimiä/lämmitettäviä peittoja ja patjoja.
- Lämpösäteilijää.
- Lämmitettyjä nesteitä.
- Hengityskoneen letkusto pidetään kostutettuna ja lämmitettynä ad 38.5 °C.

Kuume hoidetaan peitteet poistamalla, iv-nesteet annetaan huoneenlämpöisinä ja viilennyspeitoilla tarvittaessa. Kuumelääkkeistä ei ole hyötyä.

## Infektiot

Mikäli potilaalla on jo meropeneemiresistentti infektio, niin aloitettua antibioottihoitoa jatketaan.

## Tromboosiprofylaksia

Jo aloitettua tromboosiprofylaksiaa jatketaan.

Mikäli sitä ei ole aloitettu, niin aloitetaan enoksapariini 0.5 mg/kg/12h välein s.c.

## Hormonihoito hoidettaessa sydänluovuttajaa

Hormonihoito suositellaan aloitettavaksi potentiaalisten luovuttajien hoidossa siinä vaiheessa, jos verenkierto on edelleen labiili vasoaktiivihoidosta huolimatta ja harkitaan sydämen luovuttamista. Hoito annetaan elinsiirtokirurgin ohjeen mukaan.

- Levotyrokksiini (T4) bolus 1-5 µg/kg + infuusio 0.8-1.4 µg/kg/h i.v.
- Trijodityroniini (T3) 0.05-0.2 µg/kg/h
- (Metyyliprednisoloni 20-30 mg/kg (max 1g) i.v., annos voidaan uusia, mikäli elinsiirtokirurgi niin määrää)

## Asiakirjamerkinnät (Ohje: Imeväisen ja lapsen aivokuoleman toteaminen)

Potilasasiakirjoihin kirjataan

- taudinmäärityksen perusteena olevat tapahtumatiedot ja aivojen tutkimiseksi tehtyjen tutkimusten tulokset
- selvitys neurologisen tutkimuksen ja hengitystestin tekotavasta ja tutkimusten suorittajat
- omaehtoisen hengityksen päättymisen toteamisaika on potilaan kuolinaika

Kuoleman todennut lääkäri allekirjoittaa **elinirrotuspöytäkirjan**

Perussairauden ICD-koodin lisäksi merkitään aina ICD-koodi G93.90 eli aivokuolema potilaskertomukseen

Mikäli edetään elin- ja kudostenluovutukseen, potilasasiakirjoihin kirjataan se huoltaja, joka on antanut luvan lapsen elinten- ja kudostenluovutukseen ja selvittäjän nimi

Helsinki 26.8.2020

Laatineet Tuula Lönnqvist, HUS, Paula Rautiainen, HUS, Outi Peltoniemi, OYS, Maarit Lång, KYS  
Sihteeri Anna-Maria Koivusalo, HUS