

Imeväisen ja lapsen aivokuoleman toteaminen

Lain mukaan ihminen on kuollut, kun kaikki hänen aivotoimintansa ovat pysyvästi loppuneet. Edellytyksenä kuoleman toteamiselle sydämen vielä sykkiessä on, että aivoperäiset vasteet puuttuvat ja hengityskeskuksen toiminta on loppunut ja että aivotoimintojen loppumisen syy tai patofysiologinen mekanismi on selvitetty.

Kuoleman voi todeta laillistettu tai luvan saanut lääkäri taikka terveydenhuollon ammattihenkilöstä annetun asetuksen (564/1994) 3 §:n 1 momentissa tarkoitettu, laillistetun lääkärin tehtävää valtiolla, kunnassa tai kuntayhtymässä hoitava lääketieteen opiskelija.

- Aivokuoleman toteaminen edellyttää, että aivoperäisiä vasteita tutkivalla lääkärillä on neurologisten tutkimusten tekemiseen riittävä koulutus ja että hengitystä säätelevien aivorakenteiden toimintaa tutkivalla lääkärillä riittävä anestesiologian alan koulutus.
- Aivokuoleman voi todeta yksikin lääkäri.
- Käytännössä aivokuoleman toteamiseen osallistuu kaksi lääkäriä

Aivokuoleman toteamisen jälkeen tehohoidosta ja hengityslaittehoidosta luovutaan, ellei kyseessä ole elinluovuttaja.

Kuolinsyyn selvittäminen tulee tehdä laissa annettujen säädösten mukaisesti.

Lapsen kohdalla aivokuoleman diagnoosia harkitaan silloin, kun aivovaurio on sen asteinen, että harkitaan hoidosta luopumista. Tällöin tulee aina muistaa elinluovutuksen mahdollisuus ja edetä hoidoissa tämä huomioiden.

Suomessa on käytössä ns. oletettu suostumus elin- ja kudoslouvutukseen, mutta mikäli vainaja on alaikäinen, eikä hän ikänsä ja kehitystasonsa vuoksi eläessään ole kyennyt muodostamaan käsitystä elimiensä tai kudoksiensa irrottamisesta, saa elimiä ja kudoksia irroittaa, jollei hänen huoltajansa vastusta toimenpidettä. Huoltajan kanssa on aina keskusteltava ja saatava häneltä puolto.

1 Imeväisen aivokuoleman toteaminen (raskausviikolta 37 - yksi (1) ikävuosi)

1.1 Edellytykset aivokuoleman toteamiseksi

*Aivokuoleman toteaminen imeväisellä (alle 1v ikäisellä) on **aina** kliininen diagnoosi.*

Ennen aivokuolema diagnoosin tekoa on olennaista perehtyä kattavasti sairaskertomuksiin, laboratoriotuloksiin (mukaan lukien kliinisen neurofysiologian tulokset) ja kuvantamislöydöksiin sekä keskustella huoltajien kanssa, jotta kaikki väärin tulkintojen mahdollisuudet on poissuljettu ennen kliinistä tutkimusta.

Aivokuolemadiagnoosin perustana ovat:

- Aivot tuhonnut vammamekanismi on selvä ja kuvannettu ja löydös selittää tajuttomuuden
- Aivot kuvannettu MRI-laitteella, erityistapauksissa, joissa MRI-tutkimusta ei ole mahdollista suorittaa, TT-tutkimus on riittävä (esimerkiksi vaikea trauma)
- Pysyvä tajuttomuus
- Aivorungon vasteiden puuttuminen
- Hengityksen loppuminen

Yksi tutkimuskerta riittää.

Lapsen kliinisen tilan seurantaan on varattava riittävästi aikaa

- Asfyksian jälkeen vähintään 48 h (käytännössä 72 h hypotermiahoidon lopetuksen jälkeen)
- Vaikean aivotrauman jälkeen vähintään 48 h

Mikäli lapsi on hoidon ajan ollut sedatoituna, niin on huomioitava lääkkeiden eliminoitumisajat asfyksian vaikeusaste huomioiden.

Ennen aivokuoleman toteamista kaikki ohimenevät aivotoimintaan vaikuttavat häiriöt tai tajuttomuuden aiheuttamat ulkopuoliset ja ohimenevät syyt tulee poissulkea.

Persistoiva hypotensio

- Systolinen verenpaine tulee olla vähintään ikää vastaavalla PEWS:n o-pisteen tasolla (Pediatric Early Warning Score -taulukon mukaisesti).
- Apneatestin aikana varaudutaan stabiloimaan verenpaine- ja pulssitaso nesteboluksin ja vasoaktiivilääkityksellä (isoprenaliini, noradrenaliini, dopamiini ja vasopressiini).

Hypotermia

- Ydinlämmön tulee olla 35°C - 37°C
- Tarvittaessa lämmitys, varo hypertermiaa

Vaikeat metaboliset häiriöt tulee tunnistaa ja hoitaa

- Asidoosi
- Sokeriaineenvaihdunnan häiriöt
- Elektrolyyttitasapainon häiriöt

Lääkeainevaikutus

- Huomioi maksan ja munuaisten toiminnan heikentymisen vaikutus lääkeaineiden eliminaatioon.
- Anesteettien, analgeettien ja lihasrelaksanttien annostelusta tulee olla kulunut riittävän pitkä aika, ennen kuin aivokuoleman toteamiseen vaadittavia kliinisiä testejä voidaan suorittaa.
- Potentiaalisen elinluovuttajan hoidossa tulisi varhaisessa vaiheessa välttää sedatiivisia lääkkeitä. Putkiärsytystä ja kipua pyritään hoitamaan mahdollisimman lyhytvaikutteisilla analgesedatiivisilla lääkityksillä.
- Mikäli potilas on hoidossa intoksikaation vuoksi ja/tai lääkeaine ei ole tiedossa, suositellaan herkästi aivoaltimoiden kuvantamistutkimusta osana aivokuoleman toteamista (aivosuonten angiografia, DSA) tai aivosuonten tietokonetomografia-angiografiatutkimusta (CTA)
- Jos lääkeaine on tiedossa pitoisuusmittauksista voi olla hyötyä.

- Ihanteellisessa tilanteessa potilas on ollut 1–2 vrk ilman sedaatiota ennen aivokuoleman toteamista.
- Tiopentaalianestesian tai runsaiden tiopentaalibolusten annon jälkeen tehdään aina aivovaltimoiden kuvantamistutkimus osana aivokuoleman toteamista aivoverenkierron päättymisen osoittamiseksi.
- Jäännösvaikutuksen kumoutumisen arvioimiseksi voidaan käyttää bentsodiatsepiinien kohdalla flumatseniilia ja opioidien kohdalla naloksonia
- Fenobarbitaali-pitoisuus tulee määrittää ennen testaamista ja sen pitoisuuden tulee olla nolla (0) $\mu\text{mol/l}$.

1.2 Neurologinen tutkimus

Kipureaktion puuttuminen

- Potilas ei avaa silmiä spontaanisti eikä kivulle
- Supraorbitaalishermon kipureaktio molemmilta puolilta päätä voimakkaasti painaen.
 - Testaus ei aiheuta motorista reaktiota eikä vaikuta pulssiin tai verenpaineeseen.
- Kipureaktio keuhkoputkista intubaatioputken kautta imien.
 - Potilas ei reagoi.
- Aivokuolleella voi olla spinaaliheijasteita.

Lihastonuksen puuttuminen.

- Lihastonus puuttuu raajoista niitä testatessa.
- Babinskin merkki voi olla positiivinen.

Aivohermojen toiminnan puuttuminen

- Korneaheijaste
 - Kosketetaan molempien silmien sarveiskalvoa pumpulitikulla
 - Heijaste puuttuu, kun silmäluomet eivät räpsähdä
- Pupillien valoreaktio
 - Pupillit eivät reagoi valoon ja ovat useimmiten symmetriset ja keskikokoiset
- Okulokefaalinen heijaste
 - Päätä käännetään nopeasti puolelta toiselle silmänliikkeitä seuraten
 - Heijaste puuttuu, kun silmät eivät liikahta kääntösuuntaa vastaan
- Okulovestibulaarinen heijaste
 - Tarkista, että tärykalvot ovat ehjät
 - Korvakäytävään ruiskutetaan 5 ml jäävettä ja seurataan silmien liikkeitä 2 min ajan
 - Koe tehdään vuoron perään oikealle ja vasemmalle ja välissä on tauko
 - Heijaste puuttuu, kun silmien liikkeitä ei havaita
- Nieluheijaste
 - Liikutetaan hengityspotkea nielussa ja imetään nielusta
 - Heijaste puuttuu, kun potilas ei reagoi eikä yski

1.3 Hengityskoe imeväisellä (raskausviikko 37–1 v.)

- Testi suoritetaan sen jälkeen, kun aivohermotoiminnan on todettu puuttuvan
- Testin suorittajan tulee olla perehtynyt vastasyntyneiden tehohoitoon
- Käytetään imeväisen elintoimintojen normaaliarvoja (ikävakioidut PEWS-kriteerit)
- pH ja PaCO₂ normalisoidaan ja varmistetaan verikaasuanalyysillä
- Lämpötila pidetään >35 °C

Hemodynaamikan aktiivinen hoito hengitystestin aikana:

- Verenpaine ja pulssi pidetään vähintään ikää vastaavalla PEWS:n 0-pisteen tasolla
- Varaudutaan etukäteen vasoaktiiveilla (esim. isoprenaliini, noradrenaliini, dopamiini, vasopressiini)

Ennen testin aloittamista ventiloidaan 100 % hapella 5-10min ajan. Verikaasuanalyysillä varmistetaan normoventilaatio.

Hengitystestin suorittaminen:

- Lapsi irrotetaan hengityskoneesta ja intubaatioputkeen johdetaan happivirtaus 1–2 l/min (älä tuki intubaatioputkea)
 - Jos kyseeseen tulee mahdollisuus keuhkojen luovutukseen, käytetään lisähappivirtausta varaajapussilliseen hengityspalkeeseen, jossa on PEEP-venttiili (5 cmH₂O)
 - Alle 10-kiloisilla potilailla käytetään lasten hengityspaljetta
- Verikaasuanalyysi otetaan yhden (1) minuutin välein ja kun *saavutetaan hiilidioksiditaso 8 kPa (tervekeuhkoisilla) tai 3 kPa yli lähtötason (keuhkosairailta) JA hengitysyrityksiä ei todeta*, niin todetaan aivokuolema

Mikäli happisaturaatio laskee seuranta-aikana alle 80 %:iin, niin hengityskoe keskeytetään, potilas kytketään hengityskoneeseen ja testi suoritetaan myöhemmin uudelleen.

Mikäli kliinisissä testeissä ilmenee epävarmuutta, odotetaan 12–24 h ja suoritetaan testit uudelleen. Muita täydentäviä tutkimuksia ei suoriteta.

2 Yli 1-vuotiaan lapsen aivokuoleman toteaminen

Noudatetaan yleisiä aivokuoleman toteamisen ohjeita (OPAS Kuoleman toteaminen ja läheisten kohtaaminen), jotka löytyvät osoitteesta:

<https://www.hus.fi/ammattilaiselle/elinluovutustoiminnan-ammattilaismateriaalia>

Hiilidioksiditason nosto suoritetaan siten, että potilas irrotetaan hengityskoneesta esihappeuttamisen jälkeen.

Seuranta-aika hengityслиikkeiden havaitsemiseen on

- | | | |
|--|---|---------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • 1–5-vuotiailla 7 min • 5–12-vuotiailla 8 min • > 12-vuotiailla 10 min | } | =100 hengityssykliä |
|--|---|---------------------|

Aivokuoleman toteamisen yhteydessä tulee käyttää lapsen ikää vastaavia fysiologisia parametrien viitearvoja (PEWS).

Mikäli aivokuolemaa ei voida todeta kliinisin testein (esimerkiksi kasvojen vaikea ruhjevamma tai vaikea keuhkovaurio) voidaan käyttää lisätutkimuksia.

Sen jälkeen, kun kallon saumat ovat luutuneet, voidaan lisätutkimuksena käyttää kaula- ja aivovaltimoiden 3-vaiheista – angiografia tutkimusta. Tästä on erillinen ohje ”kuvantamistutkimukset aivoverenkierron loppumisen osoittamiseksi” (<https://www.hus.fi/ammattilaiselle/elinluovutustoitinnan-ammattilaismaterialia>). DSA tai CTA ovat käytössä harkinnan mukaan. Tällöin potilaan kuolinaika on kuvantamistutkimusten saneluajankohta.

3 Potilasasiakirjamerkinnot

Hoitava lääkäri selvittää kuolinsyyn selvittämisen tarpeellisuuden ja tekee tarvittaessa lähetteen ruumiinavaukseen ja on tarvittaessa yhteydessä viranomaisiin oikeuslääketieteellisen ruumiinavauksen tarpeellisuudesta.

Potilasasiakirjoihin kirjataan:

- Taudinmäärityksen perusteena olevat tapahtumatiedot ja aivojen tutkimiseksi tehtyjen tutkimusten tulokset
- Selvitys neurologisen tutkimuksen tekotavasta ja tutkimuksen suorittajasta
Mallikirjaus neurologisen testin suorittamisesta:

“8-vuotias tyttö, perusterve. 4. hoitopäivä teho-osastolla laajan oikeanpuoleisen aivoverenvuodon takia. Pään TT-kontrollissa 3. hoitovuorokautena vuodon koko kasvanut. Tänään aamulla molemmat pupillat laajoiksi. Hengityskoneessa, ei omaa hengitystä. Tutkittaessa RR 125/80, ydinlämpö >35 astetta. Pupillit symm, laajat, ei valoreaktiota. Korneaheijaste sammunut. Supraorbitaalikivulle ei motorista vastetta, kynsivallikivulle ei reaktiota kasvoilla. Raajatonus velto. Potilas ei reagoi imuille, karotispoukaman painaminen ei aiheuta bradykardiaa. Okulokefaalinen ja okulovestibulaarinen heijaste sammuneet.”

- Selvitys hengitystestin tekotavasta ja tutkimuksen suorittaja
Mallikirjaus hengitystestin suorittamisesta:

“Ennen hengitystestiä esihapetus 10 minuutin ajan (FiO2 100%). Verikaasuanalyysissä ennen hengitystestin aloittamista pH 7.34, pCO2 5.3. Lapsi kytkettiin irti hengityskoneesta, intubaatioputkeen asetettiin 5mmHg PEEP venttiilillä ja varaajapussilla varustettu hengityspalje, johon happivirtaus TAI intubaatioputkeen ohjattiin happivirtaus keinonenän kautta. Verenpainesäätimessä ei muutosta hengitystestin aikana ja saturaatiotaso pysyi ennallaan, omia hengityслиikkeitä ei todettu kliinisesti eikä kapnografian avulla. Hengitystesti päättyi 8 min kuluttua, jolloin valtimoveren hiili-diksidiosapaine oli 8,9 kPa. Lapsi todettiin kuolleeksi 15.9.2023 klo 00:02.”

- Omaehtoisen hengityksen päättymisen toteamisaika on potilaan kuolinaika.

Kuoleman todennut lääkäri allekirjoittaa **elinirrotuspöytäkirjan**.

<https://www.hus.fi/ammattilaiselle/elinluovutustoiminnan-ammattilaismateriaalia>

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

Mikäli edetään **elin- ja kudoslouputukseen**, potilasasiakirjoihin kirjataan se huoltaja, joka on antanut luvan lapsen **elinten- ja kudostenlouputukseen ja selvittäjän nimi**.

Helsinki 26.8.2020

Laatineet Tuula Lönnqvist, HUS, Paula Rautiainen HUS, Saija Näse-Ståhlhammar HUS, Pirjo Isohanni, HUS, Outi Peltoniemi, OYS, Maarit Lång, KYS

Sihteeri Anna-Maria Koivusalo, HUS, Hilja-Maaria Stauffer, HUS

Ohje päivitetty 4.10.2023