

HUKUKSIIN JOUTUNEEN LAPSEN ELVYTYS

Hukuksiin joutunut hypoterminen lapsi tulisi kuljettaa sairaalaan elvyttäen, ellei hoitoelvytykselle saada suotuisaa vastetta nopeasti.

Suomessa kuolee vuosittain noin 120 ihmistä hukkumalla (1). Kansainvälisten tilastojen mukaan hukkuminen on merkittävimpiä tapaturmaisen kuoleman syitä erityisesti alle viisivuotiailla (2–3). Hukkumistapaturmista hengissä selvinneiden määrästä ei ole tarkkaa tietoa. Kirjallisuudessa hukuksiin joutumisesta selvinneiden ja hukkuneiden suhde vaihtelee laajastikin. Eräässä katsauksessa todettiin vain neljäsosan hukuksiin joutuneista sydänpysähdyksen saaneista lapsista selvinneen (4). Toisessa retrospektiivisessä tutkimuksessa saatiin toiveikkaampia tuloksia: puolet selvisi hengissä (5). Hukuksiin joutumisen olosuhteet vaihtelevat suuresti. Suomessa suurin osa hukkumisista tapahtuu luonnonvesistöihin. Veneilyonnettomuudet eivät lapsilla ole yhtä merkittävä taustatekijä kuin aikuisilla (6).

Patofysiologia

Hukuksiin joutuessaan lapsi pidättää hengitystään ja kehittää kurkunpään kouristuksen, mistä seuraa hypoksia ja hyperkapnia sekä paheneva asidoosi.

Lopulta suojaavat refleksit pettävät, ja lapsi vetää vettä henkeensä. Hypoksian myötä lapsi menettää tajuntansa. Hypoksia ja asidoosi johtavat sydänpysähdykseen. Aivot altistuvat hypoksialle, ja kehittyy hypoksis-iskeeminen aivovaurio.

Keuhkoissa vesi aiheuttaa surfaktantin ominaisuuksien muuttumisen, minkä seurauksena alveolit painuvat paikoin kasaan aiheuttaen atelektaasia. Spiroidun veden aiheuttamaa surfaktantin inaktivaatiota pidetään keskeisenä ARDS:n (acute respiratory distress syndrome eli äkillinen hengitysvajaus -oireyhtymä) kehittymiseen vaikuttavana tekijänä. Hypotoninen vesi imeytyy varsin nopeasti alveoleista verenkiertoon. Ihmisillä ei kuitenkaan ole todettu merkittävää kiertävän verivolyymin kasvua, vaikka eläinkokeissa näin on havaittu käyneen. Ihmisen aspiroidit vesimäärät ovat todennäköisesti pienempiä koe-eläimiin verrattuna. Merivesi hypertonisena nesteenä jää alveoleihin ja kolloidiosmoottisen paineen vaikutuksesta aiheuttaa nesteen siirtymisen verenkierrosta keuhkoihin. Tämä ei ihmisillä käytännössä vaikuta kiertävään verivolyymiin. Edellä mainittujen tapahtumien seurauksena keuhkoihin



muodostuu ventilaation ja perfuusion epäsuhta. Riippumatta aspiroidun veden laadusta kehittyi myös keuhkopöhö, todennäköisimmin kardiogeeniseltä pohjalta. Veden laadulla ei siis ole kliinistä merkitystä, koska aspiroidut vesimäärät ovat pieniä ja muutokset elimistön elektrolyyttitasapainossa ja verivolyymissä vähäisiä. Itämeren suolapitoisuus on matala, esimerkiksi Suomenlahden länsiosassa 0,6 %, joten käytännössä hukkumistapaturmat Suomessa tapahtuvat ns. makeaan veteen.

Hukuksiin joutuneiden toipumisen kannalta keskeisintä on aivojen hapenpuutteen kesto. Merkittävin potilaan ennusteeseen vaikuttava tekijä on hukuksissa oloaika, vaikkakin se yleensä on hätäntyneiden omaisten aika-arvio. Hukuksissa olemisen kestäessä yli viisi minuuttia alkaa hyvän neurologisen toipumisen todennäköisyys heiketä. Kymmenen minuutin jälkeen alkaa hengissä selviytymisen ennuste heiketä. Mitään yksiselitteistä raja-arvoa ei kuitenkaan voida nykytiedon valossa antaa. Yksittäisissä tapauksissa on saavutettu hyvä neurologinen toipuminen edellä mainittuun nähden moninkertaisenkin ajan kuluttua (7). Ennuste on parempi, jos potilas on ollut hukuksissa kylmässä, alle 5-asteisessa vedessä (8). Lämpimään, yli 5-asteiseen veteen hukkuneella ei ole selviämismahdollisuuksia, jos hukuksissa olo kestää yli 25 minuuttia (9–10). Potilaan hypotermisuus voi johtua kylmässä vedessä tapahtuvan nopean jäähtymisen lisäksi myös pitkästä altistuksesta lämpimässä vedessä tai jäähtymisestä ensihoidon ja kuljetuksen aikana. Ennusteen arvioimista ajatellen hukkumisolosuhteet ja veden lämpötila ovat olennaisia tietoja ja pelkkä potilaan mitattu lämpötila riittämätön.

Peruselvytys

Hukuksiin joutuneen elvytyksessä on hypoksemian korjaaminen ensisijaisen tärkeää. Elvytys aloitetaan viidellä puhalluksella kuten lasten elvytyksessä yleensäkin (11–13). Potilaan kääntämistä kyljelleen suun ja nielun puhdistamista varten on harkittava, jos puhallukset eivät muuten onnistu. Tämän jälkeen painelu-puhalluselvytystä (PPE) jatketaan normaaliin tapaan suhteessa 15:2 (elvyttäjänä terveydenhuollon ammattilainen) tai 30:2 (elvyttäjänä maallikko). Painelutiheyden tulisi olla 100–120/min. Elvytystä jatketaan kahden minuutin sykleissä painelutauot minimoiden. Maallikkojen antaman peruselvytyksen on todettu parantavan hukuksiin joutuneen ennustetta merkittävästi (14).

Hukuksiin joutumiseen liittyy Suomen oloissa usein hypotermia (kehon lämpötila alle 35 °C). Hypotermisen potilaan sydämen toimintaa on vaikeaa arvioida, sillä syke saattaa olla hyvin hidasta ja pulssin tunnustelu voi olla vaikeaa. Alle vuoden ikäiseltä pulssia tunnustellaan a. brachialiksesta tai a. femoraliksesta. Pulssin etsintään ei saisi käyttää yli kymmentä sekuntia. Mikäli syketaajuus on imeväisikäisellä lapsella alle 60/min, tulisi tilanteeseen suhtautua kuin pulssittomaan rytmiin, sillä heillä syketaajuus on merkittävin sydämen minuuttivirtausta säätelevä tekijä. Alle murrosikäisillä painelupaikka on rintalastan alaosassa, murrosikäistä vanhemmilla rintalastan keskiosassa. Alle yksi-vuotiasta painellaan kahden sormen tai peukalon tekniikalla. Muilla alle murrosikäisillä käytetään paineluun yhden tai kahden kämmenen tyveä. Murrosikäisten elvytyksessä käytetään kahta kättä, kuten aikuisillakin. Painamissyvyyden suositellaan olevan kolmasosan rintakehän syvyydestä.

Kaularankavammat ovat harvinaisia hukkumisonnettomuuksissa, poislukien pää edellä veteen hypänneet. Muutoin kaularankaa ei tarvitse immobilisoida, ellei ole selkeitä merkkejä pään ja kaulan alueen vammasta tai kaularankavamma ole todennäköinen esitietojen valossa. Vedessä immobilisaatio on vaikeaa ja saattaa viivästyttää elvytystoimia. Elvyttäjän tulisikin välttää veteen joutumista itse, mikäli mahdollista. Vedessä olevan hukuksiin joutuneen pelastaminen on turvallisempaa, jos pelastajia on yhden sijasta kaksi ja mukana on kellunta-apuväline. Vedessä elvyttäminenkin on mahdollista. Vedessä ollessa suusta suuhun puhaltaminen voi olla vaikeaa, koska nenästä on hankalaa pitää kiinni, tällöin suusta nenään puhaltaminen on suotavaa. Paineluelvytys ei vedessä onnistu.

Ilmatie

Alkuvaiheessa ventilaatio pyritään toteuttamaan 100 % hapella mahdollisuuksien mukaan. Hukuksiin joutuessaan lapsi yleensä nielee paljon vettä. Elvytystilanteessa sitä nousee herkästi takaisin nieluun ja suuhun vaikeuttaen ventilaatiota. Keuhkoihin joutuneen veden vuoksi keuhkojen komplianssi pienenee, joten ventilaatio saattaa olla tavallista haastavampaa ja vaatia korkeampia sisäänhengityspaineita. Hukuksiin joutuneilla larynxmaskin ja muiden supraglottisten apuvälineiden käyttö saattaa olla muita elvytystilanteita vaikeampaa. Varhainen intubaatio ja sen jälkeen positiivisen uloshengitysvaiheen paineen (PEEP) ylläpito ainakin tasolla 5–10 cmH₂O on

suositeltavaa. Intubaation jälkeen sisään hengitetävä happipitoisuus säädetään siten, että saavutetaan SaO_2 94–98 %.

Verenkierto

Suoniyhteyden saaminen hypotermiselle lapselle voi olla vaikeaa. Tällöin intraosseaalineula on hyvä vaihtoehto (15). Hukuksiin joutuneen ensimmäinen todettu rytmi on yleensä asystole. Rytmien ollessa pulssiton sähköinen aktiviteetti (PEA) tai asystole voidaan potilaalle kertaalleen antaa adrenaliinia laskimoon (10 µg/kg). Mikäli tälle ei ole vastetta, tulisi hypotermisen potilas kuljettaa elvyttäen sairaalaan lämmitettäväksi. Hukuksiin joutuneen defibrilloitavat rytmit eli kammiotakykardia (VT) ja kammiovärinä (VF) hoidetaan kuten elvytyksessä yleensä. Mikäli lapsen lämpötila on alle 30 °C, on defibrillaation teho heikentynyt. Tällöin lasta tulisi lähteä kuljettamaan sairaalaan elvyttäen, ellei rytmi ensimmäisellä iskulla (4 J/kg) käänny (13).

Hypotermian hoito

Hypotermisen elvytettävä lapsi tulisi ensisijaisesti viedä sairaalaan, jossa on mahdollisuus lämmitykseen sydän-keuhkokoneella. Toinen vaihtoehto on lämmittää potilasta lämpimillä nesteillä (40–42 °C) torakotomia-avauksesta ja antaa samalla avosydänhieronaa. Hypotermian korjaantumiseen liittyy elimistön hapentarpeen nopea lisääntyminen ja kylmädiureesin aiheuttama hypovolemia. Kylmään veteen hukkumiseen liittyen on yksittäisiä kannustavia selviytymistarinoita pitkänkin hukuksissa olon ja elvytyksen jälkeen. HYKS:n Lastenkliniikalla vuosina 1984–2008 sydän-keuhkokoneella lämmitetyistä yhdeksästä lapsesta yksi selvisi lievän neurologisen oirein. Muut kahdeksan menehtyivät sairaalahoidon aikana. Ainoan pitkäaikaiselviytyjän arvioitu hukuksissa oloaika oli 45 minuuttia ja PPE:n kokonaiskesto 65 minuuttia (16).

Elvytyksen lopettaminen

Elvytyksen lopettamista tapahtumapaikalla ei hypotermisellä potilaalla suositella ellei sekundaarisia kuoleman merkkejä ole näkyvissä (esim. kuolonkankeus, lautumat). Tilannearviossa kannattaa hypotermian syy kuitenkin ottaa huomioon. Mikäli hukkumisonnettomuuteen liittyy hyvin laajoja vammoja, on elvytyksen lopettamista syytä harkita.

Jatkohoito

Hukuksiin joutuneille kehittyy usein eriasteisia keuhko-ongelmia, joista atelektaasit, keuhkopöhö ja aspiraatiopneumonia ovat yleisimpiä. Osalle kehittyy myös ARDS. Ilmarinta on mahdollinen elvytyksen ja mekaanisen ventilaation jäljiltä (17–18). Vaikka pneumonian kehittyminen onkin varsin yleistä hukuksiin joutumisen jälkeen, ei profylaktisesta antimikrobitilääkityksestä ole osoitettu olevan hyötyä. Antimikrobitilääkityksen aloitusta kannattaa kuitenkin harkita jo alkuvaiheessa, jos potilas on ollut hukuksissa hyvin likaisessa vedessä.

Viilennyshoidon hyödyistä hukuksiin joutuneiden elvytettyjen lasten kohdalla ei ole näyttöä. Tuore eurooppalainen elvytys-suositus suosittelee lämmittämään hukuksiin joutuneen ydinlämpötilaan 32–34 -asteiseksi ja tämän jälkeen välttämään hypertermiaa. Merkittävin hukuksiin joutuneen pitkäaikaisen selviytymisen ennustekijä on neurologinen toipuminen. Hypoksis-iskeeminen aivovaurio kehittyy jo hukkumisonnettomuuden aikana, eikä jo syntyneeseen vaurioon voida tämän jälkeen juuri vaikuttaa. Hoidossa pyritään normoventilaation, normoglykemian sekä riittävän kudospesuusion tukemiseen. Kallonsisäisen paineen seurannan hyödyistä ei ole selkeää näyttöä hukuksiin joutuneilla (12). Myöskään kortisoni- tai barbituraattihoidoilla ei ole ollut vaikutusta selviytymiseen.

Aiempi terveyshistoria tulisi selvittää tarkoin, sillä hukuksiin joutuminen on saattanut aiheutua sairauskohtauksesta. EKG:n seuranta on suositeltavaa mahdollisen piilevän pitkän QT-oireyhtymän diagnosoimiseksi. Neurologisista sairauksista aiemmin diagnosoimattomaan tai huonossa hoitotasapainossa olevaan epilepsiaan tiedetään liittyvän hukkumistapaturmia. Pääosa hukuksiin joutuneista lapsista on kuitenkin ennen tapaturmaa terveitä.

Ennuste

Potilaan neurologisen tilan kliininen tutkiminen auttaa ennusteen määrittämisessä, mutta käytännössä anoksisen aivovaurion astetta on vaikeaa arvioida sedatoivien lääkkeiden vuoksi. Pään magneettikuvantamisesta saattaa olla hyötyä. Myös EEG:tä on käytetty apuna ennusteen arvioimisessa sydänpysähdyksen jälkeen. Pian tapahtuman jälkeen rekisteröity normaali EEG viittaa hyvään ennusteeseen, kun taas yleistynyt sähköinen vaimentuma tai yleistynyt pusrkevaimentuma normaalilämpöisellä sedatoimattomalla potilaalla

viittaa huonoon ennusteeseen. Samoin pitkittynyt epileptinen kohtaus (status epilepticus) ennustaa parantumattomaa tilaa. Ennustearvion tekemisessä EEG:n tulkinta voi olla vaikeaa, mikäli löydös on normaalin ja huononennusteisen väliltä. Tällöin voi herätepotentiaalien tutkimisesta olla apua. Erityisesti somatosensoriset herätepotentiaalit (SEP) ovat osoittautuneet hyödylliseksi avuksi arvioitaessa ennustetta sydänpysähdyksen jälkeen (19).

Potilaan neurologista selviytymistä pitkällä tähtäimellä on vaikeaa arvioida välittömästi tapaturman jälkeen ja vielä sairaalasta kotiuduttassakaan. Vaikka potilas saattaa aluksi vaikuttaa selvinneen ilman neurologisia ongelmia, voi hänellä pitkässä seurannassa ilmetä hankaluuksia oppimisessa ja keskittymisessä. Hukuksiin joutuneiden lasten myöhemmästä neurologisesta ja neuropsykologisesta oireilusta tiedetään edelleenkin yllättävän vähän. Pitkäaikaiseurannassa hukkumisesta elpyneiden lasten elämänlaatu vaikuttaisi kuitenkin olevan kohtalaisen hyvää (20).

Ennaltaehkäisy

Veden äärellä ollessa tulee aikuisten valvoa pieniä lapsia jatkuvasti. Heitä ei saisi jättää toisten lasten valvottavaksi. Suuremmat vedenkeruuastiat tulisi tyhjentää käytön jälkeen. Myös pienten lasten kylpemistä ja kylpyhuoneessa oleskelua kannattaa valvoa. Yksityisten uima-altaiden aitaamista kaidilta sivuiltaan suositellaan, mikäli uima-altaalle on muutoin lapsilla suora pääsy. Lasten opettaminen uimaan on tärkeää. Uimisen tulisi kuitenkin tapahtua valvotusti. Pelastusliivien käyttö veneillessä on tärkeää (21). Suomen olosuhteissa myös heikot jäät muodostavat selkeän vaaran.

Lopuksi

Hukkumisesta selvinneillä lapsilla merkittävä elämänlaatua heikentävä tekijä on hypoksiskeeminen aivovaurio. Toipumisennusteeseen vaikuttaa hukuksissa olon kesto, mutta mitään yksiselitteistä raja-arvoa huonoa toipumista ennustamaan ei voida esittää. Näyttäisi kuitenkin siltä, että onnistuneesti elvytettyjen lasten elämänlaatu olisi pitkäaikaiseurannassa kohtalaisen hyvää. Hukuksiin joutumisen ennaltaehkäisy on erittäin tärkeää, sillä puutteellisella valvonnalla on keskeinen merkitys lasten hukkumistapaturmissa (22). ■

Viitteet

1. Suomen virallinen tilasto (SVT): Kuolemansyyt. Vuosikatsaus 2009, Liitetaulukko 1a. Kuolleet peruskuolemansyynt (72-luokkainen luokitus) ja iän mukaan 2009, molemmat sukupuolet. Tilastokeskus. http://www.stat.fi/til/ksyyt/2009/01/ksyyt_2009_01_2011-02-22_tau_001_fi.html
2. Salomez F, Vincent J. Drowning: a review of epidemiology, pathophysiology, treatment and prevention. *Resuscitation* 2004; 63: 261–8
3. Steensberg J. Epidemiology of accidental drowning in Denmark 1989–1993. *Accid Anal and Prev* 1998; 30: 755–62.
4. Donoghue AJ, Nadkarni V, Berg RA, ym. Out-of-Hospital Pediatric Cardiac Arrest: An Epidemiologic Review and Assessment of Current Knowledge. *Annals of Emerg Med* 2005; 46: 512-22.
5. Lee LK, Mao C, Thompson KM. Demographic Factors and Their Association with Outcomes in Pediatric Submersion Injury. *Acad Emerg Med* 2006; 13: 308-13.
6. Lunetta P, Smith GS, Penttilä A, Sajantila A. Unintentional drowning in Finland 1970–2000: a population-based study. *Int J Epidemiol* 2004; 33: 1053–63.
7. Suominen PK, Baillie C, Korpela R, ym. Impact of age, submersion time and water temperature on outcome in near-drowning. *Resuscitation* 2002;52: 247-54.
8. Orłowski JP. Drowning, Near-Drowning and Ice-Water Drowning. *JAMA* 1988; 260: 390-1.
9. Quan L, Wentz KR, Gore EJ, Copass MK. Outcome and predictors of outcome in pediatric submersion victims receiving prehospital care in King County, Washington. *Pediatrics* 1990; 86: 586-93.
10. Quan L, Kinder D. Pediatric submersions: prehospital predictors of outcome. *Pediatrics* 1992; 90: 909-13.
11. Biarent D, Bingham R, Eich C, ym. European resuscitation council guidelines for resuscitation 2010. Section 6. Paediatric life support. *Resuscitation* 2010; 81: 1364-88.
12. Soar J, Perkins GD, Abbas G, ym. European resuscitation council guidelines for resuscitation 2010. Section 8. Cardiac arrest in special circumstances: Electrolyte abnormalities, poisoning, drowning, accidental hypothermia, hypertension, asthma, anaphylaxis, cardiac surgery, trauma, pregnancy, electrocution. *Resuscitation* 2010; 81: 1400-33.
13. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Elvytysneuvoston, Suomen Anestesiologiyhdistyksen ja Suomen Punaisen Ristin asettama työryhmä. Elvytys. Käypä Hoito -suositus 2011. <http://www.terveysportti.fi/xmedia/hoi/hoi17010.pdf>
14. Kyriacou DN, Arcinue EL, Peek C, Krauss JF. Effect of immediate resuscitation on children with submersion injury. *Pediatrics* 1994; 94: 137-42.
15. Katila A. Intraosseaalifluusio – paranneltu vanha tekniikka. *Finnanest* 2011; 44: 202-5.
16. Suominen PK, Vallila NH, Hartikainen LM, ym. Outcome of drowned hypothermic children with cardiac arrest treated with cardiopulmonary bypass. *Acta Anaesthesiol Scand* 2010; 54: 1276-81.
17. Gregorakos L, Markou N, Psalida V, ym. Near-Drowning: Clinical Course of Lung Injury in Adults. *Lung* 2009; 187:93–7.
18. Wunderlich P, Rupperecht E, Trefftz F, ym. Chest radiographs of near-drowned children. *Ped Radiol* 1985; 15: 297-9.
19. Howard RS, Holmes PA, Koutroumanidis MA. Hypoxic-ischaemic brain injury. *Pract Neurol* 2011; 11: 4-18.
20. Suominen PK, Vähätalo R, Sintonen H, ym. Health-related quality of life after a drowning incident as a child. *Resuscitation* 2011; 82: 1318-22.
21. Committee on Injury, Violence, and Poison Prevention. Prevention of Drowning in Infants, Children, and Adolescents. *Pediatrics* 2003; 112: 437-9.
22. Petrass LA, Blitvich JD, Finch CF. Lack of caregiver supervision: a contributing factor in Australian unintentional child drowning deaths, 2000–2009. *Med J Aust* 2011; 194: 228-31.