



Palovammalapsen nestehoito

Kai Kiviluoma ja Juha Karinen

Palovammojen hoidon kaikilla alueilla on tapahtunut huomattavaa kehitystä viimeisten vuosikymmenien aikana. Ilmeisesti eniten kuolleisuutta vähentävä seikka on ollut varhaisen tehokkaan nestehoidon käyttöönotto. Varsinaisesti lasten palovammoihin keskittyntä tutkimusta on niukasti. Tässä kirjoituksessa pyritään tuomaan esiin tekijöitä, jotka tulee ottaa huomioon varsinkin lasten palovammojen alkuvaiheen nestehoitoa suunniteltaessa.

Selvitysten mukaan vuonna 1949 Yhdysvalloissa 50 % kuolleisuuden lapsilla aiheutti 49 % ihon pinta-alasta peittävä vamma. Vuonna 1994 sama kuolleisuus oli vasta 98 %:n palovammoissa (1). Suuri merkitys ennusteen paranemiselle on alkuvaiheen nestehoidon tärkeyden ymmärtämisellä ja tehokkaalla toteutuksella (2). Lapsilla yli 10 %:n palovammat kuuluvat tehohoitoon. Pienemmillä lapsilla tavallisin palovammojen syy on kuuma neste, yleensä vesi. Kouluikäisillä ja vanhemmilla liekkipalovammojen osuus kasvaa.

Harvinaisuutensa vuoksi lasten palovammojen keskittäminen muutamaasi keskuksiin nostaa hoidon tasoa, mutta alkuvaiheen hoidon tärkeyden ja pitkien kuljetusmatkojen vuoksi kaikkialla maassa tulee olla valmius hoidon aloittamiseen.

Patofysiologiaa

Palovamma on lämmön tai syövyttävän aineen aiheuttama kudosaivurio. Vaurion syntymiseen vaikuttaa lämpötila, välittäjäaineen lämmönjohtokyky ja vaikutusaika. Alle sekunnin kosketus yli 200 °C metalliin aiheuttaa syvän palovamman. Kuuma kahvi (60-70 °C) aiheuttaa sekunneissa pinnallisen vamman ja altistuksen pidentyessä puoleen minuuttiin vaurio menee ihon kaikkien kerrosten läpi aiheuttaen syvän palovamman.

Vaurioituneen alueen ympäristössä syntyy voimakas tulehdusreaktio. Kapillaarien permeabiliteetti kasvaa, jolloin plasman ekstravasaatio aiheuttaa voimakkaan turvotuksen. Turvotus ja arteriolien trombosoituminen aiheuttavat iskemiaa ja näin vaurio pahenee. Mitä suurempi vamma sitä suurempi on myös sen aiheuttama systeeminen

kapillaaripermeabiliteetin häiriö. Plasman ekstravasaatio aiheuttaa hemokonsentraation ja hypovolemian. Hoitamaton hypovolemia johtaa palovammasokkiin. Hankalimmillaan kapillaaripermeabiliteettihäiriö on 12 ensimmäisen tunnin aikana vammasta.

Mahdollinen kemiallinen (hengitetyt palokaasut) tai lämmön aiheuttama hengitystiepalovamma pahentaa turvotustaipumusta lisää. Ilman hengitystiepalovammaakin turvotus voi varsinkin lapsilla tukkia hengitystiet.

Hypovolemian ja turvotusten aiheuttama systeemivastuksen nousu alentaa sydämen minuuttitilavuutta ja sokki pahenee. Sokista johtuva munuaisten verenkierron lasku altistaa potilaat tubulusvauriolle (3). Plasman ekstravasaation aikana hemoglobiini pyrkii aluksi nousemaan, mutta punasolujen lyhentyneestä eliniästä johtuen palovammapotilaat anemisoituvat helposti.

Sokkivaiheen jälkeen palovammapotilaat ovat hypermetabolisia ja omien kudosten katabolia käynnistyy helposti. Akuutin vaiheen jälkeen kehittyä helposti leukopenia ja trombositopenia.

Nestehoidon tavoitteet

Alkuvaiheessa palovammapotilaan nestehoidon tavoitteena on ennen kaikkea ylläpitää riittävä kiertävä verivolyyymi kudosten hapentarpeen tyydyttämiseksi. Nestehoito tulisi aloittaa ensimmäisen tunnin kuluessa vammasta. Sokkivaiheen jälkeen ravitsemuksellisten näkökohtien huomiointi ja leikkauksiin liittyvät nestehoitoasiat nousevat päällimmäisiksi.

Nestehoidon toteutus

Nestehoito tulee aloittaa mahdollisimman nopeasti ennen sokin kehittymistä. Kannattaa laittaa useampia perifeerisiä kanyylejä hoidon aloittamista varten. Intraossealineulan käyttömahdollisuus tulee pitää mielessä. Siitä voi olla suuri apu varsinkin, jos sokin kehittyminen on alkanut. Kannylien pistämistä palovamma-alueen läpi tulee välttää infektiotaaran vuoksi. Sentraaliseen kanylointiin ei alkuvaiheessa kannata lapsilla uhrata aikaa, vaan mahdolliset kanyloinnit suoritetaan myöhemmin rauhallisemmassa vaiheessa.

Ennen tarkemman nestehoitosuunnitelman tekoa voidaan aloittaa infuusio 0.9% NaCl:lla tai Ringerin liuoksella 20 ml/kg tunnissa. Nesteen tarpeen arvioinnissa aikuisilla käytetyt painoon perustuvat kaavat, kuten Parklandin kaava, aliarvioivat helposti tarpeen, koska lapsilla perustarve ei suoraan korreloi painoon. Parempi peruste saadaan laskemalla nesteen tarve lapsen ihon pinta-alan ja palovamma-alueen pinta-alan perusteella. (4). Pediatrinen kirjallisuus suosittelee ensimmäisen vuorokauden nestemääräksi: 2000 ml/m^2 (ihon pinta-ala) + 5000 ml/m^2 (palovamma-alueen pinta-ala). Puolet suunnitellusta nestemäärästä annetaan ensimmäisten 8 tunnin aikana ja toinen puoli seuraavien 16 tunnin aikana (5). Kaava vaatii potilaan painon ja pituuden selvittämistä pinta-alan määrittämiseksi. Parklandin kaavaa (4 ml/kg/palovamma-%) käytettäessä ihon pinta-alaa ei tarvita. Tällöin kannattaa huomioda, että kaavojen antamien arvioiden suhteellinen ero kasvaa, mitä pienemmästä lapsesta on kyse.

Hoidon osuvuus paranee oleellisesti, kun palovammaprocentti (tai pinta-ala) on arvioitu mahdollisimman tarkasti (6). Lapsen palovammaprocenttia arvioitaessa on muistettava pään ja vartalon suhteellisten osuuksien muutokset kasvun mukana (kts. Taulukko 1). Arviointia tehtäessä se on ehdottomasti dokumentoitava. Ilmeisesti paras tapa on piirtää kaavakuvaan havaitut palovam-

ma-alueet ja laskea kaavakuvan perusteella prosenttien summa. Piirroksen perusteella voidaan myöhemminkin tarkentaa tilannetta ja seurata hoidon edistymistä.

Riippumatta siitä, mitä kaavaa käyttää, pitää muistaa, että kyseessä on ohjeelliset arviot potilaan tarpeesta. Hoito aloitetaan kaavan mukaisesti, mutta potilaan tilaa tulee seurata ja nesteenantonopeutta säädetään kliinisen tilanteen mukaan. Sekä ali- että ylinesteytys ovat haitallisia.

Hoidon tehon seurannassa tuntidiuresin seuranta näyttää olevan tärkein yksittäinen mittari. Nesteytyksellä aikaansaatu diureesi noin 1 ml/kg tunnissa on lapsilla riittävä. Tärkeintä on kuitenkin pitää mielessä kokonaistavoite: turvata riittävä kudoshapetus. Pitää siis seurata kliinistä kokonaisuutta; perifeeristä verenkiertoa ja lämpötilaa, mahdollista asidoosia, elektrolyyttitasapainoa, laktatemiaa jne. (7).

Nesteresuskitaatiossa käytettävät nesteet ja varsinkin albumiinin asema on ollut viime aikoina arvioinnin alaisena (8). Sokkivaiheessa albumiini menee soluvälitilaan ja saattaa siten vetää vettä mukanaan pahentaen turvotusta. Lieneekin selvempää tyytyä myös lasten nesteresuskitaation alkuvaiheessa kristalloideihin. Glukoosin asema on epäselvä. Pediatrinen kirjallisuus suosittaa glukoosin antoa (Ringer-G5) (5), kun taas anesteziologisesti orientoituneet varoittavat sen vaaroista alkuvaiheen nesteresuskitaatiossa (9). Kirjoittajien mielipide on, että glukoosin anto tulee rajoittaa korkeintaan ns. ylläpitoannoksiin eli 5% glukoosia (elektrolyyttiliuoksessa) enintään Holliday-Segarin kaavan mukainen annos, muu neste ilman glukoosia. Hypertonista keittosuolaa esitetään mahdollisena kokonaisnestemäärän vähentäjänä (10), mutta selkeää ratkaisua sen asemasta ei ole. Lapsilla tulee muistaa munuaisten pienempi konsentroimiskyky, jolloin hypernatremia tulee helpommin. Hypotonisille liuoksille ei ole käyttöä alkuvaiheen nesteresuskitaatiossa.

Sokkivaiheen jälkeen potilaat ovat hypermetabolisia ja ravitsemuksen suunnittelu ja toteutus tulee tärkeäksi osaksi hoitoa. Enteraalisen reitin käyttö ravitsemukseen on suositeltavaa. Turvotusten purkautuminen vähentää nesteen tarvetta. Tällöin voi olla myös käyttöä diureeteille vähentämään verenkierron kuormaa. Tilanteen kliininen seuraaminen ja reagointi mahdollisiin muutoksiin on tärkeää; esimerkiksi palovamma-alue voi haihduttaa runsaasti vettä, jolloin voi olla tarvetta myös hypotonisille liuoksille. Verituottei-

Taulukko 1. Ohjeellisia kehonosien prosentti osuuksia ihon pinta-alasta eri ikäkausina.

	2-3 vuotias	7-8 vuotias	11-12 vuotias	aikuinen
Pää + kaula	19	15	13	9
Käsi	9.5	9.5	9.5	9
Jalka	15	17	18	18
Vartalo	32	32	32	36

den tarve liittyy yleensä palovamman kirurgiseen hoitoon, mutta punasoluja voidaan tarvita myös korvaamaan nopeutunutta punasolujen hajoamista.

Kirjallisuusviitteet

1. Wolf SE, Debroy M, Herndon DM, The cornerstones and directions of pediatric burn care. *Pediatr Surg Int* 1997; 12: 312-320.
2. Demling RH. Burns. *N Engl J Med* 1985; 313: 1389-1398.
3. Palmisano BW, Anesthesia for plastic surgery. Kirjassa: *Pediatric anesthesia*, s. 699-740. Toim. Gregory GA. Churchill Livingstone, New York 1994.
4. Carvajal H. Fluid resuscitation in pediatric burn victims: a critical appraisal. *Ped Nephrol* 1994; 8: 357-366.
5. Carvajal HF, Goldman AS, Burns. Kirjassa: *Nelson textbook of pediatrics*, s. 266-271. Toim. Behrman RE, Vaughan VC. WB Saunders 1983.
6. Perry R, Moore C, Morgan B, Blummer D. Determining the approximate area of burn: an inconsistency investigated and evaluated. *Br Med J* 1996; 312: 1338.
7. Cocks AJ, O'Connell A, Martin H. Crystalloids, colloids and kids: a review of paediatric burns in intensive care. *Burns* 1998; 24: 717-724.
8. Cochrane injuries group albumin reviews. Human albumin administration in critically ill patients: systematic review of randomised controlled trials. *Br Med J* 1998; 318: 235-240.
9. Coté CJ. Anesthesia for children with burns. Kirjassa: *Smith's anesthesia for infants and children*. s. 723-735. Toim. Motoyama EK, Davis PJ. Mosby Co, St.Louis 1990.
10. Bortolami A, Governa M, Barisoni D. Fluid replacement in burned patients. *Acta Chir Plast* 1996; 38: 132-136.

Kai Kiviluoma, dosentti, erikoislääkäri

e-mail: kai.kiviluoma@oulu.fi

Juha Karinen, LT, erikoislääkäri

e-mail: juha.karinen@fimnet.fi

OYS Anestesiaklinikka,

Kajaanintie 50

90220 Oulu

p. 08-315 2011