

Arno Hirvonen

## LASTEN AIVOVAMMOJEN YLEISYYS JA HOITOSUOSITUKSET

Syventävien opintojen kirjallinen työ

Kevätlukukausi 2021

Arno Hirvonen

## LASTEN AIVOVAMMOJEN YLEISYYS JA HOITOSUOSITUKSET

Kliininen laitos

Kevätlukukausi 2021

Vastuhenkilö: Tuire Lähdesmäki

TURUN YLIOPISTO

Lääketieteellinen tiedekunta

HIRVONEN, ARNO: Lasten aivovammojen yleisyys ja hoitosuositukset

Syventävien opintojen kirjallinen työ, 39 s.

Lastenneurologia

Maaliskuu 2021

---

Aivovammojen Käypä hoito -suositus on tarkoitettu vain yli 16-vuotiaille johtuen lasten ja aikuisten aivojen eroista. Siten lasten aivovammoille ei ole Suomessa omaa kansallista tutkimusnäyttöön perustuvaa hoitosuositusta. Lasten aivovammojen hoito keskittyy Suomessa erityisesti yliopistosairaaloihin. Silti myöskään yliopistosairaaloilla ei ole käytössä yhtenäisiä hoitosuosituksia. Epäselvyyttä on erityisesti lasten lievien aivovammojen hoidon ja seurannan tarpeesta, sillä välittömien oireiden lisäksi lasten aivovamma voi aiheuttaa pitkittyneitä jälkioireita tai vasta myöhemmin ilmeneviä kehitysviiveitä.

Näistä syistä tutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa lasten aivovammojen hoitoon maailmalla kehitettyjä suosituksia sekä Suomen yliopistosairaaloiden hoitoperiaatteita lasten aivovammoissa. Lisäksi tarkoituksena oli selvittää olemassa olevan tutkimustiedon perusteella lasten aivovammojen yleisyyttä Suomessa, pohtia mahdollisia syitä alueellisiin eroihin sekä verrata ilmaantuvuutta muissa maissa raportoituihin lukuihin. Tutkimus toteutettiin kirjallisuuskatsauksena, mutta Suomen yliopistosairaaloiden hoitoperiaatteita kartoitimme niiden lastenneurologiseen yksikköön sähköpostitse suunnatun kyselytutkimuksen avulla.

Lasten aivovammojen ilmaantuvuus Suomessa on 100/100 000 asukasta. Alueellinen vaihteluväli on 77–262/100 000. Arviot muissa länsimaissa liikkuvat välillä 12–525/100 000, johon nähden Suomen ilmaantuvuus on keskimääräistä tasoa. Maailmalla lasten aivovammojen hoitoon kehitetyt suositukset keskittyvät suurimmaksi osaksi vamman akuuttihoitoon ja erityisesti pään TT-tutkimuksen tarpeen arviointiin. Suomen viidestä yliopistosairaalasta neljällä on lasten aivovammojen hoitoon laadittu kirjallinen ohjeistus. Ohjeistusten välillä on kuitenkin eroja esimerkiksi diagnostisissa kriteereissä, pään TT-kuvausaiheissa ja seurannan kestossa. Kaikki sairaaloista ovat kuitenkin järjestäneet jatkoseurannan lievän aivovamman saaneille lapsille. Perusterveydenhuollon ja erikoissairaanhoidon roolijakoa selkeyttävä kirjallinen ohjeistus on käytössä vain yhden yliopistosairaalan alueella. Jatkotutkimusten kautta tulisi selvittää tarkemmin syitä ilmaantuvuuden alueellisiin eroihin, nykyisten sekä mahdollisesti päivitettävien tai uusien suositusten vaikutusta hoitotuloksiin, lääkäreiden sitoutumista nykyisten suositusten käyttöön sekä pään nopean magneettitutkimustekniikan käyttöä osana stabiilien potilaiden pään vammojen hoitoa.

Asiasanat: lapset, aivovamma, hoitosuositus, kuvantamistutkimus

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Aivovamman määritelmä	1
1.2	Lasten aivovammat ja hoitosuosituksen nykytilanne	1
1.3	Aivovammojen etiologia	2
1.4	Päähän kohdistuneiden traumojen luokittelu	3
1.5	Aivovammojen vaikeusasteet	4
1.6	Aksonivaurioon liittyvät haasteet	4
2	TUTKIMUKSEN TARKOITUS	7
3	TULOKSET	7
3.1	Lasten aivovammojen yleisyys	7
3.2	Kliiniseen käyttöön kehitetyt lasten aivovammojen hoitosuositukset ja –algoritmit	8
3.2.1	Hoitosuositukset	8
3.2.2	Hoitosuositusalgoritmit	10
3.3	Scandinavian guidelines for management of head injuries in children (SNC-G)	11
3.3.1	Yleistä	11
3.3.2	Ulkoinen arviointi	12
3.3.3	SNC-G ja Suomessa käytössä olevat pään TT-kuvaussuositukset	14
3.3.4	Vaikutus pään TT-tutkimusten määriin	17
3.4	Aivovamman jälkitilat	18
3.5	Lasten aivovammojen hoito Suomen yliopistosairaaloissa	20
4	POHDINTA	28
4.1	Tärkeimmät tulokset	28
4.2	Yleisyseroja selittävää	29
4.2.1	Erot sukupuolten välillä	29
4.2.2	Erot valtioiden välillä	29
4.2.3	Erot Suomen sisällä	30
4.3	Hoitosuositukset	32
4.3.1	Hoitosuosituksen tarjoamat hyödyt	32
4.3.2	Adherenssi hoitosuositukseen	33
4.3.3	Hoitosuositukset Suomessa	35
4.4	Lasten aivovammojen hoito Suomen yliopistosairaaloissa	36
4.5	Johtopäätökset	38
	LÄHTEET	39

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Aivovamman määritelmä

Aivovammalla tarkoitetaan ulkoisen voiman aiheuttamaa aivotoiminnan häiriötä tai rakenteellista vauriota<sup>1</sup>. Aivotoiminnan häiriöiksi luetaan tajunnan menetys, muistin menetys vammaa edeltävästi tai heti vamman jälkeen, kognitiivisen toimintakyvyn muutos, kuten sekavuus tai desorientaatio tai paikalliseen aivovaurioon sopiva uusi neurologinen oire tai löydös. Rakenteellinen vaurio voidaan puolestaan osoittaa pään kuvantamistutkimuksilla. Toisin sanoen pelkkä päähän kohdistunut trauma ei riitä yksin osoitukseksi aivovammasta ilman jotain edellä mainituista löydöksistä<sup>2</sup>.

## 1.2 Lasten aivovammat ja hoitosuositusten nykytilanne

Aivovammat ovat merkittävä sairastavuuden ja kuolleisuuden syy maailmanlaajuisesti<sup>3</sup>. Lapsilla aivovammat ovat suurin yksittäinen kuolleisuuden ja hankitun vammaisuuden aiheuttaja. Suomessa lasten aivovammojen vuosittainen esiintyvyys oli vuosien 1998–2012 perusteella hieman alle 100/100000.<sup>4</sup> Lievien aivovammojen esiintyvyys voi olla eri aineistojen perusteella kuitenkin jopa 600–800/100000<sup>5–6</sup>. Lievien aivovammojen osuus kaikista lasten aivovammoista on noin 75 %<sup>7</sup>. Yhdysvalloissa vuosien 2001–2010 välisenä aikana lasten ja nuorten aivovammat muodostivat suurimman osuuden kaikista aivovammoihin liittyvistä ensiapukäynneistä<sup>8</sup>.

Lasten aivovammojen akuuttivaiheen diagnostiikka vaatii kuvantamistutkimusten osalta tarkempaaharkintaa kuin aikuisväestöllä, sillä lapset ovat aikuisia alttiimpia ionisoivan säteilyn aiheuttamillehaitoille. Sen lisäksi, että pään TT-tutkimus lisää tutkittavan syöpäriskiä myöhemmällä iällä<sup>9,10</sup>, se saattaa myös vaikuttaa haitallisesti lapsen myöhempään älylliseen kehitykseen<sup>11</sup>. Pään TT-kuvaus on lasten yleisin Suomessa vuosittain tehty TT-tutkimus<sup>12</sup>. Vuoteen 2015 asti lasten kaikkien TT-tutkimusten määrä oli laskeva, mutta määrä kasvoi 11,9 % vuodesta 2015 vuoteen 2019<sup>12,13</sup>. Huippuvuonna 2002 lasten pään TT-tutkimuksia tehtiin yli 2750 kpl<sup>14</sup>. Määrä laski yli 50 % vuoteen 2015 mennessä, jolloin lasten pään TT-tutkimuksia teetettiin 1271 kpl<sup>13</sup>. Vuoteen 2018 määrä oli noussut vajaa 5 % ollen 1328 kpl<sup>12</sup>. Suuri säteilyannoksen lasku on tapahtunut myös tutkimusten optimoinnin kautta: vuosien 2011–2015 välillä pään laajan TT-tutkimuksen käyttö väheni lapsilla jopa 86 %<sup>13</sup>. Suomessa yliopistosai-

raalat teettävät lasten TT-tutkimuksista lähes 90 %<sup>14</sup>. Muiden kuvantamismenetelmien kehityessä nykyiset TT-kuvauksen indikaatiot tulisi punnita uudelleen. Esimerkiksi magneettikuvauksen kehitys mahdollistaa jo nykyään voinniltaan stabiileiden lasten kuvauksen nopealla MRI:llä TT-kuvauksen sijasta. Pään nopea MRI kestää noin 6 minuuttia ja vaatii harvoin edes lapsilla sedaatiota kuvauksen onnistumiseksi. Nopean MRI:n sensitiivisyyden on osoitettu olevan TT-tutkimukseen verrattuna 94 % ja spesifisyys 96 %. Vaikka MRI:ltä jäi löytämättä kuusi kallonmurtumaa ja kaksi pientä subaraknoidaalivuotoa, se löysi TT-tutkimuksella havaitsematta jääneet viisi aivovammaa mukaan lukien yhden subaraknoidaalisen vuodon.<sup>15</sup>

Akuuttivaiheen diagnostiikan lisäksi lapsilla ongelman muodostavat erityisesti lievät aivovammat. Etenkin niiden aiheuttamat myöhäisoireet voivat olla niin huomaamattomia, ettei niihin osata välttämättä kiinnittää huomiota. Lievätkin oireet voivat kuitenkin haitata olennaisesti näiden lasten normaalia neurologista kehitystä johtaen mahdollisesti kognitiivisiin tai käytöksellisiin ongelmiin. Käytännössä vaikutukset voivat näkyä lopulta oppimisvaikeuksina ja koulusuoritusten heikkenemisenä. Lasten lievienkin aivovammojen kohdalla olisi tärkeää informoida lasta ja hänen huoltajiaan mahdollisista myöhäisoireista, jotta voitaisiin järjestää tarvittaessa seurantakäynti esimerkiksi lastenneurologin vastaanotolla.<sup>16</sup> Näin voitaisiin mahdollisesti ehkäistä vammasta seuraavia jälkiongelmia kohdentamalla kuntoutus- ja sopeutumistoimet oikea-aikaisesti.

Näyttöön perustuvien hoitosuosituksen käytön on osoitettu parantavan aivovammojen ennustetta. Lasten aivovammoja koskevia näyttöön perustuvia suosituksia on kehitetty maailmalla useampia erilaisia.<sup>3</sup> Suomessa aivovammoja käsittelevän Käypä Hoito-suosituksen käyttö on rajattu koskemaan vain yli 16-vuotiaita potilaita. Suomessa ei siis ole vakiintunutta tai yhteistä suositusta lasten aivovammojen seurannan tai hoidon suhteen.

### 1.3 Aivovammojen etiologia

Aivovamma voi syntyä primaaristi kolmella eri tavalla: päähän kohdistuneen iskun seurauksena, aivojen äkillisestä heilahdusliikkeestä tai aivokudokseen tunkeutuneen vierasesineen seurauksena. Usein kyse on kahden tai useamman mekanismin yhdistelmästä. Esimerkiksi kaatuminen ja pään lyöminen kovaan alustaan aiheuttaa päähän kohdistuvan ulkoisen iskuenergian lisäksi aivojen äkillisen heilahdusliikkeen pään nopean hidastuvuuden vuoksi. Iskun aiheuttama vaurio selittyy kallon sisään painumisella ja siten kallon tilavuuden muutok-

sella. Vaurio voi aiheutua varsinaisen iskukohdan lisäksi kallon vastakkaiselle puolelle. Äkillinen hidastuvuus puolestaan venyttää tai komprimoi aivokudosta. Mikäli myös kallo murtuu kaatumisen yhteydessä, voi luukudos painua aivokudokseen ja aiheuttaa mekaanisen vaurion aivokudokseen (impresiomurtuma).<sup>2</sup>

#### 1.4 Päähän kohdistuneiden traumojen luokittelu

Päähän kohdistuneesta traumasta aiheutuneet vauriot jaetaan kallon ulkopuolisiin ja kallonsisäisiin vaurioihin. Kallon ulkopuolisiksi vaurioiksi luetaan pään alueen ihon vauriot sekä kallomurtumat. Kallonsisäiset jaotellaan edelleen primaarisiin parenkymivaurioihin sekä aivojen ulkopuolisiin kertymiin.<sup>2</sup>

Aivojen ulkopuolisia kertymiä ovat sub- ja epiduraalihakematomat sekä subaraknoidaalivuoto. Näistä epiduraalihakematooma on yleisempi lapsilla ja nuorilla aikuisilla. Kallonsisäisiä vaurioita ovat aivokudoksen sisäiset verenvuodot, diffuusi aksonivaurio sekä aivokudoksen ruhjeet. Huomioimalla vaurion anatominen sijainti vauriot voidaan jakaa tarkemmin neljään pääryhmään: 1) kortikaalinen kontuusio eli ruhje 2) subkortikaalinen harmaan aineen vaurio ja aivorunkokontuusio 3) intracerebraalivuoto sekä 4) diffuusi aksonivaurio.<sup>2</sup>

Päähän kohdistuneen trauman aiheuttamat aivokudoksen vauriot voidaan jakaa syntymekanisminsa perusteella primaarisiksi ja sekundaarisiksi. Primaarinen vaurio aiheutuu välittömästi ulkoisen voiman vaikutuksesta. Sekundaarinen vaurio puolestaan aiheutuu välillisesti primaarivaurioiden kautta. Primaarisen vaurion synnyttyä sitä ei voida enää korjata. Hoitotoimilla voidaan silti yrittää ehkäistä sekundaarisia lisävaurioita. Sekundaarivauriot ovat etiologialtaan suurelta osin iskeemisiä (hapenpuute, hypotensio, anemia), mutta myös biokemiallisia.<sup>2</sup>

Hoidollisesti alkuvaiheen tärkein tavoite onkin tunnistaa ja ehkäistä potentiaalisesti hengenvaaralliset sekundaarivauriot, jotka vaativat neurokirurgista hoitoa. Tällaisten vammojen havaitsemiseksi tarvitaan kliinisten kriteerien täytyessä pään kuvantamistutkimusta, joista tietokonetomografia (TT) on usein nopein ja parhaiten saatavilla. Pään TT-tutkimuksella voidaan todeta useimmat kallon sisäiset verenvuodot ja murtumat sekä arvioida kallonsisäistä painetta määrittämällä aivojen tilanahtautta kallon sisällä. Normaali pään TT-tutkimus ei kuitenkaan poissulje aivovammaa. Siitä syystä niille potilaille, joiden kliininen tilanne ei selity TT-kuvauksen tuloksen perusteella, suositellaan 2-3 viikon kuluttua vammasta pään magneettikuvausta, joka on TT-kuvausta tarkempi pehmytkudosvammojen havaitsemisessa.<sup>17</sup>

## 1.5 Aivovammojen vaikeusasteet

Aivovammat on pyritty jakamaan aiheutuneen aivotoiminnan häiriön perusteella neljään vaikeusasteluokkaan. Jaottelu on aivovammojen Käypä hoito -suosituksesta, joka koskee vain yli 16-vuotiaiden aivovammoja. Lapsilla voidaan soveltaa luokittelussa eriteltyjä hyvin lievän ja lievän aivovamman kriteerejä<sup>18</sup>, mutta pediatriisilla potilailla luokittelua ei sovelleta tätä vaikeampiin vammoihin. Lapsilla GCS-pisteiden laskentaan käytetään lapsille modifioitua versiota, josta käytetään lyhennettä PGCS (pediatric Glasgow coma scale).

Aivotärähdystä pidetään hyvin lievänä aivovammana. Ilmaisuja ”hyvin tai erittäin lievä” käytetään toistensa synonyymeinä. Niihin liittyy lyhytkestoinen ja ohimenevä aivotoiminnan häiriö ilman hetkellistä pidempää tajuttomuutta tai muistiaukkoa (PTA, post-traumatic amnesia). Kuvantamislöydöksiä ei ole todettavissa. Aivovamma luokitellaan lieväksi, mikäli yksikin seuraavista kriteereistä täyttyy: tajuttomuuden kesto on alle 30 min, PTA alle 24 h tai puolen tunnin kohdalla (tai myöhemmin) mitattu GCS on 13–15. Keskivaikeassa aivovammassa puolestaan tajuttomuus kestää alle 24 h, PTA:n alle 7 vrk tai puolen tunnin kohdalla (tai myöhemmin) mitattu GCS on 9–12. Vaikeassa aivovammassa tajuttomuus kestää yli 24 h, PTA yli 7 vrk tai puolen tunnin kohdalla (tai myöhemmin) mitattu GCS on alle 9. Mikäli yksikin löydös täyttää vaikeamman vaikeusasteen kriteerin, luokitellaan vamma vaikeampaan luokkaan.<sup>17</sup>

On muistettava, että luokittelu on keinotekoinen ja siten hyvin karkea havainnollistamisen väline. Koska aivovammat ovat vaikeusasteen osalta jatkumo, niiden aiheuttamaa haittaa ei pystytä ennustamaan kovin tarkasti vaikeusasteluokittelun perusteella. Epätäydellisyydestään huolimatta luokittelua tarvitaan kuitenkin käytännön työvälineeksi sekä ohjaamaan potilaiden jatkoseurantaa että alustavan ennustearvion antamiseen akuuttitilanteissa.

## 1.6 Aksonivaurioon liittyvät haasteet

Keskeisen ongelman aivovammoissa aiheuttaa traumaattinen aksonivaurio (TAI, traumatic axonal injury), joka on läsnä käytännössä kaikissa aivovammoissa, joissa on mukana heilahdusliike. Mikäli aksonivaurio affisioi useita eri aivojen osia, kutsutaan sitä diffuusiksi (DAI, diffuse axonal injury). DAI voidaan katsoa tapahtuneeksi aina potilaan mennessä tajuttomaksi päähän kohdistuneen trauman seurauksena.<sup>19</sup>



Aksonivaurio kohdistuu nimensä mukaisesti aivojen valkeaan aineeseen. Se syntyy, kun ulkoinen voima välittyy kahden rakenteeltaan erilaisen aivokudoksen rajapintaan, kuten harmaan ja valkean aineen rajalle. Ulkoisen voiman vaikutuksesta hermosolujen viejähaarakkeet voivat repeytyä tai venyttyä mekaanisesti, mikä johtaa hermosolun viestinvälityskyvyn heikentymiseen. Eri aivoalueelta toiseen yltävät, pitkiä matkoja kulkevat aksonit ovat erityisen vaurioalttiita aksonivaurioille.<sup>7</sup>

Mekaanisen vaurion lisäksi hermosolun biokemiallinen toiminta muuttuu johtaen lopulta neuronin solukuolemaan ja viestinvälityksen katkeamiseen. Riippuen biokemiallisen signaloinnin reitistä solukuolema voi ilmetä heti tai vasta tuntien tai viikkojen kuluttua vammasta. Välittömästi vamman yhteydessä aktivoituvien solukuolemien mekanismina on nekroosi. Myöhemmin aktivoituvien solukuolemien taustalla on puolestaan apoptoosi.<sup>19</sup>

Koska jokaisella hermosolulla on noin 7000 yhteyttä muihin hermosoluihin, viestinvälityksen katkeaminen johtaa vaurion leviämiseen monin eri mekanismein myös muihin vaurioalueen läheisiin hermosoluihin<sup>19</sup>. Vammasta alkaneet haitalliset muutokset saattavat progredioida jopa kuukausien ajan. Vaikeimmat aksonivauriot saattavat johtaa vamma-alueella laajaankin valkean aineen katoon<sup>7</sup>. Kliiniset löydökset riippuvat vamman sijainnista ja vaikeusasteesta. Tyypillisiä diffuusin aksonivaurion aiheuttamia löydöksiä ovat aivovamman jälkioireet, kuten hitaus, väsymys sekä muisti- ja keskittymisvaikeudet.

Diffuusi aksonivaurio on suuri haaste myös diagnostiikan kannalta. Syynä tähän on ensisijaisesti se, ettei diffuusia aksonivauriota pystytä tunnistamaan pään TT:llä lainkaan eikä useimmiten edes magneettikuvauksella. Esimerkiksi lievän aivovamman saaneista vain 6–28 %:lla on nähtävissä DAI-muutoksia MRI:ssa<sup>20</sup>. Tämä johtuu siitä, että valtaosa aksonivaurioista johtuu niiden venytyksestä ilman niitä ympäröivien pienten verisuonihaarojen ja veriaivoesteen vuotoa, joka voisi näkyä MRI:ssa pistemäisinä verenpurkaumina, turvotuksena tai veriaivoesteen vauriona<sup>21,22</sup>. Diagnostiikan haastavuutta lisää se, että oireet voivat kehittyä vasta hitaasti kuukausien kuluessa, jolloin syy-yhteyttä aivovammaan voi olla haastava todeta varsinkin, jos kuvantamislöydöskin on negatiivinen. Diffuusi aivovamma saatetaan tuntea huonosti myös lääkäreiden keskuudessa, mikä vaikeuttaa diagnostiikkaa.

Tavallista MRI:tä tarkempi kuvausvaihtoehto on MRI:n sovellus DTI (diffusion tensor imaging), jolla voidaan tutkia valkean aineen ratojen sisäistä rakennetta ja sen häiriöitä tarkastelemalla vesimolekyylien lämpöliikkeen suuruutta ja suuntaa<sup>22</sup>. DTI erottaa hyvin ryhmätasolla

aivovammat terveistä verrokeista silloinkin, kun tavallinen MRI-löydös on normaali<sup>23</sup>. DTI ei kuitenkaan sovellu käytettäväksi lievien aivovammojen diagnostiikkaan, sillä tutkimusnäytön diagnostisesta arvosta puuttuu<sup>24</sup>. Ongelmana on muun muassa se, ettei DTI:sta saaduista tulosarvoista ole pystytty määrittämään selkeitä raja-arvoja patologisille löydöksille. DTI ei myöskään kykene erottamaan mahdollisesti poikkeavan tuloksen etiologiaa, sillä myös ikä ja monet fyysiset ja psyykkiset tekijät voivat aiheuttaa trauman kanssa samansuuntaisia muutoksia valkean aineen ratojen yleiseen eheyteen<sup>25</sup>. DTI:ta käytetään kuitenkin muun diagnostiikan lisänä ja sitä pyritään tulkitsemaan ottamalla huomioon muista radiologisista tutkimuksista ja kliinisestä oireistosta koottu kokonaiskuva. Aksonivaurion aiheuttamia toiminnallisia muutoksia on pyritty kuvantamaan myös PET (positroniemissiotomografia), SPECT (yksifotoniemissiotomografia), fMRI (toiminnallinen MRI) ja MEG:in (magnetoencefalografia) avulla. Toiminnallisia muutoksia on nähty edellä mainituilla kuvantamismenetelmillä laajalti myös varsinaisista primaarisista vaurioista kärsineiden alueiden ulkopuolella. Myöskään näiden toiminnallisten kuvantamistutkimusten hyötyä diagnostiikassa ei ole pystytty kiistattomasti osoittamaan, joten niidenkin mahdollinen diagnostinen hyöty on tällä hetkellä vähäinen<sup>26-27</sup>.

Koska DAI:n aiheuttamat vauriot saattavat edetä hitaasti viikkojen ja kuukausien aikana, voi oireita ilmetä vasta pitkän ajan jälkeen. Näiden potilaiden tunnistaminen olisi olennaista etenkin lievän aivovamman saaneilla oikeanlaisen jatkoseurannan järjestämiseksi. Haasteena on ennustetekijöiden puute oireiden myöhäiselle ilmenemiselle ja pitkittymiselle<sup>16</sup>. Seuranta ja jatkohoito-ohjeet ovat avainasemassa, jotta potilas ja omaiset osaisivat tunnistaa mahdollisesta aivovammasta vasta myöhemmin aiheutuneet oireet. Ilman jatkoseurantaa ja psykoedukaatiota eli informointia sairauden kulusta ja oireista, saattaa oireista aiheutunut subjektiivinen haitta kasvaa ja aiheuttaa laajempiakin ongelmia esimerkiksi lapsen oppimiskyvyssä sekä sosiaalisissa suhteissa. Oireiden tunnistamisen ja jatkohoidon, kuten esimerkiksi neuropsykologisen kuntoutuksen kautta voidaan yrittää vähentää oireiden aiheuttamaa haittaa. Jatkohoidon kautta lapsen olisi mahdollista saada tarvittaessa kouluopetukseen tukea ja vanhempien puolestaan informaatiota oireiden todennäköisestä syy-yhteydestä vammaan. Syy-yhteyden tiedostaminen on tärkeää oireista aiheutuneen huolen vähentämiseksi, sillä valtaosa lievien ja hyvin lievien aivovammojen pitkittyneistä oireista ohittuu viimeistään parin vuoden kuluessa<sup>16</sup>.

## 2 TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Tutkimuksen tarkoituksena on kartoittaa lasten aivovammojen esiintyvyyttä sekä kliinisessä käytössä olevia lasten aivovammoja varten laadittuja suosituksia sekä niiden toimivuutta kirjallisuuskatsauksen kautta. Lisäksi tarkoituksena on kartoittaa Suomen yliopistosairaaloiden hoitokäytäntöjä lasten aivovammojen osalta.

## 3 TULOKSET

### 3.1 Lasten aivovammojen yleisyys

Wilson et al. julkaisivat vuonna 2017 ensimmäisen laajan tilaston lasten aivovammojen esiintyvyydestä Suomessa. Lasten aivovammojen insidenssin keskiarvoksi muodostui 14 vuoden tarkastelujakson (1998–2012) perusteella 99/100 000. Tarkasteltavana oli kuusi eri maantieteellistä aluetta, joista korkein ilmaantuvuus 262/100 000 havaittiin Ahvenanmaalla ja matalin Etelä-Suomessa 77/100 000. Väliin asettuivat Lappi 135/100 000, Oulu 116/100 000, Länsi-Suomi 111/100 000 ja Itä-Suomi 107/100 000.<sup>4</sup> Maantieteellinen rajausta sopii vuoteen 2009 asti voimassa olleeseen läänijakoon<sup>28</sup>.

Vuotta ennen Wilson et al. julkaisua *Epidemiology of Global Pediatric Traumatic Brain Injury: Qualitative Review* kokosi siihen mennessä laajimman systemaattisen kirjallisuushaun lasten aivovammojen maailmanlaajuisesta esiintyvyydestä. Tutkimukseen hyväksyttiin 30 artikkelia, jotka kattoivat yhteensä 165 000 lasta viideltä eri mantereelta. Yleisin insidenssi oli 47–280/100 000.<sup>29</sup> Pienin insidenssi raportoitiin Ruotsista 12/100 000<sup>30</sup> ja suurin Australiasta 486/100 000<sup>31</sup>. Australialainen tutkimus tosin sisälsi 0–18 v. ikäryhmien lisäksi potilaita 29-vuotiaaksi asti<sup>31</sup>. Australiassa tehty toinen tutkimus sai 0–14-vuotiailla ilmaantuvuudeksi 91/100 000<sup>32</sup>. Katsausartikkelissa yleisimmät loukkaantuneet ikäryhmät olivat 0–3-vuotiaat ja 15–18-vuotiaat. Yleisimmät vammamekanismit olivat moottoriajoneuvo-onnettomuudet sekä putoamiset.<sup>29</sup> Arviot lasten aivovammojen ilmaantuvuudesta vaihtelevat kuitenkin lähteestä riippuen. Esimerkiksi WHO on arvioinut alle 15-vuotiaiden lasten aivovammojen maailmanlaajuisesti ilmaantuvuudeksi jopa 419/100 000<sup>33</sup>.

Suomen ilmaantuvuus asettuu muiden maiden välille. Pohjoismaidenkin välillä on suurta vaihtelua. Ruotsissa 0–17-vuotiaiden ilmaantuvuudeksi saatiin 9–14/100 000, mutta 15–19-vuotiaiden ryhmässä 525/100 000<sup>30,34</sup>. Norjassa 10–19-vuotiailla miehillä ilmaantuvuus oli

489/100 000<sup>35</sup>. Suomessa 15–19-vuotiaiden ilmaantuvuus 98/100 000 on linjassa muun tilaston kanssa<sup>4</sup>. Euroopasta Iso-Britanniassa 0–15-vuotiaiden ilmaantuvuus oli 280/100 000<sup>36</sup>. Suhteuttaessa Suomen lukuja maihin, joilla on samankaltaista populaatiokohtaista dataa, on ilmaantuvuus verrattain korkea<sup>4</sup>. Näistä maista esimerkiksi Yhdysvalloissa 0–19-vuotiailla ilmaantuvuus oli 73/100,000<sup>37</sup> ja Fijillä 0–15-vuotiailla 38.8/100,000<sup>38</sup>.

Alle 3-vuotiailla sukupuolijakaumat ovat tasaisia, mutta tätä vanhemmilla lapsilla poikien osuus aivovammoissa alkaa kasvaa. Poikien osuus aivovammatilastoissa vaihtelee välillä 1,05:1–3:1 ollen pienin Nigeriassa ja suurin Australiassa. Yleisin sukupuolien välinen suhdeluku on 1,8:1.<sup>29</sup> Suomessa poikien riski saada aivovamma on tyttöihin nähden 1,5-kertainen<sup>4</sup>.

Suomessa ylivoimaisesti yleisin aivovamman tyyppi on aivotärähdys (erittäin lievä aivovamma), jonka osuus kaikista aivovammoista on 87,4 %. Seuraavaksi yleisimpiä vammatyyppejä ovat diffuusi aivovaurio 4,6 %, paikallinen aivovamma 2,9 %, traumaattinen subduraalivuoto 2,0 % ja epiduraalivuoto 1,3 %. Muiden vammatyyppeiden itsenäiset osuudet jäävät alle 1 %:n. Vain 0,8 % vammoista luokitellaan määrittämättömäksi kallonsisäiseksi vammaksi, mikä osoittaa ICD-10-luokituksen olevan pätevä aivovammojen luokitteluun.<sup>4</sup>

## 3.2 Kliiniseen käyttöön kehitetyt lasten aivovammojen hoitosuosituksiset ja –algoritmit

### 3.2.1 Hoitosuosituksiset

A systematic review and quality analysis of pediatric traumatic brain injury clinical practice guidelines –artikkeli vuodelta 2018 kartoitti ensimmäistä kertaa kirjallisuudessa julkaistuja, kliiniseen käyttöön tarkoitettuja lasten aivovammojen akuuttihoitoa varten laadittuja suosituksia. Työn tarkoituksena oli arvioida hoitosuositusten laatua lasten aivovammojen akuuttihoiton osalta. Kriteerien perusteella mukaan hyväksyttiin lopulta yhteensä 17 tutkittuun tietoon perustuvaa (evidence based) hoitosuositusta. Tutkimuksista seitsemän keskittyi ensisijaisesti lasten ja muut kymmenen sekä lasten että aikuisten aivovammoihin. Hoitosuositusten painopiste vaihteli: enemmistö suosituksista käsitteli aihetta ensisijaisesti pelkästään akuuttihoiton näkökulmasta, mutta mukana oli myös suosituksia, jotka keskittyivät aivovammojen kuvantamiseen, erikoissairaanhoidon, kuntoutukseen tai näiden yhdistelmiin. Kaksi tutkimuksista käsitteli aihetta laajasti sisältäen kaikki edellä mainitut näkökulmat lukuun ottamatta kuntoutusta.<sup>3</sup>

Parhaat kokonaisarviointipisteet 46/49 sai Uuden-Seelannin hoitosuositusryhmän (NZGG) laatima New Zealand's Traumatic Brain Injury: Diagnosis, Acute Management and Rehabilitation (NZGG

2006). Toiseksi sijoittui Scandinavian Neurotrauma -komitean (SNC) laatima The Scandinavian guidelines for initial management of minor and moderate head trauma in children (SNC 2016) pisteillä 45/49. Arvioijista 85,71 % suositteli molempia edellä mainittuja kliiniseen käyttöön sellaisenaan ilman muutoksia. Näistä uusiseelantilainen suositus käsittelee sekä aikuisten että lasten kaikenasteisia aivovammoja, kun taas pohjoismaalainen suositus ottaa kantaa vain lasten lieviin ja keskivaikeisiin aivovammoihin. Vaikka molemmat käsittelevät aivovammojen akuuttihoitoa, uusiseelantilaisessa suosituksessa otetaan kantaa myös kuntoutumiseen.<sup>3</sup>

Kolmansiksi vertailussa sijoittuivat tasapisteillä 44/49 skotlantilainen Early Management of Patients with a Head Injury (SIGN 2009) sekä yhdysvaltalainen Guidelines for the acute medical management of severe traumatic brain injury in infants, children, and adolescents-second edition (BTF 2012). Näistä skotlantilainen suositus käsittelee sekä aikuisten että lasten kaikenasteisia aivovammoja, kun taas yhdysvaltalainen suositus ottaa kantaa vain lasten vaikeasteisiin aivovammoihin. Akuuttihoiton lisäksi skotlantilainen suositus ottaa kantaa aivovamma-potilaiden neurokirurgiseen hoitoon ja yhdysvaltalainen suositus puolestaan tehohoitoon.<sup>3</sup>

Vertailukohtana alhaisimmat pisteet 27/49 sai Cincinnatin lastensairaalan (CCH) laatima Mild traumatic brain injury in children: just another bump on the head? (CCH 2006) ja seuraavaksi matalimmat pisteet 29/49 Brasiliassa Sao Paolon yliopistosairaalan ja Brazilian neurokirurgia-yhdistyksen yhdessä kehittämä Guidelines for Neurosurgical Trauma in Brazil (USP/BSN 2001).<sup>3</sup>

Artikkelin kirjoittajat toteavat, että tulevaisuudessa lasten aivovammojen akuuttihoitoon suunnatut hoitosuositukset olisivat parhaimmillaan populaatiokohtaisina. Arvioinnissa mukana olleet hoitosuositukset olivat tehty yhtä lukuun ottamatta korkean elintason maissa, joten pienten tulotasojen maat eivät hyödy suosituksista yhtä paljon. Esimerkiksi jos hoitosuositus kehottaa kallonsisäisen paineen (ICP, intracranial pressure) mittaamiseen, ei pienen tulotason maissa ole välttämättä resursseja toimenpiteen toteuttamiseen.<sup>3</sup>

### 3.2.2 Hoitosuositusalgoritmit

Varsinaisia hoitosuosituksia suppeampia apuvälineitä kliiniseen työhön tarjoavat erilaiset algoritmit (engl. clinical decision rules, CDR). Hoitosuositusten ottaessa kantaa useampaan eri hoitoketjun osaan, algoritmeilla puolestaan on pyritty vastaamaan yksittäiseen hoitoketjuun liittyvään kysymykseen ja siten helpottamaan päätöksentekoa. Merkittävä osa algoritmeista on kehitetty pääasiassa pään TT-tutkimuksen tarpeen arviointiin. Lasten lieville aivovammoille kehitetyistä algoritmeista laadukkaimpia ovat PECARN (Paediatric Emergency Care Applied Research Network), CHALICE (Children's Head injury Algorithm for the prediction of Important Clinical Events) ja CATCH (Canadian Assessment of Tomography for Childhood Injury)<sup>39</sup>.

Algoritmeja vertaileessa Accuracy of PECARN, CATCH, and CHALICE head injury decision rules in children: a prospective cohort study -artikkelissa lieviksi aivovammoiksi luettiin GCS 13–15. Algoritmeilla todettiin yli 99 %:n sensitiivisyys, mutta spesifisyys vaihteli välillä 45,8–84,2 %. Algoritmien väliset tulokset eivät kuitenkaan ole keskenään suoraan vertailukelpoisia, sillä niiden kohdepotilaiden ikä, vamman vaikeusaste sekä tulosmuuttujat eroavat toisistaan. Vaikka vertailuun käytetyn kohortin tapauksessa algoritmeja käytettiin vastoin niiden alkuperäistä käyttöohjetta, vastaa asetelma paremmin oikean elämän tilannetta, jossa kliinikot eivät välttämättä muista käyttämänsä algoritmin yksityiskohtaisia sisäänotto- ja hylkäysperusteita.<sup>40</sup>

Algoritmien tapauksessa sensitiivisyys kertoo, kuinka moni aivovamman saaneista tai neurokirurgista interventiota tarvitsevista potilaista tutkitaan pään TT-kuvauksella. Kaikkien tutkitujen algoritmien sensitiivisyys oli lähes 100 % eli ne löytävät luotettavasti potilaat, joilla on tunnistamista tai neurokirurgista interventiota vaativa aivovamma. Algoritmien spesifisyys oli kuitenkin jokaisen tutkitun algoritmin kohdalla selvästi niiden sensitiivisyyttä matalampi. Tässä yhteydessä spesifisyydellä tarkoitetaan sitä, kuinka suuri osa terveistä potilaista välttyy TT-kuvaukselta. Mitä matalampi spesifisyys on, sitä useampi terve potilas altistuu tarpeettomasti ionisoivalle säteilylle. Artikkelin PECARN-algoritmillemme laskema spesifisyys oli noin 50 %, joten 50 % terveistä potilaista altistui turhaan ionisoivalle säteilylle. PECARN-algoritmia käyttämällä lasten päävammojen yhteydessä otettavien pään TT-kuvausten määrä saattaakin kasvaa merkittävästi riippuen hoitolaitoksen aikaisemmista kuvauskäytännöistä ja -määristä. CATCH-algoritmin spesifisyys oli 69,9 % ja CHALICE-algoritmin 78,1 %.<sup>40</sup>

PECARN on suositeltu käytettäväksi USA:ssa TT-kuvauksen tarpeen arviointiin American Academy of Pediatrics ohjeen mukaan<sup>41</sup>. Kanadassa vastaavasti Canadian Pediatric Society suosittaa paikoin käytettäväksi CATCH-algoritmia<sup>42</sup>, kun taas CHALICE on käytössä osana Britannian hoitosuosituksista<sup>43</sup>.

### 3.3 Scandinavian guidelines for management of head injuries in children (SNC-G)

#### 3.3.1 Yleistä

Koska hoitosuositukset vaikuttavat olevan optimaalisimmillaan sovellettuna populaatiokohtaisena<sup>3</sup>, Scandinavian guidelines for management of minimal, mild and moderate head injuries in children (SNC-G) on Suomen kannalta tarkastelemisen arvoinen hoitosuositus, sillä sen on kehittänyt pohjoismainen yhteistyöryhmä. SNC-G on myös ensimmäinen varta vasten Skandinaviaan kehitetty lasten aivovammojen hoitosuositus<sup>44</sup>. Suositus soveltaa HISS-luokitusta, jossa GCS-pisteet 15 ilman muita riskitekijöitä luetaan hyvin lieväksi, 14–15 lieväksi, 9–13 keskivaikeaksi ja GCS 8 tai alle vaikeaksi aivovammaksi<sup>45</sup>.

SNC-G on soveltuva lasten lievien ja keskivaikeiden aivovammojen akuuttihoitoon. Suositusta voi soveltaa päähän kohdistuneesta vammasta kärsineille alle 18-vuotiaille, joiden vammas- ta on kulunut aikaa alle 24 tuntia ja joiden GCS on 9–15. Huomioiden myös muut riskitekijät, SNC-G jakaa potilaat viiteen alakategoriaan, jotka kuvaavat tunnistamista vaativan kallon- sisäisen vamman riskiä. Lievästä aivovammasta kärsineille potilaille suositetaan välittömän kuvantamisen sijaan seurantaa turhan säderasituksen välttämiseksi.<sup>44</sup>





algoritmin kanssa selittyy sen kehitettävyydellä PECARN-tutkimuksen pohjalta.<sup>46</sup> CHALICE ja SNC-G olivat käyttökelpoisia yli 90 %:lla potilaista<sup>40,46</sup>. Soveltuvuuden laajuus vaikuttaa algoritmien ja hoitosuositusten käyttöön kliinisessä työssä.

Vertailtaessa kliinistä päätöksentekoa helpottavien algoritmien ja SNC-G:n suosittamien TT-tutkimusten määriä havaittiin, että SNC-G edellytti välitöntä TT-kuvausta vain 5 %:lta tutkitavista. Tämän lisäksi SNC-G luokitteli 18 % potilaista 12 tunnin seuranta tai TT-kuvausryhmään. Jos TT-kuvaus olisi tehty kaikille niistä potilaista, joille SNC-G sen salli, olisi TT-kuvattujen määrä noussut 23 %:iin. Vastaava lukema oli CHALICE-algoritmille 22 % ja CATCH-algoritmille 30 %. Eroa selittää osin se, että CHALICE ja CATCH eivät omaa seurantaa vaihtoehtona, vaan jakavat potilaat kahteen ryhmään: TT-kuvausta suositellaan tai TT-kuvausta ei suositella. PECARN sen sijaan sisältää vaihtoehtona myös seurannan. Tästä syystä PECARN-algoritmille ei pystytty laskemaan vertailukelpoista pakollista TT-kuvausastetta. Undén et al. arvioivat kuvausasteen olevan kuitenkin SNC-G:n kuvausastetta korkeampi, sillä PECARN-algoritmin GCS 14 ja muuttunut henkinen tila edellyttävät välitöntä TT-tutkimusta. Tämän todettiin olleen myös suuri syy siihen, miksi SNC-G:n luonut työryhmä päätyi kehittämään uuden hoitosuosituksen sen sijaan, että se olisi käyttänyt PECARN-algoritmia kuvausindikaatioita ohjaavana tekijänä.<sup>46</sup> GCS tuloksen 14 on katsottu olevan liian epäluotettava ennustamaan pakollisen TT-kuvauksen tarvetta<sup>47-49</sup> ja lisäksi henkisen tilan muutos on liian monimutkainen muuttuja, jotta sitä voitaisiin soveltaa tehokkaasti<sup>46</sup>. Kyseisten muuttujien käyttö olisi saattanut johtaa Pohjoismaissa TT-kuvausmäärien liian suureen kasvuun. SNC-G:n lähestymistapa todettiin tutkimuksessa riittäväksi, sillä suosituksen soveltaminen ei johtanut yhtenkään neurokirurgista hoitoa tarvinneen potilaan kotiuttamiseen ilman hoitoa. SNC-G etuna onkin se, että se jakaa potilaat useampaan eri riskiryhmään jättäen mahdollisuuden lääkärin omalle harkinnalle. Lähestymistapa todettiin toimivaksi, sillä havaitsemista vaativien aivovammojen esiintymisaste kasvoi siirryttäessä matalan riskin ryhmistä korkeamman riskin luokkiin.<sup>46</sup>

Vaikka Undén et al. tutkimus tukeekin SNC-G:n kliinistä käyttöä, tulisi sen käyttöä arvioida vielä myös Pohjoismaissa, joihin hoitosuositus on kehitetty<sup>46</sup>. Ennen algoritmin mahdollista käyttöönottoa, tulisi lisäksi huomioida paikallinen TT-tutkimuksen käytön lähtötaso, ennustaa algoritmin vaikutus siihen sekä arvioida kliinikoiden lähtötason diagnostinen tarkkuus ja kokemus, mutta myös lääketieteellisen kollegion ilmapiiri, vanhempien odotukset sekä terveydenhuollon taloudellinen tilanne<sup>40</sup>.

Taulukko 1. Hoitosuosituksen ja –algoritmien tuloksia pääosin Unden et al. tutkimuksen<sup>46</sup> perusteella. Soveltuvuusasteiden lähteenä on Babl, F.E. ym. tutkimus<sup>40</sup> lukuun ottamatta SNC-G:n tulosta<sup>46</sup>. Sulkeissa 95 %-luottamusvälit.

hoitosuositukset ja -algoritmit	sensitiivisyys	spesifisyys	soveltuvuusaste	TT-kuvausaste
CATCH	91,9 % (86,5–95,6)	70,4 % (69,7–71,0)	25 %	30 %
CHALICE	92,5 % (87,3–96,1)	78,6 % (78,0–79,2)	99 %	22 %
PECARN alle 2-v.	100,0 % (91,6–100,0)	59,1 % (57,7–60,5)	75 %	n/a
PECARN yli 2-v.	99,2 % (95,4–100,0)	52,0 % (51,1–52,8)	76 %	n/a
SNC-G	97,5 % (93,7–99,3)	58,9 % (58,2–59,6)	94 %	5 % (23 %)*

\*Mikäli myös kaikki seuranta tai TT-kuvaus –ryhmästä olisi kuvattu pään TT:llä.

### 3.3.3 SNC-G ja Suomessa käytössä olevat pään TT-kuvaussuositukset

Suomessa lasten aivovammaepäilyissä pään TT-kuvausohjeina on käytössä muun muassa Lääkäriin käsikirjan<sup>50</sup> sekä Lasten lievät aivovammat -katsausartikkelin<sup>18</sup> yhteydessä esitetyt ohjeistukset. Lisäksi STUK on julkaissut vuonna 2012 Lasten TT-tutkimusohjeiston<sup>51</sup>. Ne ovat kaikki johdoksia CHALICE-algoritmista, joka on julkaistu vuonna 2006<sup>52</sup>.

Eri ohjeistukset poikkeavat jonkin verran toisistaan esimerkiksi tajuttomuuden (LOC, loss of consciousness) ja muistiaukon merkityksen osalta. Eroja on eritelty tarkemmin taulukossa 2. Lääkäriin käsikirjan ohjeistus poikkeaa CHALICE-ohjeesta pitämällä tajuttomuutta TT-kuvausindikaationa minkä tahansa kestoisena. CHALICE huomioi tajuttomuuden vasta yli 5 minuuttia kestäneenä. SNC-G puolestaan ei pidä tajunnan menetystä itsenäisenä kuvausindikaationa.

Vaikka muistiaukko on GCS-luokittelua luotettavampi lievän aivovamman mittari<sup>53</sup>, muistiaukon roolista pään TT-kuvauksen tarpeen arvioinnissa on eroja. Lääkäriin käsikirjan tai Lasten lievät aivovammat -katsausartikkelin ohjeissa muistiaukkoa ei ole huomioitu osana pään TT-kuvausaiheita. CHALICE pitää muistiaukkoa TT-kuvausindikaationa yli 5 min kestoisena ja STUK:n ohje yli 10 min kestoisena. Muistiaukko on ongelmallinen, sillä vasta kouluikäi-

sellä lapsella sen arviointi onnistuu luotettavasti<sup>18</sup>. SNC-G:ssä muistiaukko on määritetty kliinisesti merkittävän aivovamman riskiä lisääväksi osatekijäksi, mutta sitä ei katsota yksin riittäväksi indikaatioksi TT-kuvaukselle.

Suurimpana yksittäisenä erona alkuperäiseen CHALICE-ohjeistukseen Suomessa käytössä olevat siitä johdetut versiot eivät pidä lapsen pahoinpitelyepäilyä absoluuttisena TT-kuvausindikaationa. Näissä tapauksissa Suomessa harkitaan pään magneettikuvauksen käyttämistä TT-tutkimuksen sijaan<sup>54</sup>. Myös SNC-G:n julkaisuartikkeli sivuaa aihetta lyhyesti, mutta toteaa jättäneensä lasten pahoinpitelyä koskevan näkökulman käsittelemättä laajemmin, sillä pahoinpitelyepäilyyn johtanut anamneesi saattaa olla vaikea tulkita tarpeeksi luotettavasti<sup>44</sup>. Päätöstä tuki se, että Pohjoismaissa jo pelkän lapsen pahoinpitelyepäilyn tulee johtaa toimenpiteisiin, kuten yhteydenottoon sosiaalipalveluihin, oikeudellisiin toimiin sekä vammojen dokumentointiin kattavasti sekä kliinisesti että radiologisesti<sup>44,55</sup>.

CHALICE-algoritmista ja Suomessa käytössä olevista Lääkärin käsikirjan, Lasten lievät aivovammat –katsausartikkelin sekä STUK:n ohjeista poiketen SNC-G ei lue korkeaenergisiiä traumoja kuvausindikaatioksi, sillä Pohjoismaissa nämä potilaat hoidetaan traumaprotokollan mukaan ja siten heidät kuvataan joka tapauksessa usein kokovartalon TT:llä ja he jäävät poikkeuksetta sairaalaseurantaan<sup>44</sup>. Päätös jättää korkeaenerginen trauma pois kuvausindikaatioista on turvallista, sillä korkeaenergisestä traumassa loukkaantuneiden potilaiden aivovammat pystytään tunnistamaan SNC-G:hen sisältyvien muiden muuttujien perusteella<sup>46</sup>. Myöskään alle 2-vuotiaan pään ruhje, toistuva oksentelu tai lisääntyvä päänsärky eivät aiheuta edellä mainituista ohjeista poiketen SNC-G:n mukaan yksin suositusta kuvaukselle, vaikka ne huomioidaankin riskitekijöinä pään TT-kuvausta harkittaessa.

Taulukko 2. Lasten pään TT-tutkimusta itsenäisesti suosittavat muuttujat eri hoitoalgoritmien ja -suositusten mukaan.<sup>18,50–52</sup>

oire tai löydös	CHALICE	Lasten lievät aivovammat - katsausartikkeli	Lääkärin käsikirjan kuvausohje	STUK:n lasten TT-tutkimusohje	SNC-G
GCS	< 14  < 15 alle 1-vuotiaalla	< 14	< 14 alle 2-vuotiaalla	< 14  < 15 alle 2-vuotiaalla	< 14  14–15 yhdessä neurologisen puutosoireen, kouristamisen, painuneen kallonmurtuman tai kallonpohjan murtuman kanssa
LOC	> 5 min	ei	minkä tahansa kestoisenä	> 5 min	ei, mutta pieni tai keskisuuri osariskitekijä
PTA	> 5 min, voi olla myös ennen trauma-a ajoittuva amnesia	ei	ei	> 10 min	ei, mutta pieni osariskitekijä
päänsärky	ei	lisääntyvänä	lisääntyvänä	lisääntyvänä	ei, mutta pieni osariskitekijä voimakkaana tai lisääntyvänä
pahoinvointi tai oksentelu	> 2 oksentelu-episodia	toistuva tai lisääntyvä oksentelu	voimistuva tai lisääntyvä oksentelu	toistuva tai lisääntyvä oksentelu	ei, mutta pieni osariskitekijä
kouristelu	kyllä	kyllä	kyllä	kyllä	kyllä
muu neurologinen yleisoire, paikallisoire tai löydös	kyllä: poikkeava uneliaisuus tai mikä tahansa neurologinen paikallisoire tai -löydös	ei	ei	kyllä: uneliaisuus tai poikkeava käytös tai neurologinen puutosoire	kyllä: mikä tahansa neurologinen puutosoire
kallonpohjan murtuman oire tai löydös	kyllä	ei	ei	kyllä	kyllä
epäily lävistävästä tai painuneesta kallonmurtumasta	kyllä				kyllä
korkeaenergiainen vamma	kyllä	kyllä	kyllä	kyllä	ei
monivamma	ei	kyllä	kyllä	kyllä	ei
iso kuhmu/ruhje päänahassa alle 2-vuotiaalla	vain alle 1-vuotiaalla	kyllä	vasta yli 2-vuotiaalla	kyllä	ei, mutta pieni osariskitekijä
verenvuototaipumus	ei	ei	ei	ei	ei, mutta keskisuuri osariskitekijä
suntti	ei	ei	ei	ei	ei, mutta pieni osariskitekijä

oire tai löydös	CHALICE	Lasten lievät aivovammat - katsausartikkeli	Lääkärin käsikirjan kuvausohje	STUK:n lasten TT-tutkimusohje	SNC-G
muut syyt	kyllä: pahoinpitelyepäily tai jännittänyt fontanelli	ei	ei	ei	pieniä osariskitekijöitä: poikkeava käytös huoltajan mukaan, ärsyyntyneisyys

LOC – loss of consciousness, PTA – post-traumatic amnesia

### 3.3.4 Vaikutus pään TT-tutkimusten määriin

Sönnerqvist et al. arvioivat vuonna 2019 SNC-G:tä Pohjois-Amerikassa aiemmin koottuun 43 000 potilaan aineistoon. SNC-G:n suorituskyky todettiin tässäkin tutkimuksessa hyväksi, mikä mahdollistaa yhä useamman lapsen kotiuttamisen tai seurannan ilman välitöntä pään TT-kuvausta.<sup>56</sup> Alkuperäisessä aineistossa 36,2 %:lta lapsista suoritettiin pään TT-kuvaus<sup>57</sup>, mikä vastaa keskimääräistä kuvattujen osuutta vastaavanlaisiin tutkimuksiin verrattuna<sup>58-61</sup>. Kuvannetuista potilaista 6,0 %:lla oli vähintään yksi traumaan viittaava löydös ja 1,2 %:lla kliinisesti merkittävä TBI<sup>57</sup>. Alkuperäisessä tutkimuksessa potilaat oli kuvattu paikallisten toimintatapojen perusteella<sup>56,57</sup>. Mukana olleet sairaalat olivat pääasiassa pediatria sairaaloita<sup>57</sup>, joiden TT-kuvausasteet ovat yleisiä sairaaloita matalammat<sup>60</sup>. SNC-G:n traumaattisten löydösten suhteen todetun hyvän negatiivisen ennustearvon 96,9 % turvin oltaisiin pystytty välttämään jopa 76,1 % kaikista kyseisessä kohortissa tehdyistä TT-tutkimuksista. 25,0 % TT-tutkimuksista tehtiin potilailla, joilla oli SNC-G:n luokittelemana minimaalinen riski kliinisesti merkitsevälle aivovammalle, joten SNC-G:tä käyttämällä kaikki tälle ryhmälle tehdyt TT-tutkimukset olisi voitu välttää turvallisesti. Tutkimuksen rajoitteena on kuitenkin, että SNC-G:tä sovellettiin pohjoisamerikkalaiseen väestöön, jossa aivovammojen ilmaantuvuus on erilainen kuin Pohjoismaissa, joihin SNC-G on kehitetty. Matalampi ilmaantuvuus nostaa suosituksen negatiivista ennustearvoa, kun taas korkeampi ilmaantuvuus laskee sitä.<sup>56</sup>

Suomessa vuonna 2011 lapsille tehtiin pään TT-tutkimuksia noin 1500 kpl<sup>13</sup>. Samana vuonna lasten aivovammojen ilmaantuvuus oli Suomessa 113/100 000<sup>4</sup>. Väkiluvun oltua samaan aikaan noin 5 401 000 henkilöä<sup>62</sup>, saadaan lasten aivovammojen kokonaismääräksi noin 6100 kpl. Koska lasten pään TT-kuvaukset ovat Suomessa harvinaisia ilman pään vammaa, voidaan lasten aivovammojen TT-kuvausasteeksi arvioida noin 24,6 %. Yhdysvalloissa vastaava luku

on 20–60 % kuvausasteiden ollessa jonkin verran pienempiä pediatriassa yksiköissä sekä kaupungeissa<sup>63</sup>. Australiassa ja Uudessa-Seelannissa TT-kuvausaste on sen sijaan vain 10 %, kun huomioidaan kaikenasteiset aivovammat<sup>40</sup>. Hollannissa puolestaan lasten lievien aivovammojen TT-kuvausaste on kansallista hoitosuositusta käyttäen 44 %<sup>64</sup>. Käytettäessä kansallisen suosituksen sijaan PECARN-algoritmia, hollantilaistutkimus sai laskettua kohorttinsa kuvausastetta 17,6 % (45,9 %:sta 28,3 %:iin)<sup>65</sup>. Yhdysvalloissa tehdyssä tutkimuksessa lasten kaikenasteisten pään vammojen TT-kuvausaste laski PECARN-algoritmillä yhteensä 14,1 % (41,8 %:sta 27,7 %:iin)<sup>66</sup>. Suosituksen vaikutus kuvausmääriin onkin riippuvainen pään TT-tutkimusten alkuperäisestä määrästä: mitä suurempi osa potilaista kuvataan ennen suosituksen käyttöönottoa, sitä todennäköisemmin suositus vaikuttaa kuvausmääriä laskevasti. Vastaavasti suositus voi myös nostaa kuvausmääriä, mikäli kuvausaste alkutilanteessa on kovin matala.

### 3.4 Aivovamman jälkitilat

Aivovamman jälkitilat (engl. post concussive syndrome) ovat ongelmana lähteestä riippuen 10–43 %:ssa lievissä tai hyvin lievissä aivovammoissa vielä 3 kuukautta varsinaisesta vammasta<sup>16,67,68</sup>. Oireiden esiintyvyys kuitenkin laskee ajan myötä<sup>69,70</sup>, vaikka pienessä osassa tapauksia oireet saattavatkin kestää vuosia vakavampien vammojen lisätessä oireiden pitkitymisen todennäköisyyttä<sup>70</sup>. Varsinaisesti pitkittyneistä oireista puhutaan, mikäli oireet jatkuvat yli 4–6 viikkoa<sup>71</sup>. Suurin osa potilaista toipuu kuitenkin oireettomaksi muutamassa viikossa<sup>22</sup>. Hollantilaisessa seurantatutkimuksessa kaikki potilaat olivat oireettomia viimeistään kahden vuoden kuluttua vammasta kohortin sisältäessä eniten hyvin lieväksi luokiteltavia aivovammoja<sup>16</sup>. Mikäli kuitenkin aivovamman jälkitila kehittyy, pakottavat oireet usein lasten jäämisen pois koulusta keskimäärin viikoksi<sup>67</sup>.

Aivovamman jälkitilan oireet voivat ilmaantua vasta vammaa seuraavina päivinä tai viikkoina ja ne voivat poiketa aivovamman toteamishetkellä raportoiduista oireista. Oireet voidaan luokitella karkeasti fyysisiksi, kognitiivisiksi tai emotionaaliksi. Yleisin lievän aivovamman jälkioire on päänsärky, jota voi esiintyä jopa noin 90 %:lla potilaista. Päänsärlyn jälkeen yleisimpiä oireita ovat unihäiriöt, turhautuneisuus, huonomuistisuus ja väsymys. Tavallisesti pidempikestoisia oireita ovat unihäiriöt, turhautuneisuus, ärsyyntyneisyys ja huono keskittymiskyky, kun taas esimerkiksi pahoinvointi, mielialan lasku, huimaus ja kaksoiskuvat ohittuvat nopeammin. Pidempikestoiset oireet ohittuvat keskimäärin kahdessa viikossa, mutta oirei-

den kestossa voi olla huomattavaa vaihtelua.<sup>69</sup> Joskus alkuvaiheen jälkioireiden jo ohituttua, saattaa uusia vammaan liittyviä oireita ilmetä vielä useamman kuukauden kuluttua<sup>72</sup>.

Toipumisennusteen arviointi on haastavaa<sup>22</sup>, sillä luotettavia ennustemalleja ei ole onnistuttu kehittämään<sup>73</sup>. Kuitenkin vammaa edeltävien neurologisten ja psykiatristen oireiden, oppimisvaikeuksien, käytöshäiriöiden sekä vanhempien matalamman koulutus- ja tulotason on todettu olevan yhteydessä hitaampaan toipumiseen<sup>74</sup>. Luotettavien ennustemallien puuttumisen vuoksi näkemyksissä lasten aivovammojen jälkitilojen hoidosta ja seurannasta on eroja. Suomessa Lastenneurologia-oppikirja suosittelee vaikeaa aivovammoja lievemmissä tapauksissa seurantakäynnin tarvetta tapauskohtaisesti, joskin seurantakäyntiä ja pään MRI:tä edellytetään 1–3 kk vammasta lievissä vammoissa, joihin on liittynyt LOC, yli 10 minuuttia kestänyt PTA tai neurologisia löydöksiä. Suomessa hyvin lievän aivovamman ei yleensä katsota edellyttävän seurantakäyntiä.<sup>7</sup> Hollantilainen tutkimusryhmä puolestaan suosittelee seurantaohjelman järjestämistä kaikille lapsille aivovamman vaikeusasteesta riippumatta, sillä riskinä on, että jälkioireiden ilmetessä konsultoitu lääkäri, opettaja tai psykologi ei välttämättä tunnista oireita lievästä aivovammasta johtuvaksi etenkin, jos potilas ei muista tai osaa kertoa aivovammasta<sup>16</sup>. Rutiinikontrollikäynti voidaan toteuttaa myös puhelinajalla<sup>16</sup>, joka on terveydenhuollon resurssien kannalta monesti helpompi toteuttaa. Lisäksi perheille tulisi tarjota kirjallinen informaatio, joka sisältää ohjeet yhteydenotosta hoitavaan yksikköön, mikäli oireet pahentuisivat tai pitkittyisivät. Seurannan tarkoituksena on muun muassa arvioida tarve neuropsykologiselle tutkimukselle, jonka kautta potilas voidaan puolestaan ohjata tarvittaessa lasten- tai nuorisopsykiatriseen hoitoon. Tämä on olennaista, sillä vammanjälkeisten stressioireiden ennuste on hyvä, mikäli ne todetaan ja hoidetaan ajoissa.<sup>7</sup> Myös traumaperäinen stressihäiriö (PTSD) voi aiheuttaa aivovamman jälkitilaa muistuttavia oireita<sup>75</sup>. Vaikeampien aivovammojen kohdalla PTSD:n merkitys korostuu<sup>76</sup>, mutta lievissä aivovammoissa sen erotusdiagnostinen merkitys on vähäinen<sup>75</sup>.

Jatkoon annettavissa ohjeissa olisi tärkeä kertoa kontaktiurheilun välttämisestä niin kauan kunnes aivovammasta mahdollisesti seuranneet jälkioireet ovat ohittuneet täysin<sup>77</sup>. Tarkoituksena on ehkäistä muun muassa uuden pään kohdistuvan iskun mahdollisesti aiheuttamaa harvinaista second impact –syndroomaa, jonka riski on kohonnut lapsilla ja nuorilla<sup>78,79</sup>. Second impact -syndrooman vaarana on hallitsematon aivoturvotus, joka voi johtaa pahimmillaan kuolemaan<sup>80,81</sup>. Second impact -syndrooman olemassaolo on kuitenkin kyseenalaistettu ja esitetty, että tilaan tulisi viitata diffuusina aivoturvotuksena<sup>82</sup>. Riippumatta ter-

minologiasta, ennen ensimmäisen aivovamman oireiden ohittumista kärsitty toinen aivovamma voi johtaa vakavampiin ja pidempikestoisiin oireisiin verrattuna siihen, mitä samanasteinen päähän kohdistunut isku aiheuttaisi ilman juuri kärsittyä aikaisempaa aivovammaa<sup>83–85</sup>. Muun muassa American Academy of Neurology ja Canadian Pediatric Society ovat julkaisseet omat suosituksensa urheiluun palaamisesta aivovamman jälkeen<sup>86,87</sup>. Kanadalainen suositus ohjeistaa palaamista urheiluun vasta, kun aivovamman jälkioireiden ohittumisesta on kulunut 7–10 vuorokautta<sup>87</sup>. Vaikka nämä suositukset perustuvat randomisoitujen pitkittäistutkimusten sijaan asiantuntijoiden arvioihin<sup>88</sup>, on uuden aivovamman ehkäiseminen aikaisemman aivovamman oireiden aikana joka tapauksessa tärkeää, jotta oireet eivät kumuloituisi<sup>83–85</sup>. Lisäksi urheilu aikaisemman aivovamman oireiden aikana lisää myös muiden urheiluvammojen riskiä<sup>85</sup>.

### 3.5 Lasten aivovammojen hoito Suomen yliopistosairaaloissa

Teetimme Suomen viiden yliopistosairaalan lastenneurologian yksiköille (HUS, KYS, Oys, Tays, Tyks) kyselytutkimuksen, jossa kartoitimme heillä käytössä olevia hoitosuosituksia ja -käytäntöjä ensisijaisesti lasten lievissä aivovammoissa. Saimme vastauksen kaikista viidestä yliopistosairaalasta. Hyväksyimme vastaukseksi myös hoitoketjun ohjeet, joista etsimme vastaukset esittämiimme kysymyksiin. Taysista saamistamme tiedoista ei pystynyt johtamaan vastausta suureen osaan kysymyksistä, vaikka he ilmoittivatkin toimivansa yleisellä tasolla kuten Oys. Mikäli kysymykseen ei ollut pääteltävissä vastaanotetusta kirjallisesta materiaalista suoraa vastausta, jätimme kyseessä olevan sairaalan pois vastaustaulukosta.

Helsingin, Kuopion, Oulun ja Turun yliopistosairaaloissa on käytössä paikalliseen käyttöön laadittu kirjallinen hoito-ohjeistus. Kuopion ohjeistus kattaa ainoastaan akuuttihoiton, mutta Helsingin, Oulun ja Turun suositukset ottavat kantaa lasten aivovammojen hoitoon myös laajemmin. Helsingin ohjeistus on julkaistu vuonna 2018, Kuopion 2016, Oulun 2019 ja Turun 2011. Turussa uusia päivitettyjä ohjeita odotetaan julkaistavaksi lähiaikoina. Tampereella erillistä kirjallista hoito-ohjeistusta ei ilmoitettu olevan käytössä.

Kyselymme sisälsi kuusi kysymystä, joiden avulla pyrimme kartoittamaan sairaaloiden välillä esiintyviä yhteneväisyyksiä ja eroja:



1) Mitä kriteereitä sairaalassanne käytetään lievän aivovamman diagnosoimiseen (esim. PTA- ja LOC-aika, kuvantaminen)? (taulukko 3)

KYSin ja Taysin tarjoamat vastaukset eivät tarjonneet tarvittavia tietoja diagnostisten kriteerien määrittämiseksi. Oys ilmoitti noudattavansa aivovammojen Käypä hoito –suosituksen diagnostisia kriteereitä. HUSin ja Oysin diagnostiset kriteerit ovat keskenään yhteneväiset sekä lievän että erittäin lievän aivovamman osalta, vaikkakaan aivovammojen Käypä hoito -suositus ei nykyisellään ota erikseen kantaa erittäin lievän aivovamman GCS-luokitukseen<sup>17</sup>. Tyksin diagnostiset kriteerit sen sijaan eroavat HUSin ja Oysin kriteereistä jonkin verran. Tyksin ohjeistus ei salli aivovammaa luokiteltavaksi erittäin lieväksi, mikäli anamneesissa on hetkellinenkin LOC tai PTA. Samoin lievässä aivovammassa HUSin ja Oysin suositusten salliessa vähäiset muutokset pään kuvantamisessa, Tyksin ohjeistus luokittelee vamman kuvantamislöydösten myötä lievän sijaan keskivaikeaksi.

Taulukko 3. Lievän aivovamman diagnostiset kriteerit.

	HUS	Oys	Tyks
erittäin lievän aivovamman kriteerit	GCS 15 max. hetkellinen LOC max. 10 min PTA ei kuvantamislöydöksiä jälkioireet ohimeneviä ja lyhytkestoisia	ei ota kantaa GCS-luokitukseen max. hetkellinen LOC max. hetkellinen PTA ei kuvantamislöydöksiä ei ota kantaa jälkioireisiin	GCS 15 ei LOC:a ei PTA:ta ei kuvantamislöydöksiä jälkioireita max. viikko
lievän aivovamman kriteerit	GCS 13-15 LOC max. 30 min PTA max. 24 h vähäiset muutokset pään kuvantamisessa sallitaan	GCS 13-15 LOC max. 30 min PTA max. 24 h vähäiset muutokset pään kuvantamisessa sallitaan	GCS 13-15 LOC max. 30 min PTA max. 24 h pään kuvantamisessa ei sallita kallonsisäisiä muutoksia

2) Kuka tekee lievän aivovamman diagnoosin? (taulukko 4)

Sairaalakohtaisten hoitosuositusten perusteella suurin osa lievästä ja erittäin lievästä aivovamma-diagnoseista tehdään lastenkirurgien toimesta, sillä he hoitavat yleisimmin pään vamman vuoksi osastoseurantaan otettuja potilaita, jotka eivät vaadi neurokirurgista hoitoa.

HUSissa ja Tyksissä yleispäivystäjä tai lastenpoliklinikan päivystäjä tekee diagnoosin, mikäli potilasta ei tarvitse ottaa oireiden tai anamneesin perusteella osastoseurantaan. Lastenneurologi huolehtii osittain diagnoosin asettamisesta Oysissa ja Tyksissä, ellei diagnoosi selviä kirurgisen alkututkimuksen ja seurannan aikana. Vaikka osa lievän aivovamman saaneista potilaista päätyykin lastenneurologin arvioon, on diagnoosi useimmissa sairaaloissa jo asetettu hoitoketjun varhaisemmassa vaiheessa.

Taulukko 4. Lievän aivovamman diagnosoiva lääkäri.

vaikeusaste	HUS	KYS	Oys	Tyks
erittäin lievä	yle-päivystäjä	lastenkirurgi	lastenkirurgi tai lastenneurologi	yle-päivystäjä, lastenkirurgi tai lastentautien päivystäjä
lievä	lastenkirurgi	lastenkirurgi	lastenkirurgi tai lastenneurologi	lastenkirurgi tai lastenneurologi

3) Mitkä ovat kriteerit lasten lievän aivovamman osalta neurologiseen yksikköön lähettämiseksi? (taulukko 5)

KYSissä ja Tyksissä lievän aivovamman saaneet potilaat ohjataan automaattisesti lastenneurologin vastaanotolle kontrolliin keskimäärin kuukauden kuluttua vammasta. HUSissa ja Oysissa lievät aivovammat ohjataan lastenneurologille sen sijaan vain oireiden jatkuessa jälkisoittoon (2–4 viikkoa) asti tai mikäli mahdollisesti ohjelmoidussa aivojen kontrollikuvantamisessa on havaittu poikkeavaa.

Taulukko 5. Neurologiseen yksikköön lähettämisen kriteerit lasten lievissä aivovammoissa.

HUS	KYS	Oys	Tyks
jälkisoitossa oireinen tai aivojen kontrollikuvantamisessa poikkeavaa	akuuttivaiheessa esim. kouristus, pareesi tai käytösoire  lievä aivovamma → 1 kk kuluttua kontrolli	jälkisoitossa huolestuttavaa tai aivojen kontrollikuvantamisessa poikkeavaa	lievä aivovamma → 2-6 viikon kuluttua kontrolli joko puhelimitse (erittäin lievä aivovamma) tai lääkärin vastaanotolla

4) Millä kriteereillä potilas ohjautuu neuropsykologiseen tutkimukseen? Onko aikaikkunasta suositusta? (taulukko 6)

HUSissa lievän aivovamman tapauksessa tutkimus ohjelmoidaan erillisen harkinnan mukaan, mutta muissa sairaaloissa useimmat lievän aivovamman saaneet potilaat ohjautuvat ainakin kertaalleen neuropsykologiseen tutkimukseen. Oulusta neuropsykologi Merja Nikula tähdensi, että vuonna 2016 yliopistosairaaloiden neuropsykologit ovat laatineet neuropsykologisen seurantaohjeistuksen aivovamman saaneille lapsille ja nuorille. Ainakin Taysissa ja Tyksissä tämä suositus on käytössä ensisijaisena ohjeena. Seurantaohjeistuksessa on määritetty seurannan tutkimusajankohdat sekä tarvittavat arviot. Ensimmäisen tutkimuksen tavoiteajankohta on 1–2 kk vammasta. Todellisuudessa resurssien puute on viivästyttänyt ensimmäistä käyntiä, joka on järjestynyt Nikulan mukaan usein 3 kk sisällä. Seurantasuositus koskee niitä lapsia ja nuoria, jotka eivät alkuvaiheessa ole tarvinneet osastohoitoa lastenneurologialla. Vaikean aivovamman saaneiden lasten ja nuorten kanssa neuropsykologi on mukana jo osastohoidosta lähtien.

Taulukko 6. Neuropsykologiseen tutkimukseen lähettämisen kriteerit lasten aivovammoissa.

HUS	KYS	Oys	Tays	Tyks
lievä aivovamma - harkinnan mukaan	lievä aivovamma - usein 1 kk kohdalla	jos oireet jatkuvat yli 1 kk	neuropsykologien ohjeistuksen mukaan 1–2 kk vammasta	lievä aivovamma: 1–3 kk
keskivaikea aivovamma - 1 kk kohdalla		lievä aivovamma, jossa hetkellistä pidempi PTA tai LOC		keskivaikea ja vaikea aivovamma: aina neuropsykologinen seuranta, tutkimukset 1–3 kk vammasta, seuranta vuosittain
vaikea aivovamma - jo osastolla		korkeaenerginen vamma lastenneurologin harkinnan mukaan vaikea aivovamma - jo osastolla		

5) Onko alueellanne yleisesti käytössä oleva perusterveydenhuolto-erikoissairaanhoito-hoitoketju? (taulukko 7)

OYS on ainoa yliopistosairaaloista, jossa on saamamme tiedon mukaan yleisesti käytössä oleva kirjallinen aivovammojen hoitoa perusterveydenhuollon ja erikoissairaanhoidon välillä porrastava hoitoketju. Kyseinen Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin (PPSHP) suositus sisältää muun muassa ohjeistukset terveystieteissä hoidettavista vammoista sekä indika-

tioista erikoissairaanhoidon lähettämiseen. Tyksin lasten aivovammojen hoitosuosituksessa ohjeistetaan siirtämään jatkoseurannassa oireettomaksi todetut lapset kouluterveydenhuollon tai neuvolan seurantaan, mutta perusterveydenhuollon osuutta ei käsitellä sen laajemmin.

Taulukko 7. Yleisesti käytössä oleva perusterveydenhuolto-erikoissairaanhoidon hoitoketju lasten aivovammoissa.

HUS	KYS	Oys	Tyks
ei erikseen kirjattuna	ei tiedossa	Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin suositus  <a href="http://terveysportti.fi/dtk/ltk/shp00320">terveysportti.fi/dtk/ltk/shp00320</a>	ei erikseen kirjattuna  oireettomat lapset siirtyvät perusterveydenhuollon seurantaan

6) Onko yksikössänne yhteisesti sovittu protokolla seurannan järjestämiseksi? Millainen? (taulukko 8)

Taysia lukuun ottamatta kaikki yliopistosairaalat ovat järjestäneet automaattisen jatkoseurannan lievän tai vakavamman aivovamman saaneille lapsille. KYS ja Tyks varaavat kaikille lievistä aivovammasta kärsiville lapsille kontrolliajan lastenneurologille; Tyksissä ensimmäinen aika on hyvin lievän aivovamman kohdalla soittoaika, jonka jälkeen oireisille potilaille järjestetään jatkoseuranta. HUS ja Oys varaavat kontrolliksi soittoaikan sairaanhoitajalle ja mikäli oireet ovat jatkuneet siihen asti, varataan potilaalle aika lastenneurologille. HUSissa myös erittäin lievän aivovamman saaneille lapsille varataan kontrolliksi soittoaika sairaanhoitajalle, mikäli potilaalla on riskitekijöitä aivovamman jälkioireille. Kuitenkin muiden sairaaloiden osalta erittäin lievien aivovammojen seurantakäytännöt jäävät pääosin epäselviksi. HUSin lisäksi ainakin Tyksissä heille tarjotaan jatkoseurantaohjeet, jotka sisältävät ohjeistuksen lievän aivovamman tyypillisistä jälkioireista ja siitä, minne ottaa yhteyttä jälkioireiden pitkittyessä. HUSin ohjeissa suositellaan lisäksi kilpaurheilun paluuta aikaisintaan kahden viikon kuluttua vammasta, jotta potilas välttyisi toiselta aivovammalta lyhyen ajan sisään. Ohjeistustensa perusteella Oys ja Tyks jatkavat seurantaan pisimpään: tarvittaessa aina siihen asti, kunnes nuoren ammatinvalinta ja selviytyminen aikuiselämässä voidaan arvioida. Esimerkiksi Tyks ei kuitenkaan pääsääntöisesti jatka seurantaan, mikäli oireet väistyvät ensimmäisen vuoden seurannassa. Muut yliopistosairaalat eivät ottaneet jatkoseurannan keston tarkemmin kantaa, vaan kertoivat sen perustuvan tapauskohtaiseen harkintaan.

Taulukko 8. Ohjeistus jatko seurannan järjestämiseksi lasten aivovammoissa.

vaikeusaste	HUS	KYS	Oys	Tays	Tyks
lievä	<p>A) erittäin lievä ja lievä aivovamma, joka ei ole vaatinut sairaalaseurantaa*</p> <p>Jos oireet kestävät yli 2 vkoa niin yhteys sh:lle. Jos potilas kuuluu PCS-riskiryhmään**, sh:n soitto 2 vko kohdalla.</p> <p>B) lievä aivovamma, joka vaatinut sairaalaseuranta</p> <p>2 vko kohdalla sh soitto ja ACE-kysely. Jos oireita, ACE-pisteet eivät ole laskeneet tai muita ongelmia, lneu arvio.</p>	<p>1 kk kohdalla lneu ja npsk vo.</p> <p>Jatkoseuranta yksilöllisesti harkiten, mutta ei yleensä jatkoseurantaajos 1 kk kohdalla oireeton.</p>	<p>Jatkoseurannan järjestäminen aina, jos oireita tai löydöksiä vielä kotiutuksessa.</p> <p>Sh:n soitto 1 kk kuluttua.</p> <p>Jatkoseuranta yksilöllisesti npsk tutkimustulosten perusteella.</p> <p>Kontrollit nkir plk:ssa, josta ohjaus tarvittaessa aivovammaplk:lle ja tarvittaessa edelleen kuntoutusplk:lle.</p>	<p>Ei ole kirjattua ohjeistusta; yksilöllisesti arvioiden.</p>	<p>Lneu vo. 1–2 kk/ 3–4 kk/ 6–8 kk kuluttua.</p> <p>Jatkoseuranta 12–24 kk välein.</p> <p>Seuranta jatkuu yksilöllisesti</p> <p>Lääkinnällinen kuntoutussuunnitelma laaditaan 1–2 vuodeksi kerrallaan.</p> <p>Npsk kontrollisoitto 6 kk kohdalla ja uusi arvio 12 kk kohdalla.</p>
keskivaikea	<p>10 vrk kohdalla pään MRI ja 2 vko kohdalla sh:n soitto ja ACE-kysely. Jos ei löydöksiä, niin toiminta kuten lievissä. Jos kuvissa löydöksiä, niin 1 kk kohdalla lneu ja npsk vo. Lneu jatkoseuranta yksilöllisesti harkiten ainakin, kunnes oireeton.</p>	<p>Ohjeistus ei tiedossa.</p>	<p>Samat ohjeet kuin lievässä.</p>	<p>Ohjeistus ei tiedossa.</p>	<p>Samat ohjeet kuin lievässä.</p>
vaikea	<p>Yksilöllisen tarpeen mukaan.</p>	<p>Ohjeistus ei tiedossa.</p>	<p>Erillinen kirjallinen ohjeistus, jonka tarkempi sisältö ei tiedossa.</p>	<p>Ohjeistus ei tiedossa.</p>	<p>Yksilöllisen tarpeen mukaan.</p>

vaikeusaste	HUS	KYS	Oys	Tays	Tyks
muuta (vaikeusasteesta riippumatta)	Nkir kontrolli (soitto/vo) kaikille, joille tehty pään vamman vuoksi leikkaus.	-	Seurantaa jatketaan tarvittaessa, kunnes ammatinvalinta ja selviytymisen aikuiselämässä voidaan arvioida.  Arvioinnissa mukana aivovammatyöryhmä.  Potilaille ja omaisille mahdollisuus 2 vrk mittaisiin ensitietopäiviin.	-	-

\*HUSin ohjeissa määritetty erikseen sairaalaseurannan yksityiskohtaisemmat aiheet, joita ovat muun muassa GCS<15, LOC>5min tai PTA>1h, korkeaenerginen vamma tai luotettavan kotiseurannan puuttuminen.

\*\* PCS-riskiryhmään kuuluvat HUSin ohjeiden mukaan teinit (tytöt), lapset joilla toistuvia aivovammoja, lapset joiden perheillä matala seosiekonominen asema tai lapset joilla on migreeni tai aiempi neuropsykiatrinen diagnoosi tai esim. oppimisvaikeus.

PCS – post concussive syndrome, ACE – acute concussion evaluation, sh – sairaanhoitaja, lneu – lastenneurologi, npsk – neuropsykologi, nkir – neurokirurgi, vo – vastaanotto, plk – poliklinikka

Hoitosuosituksia tarkastelemalla kokosimme vertailun myös lasten aivovammaepäilyjen yhteydessä käytettävistä pään TT-tutkimusten indikaatioista (taulukko 9). Yliopistosairaaloista keskimäärin herkimvät kuvausindikaatiot ovat Tyksissä, jossa muista sairaaloista poiketen itsenäisinä kuvausindikaatioina toimivat GCS <15 sekä LOC tai PTA minkä tahansa kestoisena. Muilla sairaaloilla pääsääntöisesti vasta GCS 12–13 toimii itsenäisenä kuvausta suositavana tekijänä. Tyksistä kuitenkin tarkennettiin, että heidän ohjeistuksensa on vanhentunut eikä se ole käytännössä enää kliinisessä käytössä pään TT-tutkimusta ohjaavana tekijänä, vaan kriteerien täytyessä heillä pyritään tekemään ensisijaisesti pään MRI. HUS pitää LOC:a itsenäisenä kuvausindikaationa yli 5 min kestoisena, kun taas KYS ja Oys eivät ota sitä huomioon, ellei se vaikuta sen hetkiseen GCS-arvioon. PTA:ta HUS pitää kuvausindikaationa yli 10 min kestoisena, kun taas Oys ei ota sitä huomioon lainkaan. KYS sen sijaan pitää PTA:ta Tyksin tapaan kuvausindikaationa minkä tahansa kestoisena. Muitakin muuttujia arvioitaessa Tyksin ja KYSin suositukset ovat monin paikoin yhteneväiset. Molemmat niistä ottavat huomioon esimerkiksi verenvuototaipumuksen, suntin, kasvomurtuman ja muut vammapotilaan oireiden tulkintaa vaikeuttavat tilat, kuten päihtymyksen. HUS tai Oys eivät puolestaan ota näitä tekijöitä huomioon, kuten eivät myöskään tässä katsauksessa käsitellyt muut Suomessa käytössä olevat CHALICE-algoritmista johdetut suositukset. Pohjoismaihin kehitetty SNC-G

sen sijaan ottaa huomioon verenvuototaipumuksen keskiuurena osariskitekijänä. Muista sairaaloista poiketen KYS huomioi kuvausindikaationa myös pahoinpitelyepäilyn, mutta KYSin suositus mahdollistaa myös MRI-kuvauksen, joka onkin pahoinpitelyepäilyssä suositeltavampi vaihtoehto<sup>54</sup>. Muiden sairaaloiden suositus koskee ensisijaisesti vain TT-kuvausta, joten ne eivät siksi ota huomioi tässä yhteydessä pahoinpitelyepäilyä. Oysin suosituksenaan käyttämä aikuisten Käypä hoito -suositus on vertailun pidättyväisin pään TT-tutkimuksen suhteen. Muista poiketen se ei ota kuvausta harkitessa huomioon päänsärkyä, korkeaenergistä vammaa tai monivammaa. Toisaalta pahoinvoinnin osalta se suosittaa kuvantamista jo kahden oksennusepisodin jälkeen. Taysin osalta emme pystyneet määrittämään tarkkoja kuvauskriteereitä, joskin Taysista kerrottiin kuvantamisen olevan lievienkin aivovammojen osalta varsin liberaalia.

Taulukko 9. Pään TT-tutkimusaiheet.

oire tai löydös	HUS	KYS*	Oys**	Tyks***
GCS	< 14 30 min vammasta tai sen jälkeen  < 15 30 min vammasta tai sen jälkeen (jos ikä < 2-v.)  < 15 2 h vammasta	< 13  13–15 ja merkittävä pään pehmytkudos-vamma  13–15 eikä korjaannu 2 h seurannan aikana normaaliksi tai laskee	< 13  < 15 2 h vammasta	< 15
LOC	> 5 min	ei paitsi, jos vaikuttaa GCS-arvoon sitä arvioitaessa	ei paitsi, jos vaikuttaa GCS-arvoon sitä arvioitaessa	minkä tahansa kestoisena
PTA	> 10 min	minkä tahansa kestoisena	ei	minkä tahansa kestoisena
päänsärky	lisääntyvänä	voimakkaana	ei	pitkittyneenä tai lisääntyvänä
pahoinvointi	toistuva ja voimakas oksentelu	jatkuvana: yli 2 oksentelu-episodia	yli 1 oksentelu-episodia	pitkittyneenä tai pahenevana
kouristelu	kyllä	kyllä	kyllä	kyllä
kallonmurtuma**** tai sen epäily	kyllä	kyllä	kyllä	kyllä
muu neurologinen yleisoire, paikallisoire tai löydös	kyllä, puutosoire	poikkeava uneliaisuus	kyllä, paikallinen puutosoire	mikä tahansa
korkeaenerginen vamma	kyllä	kyllä	ei	kyllä
monivamma	korkeaenergisenä	kyllä	ei	kyllä
verenvuototaipumus	ei	kyllä	ei	kyllä

oire tai löydös	HUS	KYS*	Oys**	Tyks***
sunttipotilas	ei	kyllä	ei	kyllä
kasvomurtuma	ei	kyllä	ei	kyllä (luk.ott. nenäluun isoitettu murtuma)
kun vammapotilaan oireita on muuten vaikea arvioida: päihtymys (alkoholi tai huumeaineet) tai lääkeaine-intoksikaatio	ei	kyllä	ei	kyllä, myös mielen-terveysongelma, joka vaikeuttaa oireiden arviointia
muut syyt	> 5 cm kuhmu/ruhje päänahassa alle 2-vuotiaalla	jännittynyt fontanelli  pahoinpitelyepäily  merkittävä pään pehmytkudosvamma, kuten laajat mustelmat, luuhun asti ulottuva haava, yli 5 cm laseraatio	ei	kaularankavamman epäily

\* KYSin indikaatiot ovat joko TT:lle tai MRI:lle.

\*\* Oysin kuvausohjeena yli 16-vuotiaiden aivovammojen Käypä hoito-suositus.

\*\*\* Tyksin indikaatiot ovat kirjallisten ohjeiden mukaan vain TT:lle, mutta käytännössä kriteerien täytyessä suositetaan mahdollisuuksien mukaan MRI:tä.

\*\*\*\* Sis. myös epäilyn kallonpohjanmurtumasta, jonka merkkeinä periorbitaalinen mustelma tai turvotus, hemytympanum, processus mastoideuksen seudun mustelma tai likvorvuoto nenästä tai korvasta.

## 4 POHDINTA

### 4.1 Tärkeimmät tulokset

Lasten aivovammojen ilmaantuvuus Suomessa on 100/100 000 asukasta. Muihin länsimaihin verrattuna ilmaantuvuus on keskimääräistä tasoa, joskin vaihteluväli on suuri 12–525/100 000. Suomen sisällä ilmaantuvuuden alueellinen vaihteluväli on 77–262/100 000.

Maailmalla lasten aivovammojen hoitoon on kehitetty useita suosituksia. Niistä suuri osa keskittyy lasten aivovammojen akuuttihoitoon ja erityisesti pään TT-tutkimuksen tarpeen arviointiin. Hoitosuosituksista tai –algoritmeista on suurin hyöty lasten lievien pään vammojen kuvaustarpeen arvioissa. Algoritmeista laadukkaimpia ovat PECARN, CHALICE ja



CATCH<sup>39</sup>. Suomessa käytettävistä TT-tutkimusohjeista suuri osa perustuu CHALICE-algoritmiin. SNC-G on puolestaan ensimmäinen varta vasten Skandinaviaan kehitetty lasten aivovammojen hoitosuositus. Sen käyttöä ei ole vielä tutkittu Suomessa.

Suomen viidestä yliopistosairaalaista neljällä on lasten aivovammojen hoitoon laadittu kirjallinen ohjeistus. Ohjeistusten välillä on kuitenkin eroja esimerkiksi diagnostisissa kriteereissä, pään TT-kuvausaiheissa ja seurannan kestossa. Myös seurantakäytännöissä on eroja, mutta kaikki sairaalat ovat järjestäneet lievän aivovamman saaneille lapsille kontrolliajan, joka sairaalasta riippuen järjestetään pääsääntöisesti joko sairaanhoitajan soittoaikana tai lastenneurologin vastaanotokäyntinä. Myös kynnys neuropsykologisen arvion tekemiseen on pieni kaikissa yliopistosairaaloissa. Erittäin lievässä vammoissa seurannassa korostuu potilaan ja perheen oma yhteydenotto sairaalaan, mikäli oireet pahenevat tai pitkittyvät. Perusterveydenhuollon ja erikoissairaanhoidon roolijakoa selkeyttävä kirjallinen ohjeistus on käytössä vain Oysissa.

## 4.2 Yleisyseroja selittävää

### 4.2.1 Erot sukupuolten välillä

Poikien suuremman osuuden aivovammatilastoissa arvellaan johtuvan poikien osallistumisesta enemmän urheilutoimintaan sekä poikien lapsuuden leikkien fyysisemmästä luonteesta<sup>29</sup>. Miesten suurempaan riskiin aivovammoille on tarjottu useita selityksiä. Käytöserojen lisäksi riskiin vaikuttavat sosiaaliset ja poliittiset tekijät<sup>89</sup>. Lasten kasvatus eroaa monissa maissa lapsen sukupuolesta riippuen. Poikien saatetaan antaa tutustua riskialttiimpiin ympäristöihin jo nuorempana ja leikkiä suuremmilla ja siten potentiaalisesti vaarallisemmilla leluilla. Pojille tarjotaan monessa yhteiskunnassa myös kulttuurin ja median kautta vaikutteita, jotka nostavat arvostettaviksi kyvyiksi fyysisen voiman esimerkiksi rajumpien urheilulajien kautta.<sup>4</sup> Onkin osoitettu, että kun tytöt osallistuvat yhtäläisesti näihin urheilulajeihin, nousee myös tyttöjen osuus aivovammatapauksissa<sup>90</sup>. Siten sukupuolten tasa-arvoisuus voikin tasoittaa eroja tilastoissa<sup>4</sup>.

### 4.2.2 Erot valtioiden välillä

Ilmaantuvuudessa on suuria eroja maiden välillä. Erot riippuvat maan tulotasosta, sillä insidenssi on suurempi matalan tulotason ja keskitulotason maissa (LMIC) ja vastaavasti pienem-

pi korkean tulotason maissa (HIC)<sup>4</sup>. Tämä selittyy pitkälti riskitekijöiden keskittymisellä matalamman tulotason maihin<sup>91</sup>. Maiden välillä havaittuja eroja aivovammojen ilmaantuvuudessa voi selittää myös variaatio diagnostisissa kriteereissä<sup>92</sup>. Lisäksi on pohdittu, voisiko haja-asutusalueiden päivystyspisteiden mahdollisesti pienemmät resurssit johtaa aivovammojen alidiagnosointiin<sup>4</sup>. Valtioiden välisten erojen taustalla voi olla myös laajempia kokonaisuuksia, kuten eroavaisuudet tietojärjestelmissä, terveydenhuollon väestön kattavuudessa sekä kirjauskäytännöissä<sup>93</sup>.

#### 4.2.3 Erot Suomen sisällä

Haja-asutettujen alueiden ilmaantuvuudet ovat Suomessa korkeammat kuin tiheämpään asuttujen alueiden. Syiksi on ehdotettu muun muassa pitkiä välimatkoja, joiden vaikutuksista on hypoteeseja molempiin suuntiin. On esimerkiksi esitetty, että pitkien välimatkojen takia maaseudulla potilaat saatetaan ottaa varmuuden vuoksi sairaalaan, mikä voisi osaltaan selittää korkeamman ilmaantuvuuden. Toisaalta pitkä matka voisi myös päinvastoin nostaa potilaiden kynnystä lähteä sairaalaan, jolloin hyvin lievät aivovammat olisivat tilastoissa aliedustettuja.<sup>4</sup> Ahvenanmaalla välimatkat eivät ole maanteitse yhtä pitkiä kuin manner-Suomessa, joten niiden vaikutus lienee pienempi. Ahvenanmaan selvästi muuta Suomea korkeampaan ilmaantuvuuteen onkin yritetty etsiä muita syitä, kuten esimerkiksi maantieteellisesti loogisia vesistöihin liittyviä onnettomuuksia<sup>4</sup>. Niiden vaikutus on kuitenkin epävarma, sillä on epäselvää mikä on lasten osuus vesionnettomuuksissa tai miten nämä onnettomuudet jakaantuvat alueiden välillä<sup>4,94</sup>. Etiologisten erojen sijaan alueellisia eroja selittääkin todennäköisemmin sairaaloiden ja hoitavien lääkäreiden erot siinä, millä kriteereillä etenkin lievemmat päähän kohdistuneet vammat hyväksytään hoitoon ja millä kriteereillä heille asetetaan eriasteisten aivovammojen diagnoosi.

Tarkastelujakson vuosina 2000–2012 Ahvenanmaan työikäisten lääkäreiden määrä vaihteli välillä 57–79. Määrä on selvästi pienempi kuin seuraavaksi vähiten lääkäreitä omaavassa Lappissa, jossa lääkäreitä oli samana tarkastelujaksona 243–304. Lääkärimäärältään kolmanneksi pienimmällä alueella Oulussa lääkäreitä oli 2080–2553 ja puolestaan suurimmalla Etelä-Suomen alueella (HYKS-erva) 6163–7391.<sup>95</sup> Siten etenkin Ahvenanmaan tapauksessa muita teorioita todennäköisempää lienee paikallisten terveydenhuollon toimipisteiden ja yksittäisten lääkäreiden toimintatapojen vaikutuksen korostuminen, sillä mitä vähemmän alueella on lääkäreitä ja potilaita, sitä suuremman osuuden yksittäinen aivovamma-diagnoosi muodostaa

koko vuoden tilastosta. Koska Ahvenanmaa on kuudesta tarkasteltavasta alueesta ainoa, jonka väkiluku (28 000) jää alle sadantuhannen asukkaan, on sen tapausluvut jouduttu kertomaan 3,6:lla, jotta ilmaantuvuuden yksikkö (tapaus/100 000) on saatu vertailukelpoiseksi. Vaikka tämä ei muuta ilmaantuvuusluvun merkitysvyyttä tai vertailukelpoisuutta, se korostaa yksittäisen aivovammadiagnoosin merkityksen aineistossa vähintään 3,6-kertaiseksi muilla alueilla tehtyihin diagnooseihin verraten. Lisäksi Ahvenanmaa on tunnettu kotimaan matkailukohteena, jolloin matkailijoille tilastoidut tapaukset voivat suurentaa muutoin vähäisiä tapausmääriä suhteessa hyvinkin paljon. Pienemmän asukasluvun takia ulkopaikkakuntalaisten diagnoosit suurentavat myös aivovammojen ilmaantuvuutta suhteessa muuta maata enemmän.

Valtioiden väliset erot ovat osin soveltuvia selittämään myös Suomen sisäisiä alueellisia eroja. Esimerkiksi erot diagnostisissa kriteereissä voivat selittää osin alueellisia eroja. Diagnostiikan käytännön ongelmana voi olla lisäksi muun muassa se, ettei aivovamman määrittelyyn käytettäviä muuttujia, kuten esimerkiksi muistiaukon kestoa määritellä aina asianmukaisesti<sup>96</sup>. Suomessa myös tietojärjestelmät ja kirjauskäytännöt voivat erota toisistaan jopa saman kaupungin sisällä, mikä voi osaltaan vaikuttaa alueellisiin eroihin aivovammojen ilmaantuvuudessa.

Suomessa julkinen terveydenhuolto kattaa koko väestön, joten mikään potilasryhmä ei jää lähtökohtaisesti tarkastelun ulkopuolelle. THL:n ylläpitämät tilastot ovat lisäksi laadultaan erinomaisia<sup>97,98</sup>, joten tilastojen pitäisi antaa luotettava arvio aivovammojen ilmaantuvuudesta Suomessa. THL:n tilastot eivät kuitenkaan sisällä tarkkoja tietoja yksityisten lääkäriasemien käynneistä, ellei yksityinen palveluntuottaja tuota palvelua julkisin verovaroin eli osana perusterveydenhuoltoa<sup>99</sup>. Suurissa kaupungeissa alle 7-vuotiaista lapsista kuitenkin lähes puolet käyvät yksityisellä lääkäriasemalla. Esimerkiksi vuosina 2006–2011 Helsingin, Vantaan ja Espoon alueen alle 7-vuotiaista lapsista yhteensä 42 % kävi yksityislääkärin vastaanotolla: 26 % kävi pelkästään yksityissektorilla ja 16 % sekä julkisella että yksityisellä sektorilla. Vertailun vuoksi pelkästään julkisella sektorilla kävi 37 % lapsista.<sup>100</sup> Yksityislääkärikäynnit ovat tiheämpään asutuilla alueilla jonkin verran haja-asutusseutuja yleisempiä<sup>95</sup>. Koska yksityiseltä avosairaanhoidolta ei edellytetä käyntitietojen siirtoa THL:n tilastoon<sup>99</sup>, voi tiheämmin asuttujen alueiden, kuten Etelä-Suomen tilastoissa olla jonkin verran lasten aivovammojen alitilastointia. Alitilastoinnin mahdollisuus koskee kuitenkin vain lieviä aivovammoja, jotka eivät vaadi jatkotutkimuksia, sillä vakavammat vammat ohjataan yksityislääkärin vastaanotolta joka tapauksessa jatkotutkimuksiin julkisen terveydenhuollon piiriin kuuluvaan päivystyk-

seen.

On myös mietitty vaikuttavatko Suomen eurooppalaiseen keskiarvoon verraten yleiset nuorten itsemurhayritykset aivovammoja lisäävästi, sillä suuri osa epäonnistuneista itsemurhayrityksistä johtaa aivovammaan. Myös nuorten alkoholin käyttö saattaa lisätä nuorten aivovamman riskiä.<sup>4</sup> Kuitenkin epäselväksi jää onko alueiden välillä merkittäviä eroja alkoholin riskikäytössä tai itsemurhayritysten määrässä, mikä puolestaan selittäisi alueellisia eroja aivovammojen ilmaantuvuudessa. Alueellisia eroja voisi selittää sen sijaan paremmin esimerkiksi erot pyöräilykypärän käytössä sekä Etelä-Suomen mahdollisesti suurempi panostus liikenneturvallisuuteen johtuen tiheämmästä asutuksesta<sup>101</sup>.

### 4.3 Hoitosuositukset

#### 4.3.1 Hoitosuosituksen tarjoamat hyödyt

Hoitosuositukset helpottavat näyttöön perustuvan tutkimustiedon soveltamista käytännössä. Parhaassa tapauksessa hoitopäätösten tekeminen nopeutuu ja diagnostinen tarkkuus paranee. Monissa tapauksissa nopeasti oikeaan diagnoosiin pääseminen voi pelastaa potilaan hengen. Näyttöön perustuvat hoitosuositukset palvelevat potilaiden lisäksi myös terveydenhuollon henkilökuntaa. Hoitosuositukset takaavat hoitopäätöksille tutkittuun tietoon perustuvan tuen. Tämä vähentää sekä päätökseen johtaneiden perusteluiden kirjaamiseen kuluvaa aikaa että mahdollisesti myös lääkärin kokemaa epävarmuutta siitä, oliko hoitopäätös oikea.

Ilman yhdenmukaisia hoitosuosituksia sairaaloiden välillä saattaa olla merkittäviä eroja siinä, miten samasta sairaudesta kärsiviä potilaita hoidetaan<sup>102–103</sup>. Optimaalisesti käytettynä yhdenmukaiset hoitosuositukset ja –algoritmit vähentävät sairaaloiden välisiä eroja sekä hoitotuloksissa että diagnostisten tutkimusten käytössä. Tämä takaa potilaille näyttöön perustuvan tutkimustiedon perusteella parhaan mahdollisen hoidon riippumatta siitä, missä sairaalassa heitä hoidetaan. Hoitosuositukset parantavat siis osaltaan alueiden välistä tasa-arvoa laadukkaaseen hoitoon. Yhdenmukaisten hoitosuosituksen myötä pystyttäisiin myös päätelemään paremmin, mitä muita syitä esimerkiksi juuri lasten aivovammojen ilmaantuvuuden alueellisten erojen taustalla on. Juurisyyihin vaikuttamalla voitaisiin jatkossa myös ehkäistä lasten aivovammoja tehokkaammin.

Hoitosuositukset voivat olla hyödyksi myös lääketieteellisistä tutkimuksista aiheutuvan ionisoivan säteilyn määrän vähentämisessä, sillä ne pyrkivät rajaamaan säderasitusta aiheuttavien tutkimusten käytön vain tapauksiin, joissa tutkimuksen mahdolliset hyödyt ovat haittoja suuremmat. Lasten pään vammojen akuuttihoidossa hoitosuositukset ja –algoritmit ovat hyödyllisimmillään pohdittaessa lievältä vaikuttavien aivovammojen TT-kuvaustarvetta. Vaikeammissa vammoissa kuvaustarve on usein selvempi. Ilman kuvantamisen tarvetta ohjeistavaa suositusta lääkäreiden päätökseen tilata pään TT-kuvaus voi vaikuttaa liikaa joko ylisuuri pelko hoitoa vaativan vamman huomaamatta jäämisestä tai toisaalta huoli potilaan altistamisesta tarpeettomasti ionisoivalle säteilylle. Lääkäreiden taipumuksessa tilata pään TT-kuvaus voidaan havaita eroja muun muassa työvuosien määrän perusteella: esimerkiksi Yhdysvalloissa alle viisi vuotta päivystyksessä työskennelleet lääkärit tilaavat pään TT-tutkimuksen herkemmin kuin ne, joilla päivystyksen työkokemusta on yli 15 vuotta<sup>104</sup>. Tällaisissa tilanteissa hoitosuositukset tarjoavat tieteelliseen tutkimukseen pohjautuvan objektiivisen ohjeen kuvaustarpeesta. Ongelmana tosin on, että vaikka lasten aivovammojen pään TT-kuvauksen tarpeellisuutta käsittelevien hoitosuositusten ja –algoritmien sensitiivisyys on parhaimmillaan lähes 100 %, ei niiden spesifisyys ole samaa luokkaa. Siten hoitosuosituksiakin käyttämällä osa potilaista altistuu tarpeettomasti ionisoivalle säteilylle. Vaikka aivovammoissa välitön pään TT-kuvantaminen ja sairaalaseuranta ovat akuuttitilanteen arvioinnissa yhtä turvallisia<sup>105</sup>, on TT-kuvantaminen ja sen sallima aikaisempi kotiutuminen sairaalalle lyhyellä aikavälillä halvempaa<sup>106</sup>. Siten näyttöön perustuvien hoitosuositusten käyttö voi helpottaa lääkärin roolia toimia potilaan kannalta parhaalla mahdollisella tavalla mahdollisista johdon asettamista taloudellisista vaatimuksista huolimatta.

#### 4.3.2 Adherenssi hoitosuosituksiin

Vaikka hoitosuositukset toimisivat teoriassa hyvin, on ongelmana usein käytännössä kliinikoiden puutteellinen sitoutuminen niiden käyttöön. Esimerkiksi aikuisten aivovammojen hoitoon kehitetyn SNC-G:n tapauksessa lääkärit toimivat Norjassa suosituksen mukaisesti vain 51–63 %:ssa tapauksista<sup>107,108</sup>. Suurimpana syynä suosituksen matalaan käyttöasteeseen oli lievistä ja erittäin lievistä aivovammoista kärsivien potilaiden kohdalla tapahtunut luokittelu vaikeampaan triage-luokkaan kuin oli tarpeen. Erittäin lievien aivovammojen kohdalla tämä koski 69 % potilaista: 27 % potilaista kuvattiin tarpeettomasti TT-tutkimuksella, 18 % otettiin tarpeettomasti sairaalaseurantaan ja 24 %:lle tehtiin tarpeettomasti molemmat edellä mainitut. Lievistä aivovammoista kärsivistä 37 % otettiin tarpeettomasti sairaalaseurantaan negatiivisen TT-kuvauslöydöksen jälkeen. Sen sijaan keskivaikeasta aivovammasta kärsivät potilaat hoi-

dettiin hoitosuosituksen mukaisesti.<sup>107</sup> Koulutuksellisen intervention jälkeen lääkäreiden sitoutumisen hoitosuositukseen tilastoitiin olleen parempi, vaikkakaan tutkimus ei pystynyt osoittamaan adherenssin kasvun olleen aukottomasti juuri intervention ansiota<sup>108</sup>. Tätä hypoteesia tukee kuitenkin tutkimus hoitosuosituksen implementoinnin kohtaamista haasteista, joista yksi on se, ettei lääkäri tunne hoitosuositusta tai ole kuullut siitä<sup>109</sup>. Keskivaikeissa aivovammoissa hoitosuosituksen noudattaminen kasvoi<sup>108</sup> todennäköisesti, koska mahdollisuus triage-luokituksen yliarviointiin pienenee. Lääkäreillä voi olla taipumus hakea kuvantamistutkimuksista tukea ja varmistusta asettamalleen kliiniselle diagnoosille. Lievemmissä vammoissa kun hoitosuositus ei suosita kuvantamista, on lääkärin poikkeaminen hoitosuosituksesta siten todennäköisempää kuin keskivaikeissa ja sitä vaikeammassa aivovammoissa, joissa pään TT-kuvaus on hoitosuosituksen mukaan joka tapauksessa välttämätöntä. Lapsien pään vammoja arvioitaessa lääkäreiden komplianssin hoitosuosituksen noudattamiseen on havaittu olleen joissain tapauksissa huonompi kuin aikuispotilaiden kohdalla, mutta tällöin ongelmana oli triage-luokituksen yliarvioinnin sijaan hoitosuosituksen tarpeelliseksi toteaman pään TT-kuvauksen jättäminen välistä<sup>110</sup>.

Muita syitä hoitosuosituksen noudattamatta jättämiseen on kliinikon erimielisyys hoitosuosituksen kanssa, lääkärin vähäinen tieto hoitosuosituksesta, hoitosuosituksen taustalla olevan tiedon kyseenalaistaminen tai epäily siitä, ettei suositus johda parempiin hoitotuloksiin. Adherenssia mahdollisesti laskevia asioita ovat myös puutteet itse hoitosuosituksessa, kuten sen käytön monimutkaisuus tai sen käytön rajoitukset potilasmateriaalin heterogeenisyyden vuoksi. Lisäksi hoitosuosituksen käyttöönotossa vaikuttaa ajan ja resurssien määrä sekä lääkärin vaikeus muuttaa aikaisempaa toimintamalliaan.<sup>109</sup> Myös epäily siitä, että toinen terveydenhuollon toimija tilaisi pään TT-tutkimuksen joka tapauksessa voi johtaa hoitosuosituksen käyttämättä jättämiseen<sup>111</sup>. Ongelmana voi olla myös se, että hoitosuosituksia on käyttöön omaksuttavaksi liikaa, sillä joka vuosi julkaistaan 8–10 uutta tai päivitettyä hoitosuositusta. Myös potilaiden odotukset ja toiveet voivat olla ristiriidassa hoitosuosituksen kanssa.<sup>109</sup>

Hoitosuosituksen implementoinnissa kannattaakin yrittää vaikuttaa näihin esteisiin ja siten pyrkiä lisäämään kliinikoiden sitoutumista suositusten käyttöön<sup>109</sup>. Esimerkiksi interaktiiviset koulutukset on todettu tehokkaaksi tavaksi muuttaa kliinikoiden asenteita<sup>112–114</sup>. Ensivassa työskentelevät lääkärit ovat lähtökohtaisesti vastaanottavaisia kliinistä päätöksentekoa helpottavien algoritmeille sekä niiden integrointiin osaksi terveydenhuollon tietojärjestelmiä<sup>104</sup>. Kliinikot pitävät integrointia mieluisampana, mikäli algoritmeista muistuttaminen toteutetaan

avustavasti (esimerkiksi tietokoneen vinkkinä ennen algoritmin kannalta relevanttia tutkimusta) eikä holhoavasti keskeyttämällä (esimerkiksi tietokoneen ilmoituksena algoritmin vastaisesta toiminnasta tutkimuksen tilaamisen jälkeen)<sup>104</sup>. Mitään implementointitapaa ei ole kuitenkaan todettu yksiselitteisesti muita paremmaksi ja implementointi tarvitseekin todennäköisesti onnistuakseen useita eri tapoja<sup>115</sup>.

### 4.3.3 Hoitosuositukset Suomessa

Toisin kuin aikuisten aivovammoissa, Suomesta puuttuu yhtenäinen ja vakiintunut hoitosuositus lasten aivovammoille, mikä lisää esimerkiksi tarpeettomien pään TT-tutkimusten mahdollisuutta. Riski on ilmeisin päivystyksissä, joissa kynnyksellä tutkimuksen tilaamiselle voi madaltua kiireen keskellä. Hoitosuosituksen puuttuminen myös altistaa lapset eritasoiselle hoidolle riippuen heidän asuinalueestaan. Tällä voi olla lääketieteellisen hoitotuloksen lisäksi vaikutusta vakuutusosuudellisiin korvauksiin. Lisäksi yhtenäisten diagnoosikriteerien puuttuminen vaikeuttaa alueiden välisten ilmaantuvuuserojen tulkintaa ja niihin johtaviin syihin puuttumista.

Suomessa käytettävistä TT-tutkimusohjeista suuri osa perustuu Iso-Britanniassa kehitettyyn CHALICE-algoritmiin, joka on CATCH-algoritmin tavoin vaikutukseltaan dikotominen (kuvaus tai ei kuvausta) sen sijaan, että ne vaikuttaisivat osaltaan kokonaisriskiin, joka määrittelee kuvaustarpeen. Myös yliopistosairaaloidemme kuvaussuositukset perustuvat pääosin muuttujien dikotomiseen vaikutukseen. Dikotominen suositus on klinikoille monesti helpompi käyttää, sillä yhdenkin kuvausta suosittavan muuttujan toteutuessa muita muuttujia ei sen lisäksi tarvitse pääsääntöisesti arvioida. Dikotominen kuvaussuositus nostaa kuitenkin herkästi pään TT-kuvaustetta (taulukko 1). Lisäksi dikotominen kuvaussuositus voi tarvita rinnalleen toisen ohjeistuksen siitä, tarvitseeko potilas ottaa sairaalaseurantaan. Esimerkiksi CATCH ja CHALICE eivät sisällä suositusta seurannasta. Koska hoitosuositukset vaikuttavat olevan optimaalisimmillaan populaatiokohtaisina<sup>3</sup>, pohjoismaisen yhteistyöryhmän kehittämä lasten aivovammojen SNC-hoitosuositus on Suomen kannalta tarkastelemisen arvoinen. Dikotomisista suosituksista poiketen SNC-G ottaa kantaa sekä pään TT-kuvauksen että seurannan tarpeeseen. Tutkimuksessamme käsiteltyihin hoitoalgoritmeihin verrattuna SNC-G:n etuna on erittäin korkea sensitiivisyys sekä selvästi matalampi pakollinen TT-kuvausaste (5 % vrt. 22–30 %), mutta toisaalta SNC-G:n spesifisyys on esimerkiksi CHALICE- ja CATCH-algoritmejä matalampi (58,9 % vrt. 70,4–78,6 %)<sup>46</sup>. Vaikutus TT-tutkimusten määriin riippuu kuitenkin niiden käytön lähtötasosta<sup>40</sup>. Yhdysvaltalaiseen väestöön sovellettuna SNC-G:llä

olisi pystytty välttämään kaikista lapsille tehdyistä TT-kuvauksista 76,1 %, kun TT-kuvauksen lähtötaso kohortilla oli alun perin 36,2 %<sup>56</sup>. Suomessa lasten pään vammojen TT-kuvausaste on 24,6 %. Australiassa ja Uudessa-Seelannissa lasten pään vammojen TT-kuvausaste on sen sijaan vain 10 %<sup>40</sup>. Siten SNC-G:n mahdollista vaikutusta lasten pään TT-kuvausmääriin Suomessa olisikin hyvä arvioida tarkemmin.

#### 4.4 Lasten aivovammojen hoito Suomen yliopistosairaaloissa

Yliopistosairaaloille teettämämme kyselyn vastausten kattavuudessa oli suurta vaihtelua, minkä vuoksi kysely ei kerro koko totuutta yliopistosairaaloiden käytännöistä. HUSissa, KY-Sissä, Oysissa ja Tyksissä on paikalliseen käyttöön laadittu kirjallinen hoito-ohjeistus. Taysissa erillistä kirjallista hoito-ohjeistusta ei ilmoitettu olevan käytössä. KYSin kirjallinen ohjeistus kattaa ainoastaan akuuttihoiton, mutta HUSin, Oysin ja Tyksin suositukset ottavat kantaa lasten aivovammojen hoitoon myös laajemmin. Yliopistosairaaloiden välillä oli eroja myös kyselyn muilla osa-alueilla.

Diagnostisten kriteerien osalta Tyksissä vamma luokitellaan herkemmin vaikeasteisemmaksi kuin HUSissa ja Oysissa. Sinänsä erojen ei pitäisi kuitenkaan vaikuttaa siihen kynnukseen, jolla diagnoosi alun perin asetetaan vaikeusasteesta riippumatta. Yliopistosairaaloiden hoitosuosittelujen välisten erojen ei siten pitäisi vaikuttaa lasten aivovammojen alueellisiin ilmaantuvuuseroihin Suomessa, ellei tarkastelussa eritellä tarkemmin aivovammojen vaikeusasteita. Toisaalta klinikot voivat poiketa suosituksissa määritellyistä diagnostisista kriteereistä. Hoito-ohjeistusten eroa alueelliseen ilmaantuvuuteen on vaikea arvioida myös siksi, että tässä katsauksessa esitetyt ohjeistukset ja ilmaantuvuusluvut ovat eri ajanjaksoilta.

Oys on yliopistosairaaloista ainoa, jolla on perusterveydenhuollon ja erikoissairaanhoidon välillä hoitoa porrastava ja yleisesti käytössä oleva hoito-ohjeistus. Se sisältää muun muassa suuntaviivat terveyskeskuksissa hoidettavista vammoista sekä indikaatioista erikoissairaanhoidon lähettämiseen. Ohjeistuksen puuttuminen on selvä puute, jonka merkitys korostuu lasten aivovammojen kansallisen Käypä hoito -suosituksen puuttuessa. Paikallisen ohjeistuksen puuttuminen voi aiheuttaa epäselvyyksiä siitä, ketkä potilaista tulisi lähettää erikoissairaanhoidon. Epäselvyydet altistavat puolestaan hoitoviiveille ja pahimmillaan potilasturvallisuuden vaarantumiseen, mikäli esimerkiksi aluksi stabiililta vaikuttava pään vamma potilas lähetetään erikoissairaanhoidon vasta, kun pään TT-tutkimuksen kriteerit täyttyvät. Esimer-



kiksi PPSHP:n suositus ohjeistaa potilaan lähettämistä erikoissairaanhoidon jo pelkän lievän aivovamman epäilyn perusteella riippumatta pään kuvausindikaatioiden mahdollisesta puutteesta. Lisäksi perusterveydenhuollossa voi aivovammojen vähäisemmän määrän takia unohdeta tarpeellinen ohjaus mahdolliseen jälkiseurantaan tai aivovammaan liittyvien oireiden ja tapahtumatietojen tarkka kirjaus, joka on edellytys mahdollisiin lainsäädännön takaamiin korvauksiin<sup>116</sup>.

Jatkoseurantaohjeiden suhteen tilanne on parempi: Taysia lukuun ottamatta kaikki yliopistosairaalat ovat järjestäneet automaattisen jatkoseurannan lievän tai vakavamman aivovamman saaneille lapsille. Siten seurantakäytäntöjen tila vastaa Lastenneurologia-oppikirjassa esitettyä ohjeistusta<sup>7</sup>. HUS varaa kontrolliajan myös erittäin lievän aivovamman saaneille lapsille, jos potilaalla on riskitekijöitä aivovamman jälkioireille. HUSissa ja Tyksissä heille tarjotaan lisäksi kirjalliset jatkoseurantaohjeet, mutta muiden sairaaloiden osalta erittäin lievien aivovammojen seurantakäytännöt jäävät kuitenkin pääosin epäselviksi. Kuitenkaan mikään sairaaloista ei poissulje mahdollisuutta myöhempään lastenneurologin arvioon aivovamman vaikeusasteen perusteella. Vaikka tutkimusnäyttö yksittäisen kontrollikäynnin ja kirjallisen informaation aivovamman jälkioireita vähentävästä vaikutuksesta on puutteellista<sup>74</sup>, kirjallisen informaation jakaminen perheille vähentää kuitenkin oireiluun liittyvää ahdistusta<sup>117</sup>. Siten tarkkaa ennustearviota ja rutiinikontrollikäyntiä tärkeämpää olisikin informoida lapsia ja heidän perheitään jatkossa mahdollisesti ilmenevistä oireista. Seurantakäynnin etuna on kirjalliseen informaatioon nähden kuitenkin se, että käynnillä voidaan puuttua aivovammojen oireista johtuviin liitännäisongelmiin. Esimerkiksi vammaanjälkeisten stressioireiden ennuste on hyvä, mikäli ne todetaan ja hoidetaan ajoissa<sup>7</sup>.

Myös seurannan kestossa on eroja. Oys ja Tyks jatkavat seurantaan tarvittaessa aikuiselämän alkuun asti. Muissa yliopistosairaloissa jatkoseurannan kesto määräytyy yksilöllisen harkinnan perusteella, mikä ei toisaalta poissulje pitkänkään jatkoseurannan mahdollisuutta. Lasten aivovammojen lisähaasteena ovat vamman arvaamattomat vaikutukset vielä keskeneräiseen keskushermostoon, mikä voi johtaa vasta myöhemmin näkyviin kehitysviiveisiin seurannan jo päätyttyä. Myöhemmällä iällä ilmenevien jälkiseurausten haasteena on syy-yhteyden hämärtyminen alkuperäiseen aivovammaan, mikä vaikeuttaa merkittävästi oikeanlaisen avun ja hoidon saamista. Hoitoviive voi puolestaan lisätä aivovamman jälkiseurauksista johtuvia liitännäisongelmia, kuten elämänhallintavaikeuksia tai sosiaalisten suhteiden kärsimistä. Esimerkiksi Tyksin jatkohoito-ohjeissa mahdollisen syy-yhteyden hämärtymistä ja hoitoviivettä on

pyritytty ehkäisemään liittämällä lapsena aivovamman saavien potilaiden tietoihin merkintä erityisestä seurannan tarpeesta.

Myös pään TT-kuvauksen indikaatioissa oli sairaaloiden välillä eroja. Tyksin muita vanhempi suositus sallii kuvauksen keskimäärin muita lievemmillä löydöksillä, kun taas Oysin kuvausohjeena käyttämä aivovammojen Käypä hoito -suositus on vertailun pidättyväisin kuvauksen suhteen. Käytettävissämme ei kuitenkaan ollut sairaalakohtaisia tietoja siitä, kuinka suu- ralle osalle pään vammautuneita teetetään pään TT-tutkimus. Siten erojen vaikutusta pään TT-kuvausmääriin sekä hoitotuloksiin on vaikeaa arvioida. Vaikka TT-tutkimus on nopeudes- saan ylivoimainen kiireellistä hoitoa vaativien pään vammojen hoidossa, magneettikuvauksen kehitys mahdollistaa jo nykyään voimiltaan stabiileiden lasten kuvauksen nopealla MRI:llä TT-kuvauksen sijasta<sup>15</sup>. Esimerkiksi Tyksissä pyritäänkin jo nykyään käyttämään päivystyk- sessäkin lapsilla TT:n sijaan MRI:tä mahdollisuuksien mukaan. Koska Suomessa yliopistosai- raalat teettävät lasten TT-tutkimuksista lähes 90 %<sup>14</sup>, on niiden hoitosuosituksilla ja - käytännöillä suuri rooli tarpeettomien TT-tutkimusten vähentämisessä. Kuvausohjeissa olisi- kin jonkin verran päivittämisen varaa. Esimerkiksi Tyksin kirjallisen ohjeen sisältämä kuva- usindikaatio GCS 14 on todettu tutkimusten perusteella liian epäluotettavaksi ennustamaan pakollisen TT-kuvauksen tarvetta<sup>47-49</sup>. Turussa ollaankin julkaisemassa uudet päivitettyt ohjeet lähiaikoina. Myös esimerkiksi HUSin, KYSin ja Tyksin kuvausindikaationa käyttämä korkea- energinen vamma on todettu turvalliseksi jättää pois pään TT-tutkimusaiheista, mikäli suosi- tuksen muut muuttajat tunnistavat pään TT-kuvaustarpeen<sup>46</sup>.

#### 4.5 Johtopäätökset

Lasten aivovammojen yleisyys Suomessa asettuu länsimaiden keskivertotasolle. Alueelliset erot ovat paikoin suuret. Epäselväksi kuitenkin jää, kuinka suuri osa alueellisista eroista on selitettävissä tilastointiin liittyvillä eroilla riskitekijöiden alueellisen vaihtelun sijaan. Yhtei- nen hoitosuositus auttaisi osaltaan selvittämään todellista ilmaantuvuutta vähentämällä diag- nostisten kriteereiden heterogeenisyydestä mahdollisesti johtuvia alueiden välisiä ilmaantu- vuuseroja. Epidemiologista lisätutkimusta tarvittaisiin, jotta aivovammojen primaaripreventi- oon voitaisiin vaikuttaa tehokkaammin.

Koska Suomen yliopistosairaalat vastaavat suuresta osasta lasten aivovammapotilaiden hoi- toa, niiden rooli hoidon kehittäjänä on merkityksellinen. Tällä hetkellä lasten aivovammojen

hoitosuositukset eivät ole yliopistosairaaloiden kesken yhteneväiset, vaan eroja löytyy hoidon jokaisella osa-alueella. Ainoastaan neuropsykologisten tutkimusten kirjallinen ohjeistus on yliopistosairaaloiden välillä yhtenäinen, joskaan sen käyttöasteesta ei saatu sairaalakohtaista tietoa. Erojen merkitys hoitotulosten kannalta jää tämän tutkimuksen perusteella epäselväksi.

Vaikka lasten pään TT-tutkimusten määriä ollaan saatu vähennettyä selvästi vuosituhannen alkuun verrattuna, tulisi Suomessa käytössä olevia TT-tutkimuskriteereitä arvioida uudestaan niiltä osin kuin niiden laatimisen jälkeen julkaistu uusi tutkimustieto niihin vaikuttaa. Tässä yhteydessä tulisi lisäksi kartoittaa klinikoiden sitoutumista paikallisten TT-tutkimusohjeistusten käyttöön sekä ohjeistusten välisiä eroja TT-tutkimusmäärissä. Ajankohmainen tutkimuskohde olisi lisäksi selvittää esimerkiksi rekisteritutkimuksen avulla SNC-G:n suorituskykyä ja vaikutusta pään TT-tutkimusmääriin suomalaisessa potilasaineistossa. Kuvantamisessa myös nopean MRI:n suorituskykyä, turvallisuutta ja käyttömahdollisuuksia tulisi kartoittaa tarkemmin. Lisäksi, vaikka lasten aivovammojen jatkoseurannan ohjeet ovat yliopistosairaaloissamme tutkimustietoon nähden ajantasaisia, olisi tulevaisuudessa jatkoseurannan resurssien kannalta olennaista tutkia aivovamman myöhäisoireiden ja kehitysviiveiden esiintymistä tarkemmin.

## LÄHTEET

1. Menon, D.K., Schwab, K., Wright, D.W. ym. Position statement: definition of traumatic brain injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2010;91:1637-1640 .
2. Soinila, S., Kaste, M. (toim.). *Neurologia* [online]. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2015 (luettu 26.11.2020). Saatavilla Internetissä (vaatii käyttäjätunnuksen): [www.oppiportti.fi/op/tunnus](http://www.oppiportti.fi/op/tunnus). Artikkelien tunnukset: neu00318, neu00319.
3. Appenteng, R., Nelp, T., Abdelgadir, J. ym. A systematic review and quality analysis of pediatric traumatic brain injury clinical practice guidelines. *PLoS One* 2018;13(8):e0201550.
4. Wilson, M.L., Tenovuo, O., Mattila, V.M. ym. Pediatric TBI in Finland: an examination of hospital discharges (1998–2012). *Eur J Paediatr Neurol* 2017;21(2):374-381.
5. Feigin, V.L., Theadom, A., Barker-Collo, S. ym. Incidence of traumatic brain injury in New Zealand: a population-based study. *Lancet Neurol* 2013;12(1):53–64.

6. Carroll, L., Cassidy, J.D., Peloso, P. ym. Prognosis for mild traumatic brain injury: results of the WHO Collaborating Centre Task Force on Mild Traumatic Brain Injury. *J Rehabil Med* 2004;36(0):84–105.
7. Pihko, H., Haataja, L., Rantala, H. Lastenneurologia [online]. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2018 (luettu 26.11.2020). Saatavilla Internetissä (vaatii käyttäjätunnuksen): [www.oppiportti.fi/op/tunnus](http://www.oppiportti.fi/op/tunnus). Artikkelin tunnus: lne00113.
8. Centers for Disease Control and Prevention. Rates of TBI-related Emergency Department Visits by Age Group – United States, 2001–2010. CDC 2016 (päivitetty 22.1.2016). Saatavilla Internetissä: [www.cdc.gov](http://www.cdc.gov).
9. Hall E.J. Lessons we have learned from our children: cancer risks from diagnostic radiology. *Pediatr Radiol* 2002;32(10):700–706.
10. Brenner, D.J., Elliston, C.D., Hall, E.J. ym. Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. *Am J Roentgenol* 2001;176(2):289-296.
11. Hall, P., Adami, H., Trichopoulos, D. ym. Effect of low doses of ionising radiation in infancy on cognitive function in adulthood: Swedish population based cohort study. *BMJ* 2004;328(7430):19.
12. Ruonala, V. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2018. STUK-B 242. Helsinki: Säteilyturvakeskus 2019.
13. Suutari, J. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2015. STUK-B 207. Helsinki: Säteilyturvakeskus 2016.
14. Abuhamed, J., Nikkilä, A., Lohi, O. ym. Trends of computed tomography use among children in Finland. *Eur J Radiol Open* 2020;7:100290.
15. Lindberg, D.M., Stence, N.V., Grubenhoff, J.A. ym. Feasibility and accuracy of fast MRI versus CT for traumatic brain injury in young children. *Pediatrics* 2019;144(4).
16. Nowacki, R., van Eldik, N., Eikens, M. ym. Evaluation of a follow-up program for mild traumatic brain injury in schoolchildren. *Eur J Paediatr Neurol* 2017;21(2):382–387.
17. Aivovammat. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Anestesiologiyhdistyksen neuroanestesian jaoksen, Suomen Fysiatriryhdistyksen, Suomen Neurokirurgisen Yhdistyksen, Suomen Neurologisen Yhdistyksen, Suomen Neuropsykologinen Yhdistys ry:n ja Suomen Vakuutuslääkärien Yhdistyksen asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim 2020 (viitattu 11.3.2021). Saatavilla Internetissä: [www.käypähoito.fi](http://www.käypähoito.fi).

18. Karppinen, A., Oinas, M., Lönnqvist, T. ym. Lasten lievät aivovammat. *Suomen Lääkärilehti* 2012;67(18):1405-1410.
19. Posti, J. Aivovammojen epidemiologia ja mekanismit. *Neurokirurgian erikoislääkärin diaesitys*. 2019.
20. Einarsen, C.E., Moen, K.G., Håberg, A.K. ym. Patients with mild traumatic brain injury recruited from both hospital and primary care settings: a controlled longitudinal magnetic resonance imaging study. *J Neurotrauma* 2019;36(22):3172–3182.
21. Johnson, V.E., Stewart, W., Smith, D.H. Axonal pathology in traumatic brain injury. *Exp Neurol* 2013; 246:35-43.
22. Luoto, T. Lievä aivovamma - diagnostinen haaste. *Duodecim* 2020;136(6):617-624.
23. Valanne, L., Brander, A. Diffuusiotensorikuvaus ja aivovamman jälkitila. *Duodecim* 2013;129(14):1449-1455.
24. Kangasniemi, M., Luoto, T., Rellman, J. ym. Diffuusitensorikuvaus (DTI) lievän aivovamman diagnosoinnissa –näytönastekatsaus. 2017. Saatavilla Internetissä: [www.kaypahoito.fi](http://www.kaypahoito.fi). Artikkelin tunnus: nak08950.
25. Wortzel, H.S., Kraus, M.F., Filley, C.M. ym. Diffusion tensor imaging in mild traumatic brain injury litigation. *J Am Acad Psychiatry Law* 2011;39(4):511-523.
26. Shin, S.S., Bales, J.W., Dixon, C.E. ym. Structural imaging of mild traumatic brain injury may not be enough: overview of functional and metabolic imaging of mild traumatic brain injury. *Brain imaging and behavior* 2017;11(2):591-610.
27. Asken, B.M., DeKosky, S.T., Clugston, J.R. ym. Diffusion tensor imaging (DTI) findings in adult civilian, military, and sport-related mild traumatic brain injury (mTBI): a systematic critical review. *Brain Imaging Behav* 2018;12(2):585–612.
28. Tilastokeskus. Kunnat ja kuntapohjaiset aluejaot 2008. Tilastokeskus 2008. Saatavilla Internetissä: [www.doria.fi](http://www.doria.fi).
29. Dewan, M.C., Mummareddy, N., Wellons, J.C. III. ym. Epidemiology of global pediatric traumatic brain injury: qualitative review. *World Neurosurg* 2016;91:497-509. e1.
30. Emanuelson, I., Wendt, L.V. Epidemiology of traumatic brain injury in children and adolescents in south-western Sweden. *Acta Paediatr* 1997;86(7):730-735.
31. Mitra, B., Cameron, P.A., Butt, W. ym. Children or young adults? A population-based study on adolescent head injury. *ANZ J Surg* 2006;76(5):343-350.
32. Berry, J.G., Jamieson, L.M., Harrison, J.E. Head and traumatic brain injuries among Australian children, July 2000–June 2006. *Inj Prev* 2010;16(3):198-202.

33. Peden, M., Oyegbite, K., Ozanne-Smith, J. ym. World report on child injury prevention. World Health Organization 2008.
34. Kleiven, S., Peloso, P.M., Holst, H. The epidemiology of head injuries in Sweden from 1987 to 2000. *Inj Control Saf Promot* 2003;10(3):173-180.
35. Nestvold, K., Lundar, T., Blikra, G. ym. Head injuries during one year in a central hospital in Norway: a prospective study. *Neuroepidemiology* 1988;7(3):134-144.
36. Hawley, C.A., Ward, A.B., Long, J. ym. Prevalence of traumatic brain injury amongst children admitted to hospital in one health district: a population-based study. *Injury* 2003;34(4):256-260.
37. Bowman, S.M., Bird, T.M., Aitken, M.E. ym. Trends in hospitalizations associated with pediatric traumatic brain injuries. *Pediatrics* 2008;122(5):988-993.
38. Naisaki, A., Wainiqolo, I., Kafoa, B. ym. Fatal and hospitalised childhood injuries in Fiji (TRIP Project-3). *J Paediatr Child Health* 2013;49(1):63-67.
39. Lyttle, M.D., Cheek, J.A., Blackburn, C. ym. Applicability of the CATCH, CHALICE and PECARN paediatric head injury clinical decision rules: pilot data from a single Australian centre. *Emerg Med J* 2013;30(10):790–794.
40. Babl, F.E., Borland, M.L., Phillips, N. ym. Accuracy of PECARN, CATCH, and CHALICE head injury decision rules in children: a prospective cohort study. *Lancet* 2017;389(10087):2393–2402.
41. American Academy of Pediatrics. Computed tomography (CT) scans are not necessary in the immediate evaluation of minor head injuries; clinical observation/Pediatric Emergency Care Applied Research Network (PECARN) criteria should be used to determine whether imaging is indicated. AAP 2013 (päivitetty 12.6.2018). Saatavilla Internetissä: <http://www.choosingwisely.org>.
42. Farrell, C.A., Canadian Paediatric Society, Acute Care Committee. Management of the paediatric patient with acute head trauma. *Paediatr Child Health* 2013;18(5):253-258.
43. National Institute for Health and Care Excellence. Head injury: assessment and early management. NICE 2014 (päivitetty 13.9.2019). Saatavilla Internetissä: [www.nice.org.uk](http://www.nice.org.uk).
44. Astrand, R., Rosenlund, C., Unden, J. Scandinavian guidelines for initial management of minor and moderate head trauma in children. *BMC Med* 2016;14(1):1–20.
45. Stein, S.C., Spettell, C. The Head Injury Severity Scale (HISS): a practical classification of closed-head injury. *Brain Inj* 1995;9(5):437–444.

46. Undén, J., Dalziel, S.R., Borland, M.L. ym. External validation of the Scandinavian guidelines for management of minimal, mild and moderate head injuries in children. *BMC Med* 2018;16(1):1–10.
47. Gill, M., Martens, K., Lynch, E.L. ym. Interrater reliability of 3 simplified neurologic scales applied to adults presenting to the emergency department with altered levels of consciousness. *Ann Emerg Med* 2007;49(4):403-407. e1.
48. Gill, M.R., Reiley, D.G., Green, S.M. Interrater reliability of Glasgow Coma Scale scores in the emergency department. *Ann Emerg Med* 2004;43(2):215-223.
49. Bledsoe, B.E., Casey, M.J., Feldman, J. ym. Glasgow Coma Scale scoring is often inaccurate. *Prehosp Disaster Med* 2015;30(1):46-53.
50. Venhola, M. Lasten kallovammat ja lievät aivovammat. Lääkärin käsikirja [online]. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2016 [päivitetty 29.5.2019]. Saatavilla Internetissä (sisältyy Lääkärin tietokantoihin, vaatii käyttäjätunnuksen): [www.terveysportti.fi](http://www.terveysportti.fi).
51. Merimaa, M. Lasten TT-tutkimusohjeisto. STUK opastaa. Helsinki: Säteilyturvakeskus 2012.
52. Dunning, J., Daly, J.P., Lomas, J.P. ym. Derivation of the children's head injury algorithm for the prediction of important clinical events decision rule for head injury in children. *Arch Dis Child* 2006;91(11):885-891.
53. Luoto, T., Leinonen, V., Bendel, S. ym. Kirurgia [online]. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2010 (luettu 10.2.2021). Saatavilla Internetissä (vaatii käyttäjätunnuksen): [www.oppiportti.fi/op/tunnus](http://www.oppiportti.fi/op/tunnus). Artikkelin tunnus: kia20364.
54. Tupola, S., Kallio, P. Lapsen pahoinpitelyepäily ja sen aiheuttamat toimenpiteet. Lääkärin käsikirja [online]. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2020 [päivitetty 18.11.2020]. Saatavilla Internetissä (sisältyy Lääkärin tietokantoihin, vaatii käyttäjätunnuksen): [www.terveysportti.fi](http://www.terveysportti.fi).
55. Royal College of Radiology, Royal College of Paediatrics and Child Health. Standards for radiological investigations of suspected non-accidental injury. RCR, RCPC 2008. Saatavilla Internetissä: [www.rcr.ac.uk](http://www.rcr.ac.uk).
56. Sönnervist, C., Brus, O., Olivecrona, M. Validation of the scandinavian guidelines for initial management of minor and moderate head trauma in children. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2020:1-11.
57. Kuppermann, N., Holmes, J.F., Dayan, P.S. ym. Identification of children at very low risk of clinically-important brain injuries after head trauma: a prospective cohort study. *Lancet* 2009;374(9696):1160-1170.

58. Nigrovic, L.E., Stack, A.M., Mannix, R.C. ym. Quality improvement effort to reduce cranial CTs for children with minor blunt head trauma. *Pediatrics* 2015;136(1):e227-e233.
59. Osmond, M.H., Klassen, T.P., Wells, G.A. ym. CATCH: a clinical decision rule for the use of computed tomography in children with minor head injury. *CMAJ* 2010;182(4):341-348.
60. Blackwell, C.D., Gorelick, M., Holmes, J.F. ym. Pediatric head trauma: changes in use of computed tomography in emergency departments in the United States over time. *Ann Emerg Med* 2007;49(3):320-324.
61. Palchak, M.J., Holmes, J.F., Vance, C.W. ym. A decision rule for identifying children at low risk for brain injuries after blunt head trauma. *Ann Emerg Med* 2003;42(4):492-506.
62. Tilastokeskus. Suomen virallinen tilasto (SVT): Väestörakenne 2011. Tilastokeskus 2011 (luettu 10.2.2021). Saatavilla Internetissä: [www.stat.fi](http://www.stat.fi).
63. Stanley, R.M., Hoyle, J.D., Dayan, P.S. ym. Emergency department practice variation in computed tomography use for children with minor blunt head trauma. *J Pediatr* 2014;165(6):1201-1206.
64. Niele, N., van Houten, M.A., Boersma, B. ym. Multi-centre study found that strict adherence to guidelines led to computed tomography scans being overused in children with minor head injuries. *Acta Paediatr* 2019;108(9):1695-1703.
65. Niele, N., van Houten, M., Tromp, E. ym. Application of PECARN rules would significantly decrease CT rates in a Dutch cohort of children with minor traumatic head injuries. *Eur J Pediatr* 2020;179(10):1597-1602.
66. Louie, J.P., Alfano, J., Nguyen-Tran, T. ym. Reduction of paediatric head CT utilisation at a rural general hospital emergency department. *BMJ Qual Saf* 2020;29(11):912-920.
67. Babcock, L., Byczkowski, T., Wade, S.L. ym. Predicting postconcussion syndrome after mild traumatic brain injury in children and adolescents who present to the emergency department. *JAMA Pediatr* 2013;167(2):156-161.
68. Blume, H.K., Vavilala, M.S., Jaffe, K.M. ym. Headache after pediatric traumatic brain injury: a cohort study. *Pediatrics* 2012;129(1):31-39.
69. Eisenberg, M.A., Meehan, W.P., Mannix, R. Duration and course of post-concussive symptoms. *Pediatrics* 2014;133(6):999-1006.



70. Anderson, V.A., Catroppa, C., Haritou, F. ym. Identifying factors contributing to child and family outcome 30 months after traumatic brain injury in children. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2005;76(3):401-408.
71. Karppinen, A., Lönnqvist, T., Westerholm-Ormio, M. ym. Aivovammaohje. HUS lasten ja nuorten sairauksien tulosityksikkö 2018 (päivitetty 11.3.2019).
72. De Koning, M.E., Scheenen, M.E., Van Der Horn, H.J. ym. From ‘miserable minority’ to the ‘fortunate few’: the other end of the mild traumatic brain injury spectrum. *Brain Inj* 2018;32(5):540-543.
73. Silverberg, N.D., Gardner, A.J., Brubacher, J.R. ym. Systematic review of multivariable prognostic models for mild traumatic brain injury. *J Neurotrauma* 2015;32(8):517-526.
74. Lumba-Brown, A., Yeates, K.O., Sarmiento, K. ym. Diagnosis and management of mild traumatic brain injury in children: a systematic review. *JAMA Pediatr* 2018;172(11):e182847.
75. Hajek, C.A., Yeates, K.O., Gerry Taylor, H. ym. Relationships among post-concussive symptoms and symptoms of PTSD in children following mild traumatic brain injury. *Brain Inj* 2010;24(2):100-109.
76. Levi, R.B., Drotar, D. Posttraumatic stress symptoms in children following orthopedic or traumatic brain injury. *J Clin Child Psychol* 1999;28(2):232-243.
77. Singh, N., Singhal, A. Challenges in minor TBI and indications for head CT in pediatric TBI—an update. *Childs Nerv Syst* 2017;33(10):1677-1681.
78. Cantu, R.C. Second-impact syndrome. *Clin Sports Med* 1998;17(1):37-44.
79. Bey, T., Ostick, B. Second impact syndrome. *West J Emerg Med* 2009;10(1):6–10.
80. McLendon, L.A., Kralik, S.F., Grayson, P.A. ym. The controversial second impact syndrome: a review of the literature. *Pediatr Neurol* 2016;62:9-17.
81. Squier, W., Mack, J., Green, A. ym. The pathophysiology of brain swelling associated with subdural hemorrhage: the role of the trigeminovascular system. *Childs Nerv Syst* 2012;28(12):2005-2015.
82. McCrory, P. Does second impact syndrome exist? *Clin J Sport Med* 2001;11(3):144-149.
83. Maas, A.I., Menon, D.K., Adelson, P.D. ym. Traumatic brain injury: integrated approaches to improve prevention, clinical care, and research. *Lancet Neurol* 2017;16(12):987-1048.

84. Sahler, C.S., Greenwald, B.D. Traumatic brain injury in sports: a review. *Rehabil Res Pract* 2012;2012.
85. Nordström, A., Nordström, P., Ekstrand, J. Sports-related concussion increases the risk of subsequent injury by about 50% in elite male football players. *Br J Sports Med* 2014;48(19):1447-1450.
86. Giza, C.C., Kutcher, J.S., Ashwal, S. ym. Summary of evidence-based guideline update: evaluation and management of concussion in sports: report of the Guideline Development Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology* 2013;80(24):2250-2257.
87. Purcell, L.K., Canadian Paediatric Society, Healthy Active Living and Sports Medicine Committee. Sport-related concussion: evaluation and management. *Paediatr Child Health* 2014;19(3):153–65.
88. Purcell, L. What are the most appropriate return-to-play guidelines for concussed child athletes? *Br J Sports Med* 2009;43(Suppl 1):51-i55.
89. Cassidy, J.D., Carroll, L., Peloso, P. ym. Incidence, risk factors and prevention of mild traumatic brain injury: results of the WHO Collaborating Centre Task Force on Mild Traumatic Brain Injury. *J Rehabil Med* 2004;36(0):28-60.
90. Halstead, M.E., Walter, K.D. Sport-related concussions in children and adolescents [Clinical report]. *Pediatrics* 2010;126(3):597-615.
91. Hyder, A.A., Wunderlich, C.A., Puvanachandra, P. ym. The impact of traumatic brain injuries: a global perspective. *NeuroRehabilitation* 2007;22(5):341-353.
92. Tagliaferri, F., Compagnone, C., Korsic, M. ym. A systematic review of brain injury epidemiology in Europe. *Acta Neurochir* 2006;148(3):255-268.
93. Cnossen, M.C., Polinder, S., Lingsma, H.F. ym. Variation in structure and process of care in traumatic brain injury: provider profiles of European neurotrauma centers participating in the CENTER-TBI Study. *PLoS One* 2016;11(8):e0161367.
94. Lunetta, P., Penttilä, A., Sarna, S. Water traffic accidents, drowning and alcohol in Finland, 1969–1995. *Int J Epidemiol* 1998;27(6):1038-1043.
95. Suomen Lääkäriliitto. Lääkärit Suomessa. Tilastotietoja lääkäreistä ja terveydenhuollosta 2016. Suomen Lääkäriliitto 2016. Saatavilla Internetissä: laakariliitto.fi.
96. Tenovuo, O. Onko ”aivotärähdyssä” olemassa? *Erikoislääkäri* 2014;24(4):103-106.
97. Huttunen, T.T., Kannus, P., Pihlajamäki, H. ym. Pertrochanteric fracture of the femur in the Finnish National Hospital Discharge Register: validity of procedural coding, external cause for injury and diagnosis. *BMC Musculoskelet Disord* 2014;15(1):1-4.

98. Mattila, V.M., Sillanpää, P., Iivonen, T. ym. Coverage and accuracy of diagnosis of cruciate ligament injury in the Finnish National Hospital Discharge Register. *Injury* 2008;39(12):1373-1376.
99. Häkkinen, P., Mölläri, K., Saukkonen, S. ym. Hilmo - Sosiaali- ja terveydenhuollon hoitoilmoitus 2020. Määrittelyt ja ohjeistus. Voimassa 1.1. 2020 alkaen. THL 2019.
100. Järvelin, J., Virta, L., Mikkola, H. Hoitoon yksityiselle vai julkiselle sektorille? Alle 7-vuotiaiden lääkärisäkäynnit pääkaupunkiseudulla. *Suomen Lääkärilehti* 2015;70(47):3199-3205.
101. Macpherson, A.K., To, T.M., Parkin, P.C. ym. Urban/rural variation in children's bicycle-related injuries. *Accid Anal Prev* 2004;36(4):649-654.
102. Ingebrigtsen, T., Romner, B. Management of minor head injuries in hospitals in Norway. *Acta Neurol Scand* 1997;95(1):51-55.
103. Stiell, I.G., Wells, G.A., Vandemheen, K. ym. Variation in ED use of computed tomography for patients with minor head injury. *Ann Emerg Med* 1997;30(1):14-22.
104. Ballard, D.W., Rauchwerger, A.S., Reed, M.E. ym. Emergency physicians' knowledge and attitudes of clinical decision support in the electronic health record: a survey-based study. *Acad Emerg Med* 2013;20(4):352-360.
105. af Geijerstam, J., Oredsson, S., Britton, M. Medical outcome after immediate computed tomography or admission for observation in patients with mild head injury: randomised controlled trial. *BMJ* 2006;333(7566):465.
106. Norlund, A., Marké, L., af Geijerstam, J. ym.. Immediate computed tomography or admission for observation after mild head injury: cost comparison in randomised controlled trial. *BMJ* 2006;333(7566):469.
107. Heskestad, B., Baardsen, R., Helseth, E. ym. Guideline compliance in management of minimal, mild, and moderate head injury: high frequency of noncompliance among individual physicians despite strong guideline support from clinical leaders. *J Trauma Acute Care Surg* 2008;65(6):1309-1313.
108. Heskestad, B., Ingebrigtsen, T., Romner, B. ym. An observational study of compliance with the Scandinavian guidelines for management of minimal, mild and moderate head injury. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2012;20(1):1-7.
109. Lugtenberg, M., Zegers-van Schaick, J.M., Westert, G.P. ym. Why don't physicians adhere to guideline recommendations in practice? An analysis of barriers among Dutch general practitioners. *Implement Sci* 2009;4(1):1-9.

110. Mooney, J.S., Yates, A., Sellar, L. ym. Emergency head injury imaging: implementing NICE 2007 in a tertiary neurosciences centre and a busy district general hospital. *Emerg Med J* 2011;28(9):778-782.
111. Stiell, I.G., Bennett, C. Implementation of clinical decision rules in the emergency department. *Acad Emerg Med* 2007;14(11):955-959.
112. Bero, L.A., Grilli, R., Grimshaw, J.M. ym. Getting research findings into practice: Closing the gap between research and practice: an overview of systematic reviews of interventions to promote the implementation of research findings. *BMJ* 1998;317(7156):465.
113. Davis, D., Thomson O'Brien, M.A., Freemantle, N. ym. Impact of formal continuing medical education: do conferences, workshops, rounds, and other traditional continuing education activities change physician behavior or health care outcomes? *JAMA* 1999;282(9):867-874.
114. Thomson O'Brien, M.A., Freemantle, N., Oxman, A. ym. Continuing education meetings and workshops: effects on professional practice and health care outcomes. *Cochrane Database Syst Rev* 2001;(2)CD003030. DOI: 10.1002/14651858.CD003030.pub2.
115. Grol, R., Grimshaw, J. From best evidence to best practice: effective implementation of change in patients' care. *Lancet* 2003;362(9391):1225-1230.
116. Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri. Lievä aivovamma: mitä teen ja milloin? Lääkärin käsikirja [online]. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2008. Saatavilla Internetissä (sisältyy Lääkärin tietokantoihin, vaatii käyttäjätunnuksen): [www.terveysportti.fi](http://www.terveysportti.fi).
117. Ponsford, J., Willmott, C., Rothwell, A. ym. Impact of early intervention on outcome after mild traumatic brain injury in children. *Pediatrics* 2001;108(6):1297-1303.