

Olli Tenovuo

neurologian ja neurotraumatologian dosentti
ylilääkäri, vastuualuejohtaja
Turun yliopistollinen keskussairaala
Neurotoimialue, Kuntoutuksen ja
aivovammojen hoidon vastuualue



Aivotärhdys on sekä puhekieleen että lääketieteelliseen terminologiaan vakiintunut käsite, jota ei kuitenkaan ole virallisesti määriteltä. Uudet tutkimukset ovat osoittaneet monet aivotärhdysliitetyt käsitteet vääriksi. Toisesta aivotärhdysistä toipuminen on hitaampaa kuin ensimmäisestä toipuminen, ja esimerkiksi urheilijoiden toistuvat aivotärhdykset saattavat johtaa aivojen rappeutumisairauteen. Myös kuvantamistutkimukset ovat osoittaneet, että aivotärhdyskin jättää jälkiä. Käsitteiden häilyvyys aiheuttaa helposti väärin arvioita ja -ymmärrystä, ja ainakin terveydenhuollon ammattilaisten olisi hyvä olla perillä siitä, mistä tarkemmin ottaen "aivotärhdysissä" on kyse.

Onko "aivotärhdystä" olemassa?

Aivotärhdysen historia juontuu Hippokrateen ajan kreikkalaiseen lääketieteeneseen, jolloin kuvattiin miten "puhekyvyn, kuulon ja näön menetys voi aiheutua aivojen tärähtämisestä". Tämä aina 1800-luvulle asti vallinnut käsitys aivotärhdyksestä "henkisten toimintojen häiriintymisenä aivojen ravistelun seurauksena" on ollut varsin oikeaan osunut ja oikeampi kuin monet myöhemmät käsitykset aivotärhdysen luonteesta. Myöhemmin 1000-luvulla persialainen lääkäri Muhammad ibn Zakariya Razi käytti ilmeisesti ensimmäisenä termiä "aivotärhdys" määritellen sen ohimeneväksi aivojen toimintahäiriöksi ilman pysyvää rakenteellista vauriota. Tämä käsitys onkin sittemmin ollut vallitseva näkemys aivotärhdysen luonteesta aina viime aikoihin saakka. Vahvistusta tälle näkemykselle toivat 1940-luvulla tehdyt eläintutkimukset, joissa todettiin, ettei aivotärhdysen liity makroskooppisesti nähtäviä muutoksia.

Lukuisat viimeaikaiset tutkimukset ovat monin tavoin kyseenalaistaneet tai pikemminkin osoittaneet vääräksi käsityksen aivotärhdysen viattomasta luonteesta ohimenevänä toiminnan häiriönä. Merkittävä ongelma on, ettei termiä "aivotärhdys" (engl. concussion) ole virallisesti määriteltä. Englanninkielisessä kirjallisuudessa termejä "concussion", "mild trauma-

tic brain injury", "mild head injury" ja "minor brain trauma" käytetään hyvin vaihtelevasti kuvaamaan samaa asiaa. Eniten tämän luokan vammoja on tutkittu urheilulääketieteen yhteydessä, koska eräissä lajeissa (erityisesti amerikkalainen jalkapallo, nyrkkeily ja jääkiekko) syntyy usein tämänkaltaisia vammoja. Kansainvälisessä Concussion in sports -kongressissa v. 2004 termi määriteltiin seuraavasti: "a complex pathophysiological process affecting the brain, induced by traumatic biomechanical forces" (1). Osallistujat olivat varsin yksimielisiä siitä, että tyypillisesti aivotärhdysen oireet ovat ohimenevät ja että aivojen kuvantamistutkimuksissa ei näönvaraisessa tarkastelussa nähdä selviä tapaturmamuuutoksia. Aivovammoissa kuitenkin mikään ei ole yksinkertaista, ja lähemmin tarkasteltuna nämä aivotärhdystä kuvaavat luonnehdinnat muuttuvat vähintäänkin epäselviksi.

Ohimenevä toimintahäiriö?

Ajatus, että aivotärhdys olisi ohimenevä toimintahäiriö ilman pysyviä seurauksia, tarkoittaisi luonnollisesti sitä, ettei aivoihin jää tapahtumasta pysyvää muutosta. On kuitenkin monenlaisia todisteita siitä, että näin ei ole. Yksi tapa tarkastella asiaa ovat kliiniset seurantatutkimukset. Näistä tuoreimpia on USA:ssa tehty TRACK-TBI-tutkimus, jossa seurattiin 600 vali-



iStockPhoto

koimattoman akuutin aivovamman saaneen potilaan toipumista. Näistä 375 potilaan vamma oli lievä (ei merkittävää tajunnantason laskua, normaali TT-löydös) mutta silti vuoden kuluttua vammasta 22,4 % oli edelleen toimintakyvyiltään vajaakuntoisia (2). Hyvin samanlaisia tuloksia on saatu muistakin suurista seurantatutkimuksista (3).

Myös aivovammojen pitkäaikaisvaikutuksia selvittäneet tutkimukset valaisevat asiaa. Nuoruudessaan aivotärähdyksiä saaneet urheilijat selvisivät verrokkiurheilijoita huonommin reaktionopeus- ja muistitehtävissä, ja heidän neurofysiologiset johtumisaikansa olivat pidemmät (4). Lukuisat muutkin tutkimukset ovat antaneet viitteitä siitä, että aivotärähdykset saattavat myöhemmin vaikuttaa aivojen vanhenemisilmiöihin (5).

Kolmas viime aikoina suurta huomiota saanut näkökulma liittyy urheilijoilla kuvattuun krooniseen traumaattiseen enkefalopatiaan (CTE). Tällä tarkoitetaan usein aluksi psyykkistyyppisin oirein ilmenevää aivojen

rappeutumisprosessia, jossa aivojen kuorikerrokselle alkaa kertyä tauproteiinia. Sairautta on kuvattu urheilijoilla, jotka ovat saaneet toistuvia aivotärähdyksiä (6). Aivotärähdyksen kumuloituva vaikutus on kuvattu jo kauan sitten tutkimuksessa, joka osoitti toisesta aivotärähdyksestä toipuvien informaatioprosessoinnin ja toipumisen olevan hitaampaa kuin ensimmäisestä tällistä toipuvien (7).

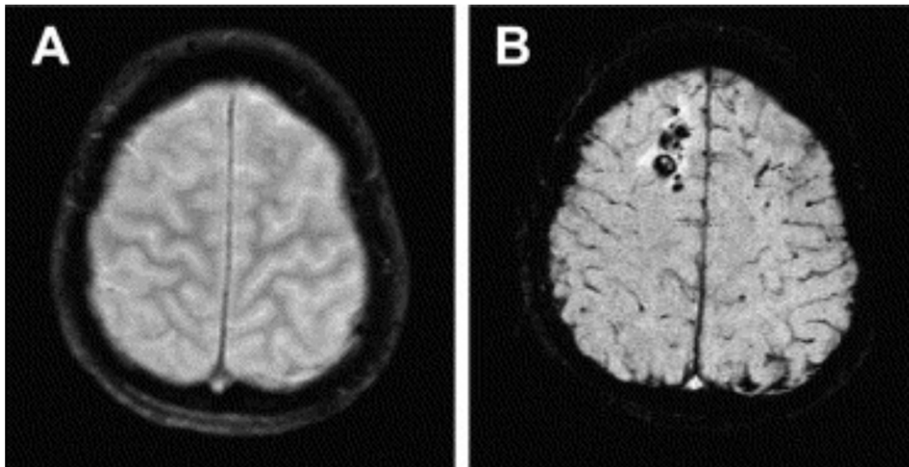
Kumuloituva vaikutus tarkoittaa sitä, että toipuminen aivotärähdyksestä on perustunut aivojen muotoutuvuuteen ja kompensatiokykyyn eikä varsinaiseen paranemiseen. Lievien aivovammojen tai "aivotärähdyksen" tieteellinen tutkimus on tuottanut selviä todisteita ns. kognitiivisen reserviteorian paikkansapitävyydestä. Tämän teorian mukaan jokaiselle muodostuu perinnöllisten ominaisuuksien, sikiökehityksen ja lapsuuden kehityksen aikana tietty määrä aivojen hermo- ja välisynapsi yhteyksiä, ns. kognitiivinen reservi. Kaikki tekijät jotka vähentävät tuota reserviä altistavat ikääntymisen, aivojen sai-

rauksien tai vammojen kognitiivisille seurausvaikutuksille (8).

Normaalit kuvantamislöydökset?

Kuvantamismenetelmien kehitys on mullistanut monet aiemmin vallinneet käsitykset aivojen vammoista ja sairauksista. Aivoissa tapahtuneiden verenvuotojen kuvantaminen on tästä konkreettinen esimerkki: kun toistakymmentä vuotta sitten ajateltiin, että ns. gradientti- eli T2*-kuvaus on hyvin herkkä osoittamaan aivoissa pienten verenvuotojen jälkitilat, myöhemmin kehitetty susceptibiliteetti- eli SWI-kuvaus osoitti, kuinka väärä tuo käsitys oli ollut (kuva 1). Sitä mukaa kun uusia aiempaa herkempiä tutkimusmenetelmiä on kehitetty, on kyetty osoittamaan sellaisia aivojen vaurioita, joita aiemmin käytetyt menetelmät eivät niitä paljastaneet.

Viime aikoina tutkimuksissa on käytetty eniten diffuusiotensorikuvausta (DTI), jolla voidaan mitata aivojen sisäisiä valkean aineen ratoja, aksonikimppuja. Useat tutkimukset ovat osoittaneet aivotärähdyksen ai-



Kuva 1. (A) Tavanomainen gradienttikuvaus (GRE, T2*) ja (B) susceptibiliteetti-kuvaus (SWI) tapaturmaisen aivovamman saaneelta lapselta osoittaa SWI-kuvauksen paremman kyvyn näyttää verenvuodon jälkeisiä muutoksia.

Ashwal S ym. Susceptibility-Weighted Imaging and Proton Magnetic Resonance Spectroscopy in Assessment of Outcome After Pediatric Traumatic Brain Injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* vol. 87, sivut 50-58. Copyright © 2006 American Congress of Rehabilitation Medicine.

heuttavan muutoksia aivojen valkean aineen rakenteessa (9), vaikka joissakin tutkimuksissa näitä ei ole nähty (10). Kuvausajankohta ja metodologia ovat keskeisiä seikkoja – mm. eräässä tuoreessa tutkimuksessa todettiin, että aivotärähdyksen saaneiden arvoit poikkesivat verrokeista kahden päivän ja kahden kuukauden kohdalla mutta eivät kahden viikon kohdalla (11). Oleellista onkin ymmärtää, että aivotärähdyksen keskeinen mekanismi on diffuusi aksonivaurio ja siihen liittyvä neurometabolinen tapahtumaketju, joka ei suinkaan ole staattinen vaurio vaan prosessi, joka vamman laadusta riippuen kestää päiviä, viikkoja tai kuukausia (12).

Erityisen kyseenalaiseksi aivotärähdyksen käsitteen tekevät muutamat uusimmat tutkimukset, joiden mukaan toistuvat päähän kohdistuneet iskut ilman aivotärähdyksen oireitakin vaurioittavat aivojen valkean aineen rakenteita ja kognitiivisia toimintoja (13,14). Tämän ei sinänsä pitäisi olla yllättävää ajatellen monia muita analogisia tilanteita, joissa toistuvat me-

kaaniset voimat aiheuttavat vähitellen muutoksia kohteissaan.

Kuvantamismenetelmien lisäksi uudet neurofysiologiset menetelmät ovat antaneet hyvin samansuuntaisia tuloksia aivotärähdyksen vaikutuksista. Omassa tutkimuksessamme totesimme, miten lievistä aivovammasta oireileviksi jääneillä aivojen konnektiviteetti (hermoverkon toiminta) oli poikkeava verrattuna terveisiin verrokkeihin. Tätäkin mielenkiintoisempaa oli kuitenkin se, että myös oireettomaksi toipuneet erosivat terveistä verrokeista (15). Magnetoencefalografia olisi joidenkin tutkimusten mukaan nyky menetelmistä herkimpiä osoittamaan aivojen muutoksia näissä vammoissa (16), mutta menetelmän vähäinen saatavuus rajoittaa sen kliinistä käyttöä.

Entä käytännön kliininen arki?

Jokin aika sitten aikakauskirja *Duodecimissa* käytiin keskustelua aivotärähdyksen termin kliinisestä käytöstä (17–19). Käypä hoito -suosituksessa on otettu kanta, jonka mukaan vain

hyvin lieviä vammoja (ei tajunnan menetystä, alle 10 minuutin muisti-aukko, ei poikkeavia kuvauslöydöksiä eikä neurologisia löydöksiä) voitaisiin kliinisessä työssä kutsua aivotärähdyksiksi (20). Kuten yleensäkin, tähänkin asiaan liittyy kaksi eri puolta.

Päähän kohdistuneen vamman saaneille ei tietenkään pidä mennä lietsoimaan pelkoja pysyvistä ongelmista, vaan toipumiseen pitäisi suhtautua optimistisen realistisesti. Ainakin niin kauan kuin meillä ei ole käytössämme aivojen toipumista edistäviä lääkkeitä, yli diagnostiikka on varmasti ali-diagnostiikkaa haitallisempaa, vaikka molempia toki tulee välttää. Ihmisten korvissa sanalla ”aivotärähdys” on paljon vähemmän pelottava kaiku kuin termillä ”lievä aivovamma”. Mutta annammeko toisaalta ihmisille vääränlaisen turvallisuuden tunteen, jos aivotärähdys-termiä käyttämällä peittelemme sitä, että kyseessä kuitenkin on aivoihin jäljen jättävä vaurio – erityisesti, kun tiedämme, että toistuvat lievät aivovammat tai aivotärähdykset ovat selvä riski? Suhtautuisiko potilaamme uusien vammojen ennaltaehkäisyyn vakavammin, mikä pitkällä (tai joskus lyhyemmälläkin) aikavälillä voisi koitua hänelle merkittäväksi hyödyksi?

Toinen merkittävä aivotärähdys-termiin käyttöön liittyvä riski on vamman huomattava virhearviointi. Vallitsevan käsityksen mukaan aivotärähdyksestä ei jää pysyviä oireita, eli ainakin oireiston tasolla henkilön pitäisi toipua täysin, vaikka aivoihin jälkeä jäisikin. Vamman akuutissa vaiheessa emme kuitenkaan mitenkään kykene luotettavasti ennustamaan, kuka toipuu ja kuka ei – pitkäaikaisen tai jopa pysyvän oireiston riski on ”lievissä” aivovammoissakin merkittävä. Kliinisessä käytössä ei toistaiseksi ole riittävän luotettavia työkaluja ennusteen arvioimiseen, eikä käytössä oleviakaan

käytetä tarvittavalla tavalla: esimerkiksi asianmukainen muistiaukon keston arviointi päivystyslääketieteessä on tuiki harvinaista.

Diagnoosi S06.0 *Commotio cerebri* tarkoittaa usein, ettei jatkoseurantaa järjestetä eikä toipumista siis kontrolloida, mikä saattaa johtaa potilaan paluuseen riskialttiiseen työhön kognitiivisesti vajaakykyisenä tai myöhempiin korvausoikeudellisiin ongelmiin. Aivovammalääketieteessä pyritäänkin nykyään välttämään alkuvaiheen vaikeusasteluokitteluja, koska ne ovat epäluotettavia, usein harhaanjohtavia ja saattavat herkästi aiheuttaa enemmän haittaa kuin hyötyä. Modernimpi tapa on luokitella vammat polikliinistä hoitoa, osastohoitoa tai tehohoitoa vaativiin vammoihin.

Lopuksi

Mikä siis on vastaus otsikon kysymyksen? Voidaan sanoa, että aivotärhdys on olemassa koska kyseistä termiä yleisesti lääketieteessä käytetään ja onpa se ICD-10-diagnoosiluokittelussakin. Voidaan myös sanoa, että aivotärhdystä ei ole, koska sitä ei ole yksiselitteisesti määritelty. Jos aivotärhdys-termiä käytetään, ainakin terveydenhuollon ammattilaisten on syytä tiedostaa, että kyseessä on kuitenkin aivovamma, jonka todellisen luonteen luotettava arviointi akuutissa vaiheessa ei nyky menetelmillä ole mahdollista.

Kirjallisuutta

1. McCrory P, Johnston K, Meeuwisse W ym. Summary and agreement statement of the 2nd International Conference on Concussion in Sport, Prague 2004. *Br J Sports Med* 2005;39:196–204.
2. McMahon P, Hricik A, Yue JK ym. Symptomatology and functional outcome in mild traumatic brain injury: results from the prospective TRACK-TBI study. *J Neurotrauma* 2014;31:26–33.
3. Thornhill S, Teasdale GM, Murray GD, McEwen J, Roy CW, Penny KI. Disability in young people and adults one year after head injury: prospective cohort study. *BMJ* 2000;320:1631–5.
4. De Beaumont L, Théoret H, Mongeon D ym. Brain function decline in healthy retired athletes who sustained their last sports concussion in early adulthood. *Brain* 2009;132:695–708.
5. De Beaumont L, Henry LC, Gosselin N. Long-term functional alterations in sports concussion. *Neurosurg Focus* 2012;33:E8:1–7.
6. McKee AC, Stern RA, Nowinski CJ ym. The spectrum of disease in chronic traumatic encephalopathy. *Brain* 2013;136:43–64.
7. Gronwall D, Wrightson P. Cumulative effect of concussion. *Lancet* 1975;2:995–7.
8. Stern Y. What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. *J Int Neuropsychol Soc* 2002;8:448–60.
9. Gardner A, Kay-Lambkin F, Stanwell P ym. A systematic review of diffusion tensor imaging findings in sports-related concussion. *J Neurotrauma* 2012;29:2521–38.
10. Ilvesmäki T, Luoto TM, Hakulinen U ym. Acute mild traumatic brain injury is not associated with white matter change on diffusion tensor imaging. *Brain* 2014;137:1876–82.
11. Murugavel M, Cubon V, Putukian M ym. A longitudinal diffusion tensor imaging study assessing white matter fiber tracts after sports related concussion. *J Neurotrauma* 2014 [julkaistu verkossa 23.9.2014].
12. Giza CC, Hovda DA. The new neurometabolic cascade of concussion. *Neurosurgery* 2014;75(Suppl 4):S24–33.
13. Davenport EM, Whitlow CT, Urban JE ym. Abnormal white matter integrity related to head impact exposure in a season of high school varsity football. *J Neurotrauma* 2014;31:1617–24.
14. McAllister TW, Ford JC, Flashman LA ym. Effect of head impacts on diffusivity measures in a cohort of collegiate contact sport athletes. *Neurology* 2014;82:63–9.
15. Tallus J, Lioumis P, Hämäläinen H, Kähkönen S, Tenovuo O. Transcranial magnetic stimulation-electroencephalography responses in recovered and symptomatic mild traumatic brain injury. *J Neurotrauma* 2013;30:1270–7.
16. da Costa L, Robertson A, Bethune A ym. Delayed and disorganised brain activation detected with magnetoencephalography after mild traumatic brain injury. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2014 [julkaistu verkossa 16.10.2014] doi: 10.1136/jnnp-2014-308571.
17. Pälvimäki E-P, Siironen J, Pohjola J, Hernesniemi J. Aivotärhdys. *Duodecim* 2011;127:2303–7.
18. Tenovuo O. Aivotärhdyksen hoidosta. *Duodecim* 2012;128:110.
19. Pälvimäki E-P, Siironen J, Pohjola J, Hernesniemi J. Vastine edelliseen. *Duodecim* 2012;128:111.
20. Aivovammat. Käypä hoito -suositus. Suomalainen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Neurologisen yhdistys ry:n, Societas Medicinae Physicalis et Rehabilitationis Fenniae ry:n, Suomen Neurokirurgisen yhdistyksen, Suomen Neuropsykologisen yhdistyksen ja Suomen Vakuutuslääkärien yhdistyksen asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim 2008. www.kaypahoito.fi.