

# Luki- ja kielihäiriöiden hermostollinen perusta, biomarkerit ja kuntoutuvuus

Loppuraportin tiivistelmä; Drno 67/26/2018

Kujala, T. (vastuuhenkilö), Virtala, P., Thiede, A., Kailaheimo-Lönnqvist, L., Partanen, E. sekä yhteistyökumppanit  
Helsingin yliopisto ja Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri; yhteistyössä Jyväskylän yliopisto

## Tutkimuksen tausta

Lukemaan oppimisen kehityksellinen häiriö lukivaikeus (developmental dyslexia) haastaa miljoonien yksilöiden opinnoissa ja yhteiskunnassa pärjäämistä (esiintyvyys lapsilla 5–18%, Shaywitz, *New Engl. J. Med.*, 1998). Lukivaikeus havaitaan tavallisesti, kun iänmukainen kehitys on jo viivästynyt. Varhaisen tunnistuksen ja ennaltaehkäisykeinojen puuttuessa häiriön kielteiset vaikutukset lapsen elämään kumuloituvat.

Lukivaikeuteen liittyy aivojen kieli- ja kuulojärjestelmien poikkeamia ja erityisesti fonologisia eli äänteiden käsittelyn vaikeuksia (esim. Ramus ym., *Brain*, 2013). Aivotutkimusmenetelmiä hyödyntämällä kielellisiä häiriöitä voidaan nähdä kehityshäiriöiden perinnöllisessä riskissä olevilla jo vauvaiässä (esim. Leppänen ym., *Devel. Neuropsych.*, 2002; Kujala ja Leminen, *Dev. Cogn. Neurosci.*, 2017). Ensimmäinen elinvuosi tiedetään keskeiseksi oman äidinkielen äännejärjestelmän omaksumiselle (Kuhl, *Nature Rev. Neurosci.*, 2004), minkä vuoksi vauvaikä tarjoaa hyvin varhaisen mahdollisuuden tulevia vaikeuksia ennaltaehkäiseville kuntouttaville toimille. Tätä tukisi suurimmassa riskissä olevien lasten varhainen tunnistaminen.

Tutkimusryhmässämme onkin pitkäjänteisesti kehitetty aivotutkimusmenetelmiä lasten kielen kehityksen ja sen varhaisten poikkeamien määrittämiseen vauvaiästä lähtien (Kujala & Näätänen, *Progr. Neurobiol.*, 2010; Näätänen ym., *Brain*, 2011). Lisäksi on selvitetty lukivaikeuden kuntouttavuutta (Kujala ym., *Proc. Natl. Acad. Sci. (USA)*, 2001; Lovio ym., *Brain Research*, 2012) ja mahdollisuutta tukea varhaista kielen kehitystä ääninympäristöä rikastamalla jo sikiö- ja vauva-ajalta lähtien (Partanen ym., *Proc. Natl. Acad. Sci. (USA)*, 2013a; Partanen ym., *PLoS one*, 2013b.)

## Tutkimuksen tavoitteet

Hankkeen tavoitteena oli kehittää keinoja kehityksellisen lukivaikeuden ja siihen liittyvien aivojen kuulo- ja kielijärjestelmän ongelmien varhaiseen tunnistukseen ja tehokkaaseen kuntoutukseen vauvaiästä lähtien, aivojen kehityksen herkkyyksikausien aikana.

## Aineistot ja menetelmät

Perustuen vuosina 2014–2018 käynnistettyyn laajaan seurantatutkimukseen hankkeen aikana vv. 2019–2021 toteutettiin yhteensä 209 lapsen seuranta 2.5 vuoden iästä 5 vuoden ikään. Lapsista 155 on perinnöllisessä lukivaikeuden riskissä. Puheen hermostollista erottelua tutkittiin aivosähkökäyrämenetelmällä (EEG) ja ikään soveltuvilla kielellisillä testimenetelmillä (kielelliset ja lukemisvalmiustaidot) kahden vuoden ja neljän kuukauden ja 4–5 vuoden iässä, minkä lisäksi kyselylomaketietoa lasten kehityksestä ja kasvuympäristöstä kerättiin perheiltä vuoden välein 3, 4 ja 5 vuoden iässä.

EEG-tutkimuksessa mitattiin seurannan eri vaiheissa samana toistuvalla koeasetelmalla sanan hermostollista käsittelyä sekä MMN-herätevasteella tarkkuutta erotella puheäänissä tapahtuvia muutoksia. Seurannan eri vaiheissa lisäksi toteutettavilla muilla EEG-koeasetelmilla selvitettiin mm. puheäänien käsittelyä vaihtelevassa, luonnollisessa äänivirrassa sekä monimutkaisten äänten välisten suhteiden ja ajallisten rakenteiden hahmottamista, joilla voi olla erityinen rooli lukivaikeudessa (Kujala, *J. Psychophysiol.*, 2007; Kujala ym., *Psychophysiology*, 2000; Tallal & Gaab, *Trends Neurosci.*, 2006).

## Tutkimuksen tulokset

Kuluneella rahoituskaudella hankkeen seuranta on edennyt 28 kuukauden iästä 4–5 vuoden ikään. Kelan rahoituksen avulla on saatettu loppuun lasten tutkimukset EEG-menetelmällä ja kielellisillä testeillä 28 kuukauden iässä ja kerätty tietoa lasten kehityksestä kyselylomakkeilla kolmen ja neljän vuoden iässä. Lisäksi EEG-menetelmällä ja kielellisillä testeillä toteutettavat tutkimukset 4–5 v:n iässä saadaan päätökseen alkuvuonna 2022 Kelan ja Suomen Akatemian rahoituksen turvin. Hankkeesta on jo ilmestynyt tieteellisiä julkaisuja ja useita käsikirjoituksia on valmisteilla tai arvioitavana. Näiden tuloksia avataan lyhyesti alla.

Jo julkaistut tuloksemme osoittivat, että puheen hermostollinen käsittely puolen vuoden iässä on yhteydessä esikielellisiin taitoihin ja ennustaa niiden kehitystä 6–12 kuukauden välillä (Kailaheimo-Lönnqvist ym., 2020, *Developmental Cognitive Neuroscience*). Tutkimus toi lisätietoa mahdollisuuksista ennustaa kielen kehitystä ja sen poikkeamia jo vauvaiässä. Pitkittäisaineistomme alustavat tulokset myös osoittavat, että vauvaiässä annettu selkeästi äännettyjä sanoja sisältävä laulukuntoutus voi tehostaa lukivaikeusriskissä olevien lasten kielellisiä taitoja 2,5 v:n iässä, ja että kodin musiikkitoiminnot ovat yhteydessä parempiin esikielellisiin taitoihin ja puheen hermostolliseen käsittelyyn lukivaikeusriskilapsilla (Virtala ym., valmisteilla). Lisäksi analysoimme parhaillaan aineistoa puheen hermostollisen erottelun kehityksestä vauvaiästä taaperoiikään, tämän kehityksen poikkeamista lukivaikeusriskissä sekä sen yhteyksistä kielellisiin kykyihin taaperoiikässä (Virtala ym., valmisteilla; Kailaheimo-Lönnqvist ym., valmisteilla). Käsikirjoituksista ensin mainittu on viimeistelyvaiheessa ja lähetetään arvioitavaksi vuoden 2021 loppuun mennessä. Sen tulosten perusteella puheäännten hermostollinen erottelu kypsyy huomattavasti ensimmäisten elinvuosien aikana, mutta on edelleen kehittymässä 2–3 vuoden ikäisillä lapsilla. Lukivaikeusriski vaikuttaa puheäänimuutosten synnyttämiin kuuloherätevästeisiin vauvaiästä lähtien, mutta vaikutukset voivat olla erilaisia riippuen puheäännten ominaisuuksista.

Hankkeessa on myös saatu tietoa puheen hermostollisen käsittelyn yhteyksistä lukutaitoihin aikuisilla (Thiede ym., 2020, Heliyon). Aikuisten tutkimuksissa kehitimme koeasetelmia, joilla voidaan tutkia lukivaikeusriskilapsia. Eräässä näistä asetelmista selvitetään puheen käsittelyä vaihtelevassa, luonnollisessa äänivirrassa sekä monimutkaisten äännten välisten suhteiden hahmottamista, jotka voivat olla erityisen herkkiä hermostollisia mittareita lukivaikeusriskilasten poikkeavalle kehitykselle. Näytimme, että puheäännvirran monimutkaisten sääntöjen oppiminen vaihtelevassa, luonnollisen kaltaisessa kontekstissa on vaikeutunutta lukivaikeudesta kärsivillä aikuisilla (Virtala ym., 2021 *Journal of Learning Disabilities*). Kansainväliseen tiedejulkaisuun lähetetyn artikkelikäsikirjoituksemme mukaan tämä prosessointi on puutteellista myös lukivaikeusriskissä olevilla vauvoilla ja heijastaa äidinkielen foneemiluokkien omaksumisen ja implisiittisen kuulo-oppimisen vaikeuksia luki- ja kielihäiriöiden taustalla (Virtala, Kujala ym., lähetetty uudelleenarvioitavaksi kommenttien ja korjausten jälkeen lokakuussa 2021).

## Tutkimuksen merkitys ja hyödyntäminen

Tutkimus tuo uutta tietoa kieli- ja lukivaikeuden taustatekijöistä ja niihin liittyvien häiriöiden kirjosta erityisesti puheen hermostollisessa käsittelyssä, sekä mahdollisuudesta tunnistaa suurimmassa riskissä olevia lapsia tai ennustaa tulevia vaikeuksia jo vauvaiässä. Musiikki-interventiota ja kodin musiikkitoimintoja koskevien tulosten julkaiseminen tarjoaa välineitä luki- ja kielihäiriöiden varhaisten, ennaltaehkäisevien ja kuntouttavien interventioiden suunnittelulle. Hankkeessa kehitetyt tutkimusasetelmat hyödyttävät myös laajasti varhaisten kehittyvien kuulo- ja kielikykyjen ja niiden poikkeamien tutkimuskenttää. Hankkeen tutkimustieto ja sen hyödyntäminen voi lievittää ja ennaltaehkäistä laajasti inhimillistä kärsimystä ja säästää huomattavasti yhteiskunnan kuluja, koska varhain ja oikein kohdennettu, tutkimusnäytölle perustuva tuki on tehokkainta.