

4

LUKIVAIKEUDEN TAUSTA ERI KIELISSÄ JA VAIKEUDET SUOMALAISILLA LUKIJOILLA

Elisabet Service & Marja Laasonen

Tuhannet tutkimukset ovat paljastaneet monia lukivaikeuteen liittyviä tiedonkäsittelyn poikkeamia. Lukivaikeuteen johtavaa eritasoisten syiden ja seurausten ketjua ei kuitenkaan edelleenkään täysin ymmärretä kognitiivisten mekanismien tasolla. Lukemivaikeuden tutkijat jakavat syyt välittömiin (proximal, läheinen) ja välillisiin (distal, kaukainen). Välitön syy on esimerkiksi kirjainten ja äänteiden välisten yhteyksien huono oppiminen, joka vaikeuttaa sanojen tunnistamisen kehitystä. Välillinen syy taas voisi olla huono kielellinen muisti, joka estää kirjainten nimien ja niihin liittyvien äänteiden oppimista.

Kansainvälistä tutkimusta ovat hallinneet englannin kielen lukemisen oppimiseen liittyvät vaikeudet, jotka korostuvat kirjainyhdistelmien ja äänteiden vastaavuuksien monimutkaisuuden vuoksi. Englannissahan oikeinkirjoitus perustuu historiallisiin ääntämystapoihin ja satojen vuosien aikana vakiintuneisiin tapoihin kirjoittaa tietyt morfeemit eli sanavartalot ja päätteet tai etuliitteet. Suomen yleiskielen yksittäisten äänteiden (eli foneemien) ja kirjainten vastaavuuteen perustuva kirjoitusjärjestelmä on rakenteeltaan lähes ihanteellinen korjaamaan englannin

lukemista vaikeuttavat ongelmat. Niinpä suomenkielisten oppijoiden lukivaikeuksien pitäisi olla aivan erilaisia kuin englanninkielisten. Näin ei kuitenkaan ole, vaan monet samat tehtävät sujuvat heikosti suomenkieliseltä, jolla on lukivaikeus, kuin englanninkieliseltä, jolle lukeminen on vaikeaa.

Tässä luvussa kertaamme ensin lyhyesti kansainvälisissä tutkimuksissa ilmi tulleita eritasoisia selityksiä sille, miksi lukeminen on toisille niin paljon vaikeampaa kuin toisille. Sitten kuvaamme omia havaintojamme suomalaisista aikuisista, joilla on lukivaikeus eli dysleksia. Keskitymme erityisesti pohtimaan, miksi jotkin eikielellisetkin tehtävät sujuvat heillä heikommin kuin sujuvasti lukevilla. Sitten mietimme, millä tavoin lukivaikeuteen liittyviä yleisempiä tiedonkäsittelyn vaikeuksia voitaisiin kiertää, jotta lukemisesta tulisi tarpeeksi nopeaa palvelemaan tiedonhankintaa ja vieraiden kielten oppimista.

MISTÄ LUKIVAIKEUS JOHTUU?

Lukivaikeutta pidetään yleisesti kielellisenä vaikeutena, jonka aiheuttavat vaikeudet puhutun ja kirjoitetun kielen äännerakenteen käsittelyssä eli fonologisessa prosessoinnissa. Fonologista prosessointia voidaan jäsentää useilla tavoilla, mutta lukemistutkimuksessa se jaetaan usein fonologiseen tietoisuuteen eli tietoisuuteen sanojen äännerakenteesta, fonologisen tiedon nopeaan palauttamiseen pitkäkestoisesta muistista eli nopeaan sarjalliseen nimeämiseen ja fonologiseen muistiin eli kuullun kielellisen materiaalin lyhytkestoiseen mielessä pitämiseen.¹ Fonologista tietoisuutta arvioidaan esimerkiksi tehtävillä, joissa pyydetään kertomaan, mitä tulee tulokseksi, jos jokin sanan äänneistä jätetään pois tai se vaihtaa paikkaa toisen äänneen kanssa. Nopeaa sarjallista nimeämistä tutkitaan tehtävillä, joissa henkilöä pyydetään nimeämään järjestyksessä ja niin nopeasti kuin

mahdollista matriisina esitettyjä numeroita, kirjaimia, värejä tai kuvia. Fonologisen muistin testeissä pitää palauttaa välittömästi muistista melko merkityksetöntä kielellistä ainesta kuten numerosarjoja tai epäsanvoja. Nämä kolme fonologisen prosessoinnin osatekijää voivat esiintyä yhdessä mutta ovat tutkimuksessa usein erillisiä ja ennustavat itsenäisesti sekä hyvin että huonosti sujuvaa lukemista.

Kielten kirjoitusasu eroaa suuresti siinä, kuinka hyvin puheen ja kirjoituksen yksiköt vastaavat toisiaan. Ortografinen syvyys tarkoittaa läpinäkyvyyttä, säännöllisyyttä ja johdonmukaisuutta grafeemien ja foneemien (kirjoitusmerkkien ja äänneiden) vastaavuudessa. Läpinäkymättömässä eli syvässä (engl. deep) oikeinkirjoituksessa vastaavuus on monimutkainen, läpinäkyvässä taas helpommin havaittavasti säännönmukainen. Eri kieliä on pyritty luokittelemaan ortografisen syvyyden perusteella, mutta yleisesti hyväksytyyn luokitteluun ei ole vielä päästy.² Suomen ja englannin voidaan kuitenkin katsoa edustavan aakkoskirjaimin kirjoitettujen kielten ääripäitä: suomessa kirjain-äännevästävyyden on lähes täydellinen, kun taas englannissa samat kirjaimet ääntyvät eri sanaympäristöissä eri tavoin ja samat äänneet voidaan kirjoittaa eri kirjaimia tai kirjainyhdistelmiä käyttäen.

Suuri osa tutkimuksesta, joka yhdistää fonologisen prosessoinnin taidot sujuvaan tai vaikeutuneeseen lukemiseen, on tehty englanninkielisissä maissa, joissa puhutun ja kirjoitetun kielen muotojen vastaavuus on paljon monimutkaisempi kuin suomen kielessä. Seitsemää eri kieltä verrattaessa onkin voitu todeta, että puhutun ja kirjoitetun kielen vastatessa toisiaan läpinäkyvästi lukivaikeudet ovat lievempiä. Läpinäkyvissä kielissä fonologinen prosessointi myös ennustaa huonommin 8–12-vuotiaiden joukossa lukemisen vaikeuksia kuin niissä kielissä, joissa puhutun ja kirjoitetun kielen yhteys on monimutkaisempi.³ Sekä fonologisen tietoisuuden että nopean sarjallisen nimeämisen tehtävät ovat

selvemmin yhteydessä lukivaikeusdiagnoosiin syvän ortografian kielissä kuin suomen tapaisissa kielissä.⁴ Numerosarjamiisti-tehtävällä arvioitu fonologinen muisti taas näyttäisi olevan kolmesta tekijästä heikoimmin yhteydessä todettuun lukivaikeuteen, mutta tämä yhteys oli tutkimuksessa samanlainen kirjoitusjärjestelmän syvyydestä riippumatta.

Kehityksen ja oppimisen eri vaikeudet esiintyvät usein yhtäaikaisesti samalla henkilöllä, jolloin puhutaan komorbiditeetista eli oppimisvaikeuksien yhteydessä useamman ongelman päällekkäisyydestä. Jos lapsella tai aikuisella on lukivaikeus, hänellä on muuta väestöä todennäköisemmin myös vaikkapa motoriikan kehityksen vaikeuksia, kehityksellinen kielihäiriö, autismitkirjon piirteitä, aktiivisuuden ja tarkkaavuuden säätelyn vaikeuksia tai laskemiskyvyn vaikeus. Tämänkaltainen monen vaikeuden yhteisesiintyminen voi selittyä monilla tavoilla:⁵ ensimmäinen vaikeus voi johtaa toisen vaikeuden ilmiasuun eli vaikutelmaan toisesta vaikeudesta ilman tämän toisen vaikeuden tyypillisesti aiheuttavia tekijöitä. Henkilöt, joilla on komorbideja vaikeuksia, voivat toisaalta muodostaa oman alaryhmänsä, johon kuuluvilla on eri syyt vaikeuksiinsa kuin niillä, joilla on vain yksi vaikeus. Monihäiriömalliajattelun⁶ mukaan yksittäinen geeni tai kognitiivinen eli tiedonkäsittelyn tekijä ei kuitenkaan selitä tietyn kehityksen tai oppimisen vaikeuden koko oirekuvaa. Yksittäisen kehityksen tai oppimisen vaikeuden vakavuus vaihtelee jatkuvalla asteikolla lievästä vaikea-asteiseen eikä ole diskreetti eli tarkkarajainen joko-tai-tila. Kehityksen ja oppimisen eri vaikeuksilla on yhteisiä yleisiä tai erityisiä riskitekijöitä, joista mikään ei yksinään riitä aiheuttamaan poikkeavaa kehitystä. Siksi komorbiditeetti on yleistä. Vaikeuksien ilmiasu riippuu kullakin henkilöllä siitä, miten riskitekijät ja suojaavat tekijät yhdistyvät.

Lukivaikeutta aiheuttavista tekijöistä keskeisimmiksi on ajateltu geenejä.⁷ Tutkimukset ovat paljastaneet kromosomipoikkeaa-

vuuksia, ja yksittäisissä suurissa perheissä on kyetty todentamaan tietyn geenin vaikutus. Nämä tunnistetut geenit eivät kuitenkaan kykene selittämään yleisemmin dysleksian vahvaa geneettistä taustaa. Yllä esitetyn kaltainen monihäiriömalli vaikuttaisikin soveltuvan parhaiten dysleksian selittämiseen.⁸ Monissa aiemmissa tutkimuksissa geneettisiä löydöksiä on yhdistetty suoraan siihen, onko henkilöllä lukivaikeus vai ei. Toisissa tutkimuksissa geenejä koskevia havaintoja on korreloitu lukemisen tarkkuuden ja sujuvuuden testituloksiin. Uusimmissa tutkimuksissa on otettu mukaan geenien vaikutuksia käyttäytymiseen välittävä neurofysiologinen taso. Niissä on yhdistetty havaittuja geneettisiä poikkeamia aivotoiminnan ilmiöihin. Näiden uskotaan olevan suorassa yhteydessä lukemista ennustaviin tiedonkäsittelyvalmiuksiin, kuten fonologiseen prosessointiin tai tarkkaavuuteen. Aivotoiminnat voivat vaikuttaa lukemiseen joko suoraan tai epäsuorasti näiden muiden käyttäytymisen ilmiöiden kautta.

HISTORIAALINEN KATSAUS LUKIVAIKEUDEN EI-KIELELLISIIN SELITYSMALLEIHIN

Lukivaikeuden välittömien kielellisten syiden rinnalle on noussut joukko enemmän kiistanalaisia dysleksian ei-kielellisiä kognitiivisia selitysmalleja. Näissä esitetään hypoteeseja sekä lukemisen että siihen liittyvien kielellisten vaikeuksien taustamekanismeista. Kuvaamme tässä lyhyesti näiden mallien kehityshistoriaa valaisten myös ajatuskulkuja, joista sittemmin on luovuttu. Vaikka alkuperäiset selitykset ovat usein osoittautuneet puutteellisiksi, niihin liittynyt tutkimus on tuottanut arvokasta tietoa uudempien selitysten pohjaksi. Näistä kognitiivisista hypoteeseista ensimmäiset esitettiin 1970-luvulla. Niiden mukaan lukivaikeuteen liittyisi yleinen vaikeus käsitellä ajassa nopeasti muuttuvaa tietoa eri aisti-
piireissä, eri tehtävin arvioituna ja vaikka käsiteltävä sisältö ei

olisikaan kielellistä.⁹ Aikatarkkuutta kielen ja lukemisen häiriöissä tutkinut amerikkalainen Paula Tallal esitti, että fonologiset vaikeudet pohjautuisivat varsinkin monia englannin konsonantteja erottelevien nopeiden akustisten muutosten puutteelliseen havaitsemiseen. Hypoteesi perustui tuloksiin kuulotiedon käsittelyn aikatarkkuutta heijastavista koetehtävistä, joissa koehenkilöiden oli esimerkiksi päätettävä, oliko kahden äänen järjestys sama vai eri kahdessa ärsykeparissa. Tehtävä vaikeutuu, kun ärsykkeet esitetään ajallisesti yhä lähempänä toisiaan. Tallalin löydösten pohjalta kielenkehityksen häiriöstä tai lukivaikkeudesta kärsivien lasten tueksi kehitettiin puheen nopeita akustisia tapahtumia korostava tietokonepeli Fast ForWord. Sen vaikuttavuutta ei ole kuitenkaan kyetty osoittamaan.¹⁰ Tämä on hyvä esimerkki siitä, että vaikka lukivaikkeuteen liittyisikin jokin tietty tiedonkäsittelyn haaste, sen harjoittamisen tulokset eivät välttämättä yleisty toistetuista tehtävistä muihin toimintoihin kuten lukemiseen.

Tallalin ajatukset johtivat myöhempiin biologisen tason hypoteeseihin lukivaikkeuden syistä. Näköhavaintoa Oxfordin yliopistossa tutkinut John F. Stein (mm. 2017) on pitkään puolustanut ensimmäistä kertaa 1980-luvulla esitettyä näkemystä siitä, että monien lukivaikkeuksien syynä olisi niin sanotun magnosellulaarijärjestelmän puutteellinen toiminta. Tähän järjestelmään kuuluvia isoja hermosoluja osallistuu eri aistipiirien nopeisiin toimintoihin, esimerkiksi liikkeen havaitsemiseen. Myös joidenkin riskigeenien on havaittu olevan yhteydessä magnosellulaari-ilmioihin ja -aivorakenteisiin.¹¹ Magnosolut liittyvät luontevasti nopeiden muutosten havaitsemiseen mutta eivät välttämättä selitä lukivaikkeudelle ominaisia ongelmia myös hitaampien muutosten ja rytmien käsittelyssä. Teoriaa ei ole pystytty todentamaan, ja sillä on vastustajia, jotka asettavat kyseenalaiseksi magnosoluille esitetyn osan lukemisessa. Sitä koskeva tutkimus on kuitenkin paljastanut, että

lukivaikeuteen ainakin osassa tapauksista liittyy myös ei-kielellisten ärsykkeiden havaitsemisen ja edustamisen vaikeuksia.

Osana yleisempää taitojen automatisoitumisen ongelmaa dysleksian taustalle on myös esitetty pikkuaivojen toimintojen häiriötä.¹² Pikkuaivoilla on esitetty olevan tärkeitä tehtäviä ajallista tarkkuutta vaativissa tehtävissä kuten liikkeiden ja puheen tuottamisessa. Käyttäytymisessä pikkuaivojen poikkeava toiminta voisi heijastua taitojen automatisoitumisen, ajan arvioimisen sekä lihasjänteyden ja tasapainon häiriöihin. Pikkuaivoille on myös esitetty osaa tiedon ajallisen järjestyksen edustamisesta.¹³ Tämä voisi liittyä sekä kirjainjärjestyksen että foneemien järjestyksen käsitteeseen.¹⁴ Koska pikkuaivot koostuvat monesta runsaasti ja eri tavoin aivokuoreen kytkeytyneestä osa-alueesta, on edelleen kuitenkin epäselvää, mitkä niiden toiminnoista olisivat lukemiselle tai sen vaikeuksille keskeisiä.

Automatisoitumisen vaikeuksiin perustuvasta pikkuaivohypoteesista erillisenä on kognitiivisella tasolla esitetty, että kehityksen ja oppimisen vaikeuksia voitaisiin jaotella sen mukaan, selittyvätkö ne proseduraalisen (taitojen) vai deklarattiivisen (tietojen) muistamisen vaikeuksilla. Deklaratiivinen muisti kattaisi säilömuistin tiedot ja tapahtumat, proseduraalinen muisti motoriset ja kognitiiviset taidot. Dysleksia, tarkkaavuuden häiriö (ADHD, attention deficit hyperactivity disorder) ja kehityksellinen kielihäiriö (DLD, developmental language disorder) olisivat kaikki proseduraalisen muistin vaikeuksista johtuvia kehityksen ja oppimisen vaikeuksia.¹⁵ Proseduraalinen hypoteesi on kuitenkin heikko, koska se on ylimalkainen aivotasolla. Vaikka taitojen kehittyminen eroaa laadullisesti tietovaraston karttumisesta, eri taidot kuten kieli, välineiden käsittely ja monet muut motoriset taidot tukeutuvat oletettavasti suurelta osin laajasti mutta päällekkäistävästi eri hermoverkkoihin.

Kognitiivisella tasolla on myös muita, eri aisteihin liittyviä hypoteeseja. Esimerkiksi näönvaraista tiedonkäsittelyä on esitetty dysleksian aiheuttajaksi, tosin ehkä vain osalla lukijoista.¹⁶ Tätä on perusteltu sillä, että lukeminen kuormittaa näköjärjestelmää sekä edellyttää tarkkaa ja nopeaa tiedonkäsittelyä. Tietyntyyppiseen lukemisvaikeuteen voisi liittyä rajoitteita siinä, kuinka monta nähtyä asiaa voidaan yhtäaikaisesti käsitellä, ja näönvarainen tarkkaavuus rajoittaisi luettaessa käsiteltävien kirjainten määrää (visual attention span deficit hypothesis). Toisaalta lukivaikeuteen voisi liittyä laadullisia poikkeavuuksia siinä, miten tarkkaavuus jakautuu tilassa ja luettaessa sanojen kesken: lukemisvaikeuteen liittyisi vasemman näkökentän huomiotta jättämistä ja oikean ylipainotusta. Näönvaraisen tiedonkäsittelyn on myös ehdotettu olevan dysleksiassa hidastunutta. Näiden havaintojen yhteys fonologisiin ongelmiin on kuitenkin vielä epäselvä.

Muistin roolia lukivaikeudessa on myös pohdittu. Etenkin fonologista lyhytkestoista muistia on tutkittu dysleksiassa paljon. Se on usein hahmotettu osana fonologista prosessointia ja siten dysleksian riskitekijänä ja ennustajana. Kuullun aineksen välittömään toistoon liittyvien vaikeuksien on kuitenkin osoitettu ulottuvan kieltä laajemmalle. Vaikka puhtaasti avaruudellista muistia tai reittimuistia vaativat, näköaistia kuormittavat, muistitehtävät ovat usein lukivaikeudesta riippumattomia, liittyy lukivaikeuteen usein lyhytkestoisen muistamisen vaikeuksia muissakin aistipiireissä kuin kuulossa. Esimerkiksi omissa tutkimuksissamme havaitsimme, että dysleksiaan liittyi hankaluuksia tehtävissä, joissa muistettava aines koostui valonvälähdysten, puhtaiden erikorkuisten äänten ja sormikosketusten sarjoista. Tämän aineksen muistaminen oli läheisessä yhteydessä kielellisten sarjojen muistista palautukseen sekä tutkittavassa lukiryhmässä että sujuvasti lukevilla verrokkihenkilöillä.¹⁷ On mahdollista, että kielellisiin muistitehtäviin keskeisesti kuuluva ajallisen järjestysrakenteen muistaminen

nojautuu lukivaikeudessa epäluotettavasti toimiviin, osittain aistista ja kielestä riippumattomiin, hermoverkkoihin.¹⁸ Tämän lisäksi fonologiseen koodiin liittyvä eritasoisten kielellisten yksiköiden järjestyksen pitäminen aktiivisessa muistissa voi olla lisähaaste.

Omissa tutkimuksissamme olemme selvittäneet useita muitakin lukivaikeuteen liittyviä kognitiivisia rajoitteita ja osoittaneet seuraavaa:

- (1) Nopeasti ajassa muuttuvan tiedon käsittely on vaikeutunut eri-ikäisillä, eri aisteissa ja aistien yhdistelmissä sekä eri tehtävissä, ja suoritus on lisäksi yhteydessä äänteiden käsittelyyn.¹⁹
- (2) Visuaalisen tarkkaavuuden tehtävät, jotka edellyttävät kahden ärsykkeen prosessointia ja nopeasti ajassa muuttuvan tiedon käsittelyä, ovat lukivaikeudessa usein haasteellisia.²⁰
- (3) Klassisen silmänräpäytysrefleksin ehdollistamisen koeasetelmamme eivät tukeneet edellä esitettyä oletusta siitä, että dysleksia selittyisi pikkuaivojen toimintojen häiriöllä, vaikka dyslektikot olivatkin tässä tehtävässä muita hitaampia oppijoita.²¹
- (4) Kognitiivisten taitojen oppimisen tehtävissä lukiryhmän jäsenet eivät oppineet esitettyä geometrinen symbolien järjestystä säätelevää keinokielioppia ja suoritus oli yhteydessä sekä fonologiseen prosessointiin että lukemiseen.²²

YHTEENVETO SELITYSMALLEISTA

Yhteenvetona kansainvälisestä tutkimuksesta viimeisten 40 vuoden aikana voidaan todeta, että lukivaikeuden on esitetty aiheutuvan ennen kaikkea fonologisen prosessoinnin ja muistin vaikeuksista, jotka estävät lukutaitojen kehittymistä. Tämän lisäksi on syiksi ehdotettu aivojen tasolla kahta ajallista tarkkuutta ylläpitävää järjestelmää: havaitsemista tukevaa

magnosellulaarijärjestelmää ja motoristen toimintojen sujuvuuden mahdollistavia pikkuaivojen rakenteita sekä tyvitumakkeita. Omat tuloksemme laajentavat käsitystä siitä, että lukivaikeus ei rajoitu kielellisiin haasteisiin. Kaikille viimeaikaisille selityksille on yhteistä, että ne liittyvät ajallisten järjestysrakenteiden havaitsemiseen, ylläpitoon, käsittelemiseen ja tuottamiseen. Ajallinen järjestys on olennainen foneemien ja tavujen järjestyksen, sanajärjestyksen ja kielen prosodian (painotukseen liittyvän äänen voimakkuuden, sävelkorkeuden ja elementtien pituuden) havaitsemisessa.²³ Se liittyy myös olennaisesti musiikin hahmottamiseen ja merkityksettömien näkö-, kuulo- ja kosketusärsykkeiden järjestyksen havaitsemiseen ja muistamiseen. Ajalliset perustoiminnot ovat myös keskeinen elementti monissa lukutaitoa ennustavissa tehtävissä ja ennen kaikkea sujuvassa lukemisessa itsessään. Tämä vaatii tarkkaavuuden vuorottelevaa kohdistamista kirjainjärjestyksiin ja fonologisten yksiköiden järjestykseen perustuvaan kielelliseen koodiin siten, että tiedon käsittelyn tempo säilyy ymmärtämistä tukevana. Aivoissa nämä toiminnot ovat riippuvaisia ajassa muuttuvista aktiivaatioista monia aivoalueita käsittävissä verkoissa, joiden kehitys on sekä geneettisten että kokemukseen liittyvien tekijöiden säätelemää. Niinpä on hyvin epätodennäköistä, että lukivaikeuden taustalla olisi kaikilla yksilöillä sama yksittäinen aivoalue.

Lukivaikeuden selitysmallit ovat siis edelleen muotoutumassa, eikä yhtä jaettua käsitystä ole saavutettu.²⁴ Hallitsevan fonologisen selitysmallin puolustajat esittävät, että havaitut ei-kielelliset vaikeudet ovat komorbideja eli itsenäisiä vaikeuksia, jotka esiintyvät samanaikaisesti. Vaihtoehtoisesti voi olla niin, että fonologiset ja lukemisen vaikeudet aiheuttavat nämä muut vaikeudet. Viime aikoina on myös esitetty, että eri aistipiirien toiminnassa havaitut vaikeudet saattaisivat johtua vähäisestä altistumisesta lukemiselle.²⁵ Fonologisen mallin vastustajat taas esittävät ensiksikin, että

äänteiden edustukset sinänsä eivät ole häiriintyneitä, vaan ainoastaan niiden käsittely.²⁶ Toiseksi ongelmat äänteiden käsittelyssä ovat vain riskitekijä, joka voidaan havaita myös lähisukulaisilla, joilla se ei ole aiheuttanut dysleksiaa (endofenotyyppi). Kolmanneksi fonologiset vaikeudet eivät selitä dysleksiaa täysin, sillä muunkin tasoiset kielelliset vaikeudet ovat keskeisiä.

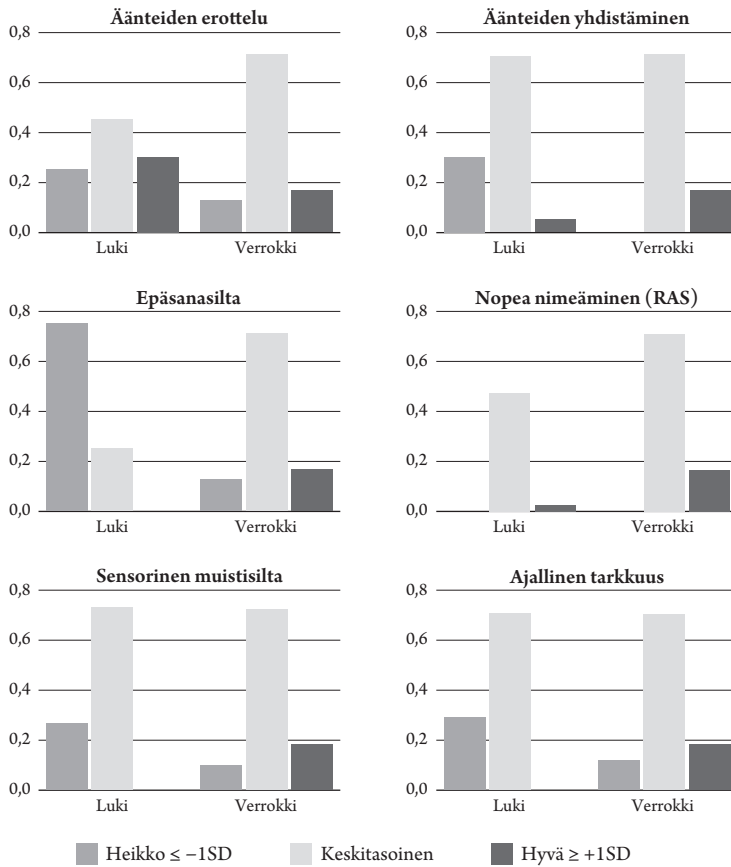
KAIKILLA YKSILÖILLÄ EI OLE RYHMÄTUTKIMUKSISSA HAVAITUJA VAIKEUKSIA

Kansainvälistä lukemisen ja lukivaikeuksien tutkimusta on hallinnut englanninkielisissä maissa tehty tutkimus. Suomi on lukemaan oppimisen näkökulmasta ihanteellinen kieli, jossa äänteet vastaavat lähes yksi yhteen kirjaimia. Silloin kirjainten oppiminen tukee fonologisen tietoisuuden kehitystä ja kirjainyhdistelmien ja äänteiden vastaavuudet ovat verrattain helppoja oppia jopa ilman muodollista opetusta. Suomalaiseen lukivaikeuteen ei liitykään syvän ortografian kielille ominaista lyhyiden epäsanon lukemisen tarkkuuden vaikeutta lukemaan oppimisen alkuvaiheiden jälkeen. Sen sijaan vaikeudet liittyvät pitkien sanojen tai epäsanon sujuvaan lukemiseen siitä huolimatta, että nämä taidot kehittyvät melko nopeasti valtaosalla suomalaisista lapsista.²⁷ Koska suomen ja englannin kirjoitusjärjestelmät ovat hyvin erilaiset, voitaisiin ajatella, että ne asettavat myös täysin erilaisia haasteita lukijoille. Monissa tutkimuksissa²⁸ on kuitenkin todettu, että suomalaisten luki-vaikeuksiin liittyy pitkälti samoja suoritustunnusmerkkejä (fonologisen prosessoinnin, nopean nimeämisen, kirjaintietoisuuden ja fonologisen muistin vaikeuksia) kuin on kuvattu englannin ja monien muiden kielten puhujien lukivaikeutta koskevissa tutkimuksissa. Tämä tukee näkemystä, että lukivaikeus liittyy aivojen tapaan käsitellä kirjoitusmerkkien avulla koodattua kielellistä

sanomaa yksittäisten kirjoitusjärjestelmien erityispiirteistä riippumatta.

Useimmat tutkimukset selostavat kognitiivisia taitoja ryhmätasolla, jolloin lukiryhmät tyypillisesti alisuoriutuvat monissa tehtävissä sujuvasti lukeviin verrokkiryhmiin verrattuna. Ryhmätuloksista voisi silloin päätellä, että lukivaikeuteen liittyy monenlaista kognitiivista ongelmaa, joista lukemisen ja kirjoittamisen vaikeus muodostavat vain jäävuoren huipun. Tehtävien syvällisempi tarkastelu paljastaa kuitenkin toista. Seuraavassa kuvaamme 20 aikuista suomenkielistä koehenkilöä, joilla on todettu lukivaikeus ja jotka osallistuivat useisiin tutkimuksiin.²⁹ Heidän suoritustaan verrataan 24 koehenkilön verrokkiryhmään, joka ei poikennut tutkimusryhmästä iältään, koulutukseltaan, sukupuolijakaumaltaan tai älykkyydosamäärältään tilastollisesti merkitsevästi. Ryhmät poikkesivat toisistaan kuitenkin selvästi lukemista ja varsinkin lukemisen nopeutta mittaavissa tehtävissä. Koska ryhmät ovat verrattain pieniä, tämän vertailun tarkoituksena ei ole luonnehtia kaikkia suomalaisia, joilla on lukivaikeus. Pikemminkin pyrimme tapaustutkimuksen tavoin lisäämään kvalitatiivisen ulottuvuuden suomalaisen lukivaikeuden ymmärtämiseksi. Annamme yksityiskohtaisen esimerkin siitä, miltä kognitiiviset taidot voivat näyttää suomalaisilla, joilla on todettu lukivaikeus, joka edelleenkin vaikeuttaa lukemista aikuisiässä. Pedagogisia ratkaisuja mietittäessä on tärkeä ymmärtää, että lukemisen ja kirjoittamisen lisäksi myös muut koulussa tavalliset tehtävät saattavat edellyttää kognitiivisia toimintoja, jotka ovat vaikeita oppilaalle, jolla on lukivaikeus.

Kuva 2 esittää tutkimiemme ryhmien suoritusta kuudessa erityyppisessä kognitiivisessa tehtävässä. Tehtävät on valittu sisällöltään edustamaan tavallisia lukitutkimuksen yhteydessä esitettyjä tehtävätyyppejä. Muodostimme ensin jakauman verrokkiryhmän tulosten pohjalta. Muunsimme sitten kaikki yksittäiset tulokset z-pisteiksi, jotka perustuvat jakauman keskiarvoon ja hajontaan.



Kuva 2. Eroja 20 suomalaisen aikuisen, joilla oli todettu lukivaikeus, ja 24 verrokkiryhmän jäsenen välillä lukivaikeuteen usein yhdistetyissä tehtävissä. Koehenkilöiden suoritus jaettiin sujuvasti lukevien ryhmän keskimääräisen suorituksen perusteella heikkoon (vähintään yhtä keskihajontaa heikompi), keskitasoiseen (korkeintaan yhden keskihajonnan päässä) ja hyvään (enemmän kuin yhtä keskihajontaa parempi). Niiden koehenkilöiden suhteellinen osuus, jotka sijoittuivat kuhunkin näistä kolmesta luokasta, näkyy y-akselilla.

Tarkastelimme siis sitä, kuinka kaukana yksilöiden suoritusarvot olivat verrokkiryhmän keskiarvosta. Luokittelimme yksittäiset suoritukset heikkoihin ($z \leq -1$), keskitasoiisiin ($-1 > z < +1$) ja hyviin ($z \geq 1$). Kuvassa musta pylväs edustaa hyvien suoritusten osuutta, vaalean harmaa keskimääräisten suoritusten osuutta ja tumman harmaa pylväs heikkojen suoritusten osuutta.

Välitön selitys lukivaikeudelle on kielen äännerakenteen sisäistämiseen liittyvä ongelma, kuten todetaan useassa tämän teoksen luvussa. Sen on esitetty liittyvän heikkoon äänteiden erotteluun puheesta. Kuvan 2 ensimmäinen kuvio havainnollistaa, että lukivaikeusryhmän jäsenet suoriutuivat äänteiden erottelusta verrokkiryhmän tasoisesti, kun tehtävänä oli verrata epäsanojen keskelle upotettuja lähekkäisiä äänteitä (esim. /emenem/ vs. /ememem/). Ryhmien välinen ero ei ollut merkitsevää, ja kuviosta näkyy, että kummassakin ryhmässä oli sekä melko heikkoja että hyviä suorituksia. Tulokset eivät tue oletuksia, että aikuisten suomalaisten lukivaikeuteen liittyisi välttämättä äänteiden erottelun vaikeus, vaikka tätä on esitetty keinotekoisempien tehtävien perusteella. Kokeeseemme ei kuitenkaan sisältynyt pareja, joita olisi erottanut äänteiden pituus, kuten useissa muissa suomalaisissa tutkimuksissa. Niinpä on mahdollista, että ennestään tuntemattomien epäsanojen sisään upotetut pituuskontrastit ovat vaikeita aikuisillekin, joilla on lukivaikeus. Ajallisten rakenteiden analyysin vaikeus ennustaisi hankaluutta esimerkiksi pitkien äänteiden paikantamisessa kahdessa epäsanassa, jos kysytään, kummassa sanassa (esim. *minuuli*, *miinuli*) oli pitkä /u/. Tämä edellyttäisi sekä pituuden erottelua että kahden eri epäsanana pitämistä mielessä.

Ylärivin toinen kuvio esittää tyypillistä fonologisen tietoisuuden tehtävää, jossa koehenkilö kuulee sarjan irrallisia puheäänteitä (esim. /h/-/a/-/p/-/a/-/n/) ja hänen tehtävänsä on yhdistää ne sanoiksi. Tämäkään tehtävä ei merkitsevästi erotellut lukivaikeuksisten ja sujuvasti lukevien ryhmiä, eikä jakautuminen heikkoihin,

keskitasoisiin ja hyviin suorituksiin ollut merkitsevästi erilainen kahdessa ryhmässä. Tosin lukiryhmässä oli muutamia heikkoon kategoriaan lukeutuvia suorituksia, kun taas verrokkiryhmässä ei ollut ainoakaan. Suomalaisen aikuisten fonologinen tietoisuus on yleensäkin hyvä, vaikka heillä olisi lukivaikeus. Virheitä alkaa ilmaantua vasta, kun ärsykkeet ovat pitkiä tai sisältävät muuten monimutkaisia äännejonoja.

Toisella rivillä on ensimmäinen esimerkki tehtävästä, jossa lukiryhmämme menestyi selvästi heikommin kuin verrokkiryhmämme. Epäsanasiltaitehtävässä koehenkilöiden piti painaa mieleensä piteneviä sarjoja epäsanoina, jotka koostuivat kahdesta konsonantti-vokaali-tavusta (esim. *nöky, rahu*). Suurimmalta osalta lukiryhmän jäseniä tämä tehtävä sujui heikosti. Tutkimuksesamme toistui kirjallisuudesta tuttu tulos siitä, että lukivaikeuteen liittyy heikentynyt kielellinen muisti, joka tulee ilmi vaikeutena toistaa fonologista ainesta, esimerkiksi merkityksettömiä epäsanoina. Suorituksen jakautuminen eri tasoluokkiin oli ryhmässä merkitsevästi erilainen, koska suurin osa lukiryhmästä suoriutui heikosti. Tämä tehtävä saattaa ennustaa kykyä painaa mieleen uuden kielen sanoja, varsinkin opettelun alkuvaiheessa, kun sanavarasto on vielä hyvin pieni.

Toisen rivin toinen tehtävä (nopea vuorotteleva sarjallinen nimeäminen) vaatii sanojen nopeaa peräkkäistä hakua ja tuottamista. Se on muokattu englanninkielisille kehitetyistä RAS (rapid alternating stimulus naming) -tehtävästä.³⁰ Koehenkilöille esitettiin kaksi kertaa 50 nimettävää kohdetta: samassa taulussa kirjaimia, numeroita ja värineliöitä. Ohjeena oli luetella kohteiden nimet niin nopeasti kuin mahdollista tekemättä virheitä. Tehtävän suoritusajan ja virheiden on todettu korreloivan lukemisen sujuvuuden kanssa. Myös tässä tutkimuksessa lukiryhmän jäsenet suoriutuivat nopeasta nimeämisestä verrokkeja merkitsevästi hitaammin. Jakautuminen tasoluokkiin oli myös ratkaisevasti

erilaista. Suoriutuminen nopeaa peräkkäistä nimeämistä vaativissa tehtävissä näyttää liittyvän erityisesti lukutaidon myöhempään kehitykseen. Suomessa tehdyssä seurantatutkimuksessa,³¹ jossa selvitettiin lapsena todetun lukihäiriön vaikutuksia aikuisikäisenä, todettiin nimenomaan näiden tehtävien erottelevan niitä, joiden lukusujuvuus parani tyyppillisen lukemisen vaihteluvälille, niistä, joiden sujuvuus oli aikuisenakin keskimääräistä heikompaa. Vaikka nopean nimeämisen tehtävien on kuvattu edellyttävän tehokkaita fonologisia toimintoja, kysymyksessä ei kuitenkaan lie pelkkä fonologisten muotojen haku muistista, koska tehtävä ennustaa lukemista myös silloin, kun nimettävät kohteet on korvattu toistuvalla merkityksettömällä symbolilla ja koehenkilön tehtävä on nimetä jokainen symboli toistuvalla sanalla (esim. *häkkyrä*).³²

Kolmannella rivillä on suorituksia, joihin ei liity puheäänteitä tai kieltä. Tutkimme eri aistipiireihin liittyviä muistisiltoja tehtävillä, joissa koehenkilöille esitettiin yksinkertaisista aistiärsykkeistä, eri led-valojen välähdyksistä, korkeudeltaan eroavista äänistä tai eri sormiin kohdennetuista kosketusärsykkeistä koostuvia piteneviä ärsykesarjoja. Tehtävänä oli sanoa, olivatko ärsykkeet kahdessa peräkkäisessä sarjassa samassa järjestyksessä vai eivät. Kussakin aistipiirissä oli vain kahdenlaisia ärsykeitä: ylempi tai alempi led-valo syttyi, matalampi tai korkeampi ääni kuului, solenoidi kosketti joko etusormea tai keskisormea. Aluksi esitettiin lyhyitä sarjoja. Peräkkäiset sarjat pitenevät tai lyhenivät, kunnes koehenkilön suoritus oli vakiintunut tasolle, jolla 84 prosenttia vastauksista oli oikein. Esitimme sekä yhden aistipiiriin ärsykkeistä koostuvia sarjoja että sarjoja, joihin liittyi kaksi aistipiiriä (esim. visuo-taktiilinen sarja koostui ylemmän ledin välähdyksistä ja etusormen kosketusärsykkeistä). Lukiryhmä suoriutui heikomminkin tässä tehtävässä, eikä kukaan sen jäsenistä yltänyt hyvään suoritukseen. Tehtävä mitannee kykyä muodostaa muistiedustumia

ajallisista jonoista, jotka ovat kielessä keskeisiä. Tulosten yhteys lukivaikeuteen vaatinee kuitenkin Tallalin hypoteesia hienovaraisemman selityksen, joka saattaa liittyä toisiaan seuraavien ärsykkeiden käsittelyyn työmuistissa.

Kolmannen rivin oikeanpuoleinen tehtävä liittyy Tallalin nopeasti vaihtuvan kuulotiedon käsittelyä koskevan hypoteesin arvioimiseen. Kyseessä on kuuden aikatarkkuustehtävän keskiarvo. Näissä oli arvioitava yllä kuvattujen kaltaisten aistiärsykkeiden samanaikaisuutta. Myös näissä tehtävissä lukiryhmä suoriutui heikommin kuin vertailuryhmä, mikä viittaa siihen, että lukivaikeuteen liittyy hienovaraisia vaikeuksia ajallista tarkkuutta vaativissa tehtävissä.

Kuvan 2 tulokset voi tiivistää toteamalla, että suomalaisten aikuisten lukivaikeuteen liittyy ryhmätasolla havaittavia suoritusvaikeuksia sekä kielellisissä että ei-kielellisissä tehtävissä. Huomattava osa koehenkilöistä selviytyi kuitenkin kussakin tehtävässä lukivaikeudesta huolimatta keskitasoisesti. Erityisen heikosti menivät vain tehtävät, joihin sisältyi sekä kielellinen että järjestyksen ylläpitämistä vaativa komponentti. Kielellinen ongelma ei kuitenkaan näyttäisi pohjautuvan millään tavalla puutteellisiin foneemien edustumiin, koska minimaalisesti erilaisten äännteiden erottelu painottomissa tavuissa sujui hyvin.³³ Sen sijaan äännteellisesti yksinkertaisten mutta merkityksettömien epäsanojen muistaminen järjestyksessä oli erityisen vaikeaa. Yksittäisten epäsanojen toistaminen vaatii uuden tavujärjestyksen edustamista työmuistissa. Epäsanasarjojen muistaminen lisää tähän järjestyksimuistitehtävään sanamaisten yksiköiden tason. Myös nämä yksiköt on muistettava järjestyksessä. Kokeen tulokset voisivat selittyä niistä lukivaikeuden ehdotetuista taustamekanismeista, joissa ajallisen rakenteen edustamisen vaikeus on keskeisessä asemassa. Näitä ajatuksia sisältyy esimerkiksi Steinin magnosellulaariteoriaan, Tallalin nopeiden tapahtumien havaitsemiseen ja

niihin ajatuksiin, joiden mukaan kirjainjärjestystiedon käsittelyssä korostuu peräkkäinen näönvarainen tarkkaavuus. Niitä aika- ja järjestystietoa käsitteleviä aivotason mekanismeja, jotka mahdollistavat sujuvan ja ymmärtävän lukemisen, ei kuitenkaan edelleenkään tunneta, joskin fonologisen tiedon käsittelyn keskeisyydestä sujuvan lukutaidon ehtona ollaan yleisesti yhtä mieltä.

Aikaa useilla eri tarkkuuksilla mittaavat aivojen ”heilurikellot” voivat olla keskeisessä asemassa puheen vastaanottamisessa.³⁴ Ne mahdollistavat puhesignaalin jäsentämisen kielellisesti mielekkäiksi yksiköiksi kuten sanoiksi, tavuiksi ja foneemeiksi sekä näiden yksiköiden järjestyksen edustamisen. Puhesignaalin ajassa muuttuvia ilmiöitä tutkivan Usha Goswamin mukaan ne ovat myös fonologisen tietoisuuden edellytys. Goswamin teoriassa aivojen aikataarkkuuteen liittyvät mekanismit vaikuttavat fonologisen tietoisuuden kautta lukemisen onnistumiseen. On kuitenkin mahdollista, että lukemiseen vaikuttaa lisäksi suurempi yhteys. Aivojen kyky edustaa ja muistaa eritasoisia aikarakenteita kuten foneemijärjestyksiä, tavujärjestyksiä tai prosodisia hahmoja voi olla välitön edellytys lukemisen rytmittämiselle siten, että kirjoitetusta tekstistä poimitut kirjaimista koostuvat yksiköt ja niihin liittyvät fonologiset muodot aktivoituvat ajallisesti toisiinsa liittyneinä. Kirjainten käsittelyn ja kielellisen tiedon rytmittyminen toisiinsa muodostaisi silloin sujuvan lukemisen perustan. Lukivaikeuden taustalla ei olisi vain fonologisen tietoisuuden puutteellinen kehittyminen ja kirjain-äännevastaavuuksien oppiminen vaan kirjainjärjestyksen ja kielen yksiköiden (kuten foneemien, tavujen ja sanojen) ajallisten assosiaatioiden vahvistuminen taidon oppimisen mekanismien avulla. Viime aikoina on esitetty, että tällaista aivorytmeihin perustuvaa ajallista tarkkuutta voidaan kehittää erityisten rytmiharjoitusten avulla, jotka perustuvat usein musiikkiin.³⁵

LUKEMINEN TIEDONHANKINNAN JA KIELEN OPPIMISEN VÄLINEENÄ

Suomessa tuetaan lukutaidon oppimisen alkuvaiheessa lapsia lukemisen ensioppimista tukevien harjoitusten avulla. Niinpä myös oppilaat, joilla on lukivaikeus, oppivat yksittäisten lyhyiden sanojen teknisen lukemisen (dekoodaamisen) varsin hyvin. Riittävä lukutaito edellyttää kuitenkin hyvää, sujuvaa lukutaitoa, joka tukee tiedonhankintaa kirjallisista lähteistä. Tässä suomen kielen säännönmukaisen kirjoitusjärjestelmän suoma alkuetu saattaa kääntyä haitaksi, jos kirjain tai tavu kerrallaan lukemisesta ei päästä irti suurempien ortograafisten yksiköiden kuten kokonais-ten sanojen tai morfeemien nopeaan tunnistamiseen. Sanatasolla tarkka mutta työläs lukeminen palvelee opiskelua ja omaksi huviksi lukemista huonommin kuin virhealtis nopea lukeminen.³⁶ Niinpä vaativampaa lukemista ennakoiden tulisikin harjoittaa suomen pitkien sanojen pilkkomista yksiköihin, jotka voidaan tunnistaa nopeasti. Tavoitteena olisi tunnistaa nopeasti kaikki tavalliset tavutyypit, päätteet, lyhyet sanat ja sanavartalot. Harjoituksissa lukijaa pyydetään lukemaan ääneen pitkiä sanoja ja juoksevaa tekstiä ja kehoitetaan ennakoimaan aina kun ei tiedä. Suomelle vieraita äänneyhdistelmiä sisältävät sanat vaativat erityistä huomiota. Nopeusharjoitukset voitaisiin toteuttaa digitaalisten välineiden avulla pelinomaisina. Nopeutta tukee myös hyvä sanavarasto, joten heikosti lukevien oppilaiden sanavarastoa tulisi lisäksi pyrkiä harjoittamaan merkityksiä korostavien tehtävien avulla. Kirjoitetun kielen ilmauksia ja tyyliä voidaan harjoittaa oman lukemisen lisäksi kuuntelemalla äänikirjoja ja muuta käsikirjoitukseen perustuvaa puhetta. Puhesynteesiohjelmilla on mahdollista lukea ja kuunnella samanaikaisesti tietokoneen tai tabletin ruudulla näkyvää tekstiä. Lisäksi reaaliaineidenkin opetuksessa olisi kiinnitettävä enemmän huomiota heikosti lukevien oppilaiden tiedonhankintaa tukevan lukutaidon vahvistamiseen.

Useimmat suomenkieliset koululaiset valitsevat ensimmäiseksi vieraaksi kielekseen englannin. Tämä tuottaa uusia haasteita, kun on opittava lukemaan syvän ortografian kieltä. Oppilaat, joilla on lukivaikeus, törmäävät kahteen oppimisen esteeseen. Englannin lukeminen ja kirjoittaminen voivat tuntua ylivoimaisilta, kun kirjainten ja äänteiden vastaavuudet ja myös kirjoittamista ohjaavat äänteiden ja kirjainten vastaavuudet tuntuvat aluksi mielivaltaisilta. Englannissa sama kirjainyhdistelmä on historian kuluessa vakiintunut vastaamaan monta eri äännettä. Niinpä kirjainyhdistelmä *gh* voi jäädä ääntymättä, kuten sanassa *bought*, tai se voi ääntyä /f/-äänteenä, kuten sanassa *tough*, tai /g/-äänteenä, kuten sanassa *ghost*. Vaikka kirjainten ja äänteiden vastaavuudet englannissa ovat monimutkaisia, ne eivät ole täysin mielivaltaisia, vaan lainalaisuudet voivat koskea kirjainten lisäksi esimerkiksi kokonaisia tavuja tai sanansisäisiä päätteitä (esimerkiksi *nation*, *function*). Näiden monentasoisten lainalaisuuksien oppiminen on kaikille englanninkielisille työlästä, mutta haasteet korostuvat erityisesti lukivaikeudessa. Oppilasta voi auttaa, jos kirjoitusmuotojen ja ääntämyksen historiallista kehitystä valaistaan epäsäännöllisten kielen muotojen selitykseksi. Opettaja voi esimerkiksi kertoa, miten oudonnäköisesti mutta samalla tavoin kirjoitettavat sanat liittyvät yhteen. Oppikirjoissa voidaan selostaa englannin oikeinkirjoitusjärjestelmän kehitystä ja esimerkiksi ääntämyksen järjestelmällisiä muutoksia.

Suomen kielen säännönmukaiset kirjain-äännevastaavuudet voivat houkutella opettelemaan englannin sanoja ääntäen ne suomalaisittain. Tämä voi auttaa oikeinkirjoitusta mutta ehkäistä puhutun kielen oppimista ja sujuvan lukemisen kehittymistä. Uusien digitaalisten välineiden ansiosta on mahdollista muuntaa varsinkin englanninkielistä tekstiä puheeksi. Samaan tapaan kuin äidinkielen sujuvaa lukemista voi harjoitella kuuntelemalla tekstiä samaan aikaan puhuttuna, voi synteettistä puhetta käyttää

ääntämisen apuna myös englanninkielisiä tekstejä lukiessa. Oppikirjankustantajien olisikin syytä panostaa kuullun ja luetun yhdistämisen harjoituksiin digitaalisia apuneuvoja hyödyntäen.

Tutkimus on osoittanut, että fonologisen muistin vaikeudet hidastavat vieraan kielen oppimista alkuvaiheessa, mutta tilanne korjaantuu sanavaraston karttumisen myötä.³⁷ Tämä pätee varmasti myös moniin oppilaisiin, joilla on lukivaikeus. On voitu osoittaa, että fonologisista ongelmista huolimatta he hallitsevat aikuisena äidinkieltensä yleiset äänneyhdistelmät yhtä hyvin kuin sujuvasti lukevat toverinsa.³⁸ Koulun vieraan kielen opetus pieninä parin viikkotunnin annoksina ja paljolti oppikirjoihin nojaten saattaa kuitenkin olla erityisen huono opetusmenetelmä oppilaille, joilla on lukivaikeus. Mahdollisimman tiivis puhutun kielen kuuleminen ja harjoittelu kasvattaisivat sanavaraston nopeammin tarpeeksi suureksi, jotta vieraan kielen tavallisimmat äänneyhdistelmät alkaisivat tulla tutuiksi. Suurempi sanavarasto nopeuttaa uusien muotojen oppimista, koska se tukee sitä, että uudet sanat tuovat mieleen jo aiemmin omaksuttuja sanoja ja niiden merkityksiä: sanat liittyvät yhä tiiviimpään muotojen ja merkitysten verkkoon. Esimerkiksi englanninkieliset videopelit, laulut, karaoke, pienoisnäytelmät ja ongelmanratkaisutehtävät voivat auttaa sanavaraston karttumista. Kielitaitoa voidaan mitata paitsi kirjallisilla kokeilla myös tehtävillä, joissa vastaukset annetaan verkon kautta mikrofoniiin puhumalla.

Englannin kielessä on 24 konsonanttia, kun suomessa niitä on vain 13 lainasanoja lukuun ottamatta. Lisäksi lähes kaikki vokaalikirjaimet äännetään englannissa hiukan eri tavalla kuin suomessa. Kaikkia oppilaita hyödyttää, että opetettavan vieraan kielen äänneet käydään läpi ankkuroiden kukin niistä yhteen kielen sanaan aivan kuten kirjaimet aapisessa. Syytä on myös tutustua tavallisiin tavarakenteisiin ja varsinkin sanapainoihin. Koska englannin kielen oikeinkirjoitus on ennustettavampaa morfeemien kuin

foneemien tasolla, on myös hyvä jatkuvasti kiinnittää huomiota toistuviin päätteisiin ja etuliitteisiin. Tutkimukset³⁹ viittaavat siihen, että englannin yhtäjaksoista ääneen lukemista olisi hyvä harjoitella esimerkiksi musiikin avulla tahtiin pakottamalla. Rytmitykseen liittyvät harjoitukset voivat hyödyttää sekä puheen että lukemisen kehitystä.

Lukivaikeustutkimusten valossa näyttää siis siltä, että vieraan kielen opetuksessa kannattaa tarjota mahdollisimman paljon puhutun kielen altistusta myös digitaalisin keinoin. Näin sanavarasto alkaisi rakentua ensisijaisesti kuulluille sanahahmoille. Lukemisen sujuvoittamiseksi sanojen tunnistusta olisi harjoitettava yksittäisten kirjainten sijaan tavu- ja morfeemitasolla. Olisi myös syytä kehittää musiikkiin ja rytmiin perustuvia menetelmiä, jotka tukevat yksittäisten äänteiden käsittelyn sijaan sanapainon sekä tavujen pituus- ja äänenkorkeusrakenteeseen liittyvien sanahahmojen kehittymistä uusien sanojen oppimisen tueksi. Myös lauserakenteiden oppiminen voi helpottua musiikkiin perustuvien menetelmien avulla.

21. Laasonen, Kauppinen ym. 2012.
22. Laasonen ym. 2014.
23. Vrt. Romani ym. 2014; Schraeyen ym. 2019.
24. Goswami 2015.
25. Huettig ym. 2018.
26. Peterson & Pennington 2012.
27. Aro & Wimmer 2003.
28. Esim. Torppa ym. 2010.
29. Laasonen 2002; Laasonen, Service ym. 2012; Laasonen, Virsu ym. 2012.
30. Wolf 1986.
31. Eloranta ym. 2019.
32. Kuperman ym. 2016.
33. Vrt. Ramus & Szenkovits 2008.
34. Goswami 2018.
35. Schön & Tillmann 2015.
36. Leinonen ym. 2001.
37. French 2006.
38. Berent ym. 2016.
39. Schön & Tillmann 2015.

4. Lukivaikeuden tausta eri kielissä ja vaikeudet suomalaisilla lukijoilla

1. Boets ym. 2010; Snowling & Melby-Lervåg 2016; Torgesen ym. 1994.
2. Moll ym. 2014.
3. Aro & Wimmer 2003.
4. Landerl ym. 2013.
5. Willcutt ym. 2010.
6. Pennington & Bishop 2009.
7. Kere 2014.
8. Bishop 2015.
9. Tallal 1980.
10. Strong ym. 2011.
11. Mascheretti ym. 2017; Männel ym. 2015.
12. Nicolson & Fawcett 2011.
13. Teki & Griffiths 2016.
14. Romani ym. 2014.
15. Ullman & Pullman 2015.
16. Eri hypoteeseista ks. esim. Laasonen, Salomaa ym. 2012.
17. Laasonen, Virsu ym. 2012.
18. Vrt. Romani ym. 2014.
19. Laasonen 2002.
20. Laasonen & Salomaa 2012.