

EPÄSANANTOISTOTEHTÄVÄN DIAGNOSTINEN TARKKUUS
KEHITYKSELLISEN KIELIHÄIRIÖN TUNNISTAMISESSA
SUOMENKIELISILLÄ LAPSILLA

Venla Raitala 519284

Pro gradu-tutkielma

Ohjaaja: Elina Mainela-Arnold

Yhteiskuntatieteellinen tiedekunta

Psykologian ja logopedian laitos

Logopedia

29.2.2024

TURUN YLIOPISTO

Psykologian ja logopedian laitos/Yhteiskuntatieteellinen tiedekunta

RAITALA, VENLA: Epäsanantoistotehtävän diagnostinen tarkkuus kehityksellisen kielihäiriön tunnistamisessa suomenkielisillä lapsilla

Tutkielma, 40 s., 2 liites.

Logopedia

Helmikuu 2024

Tässä pro gradu -tutkielmassa tutkittiin, onko FinnBrain -syntymäkohorttitutkimukseen (Karlsson ym., 2018) luotu epäsanantoistotehtävä diagnostisesti tarkka testi tunnistamaan lapset, jotka täyttävät kehityksellisen kielihäiriön kriteerit, lapsista, jotka ovat tyypillisesti kehittyneitä. Epäsanantoistotehtävää on tutkittu paljon ja tehtävässä suoriutumisen on todettu olevan yhteydessä kehitykselliseen kielihäiriöön. Kansainvälisesti menetelmän diagnostisesta tarkkuudesta on luotu jo useampi meta-analyysi, mutta suomen kielellä menetelmää ei ole tutkittu kehityksellisen kielihäiriön näkökulmasta. Epäsanantoistotehtävää luodessa on tärkeää ottaa huomioon kielispesifisyys, joten aikaisempien tutkimustulosten soveltaminen suoraan suomen kieleen on mahdotonta. Tutkimus tuo tärkeää uutta tietoa epäsanantoistotehtävän ominaisuudesta tunnistaa kehityksellinen kielihäiriö suomenkielisillä lapsilla.

Tässä tutkielmassa tarkasteltiin lasten suoriutumista epäsanantoistotehtävässä. Aineisto on osa FinnBrain -syntymäkohorttitutkimuksen 5-vuotiskäpisteen tutkimuksia, josta sisäänotto- ja poissulkukriteerien perusteella valikoitui 325 lasta tutkimukseen. Tutkittavat jaettiin Reynell-III (Reynell Developmental Scales 3rd edition) -testin (Edwards ym., 2001) avulla kehityksellisen kielihäiriön ryhmään sekä tyypillisesti kehittyneisiin.

Koehenkilöiden suoriutumista epäsanantoistotehtävässä tarkasteltiin aluksi logistisella regressiolla. Koska koehenkilöryhmien suoriutuminen epäsanantoistotehtävässä erosi merkitsevästi, edettiin diagnostisen tarkkuuden arvojen tarkasteluun. ROC-käyrän perusteella ei ollut mahdollista löytää leikkauspistettä, jossa sekä sensitiivisyyden, että spesifisyyden arvot täytyisivät. Tämän vuoksi tutkimuksessa ei saavutettu riittäviä uskottavuusosamäärän arvoja.

Tutkimuksen tulos osoittaa, ettei tutkimuksessa käytetty epäsanantoistotehtävä ole riittävän tarkka soveltuakseen tällaisenaan kehityksellisen kielihäiriön diagnosointiin tai seulontaan suomenkielisillä lapsilla. Analyysi tuki kuitenkin aikaisempaa tutkimusta siinä, että kehityksellinen kielihäiriö oli merkitsevästi yhteydessä epäsanantoistotehtävässä suoriutumiseen. Menetelmässä on potentiaalia diagnostiseksi tai seulovaksi menetelmäksi, mutta se vaatii vielä hiomista suomenkielisille lapsille sopivaksi.

Asiasanat

diagnostinen tarkkuus, kehityksellinen kielihäiriö, DLD, kielellinen erityisvaikeus, SLI, epäsanana, epäsanantoistotehtävä

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

1. JOHDANTO	1
1.1 Diagnostinen tarkkuus	3
1.1.1 Diagnostisesti tarkka testimenetelmä.....	4
1.1.2 Seulova testimenetelmä.....	4
1.2 Kehityksellisen kielihäiriön tunnistaminen tutkimuksessa	5
1.3 Kehityksellisen kielihäiriön taustatekijät	6
1.4 Fonologinen työmuisti	8
1.5 Epäsanantoistotehtävä	9
1.5.1 Suomen kielen epäsanantoistotehtävä.....	11
1.6 Tutkimuksen merkitys	12
2. TUTKIMUSKYSYMYKSET	14
3. MENETELMÄT	15
3.1 Tutkittavat	15
3.2 Aineiston kuvaus sekä sisäänotto- ja poissulkukriteerit	15
3.3 Tutkimuksen toteuttaminen	19
3.4 Tutkimuksen eettisyys	19
3.5 Tutkimusmenetelmät	19
3.5.1 Kielellisten taitojen mittaaminen	19
3.5.2 Epäsanantoistotehtävä.....	20
3.6 Tilastolliset analyysit	22
3.6.1 Taustamuuttujat.....	22
3.6.2 Logistinen regressio	23
3.6.3 Diagnostinen tarkkuus.....	24
4. TULOKSET	25
4.1 Koeryhmien suoriutuminen epäsanantoistotehtävässä	25
4.2 Diagnostisen tarkkuuden tarkastelu	26
5. POHDINTA	28
5.1 Tutkimuksen vahvuudet ja rajoitteet	29
5.2 Päätelmät ja jatkotutkimuksen tarve	29
LÄHTEET	32
LIITTEET	41

1. JOHDANTO

Eriasteisia puheen ja kielen kehityksen haasteita esiintyy joka viidennellä lapsella (Kunnari, Arkkila & Laasonen, 2022). Kehityksellisen kielihäiriön tarkkaa esiintyvyyttä on haastavaa arvioida sen vaihtelevien diagnosointimenetelmien vuoksi, mutta sen esiintyvyyden arvioidaan olevan 1–7 prosentin välillä. Samaan aikaan puheterapeuttipula on valtava ja jopa Aluehallintovirasto on joutunut puuttumaan pitkiin puheterapiajonoihin (Aluehallintovirasto, 19.1.2022; Aluehallintovirasto, 20.2.2022). Suomessa toteutetussa kyselyssä vain 20 prosentilla alueista puheterapian hoitotakuun ilmoitettiin toteutuvan aina (Kavander & Tarvainen, 2023). Näistä syistä yksittäisissä tapauksissa kehityksellinen kielihäiriö tunnistetaan vasta kouluiässä, jolloin se ilmenee koulusuoriutumisen vaikeuksina (Bishop ym., 2017).

Kehityksellinen kielihäiriö on luotettavasti diagnosoitavissa jo neljän vuoden iässä (Kehityksellinen kielihäiriö: Käypä hoito -suositus, 2019; Sansavini ym., 2021). Kun kielellisiä vaikeuksia esiintyy vielä viisivuotiaana tai sen jälkeen, on haasteiden todettu olevan pitkäkestoisia (Tomblin, Zhang, Buckwalter & O'Brien, 2003). Näillä lapsilla on myös korkea lukivaikeusriski. Haasteen kielihäiriön varhaiselle tunnistamiselle tuo viiveisen kielenkehityksen erottaminen kehityksellisestä kielihäiriöstä, kielellisen kehityksen suuri vaihtelevuus kolmen ja viiden ikävuoden välillä sekä kielellisten taitojen ilmaantumisiän vaihtelun huomioiminen (Sansavini ym., 2021). Suomessa kehityksellisen kielihäiriön diagnosointi perustuu kliinisessä työssä ICD-10-tautiluokitukseen (Kehityksellinen kielihäiriö: Käypä hoito -suositus, 2019), jossa diagnoosi asetetaan moniammatillisena yhteistyönä. Diagnoosin asettaminen perustuu testituloksiin, kliiniseen arvioon sekä muiden kehitystä hidastavien tekijöiden poissulkemiseen. Diagnosointi on pitkä prosessi, joka kuluttaa paljon jo valmiiksi vähäisiä resursseja. Kehityksellisen kielihäiriön varhainen tunnistaminen on tärkeää riittävien tukikeinojen asettamiseksi ja vaikeuksien kasautumisen estämiseksi, sillä varhaisella puuttumisella on mahdollista vaikuttaa yksilön ennusteeseen (Kunnari & Laasonen, 2022).

Kehityksellinen kielihäiriö (engl. *Developmental Language Disorder, DLD*) on lapsen kielelliseen kehitykseen vaikuttava häiriö, jolloin lapsen ymmärtävän tai tuottavan kielen taidot eivät kehity ikätyypillisen kehityksen mukaisesti (Bishop ym., 2017). Tästä ei ole kyse, jos lapsi puhuu tai viittoaa muulla kielellä ikätasoisesti. Kehityksellisessä kielihäiriössä kielelliset haasteet eivät johdu kielellisten ärsykkeiden vähäisyydestä. Jos

lapsella esiintyy samanaikaisesti esimerkiksi kuulo-, näkö- tai muuta aistivammaa, kehitysvammaa, autismikirjon häiriötä, neurologista vammaa tai sairautta, on kyseessä ”x:ään liittyvä kielihäiriö”, ei kehityksellinen kielihäiriö. Häiriöllä voi olla pitkäkestoisia vaikutuksia sosioemotionaaliseen hyvinvointiin, joka ilmenee kaverisuhteiden ja mielenterveyden ongelmina (Conti-Ramsden ym., 2013). Vaikutusta on myös koulumenestykseen (Norbury ym., 2016), myöhempään kouluttautumiseen (Conti-Ramsden ym., 2013), ongelmakäyttäytymiseen sekä rikollisuuden riskin kasvamiseen (Anderson, Hawes & Snow, 2016; Pekkala, Urrio & Rainó, 2022). Kehityksellistä kielihäiriötä esiintyy jopa 25–64 prosentilla rikostaustaisista nuorista (Pekkala, Urrio & Rainó, 2022).

Kehityksellisen kielihäiriön taustasyitä tai -tekijöitä ei vielä täysin tunneta. Kuitenkin lasten kielen kehitykselle ja fonologisen työmuistin kapeudelle on löydetty vahva yhteys (Gathercole & Baddeley, 1990; Shriberg & Kwiatkowski, 1994; Webster & Shevell, 2004). Fonologista työmuistia mitataan tyypillisesti epäsanantoistotehtävän avulla ja siinä heikko suoriutuminen on ollut merkitsevästi yhteydessä kehitykselliseen kielihäiriöön (Coady & Evans, 2008; Graf Estes, Evans & Else-Quest, 2007; Raitala, 2023; Schwod ym., 2021). Menetelmä on osoittanut potentiaalia tunnistamaan kehityksellisen kielihäiriön tyypillisesti kehittyneistä diagnostisesti tarkasti. Aikaisemmin ei ole kuitenkaan tutkittu suomen kielen fonotaksille luotua epäsanantoistotehtävää kehityksellisen kielihäiriön yhteydessä.

Kehityksellisen kielihäiriön diagnosointiin ei ole tällä hetkellä olemassa yhtä menetelmää, joka olisi sekä resurssitehokas, että riittävän tarkka. Kehityksellisen kielihäiriön suuri esiintyvyys, vaikutus elämänlaatuun sekä yhteiskunnan kuluihin luo tarpeen diagnostiselle tai seulovalle testimenetelmälle, jonka voi suorittaa matalalla kynnyksellä kaikille lapsille, joiden kielelliset taidot herättävät huolta. Tämän pro gradu -tutkimuksen tavoitteena on selvittää, olisiko epäsanantoistotehtävä vastaus kliinisen työn tarpeeseen. Tutkimus tuo tärkeää uutta tietoa suomen kielen fonotaksille luodun epäsanantoistotehtävän ominaisuudesta tunnistaa kehityksellisen kielihäiriö suomenkielisillä lapsilla.

1.1 Diagnostinen tarkkuus

Jotta testiä voidaan käyttää sairauden tai häiriön diagnosoimiseen, tulee sen täyttää diagnostisen tarkkuuden kriteerit. Yleisimmin sairauden tai häiriön tunnistamiseen käytetään sensitiivisyyden, spesifisyyden, positiivisen sekä negatiivisen uskottavuusosamäärän (engl. *likelihood ratio*) arvoja ja näiden kuvaamiseen ROC-käyrää (engl. *receiver operating characteristic*). Sensitiivisyydellä tarkoitetaan testillä oikein sairaksi diagnosoitujen osuutta kaikista sairaista (Uhari, 2014). Sensitiivisyyden ollessa korkea, testi on tarkka poissulkemaan tutkittavan piirteen (engl. *rule out*) (Akobeng, 2007a). Tällöin testin tuloksen ollessa negatiivinen, voidaan todeta lähes varmaksi, ettei testattavalla ole tutkittavaa piirrettä. Spesifisyydellä tarkoitetaan testillä oikein terveiksi todettujen osuutta kaikista terveistä (Uhari, 2014). Testin korkea spesifisyys puolestaan tarkoittaa, että testi on hyvä tunnistamaan ne, joilla on tutkimuksen kohteena oleva piirre (engl. *rule in*) (Akobeng, 2007a). Tällöin testituloksen ollessa positiivinen voidaan olla lähes varmoja, että tutkittavalla on tämä piirre.

Kun testiä käytetään kliinisessä työssä, on yksittäisen asiakkaan kohdalla hyödyllisempää tarkastella diagnostisen testin uskottavuusosamäärän arvoja (Akobeng, 2007b). Arvot kertovat, kuinka monta kertaa todennäköisemmin sairas henkilö saa tietyn testituloksen kuin terve henkilö (Uhari, 2014). Kun testi antaa selkeän kyllä/ei -vastauksen, voidaan sen sensitiivisyyden ja spesifisyyden arvojen pohjalta laskea positiivinen ja negatiivinen uskottavuusosamäärä. Positiivinen uskottavuusosamäärä kertoo, kuinka suurella todennäköisyydellä tässä testin pistemäärässä tutkittavalla on tutkimuksen kohteena oleva piirre ja negatiivinen uskottavuusosamäärä kertoo, kuinka suurella todennäköisyydellä tutkittava on terve (Akobeng, 2007b).

Kun tutkimuksen kohteena olevan testin tulos on jatkuva muuttuja, voidaan sille hakea raja-arvoa, jonka avulla tutkittavat luokitellaan terveiksi ja niihin, joilla on tutkimuksen kohteena oleva piirre (Uhari, 2014). Jokaista mahdollista testin pistemäärää kohden lasketaan sensitiivisyys ja spesifisyys, joiden avulla piirretään ROC-käyrä. Käyrää tarkastelemalla, voidaan valita testille sopiva raja-arvo, joka helpottaa diagnostisen testin käyttöä kliinisessä työssä. Diagnostista testiä voidaan käyttää kliinisessä työssä muun muassa seulontaan, diagnostiikkaan tai taudin ja hoidon seurantaan (Uhari, 2014), jolloin diagnostisen tarkkuuden arvojen kriteerit eroavat eri tilanteiden välillä.

1.1.1 Diagnostisesti tarkka testimenetelmä

Parhaassa mahdollisessa tilanteessa testimenetelmän tulos antaa selkeän kyllä/ei -vastauksen, onko tutkittavalla häiriö/sairaus vai ei. Tämä on kuitenkin vaikea saavuttaa testimenetelmällä, jonka tulos on jatkuva muuttuja. Tätä varten on luotu diagnostisen tarkkuuden saavuttamiselle suuntaa antavat raja-arvot, jolloin voidaan todeta riittävä tarkkuus saavutetuksi. Diagnostisen tarkan testin luomisessa tutkimuksen kohteena olevaa testiä (engl. *index measure*) verrataan sen hetkisen kultaiseen standardiin (engl. *gold standard*) tai vertailunormaliin (engl. *reference standard*). Kultainen standardi on sen hetkisen parhaan tutkimustiedon perusteella luotu diagnoosimenetelmä ja vertailunormaali paras mittamenetelmä, jotka antavat tarkimman ja luotettavimman tuloksen. Näiden perusteella lasketaan uuden tutkittavan testimenetelmän sensitiivisyyden ja spesifisyyden arvot.

Plante ja Vance (1994) ovat määritelleet riittävät diagnostisen tarkkuuden arvot sensitiivisyydelle ja spesifisyydelle. Yli 80 % sensitiivisyyttä ja spesifisyyttä pidetään riittävänä ja yli 90 % tulosta hyvänä diagnostisen tarkkuuden arvioinnissa. Kliinistä työtä varten tarvitaan myös uskottavuusosamäärille raja-arvot. Diagnostinen näyttö on vakuuttavaa, kun positiivinen uskottavuusosamäärä on suurempi kuin 10 ja negatiivinen uskottavuusmäärä pienempi kuin 0.1 (Uhari, 2014). Kun tutkittava saa pistemäärän, joka täyttää positiivisen uskottavuusosamäärän, voidaan hänellä todeta olevan tutkimuksen kohteena oleva piirre. Kun tutkittavan pistemäärässä negatiivinen uskottavuusosamäärä on alle tavoitteen, voidaan tutkittavan todeta olevan terve. Uhari suosittaa, että positiivisen uskottavuusosamäärän ollessa 10–5 ja negatiivisen uskottavuusosamäärän 0.1–0.2 on syytä jatkaa henkilön tutkimuksia. Uskottavuusosamäärää voidaan tarkastella vain, kun testin sensitiivisyys ja spesifisyys täyttävät riittävät diagnostiset arvot.

1.1.2 Seulova testimenetelmä

Seulovan testin tarkoituksena on sairauden tai häiriön varhainen tunnistaminen ennen kuin se muuten löydettäisiin (Sosiaali- ja terveysministeriö, 2024). Seulova testimenetelmä ei kerro suoraan, onko tutkittavalla kyseinen sairaus vai ei. Sen tavoite on jakaa tutkittavat niihin, joilla on riski sairauteen ja niihin, joilla ei ole riskiä sairauteen. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaan (2007) mukaisesti seulontaan käytetyn menetelmän tulee olla yksinkertainen, nopeasti toteutettava ja ominaisuuksiltaan mahdollisimman luotettava. Seulontatuloksen merkitys on arvioitava aina osallistujan

kannalta ja huomioida testin oikean ja väärän positiivisen sekä oikean ja väärän negatiivisen testituloksen suhde. Seulovan menetelmän haasteena on juuri väärin positiivisten ja väärin negatiivisten ongelma (Saarelma & Hakama, 2000). Väärän positiivisen testituloksen jälkeen ryhdytään varmistustoimiin, jotka aiheuttavat lisäkustannuksia ja psyykkisiä seurauksia, kuten ahdistusta. Väärät positiiviset voidaan kuitenkin lisätutkimuksilla varmistaa vääriksi. Suurempana ongelmana pidetään vääriä negatiivisia, jolloin kuntoutus saattaa viivästyä tai asiakas jäädä täysin ilman kuntoutusta. Tällöin yhteiskunnan kulut saattavat kasvaa asiakkaan myöhempien kasautuneiden ongelmien vuoksi. Seulovia menetelmiä käyttävien ammattilaisten tulee olla tietoisia testituloksen luotettavuudesta voidakseen tulkita niitä riittävällä varovaisuudella.

Seulovalle testimenetelmälle ei ole olemassa samanlaisia kriteereitä, kuin diagnostiselle testille. Testiä arvioidessa tarkastellaan sensitiivisyyttä ja spesifisyyttä testin erottelevuuden varmistamiseksi, mutta tiettyä raja-arvoa ei tälle ole asetettu. Parhaassa tilanteessa testille saadaan laskettua uskottavuusosamäärät, jolloin testipistemäärästä saadaan kolmiluokkainen tulos; kyllä/riski/ei. Tyypillisesti seulovalle menetelmälle on hyväksyty korkea positiivinen uskottavuusosamäärä negatiivisen uskottavuusosamäärän kustannuksella, jotta kaikki positiiviset saataisiin kiinni. Ilman uskottavuusosamäärän laskemista, tulos on riski/ei-riskiä. Seulovan testin käyttöönotossa punnitaan muun muassa miten suuria ja laadullisesti vakavia hyödyt ja haitat ovat (Saarelma & Hakama, 2000). Yksilön kannalta merkittävää on, että sairauden tai häiriön varhainen tunnistaminen parantaa elämänlaatua merkittävästi.

1.2 Kehityksellisen kielihäiriön tunnistaminen tutkimuksessa

Kehityksellisen kielihäiriön tunnistamisen tämänhetkinen kultainen standardi on EpiSLI -menetelmä (Tomblin, Records & Zhang, 1996). Standardissa mitataan kielellisiä taitoja viidellä osa-alueella; puheen tuottamisen, puheen ymmärtämisen, sanavaraston, kieliopin sekä kerronnan taitojen osalta. Diagnoosin saadakseen, tulee suoriutua -1.25 keskihajontaa ikätasoa heikommin vähintään kahdella edellä mainituista osa-alueista. Diagnoosia asettaessa otetaan huomioon lisäksi Bishopin ja kumppaneiden (2017) määrittämät poissulkukriteerit, jotta haasteiden tiedetään johtuvan kehityksellisestä kielihäiriöstä.

Tutkimuksissa käytetyt menetelmät vaihtelevat kultaisen standardin olemassaolosta huolimatta. Kielellisten vaikeuksien kriteerit vaihtelevat -1 ja -2 keskihajonnan välillä ja osassa edellytetään keskitasoista ei-kielellistä päättelykykyä (engl. *Performance Intelligence Quotient*, PIQ), osassa taas ei (Kunnari, Arkkila & Laasonen, 2022). Vaihtelua lisää myös eri menetelmien käyttö sekä arvioitavien kielen osa-alueiden määrä. Tutkimuksissa on myös laajasti pyritty löytämään uusia mahdollisia kehityksellisen kielihäiriön tunnistamisen menetelmiä (Shahmahmood ym., 2016). Tutkitut menetelmät jakautuvat pitkälti kahteen kategoriaan; standardoituihin menetelmiin, jotka keskittyvät eri kielen osa-alueisiin sekä menetelmiin, jotka keskittyvät psykolingvistisiin piirteisiin. Katsauksessa tarkimmaksi osoittautuivat tuottavan puheen kieliopillisiin piirteisiin keskittyvät menetelmät. Potentiaalisia tuloksia on myös saatu lauseentoistotehtävissä (Rujas ym., 2021), numerosarjojentoistotehtävissä (Gray, 2003) sekä epäsanantoistotehtävissä (Coady & Evans, 2008; Graf Estes, Evans & Else-Quest, 2007; Raitala, 2023; Schwod ym., 2021).

1.3 Kehityksellisen kielihäiriön taustatekijät

Kehityksellisen kielihäiriön taustatekijöitä ei vielä täysin tunneta, vaikka aihetta on tutkittu jo vuosia. Eri teorioissa on tutkittu muun muassa perimän, geenien, aivorakenteiden, ympäristön sekä kognition vaikutusta kehityksellisen kielihäiriön esiintyvyyteen (Kunnari & Laasonen, 2022). Haasteen tutkimukselle tuo kehityksellisen kielihäiriön heterogeenisyys, jolloin haasteet ja vaikeudet vaihtelevat lasten välillä. Vaikuttaa siltä, että kehityksellisen kielihäiriön syntyperä on monitekijäinen, sillä yhtä selkeää taustasyitä ei ole pystytty osoittamaan.

Nykytutkimuksen mukaan on selvää, että perimällä on merkitystä kehityksellisen kielihäiriön syntyyn (Rice, 2020). Kuitenkaan yhtä tiettyä geenin poikkeamaa tai mutaatiota ei ole löydetty, millä pystyttäisiin täysin selittämään häiriön haasteita. Todennäköistä on, että kehityksellisen kielihäiriön taustalla on usean geenin yhteisvaikutus yhdessä ympäristötekijöiden kanssa tai mahdollisesti muita ei-kielellisiä syitä, kuten raskausaikaiset tekijät (Ervast & Leppänen, 2010). Geenit ja ympäristötekijät yhdessä muovaavat aivojen rakenteiden ja toiminnan kehitystä (Lenroot & Giedd, 2008). Aivokuvantamisella on löydetty eroja kehityksellisen kielihäiriön ja tyypillisen kehityksen välille (Kunnari & Laasonen, 2022). Näyttö tälle on kuitenkin vähäistä, eivätkä löydetyt yhteydet ole selkeitä. Eroja on löydetty aivojen lateralisaatiosta

erityisesti Sylviuksen uurteen ympärillä sekä aivojen valkean aineen määrästä ja rakenteesta (Ervast & Leppänen, 2010; Webster & Shevell, 2004). Ei voida kuitenkaan varmaksi tietää, ovatko kielelliset häiriöt seurausta aivojen rakenteiden muutoksista vai syy aivojen rakenteiden muutoksille (Kunnari & Laasonen, 2022).

Kehityksellistä kielihäiriötä on pyritty selittämään myös kognitiivisten mallien avulla. Osat näistä malleista selittävät häiriötä kieliopillisen tiedon oppimisen vaikeutena ja osa yleisillä tai kieleen läheisesti liittyvillä prosesseilla (Leonard, 2014). Ajatellaan, että kielioppisääntöjen heikkous puheen tuotossa ja ymmärtämisessä johtuu kieliopin rakennesääntöjen vaillinaisesta tietämyksestä. Kieliopillisen tiedon omaksumisen hitauden teoriat eivät kuitenkaan vastaa kysymykseen, miksi oppiminen on ylipäätään hitaampaa (Leonard, 2014, s.241–269).

Kehityksellistä kielihäiriötä on selitetty myös ei-kielellisten ja kieleen läheisesti liittyvien prosessien heikkoutena. On todettu, että lapset, joilla on kehityksellinen kielihäiriö, suoriutuvat ei-kielellisissä testeissä tyypillisesti kehittyneitä heikommin (Gallinat & Spaulding, 2014). Haasteet ei-kielellisillä osa-alueilla eivät kuitenkaan ole usein vakavia kehityksellisessä kielihäiriössä, ja haasteet ilmenevät yleensä tiedonkäsittelyn vaikeuksina (Leonard, 2014, s.271–304). Ei-kielellisten ja kielellisten taitojen erottelun on todettu olevan monimutkaista, sillä ei-kielellinen päättely saattaa edellyttää myös kielellistä prosessointia (Newton, Roberts & Donlan, 2010).

Kielellisiin prosesseihin lähemmin liittyvissä teorioissa haasteet ovat puheen kuulonvaraisessa havaitsemisessa ja työmuistin toiminnassa, muun muassa fonologisen työmuistin osa-alueella (Kunnari & Laasonen, 2022). Lisäksi on tutkittu pitkäkestoisen muistin ja tarkemmin proseduraalisen muistin toiminnan yhteyttä kehitykselliseen kielihäiriöön (Jackson ym., 2020) sekä laajemmin toiminnanohjauksen haasteita. Kuulonvaraisen tiedon havaitsemisen haasteet ilmenevät tiedon prosessoinnin hitautena sekä vaikeutena erottaa nopeasti vaihtuvaa auditiivista ärsykettä toisistaan (Leonard, 2014). Kuulotiedon prosessoinnin haasteet on pystytty tunnistamaan jo varhaislapsuudessa (Benasich ym., 2002). Ainakin osalla lapsista, joilla on kehityksellinen kielihäiriö, on haasteita reagoida muuttuviin kuuloärsykkeisiin nopeasti (Tallal, 2000).

Työmuistin haasteiden on todettu olevan yksi keskeisimmistä taustatekijöistä kehityksellisessä kielihäiriössä (Archibald, 2016; Archibald & Gathercole, 2006b) ja

erityisesti fonologisen työmuistin haasteet (Gathercole & Baddeley, 1990; Henry & Botting, 2017; Jackson ym., 2020; Webster & Shevell, 2004). Fonologisen työmuistin kapeus ilmenee vaikeutena pitää mielessä kuultua kielellistä ainesta, esimerkiksi numeroita tai epäsanuja. Jackson ja kumppanit (2020) totesivat tutkimuksessaan, että työmuistin suoriutuminen voisi selittyä myös proseduraalisen muistin suorituskyvyllä. Yksi teorioista on, että proseduraalinen muisti olisi kehityksellisen kielihäiriön taustalla (Ullman & Pierpont, 2005). Proseduraaliseen muistiin tallentuu opitut taidot, esimerkiksi havaintomotoriset ja kognitiiviset taidot (Kunnari & Laasonen, 2020).

Viime aikoina on keskusteltu myös laajemmin toiminnanohjauksen haasteiden yhteydestä kehitykselliseen kielihäiriöön (Flores Camas & Leon-Rojas, 2023; Pauls & Archibald, 2016). Toiminnanohjauksella tarkoitetaan kognitiivisten toimintojen, kuten työmuistin, joustavuuden sekä inhibition yhteistoimintaa. Yhteys kehitykselliseen kielihäiriöön on selkeästi olemassa, mutta teoriassa on sama ongelma, kuin aivojen rakenteiden muutosta koskevassa teoriassa. Nykyisen tietämyksen valossa ei ole selvää, johtuuko kielelliset haasteet toiminnanohjauksen haasteista vai toiminnanohjauksen haasteet kielellisistä haasteista (Flores Camas & Leon-Rojas, 2023).

Tomas ja Vissers (2019) mukaan kielelliset haasteet eivät selity millään yksittäisellä ongelmalla, vaan taustalla olisi useita päällekkäisiä neuropsykologisia haasteita. He uskovat haasteiden olevan seurausta havaitsemisen, tarkkaavaisuuden sekä toiminnanohjauksen yhteisvaikutuksesta. Selkeää on, että kehityksellinen kielihäiriö ei selity yksittäisen osa-alueen haasteella. Fonologisen työmuistin kapasiteetin yhteys kehitykselliseen kielihäiriöön on kuitenkin sen verran vahvaa, että useat tutkijat ovat halunneet tutkia tarkemmin tätä yhteyttä ja ovat onnistuneet luomaan erilaisia diagnostisia menetelmiä, esimerkiksi epäsanantoistotehtävän (Dollaghan & Cambell, 1998; Gathercole ym., 1994).

1.4 Fonologinen työmuisti

Fonologinen työmuisti on osa työmuistia, jossa kielellistä tietoa säilötään lyhyen aikaa ennen sen mahdollista siirtymistä pitkäkestoiseen muistiin (Gathercole & Baddeley, 1990). Työmuistin toiminnasta on useita teorioita, joista yksi on Baddeleyn ja Hitchin (1974) työmuistimalli. Teorian mukaan työmuisti jakautuu keskusyksikköön (engl. *central executive*), visuo-spatiaaliseen luonnoslehtiöön (engl. *visuo-spatial scratchpad*)

ja fonologiseen silmukkaan (engl. *phonological loop*). Keskusyksikön tehtävä on ohjata tarkkaavaisuutta ja vastata toiminnanohjauksesta. Visuo-spatiaalisella luonnoslehtiöllä säilötään visuaalista informaatiota ja fonologisessa silmukassa fonologista sekä akustista informaatiota. Fonologinen silmukka voidaan jakaa kahteen; varastoon (engl. *phonological store*) ja kertausjärjestelmään (engl. *articulatory rehearsal process*) (Gathercole & Baddeley, 1990). Fonologinen työmuisti sisältää sekä keskusyksikön että fonologisen silmukan alueet, joissa käsitellään kielellistä tietoa.

Fonologisessa työmuistissa säilötään kielellistä ainesta riittävän pitkään, jotta pystymme ymmärtämään kuullun viestin merkityksen (Gathercole & Baddeley, 1990). Varastossa kielellinen tieto säilyy muutamia sekunteja ja kertausjärjestelmän avulla tietoa pystytään ylläpitämään muistissa pidempään. Haasteet fonologisessa työmuistissa näkyvät vaikeutena prosessoida ja varastoida fonologista tietoa (Gathercole & Baddeley, 1990). Fonologisen työmuistin kapeudella on vaikutusta sanaston oppimiseen (Baddeley, Gathercole & Papagno, 1998). Kun fonologisen tiedon pitäminen työmuistissa on haastavaa, on myös kielen oppiminen ja erityisesti uusien sanojen oppiminen vaikeaa (Gathercole & Baddeley, 1990). Fonologisen työmuistin kapeuden oletetaan olevan tärkein kehityksellisen kielihäiriön taustatekijä (Gathercole & Baddeley, 1990; Henry & Botting, 2017; Jackson ym., 2020; Webster & Shevell, 2004).

1.5 Epäsanantoistotehtävä

Epäsanantoistotehtävällä mitataan fonologisen työmuistin kapasiteettia. Epäsanat ovat semanttisesti merkityksettömiä sanoja, jotka noudattavat kielelle tyypillistä fonotaksia. Epäsanat kutsutaan myös pseudosanoiksi. Epäsanantoistotehtävää luodessa otetaan huomioon epäsanojen pituus, käytetyt konsonantit sekä kielispesifisyys. Tutkimuksissa on käytetty vaihtelevasti 1–5 tavuisia epäsanat (Dispaldro ym., 2009; Dollaghan & Campbell, 1998; Gathercole ym., 1994; Pham ym., 2018; Thordardottir ym., 2011; Topbaş ym., 2014). Pidempien epäsanojen on todettu olevan vaikeampia lapsille, joilla diagnosoitu kehityksellinen kielihäiriö, verrattuna tyypillisesti kehittyneisiin (Archibald & Gathercole, 2006a; Graf Estes, Evans & Elsa-Quest, 2007). Tämä tukee fonologisen työmuistin teoriaa kehityksellisen kielihäiriön taustalla, sillä erityisesti pidempien aineiden käsittelyn ajatellaan mittaavan fonologista työmuistia (Gathercole & Baddeley, 1990). Pitkään on ajateltu, että epäsanantoistotehtävä mittaisi pitkälti vain fonologisen työmuistin kapasiteettia. Coady ja Evans (2008) totesivat kuitenkin

epäsanantoistotehtävän mittaavan lisäksi myös puheen havaitsemista ja erottamista, fonologista koodausta, fonologista kokoamista, motorista suunnittelua sekä artikulaatiota. Kehityksellisessä kielihäiriössä on todettu ilmenevän haasteita näillä kaikilla edellä mainituilla osa-alueilla, jolloin epäsanantoistotehtävän tutkiminen kehityksellisen kielihäiriön yhteydessä on edelleen perusteltua.

Jotta testi mittaisi todella fonologisen työmuistin kapasiteettia, poistetaan epäsanosta ikätyypillisesti vaikeat äänteet, jotka yleisimmin ovat konsonantteja (Dollaghan & Cambell, 1998). Epäsanaja valitessa tulee myös huomioida konsonanttiklusterien määrä, sillä niiden on epäsanojen pituuden ohella todettu olevan vaikeampia lapsille, joilla kehityksellinen kielihäiriö (Archibald & Gathercole, 2006a; Briscoe, Bishop & Frazier Norbury, 2001). Konsonanttiklusterien vaikeuden ajatellaan kertovan puhemotorisista taidoista (Buchwald & Miozzo, 2012), joiden ajatellaan liittyvän kehitykselliseen kielihäiriöön (Sanjeevan & Mainela-Arnold, 2019).

Epäsanantoistotehtävä muokataan kielispesifisti vastaamaan tutkittavien äidinkielen fonotaksia. Tyypillisesti on valittu fonotaktiselta todennäköisyydeltään lähellä ja kaukana olevia epäsanaja. Kielen kanssa samankaltaiset epäsanat on helpompi toistaa kuin epäsanat, jotka ovat vähemmän samankaltaisia (Munson, Kurtz & Windsor, 2005). Tämä efekti on suurempi tyypillisesti kehittyneillä ja luultavasti kertoo siitä, miten hyvin lapsi käyttää tietoaan kielen fonologisista rakenteista hyväksi tehtävässä. Epäsanantoistotehtävän erottelevuutta lisää siis epäsanojen pituus, konsonanttiklusterien määrä sekä fonotaktisen todennäköisyyden huomioiminen. Tehtävän voidaan ajatella sopivan monin tavoin kehityksellisen kielihäiriön tunnistamiseen, vaikka se ei olekaan puhtaasti vain fonologisen työmuistin tehtävä.

Epäsanantoistotehtäviä on luotu useille eri kielille (Chiat, 2015). Tunnetuimmat epäsanantoistotehtävät ovat Dollaghan ja Cambellin (1998) luoma ”The Nonword Repetition Task” (NRT) sekä Gathercolen ja kumppaneiden (1994) luoma ”The Children’s Test of Nonword Repetition”, jotka molemmat noudattavat englannin kielen fonotaksia. Suurin osa näiden jälkeen luoduista epäsanantoistotehtävistä on luotu mukailleen jompaakumpaa menetelmää. Archibald ja Gathercole (2006a) vertailivat menetelmiä keskenään ja loivat uutta tietoa testin eroavaisuuden vaikutuksista kehityksellisen kielihäiriön tunnistamiseen (ks. edellinen kappale). Muuten eri epäsanantoistomenetelmien vertailun tutkimus on vähäistä, johtuen osittain testien kielispesifisyydestä.

Epäsanantoistotehtävän pisteytyksessä käytetään erilaisia tapoja. Näistä kaksi suosituinta ovat foneemitason pisteytys PPC (engl. *percentage of phoneme correct*) (Dollaghan & Cambell, 1998) sekä koko sanan pisteytys PIC (engl. *percentage of items correct*), jota käytetään enemmän CNRep-menetelmän yhteydessä (Schwod ym., 2021). PPC-menetelmässä lasketaan oikein äännettyjen foneemien määrä ja se jaetaan foneemien kokonaismäärällä. Menetelmässä foneemin poisjääminen tai korvautuminen toisella foneemilla lasketaan virheeksi. Foneemien lisäksi ei lasketa pisteytykseen ollenkaan. Äännevirheiden vuoksi vääristyvät foneemit lasketaan pisteiksi. PIC-menetelmä poikkeaa PPC-menetelmästä siinä, että yksittäisten foneemien sijaan lasketaan oikein menneet epäsanat kokonaisuutena ja jaetaan kaikkien epäsanojen määrällä. Samankaltaista, mutta tavuihin perustuvaa menetelmää on käyttänyt tutkimuksissaan muun muassa Pham ja Ebert (2020).

PIC-menetelmä on todettu erottelevammaksi kuin PPC-menetelmä, johtuen koehenkilöiden suuremmasta piste-erosta (Dispaldro, Leonard & Deevy, 2013; Graf Estes, Evans & Else-Quest, 2007). Le Clercq kumppaneineen (2017) totesivat PIC-menetelmän toimivan myös lyhennetyn epäsanantoistotehtävän pisteytykseen. PIC-menetelmän pisteytys on nopeaa sekä mahdollista samanaikaisesti testin suorittamisen kanssa, kun taas PPC-menetelmä vaatii tarkempaa analysointia. Tässä tutkimuksessa käytetään PIC-menetelmää sen paremman erottelevuuden vuoksi.

1.5.1 Suomen kielen epäsanantoistotehtävä

Suomen kielen fonotaksia noudattelevia epäsanantoistotehtäviä on tutkittu vasta vähän. Ainoita tutkimuksia, joissa on käytetty suomen kielen fonotaksille luotua epäsanantoistotehtävää on Martikaisen, Savinainen-Makkosen sekä Kunnarin tutkimus (2021), jossa he käyttivät tehtävää tutkiakseen lapsia, joilla oli äännevirheitä. He käyttivät tutkimuksessaan Kunnarin, Tolosen ja Chiatin (2011) luomaa suomenkielistä epäsanantoistotehtävää (Finnish Nonword Repetition Test, FNRT). Epäsanaja on käytetty yleisesti apuna useissa suomenkielisissä tutkimuksissa, mutta normitettua suomen kielen fonotaksille luotua epäsanantoistotehtävää ei ole julkaistu, eikä epäsanantoistotehtävää ole tutkittu kehityksellisen kielihäiriön yhteydessä suomenkielisillä lapsilla.

Suomen kielelle tyypillisiä fonotaktisia piirteitä ovat muun muassa vokaaliharmonia, konsonanttiyhtymät ja tavurakenteet (Lieko, 1992). Vokaaliharmonian mukaan vain samantapaiset vokaalit voivat esiintyä yhdessä ja konsonanttiyhtymiä ei voi esiintyä sanojen alussa tai lopussa. Tyypillisiä tavurakenteita vokaalien ja konsonanttien suhteen on 10 erilaista. Suomen kielessä motorisesti vaikeimpia äänneitä tuottaa ovat /r/- ja /s/-äänneet ja ne opitaan usein viimeisinä (Savinainen-Makkonen & Kunnari, 2012). Tyypillisimpinä äännevirheinä nämä jätetään pois epäsanoina, jotta iälle tyypilliset äännevirheet eivät vaikuta testisuoritukseen.

Suomen kieli poikkeaa muista kielistä myös fonologisen yksinkertaisuuden, sanojen pituuden ja vahvan kirjain-äänne-vastaavuuden osalta. Aikaisemmat tutkimukset ovat keskittyneet fonologisesti monimutkaisempiin kieliin, kuten Englantiin ja Ruotsiin, jolloin kehityksellisen kielihäiriön ja epäsanoina toistotarkkuus ovat olleet yhteydessä toisiinsa (Coady & Evans, 2008). Katsauksessaan Coady ja Evans kertovat, että vain yhdessä tutkimuksessa yhteyttä ei olla löydetty. Kyseessä oli Stoken ja kumppaneiden (2006) kantoninkiinalla toteutettu tutkimus. Kantoninkiin kieli on fonologisesti yksinkertainen kieli. Fonologisesti yksinkertaisissa kielissä konsonanttiklusterien määrä on vähäisempi, joka voi vaikuttaa epäsanantoistotehtävän erottelevuuteen (Archibald & Gathercole, 2006a). Suomen kielen pitkien sanojen vaikutusta tehtävään ei olla aikaisemmin tutkittu. Pidempien epäsanoina on todettu erottelevan lapset, joilla kehityksellinen kielihäiriö (Archibald & Gathercole, 2006a; Briscoe, Bishop & Frazier Norbury, 2001). Koska suomen kielessä sanat ovat keskimääräisesti pidempiä, kuin esimerkiksi Englannin kielessä, emme voi tietää, miten testi erottelee suomenkieliset lapset. Tutkimuksissa on tyypillisesti mitattu epäsanoina tavumääriä, mutta tässä tutkimuksessa käytetään äännemääriä, jotta epäsanoina pituuden vaikutusta voidaan tarkemmin kontrolloida.

1.6 Tutkimuksen merkitys

Epäsanantoistotehtävää on tutkittu kansainvälisesti paljon ja sen yhteydestä kehitykselliseen kielihäiriöön on luotu useita meta-analyyskejä ja katsauksia (Coady & Evans, 2008; Graf Estes, Evans & Else-Quest, 2007; Raitala, 2023; Schwod ym., 2021). Epäsanantoistotehtävää ei ole kuitenkaan tutkittu aikaisemmin kehityksellisen kielihäiriön yhteydessä suomen kielellä. Epäsanantoistotehtävässä on tärkeää ottaa huomioon kielispesifisyys (Schwod ym., 2021), joten aikaisempien tutkimustulosten soveltaminen suoraan suomen kieleen on mahdotonta myös sen muista kielistä eroavan

fonologisen yksinkertaisuuden ja sanojen pituuden osalta. Tämä tutkimus tuo tärkeää uutta tutkimustietoa epäsanantoistotehtävän ominaisuudesta tunnistaa kehityksellinen kielihäiriö suomen kielellä.

2. TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tässä tutkielmassa halutaan selvittää, kuinka hyvin FinnBrain -kohorttitutkimuksessa käytetty epäsanantoistotehtävä tunnistaa lapset, jotka täyttävät kehityksellisen kielihäiriön referenssistandardin, lapsista, jotka ovat tyypillisesti kehittyneitä.

Aikaisemman tutkimuksen perusteella epäsanantoistotehtävässä suoriutuminen on merkitsevästi heikompaa lapsilla, joilla kehityksellinen kielihäiriö, verrattuna lapsiin, jotka ovat tyypillisesti kehittyneitä (Dollaghan & Campbell, 1998; Graf Estes, Evans & Else-Quest, 2007; Schwod ym., 2021). Epäsanantoistotehtävän diagnostisen tarkkuuden tutkimus on osoittanut, että epäsanantoistotehtävällä on potentiaalia tunnistaa kehityksellinen kielihäiriö diagnostisesti tarkasti (Raitala, 2023). Tutkimuskentällä tehtävää on muokattu aikaisemman tutkimuksen perusteella ja myös FinnBrain-tutkimuskohortissa luotiin suomen kielelle epäsanantoistotehtävä. Suomen kielen fonotaksille muokattua epäsanantoistotehtävää ei ole koskaan aikaisemmin tutkittu kehityksellisen kielihäiriön yhteydessä.

Nyt tässä tutkielmassa halutaankin selvittää suomenkielisen epäsanantoistotehtävän mahdollisuuksia diagnostisessa käytössä. Diagnostisesti tarkan menetelmän löytäminen vapauttaisi resursseja kliinisestä työstä arviointitilanteita tehostamalla. Kehityksellisen kielihäiriön diagnosointi on tällä hetkellä monimutkainen prosessi, johon ei ole kehitetty yhtä tiettyä luotettavaa menetelmää. Siksi olisikin tärkeää löytää yksinkertaisempi menetelmä, jolla voitaisiin luotettavasti tunnistaa kehityksellinen kielihäiriö.

Tutkimuskysymys on, onko tämä tutkimuksessa käytetty epäsanantoistotehtävä diagnostisesti tarkka menetelmä kehityksellisen kielihäiriön tunnistamiseen suomenkielisillä lapsilla? Tutkielman hypoteesi on, että epäsanantoistotehtävässä täyttää diagnostisen tarkkuuden kriteerit kehityksellisen kielihäiriön tunnistamisessa perustuen aikaisemmissa tutkimuksissa saatuihin tuloksiin ja näin ollen testiä voisi käyttää diagnostisena tai seulovana menetelmänä.

3. MENETELMÄT

3.1 Tutkittavat

Tutkimuksessa käytetty aineisto on osa FinnBrain-syntymäkohorttitutkimuksen (Karlsson ym., 2018) tutkimusaineistoa. Kohorttitutkimuksen tavoite on kerätä tietoa äidin kokeman stressin vaikutuksista lapsen aivojen kehitykseen ja terveyteen, kun stressi on koettu raskauden aikana tai lapsen ensimmäisien ikävuosien aikana. FinnBrain -syntymäkohorttitutkimuksen rekrytointi aloitettiin joulukuussa 2011 ja lopetettiin huhtikuussa 2015. Rekrytointi tapahtui Varsinais-Suomen ja Ahvenanmaan alueelta kolmesta äitiysneuvolasta. Tutkimukseen rekrytoitiin 3808 raskaana olevaa naista. Lopullinen syntymäkohortti koostui 3837 lapsesta, sillä 29:lle äidille syntyi kaksoset.

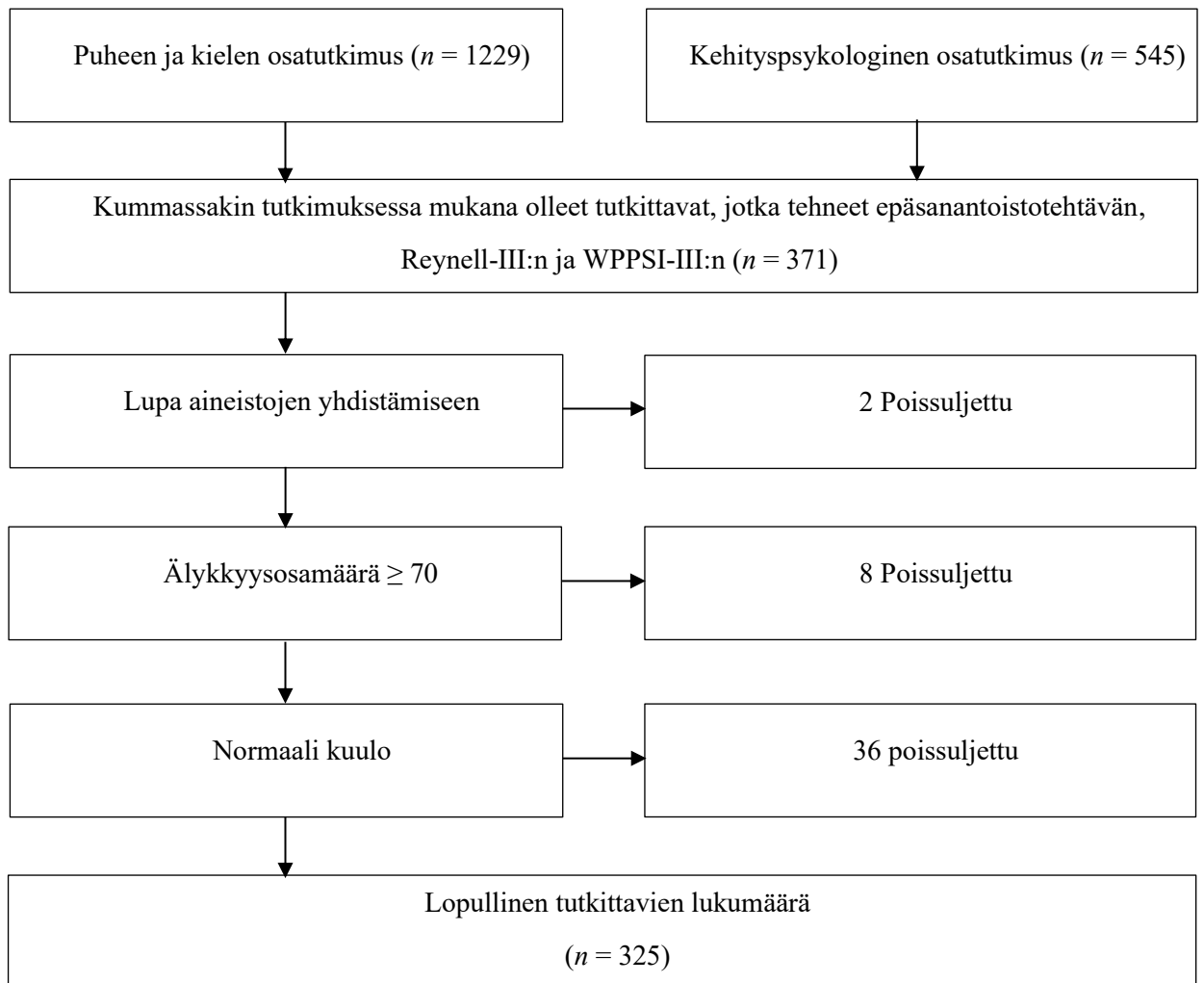
Syntymäkohorttitutkimukseen osallistuvia perheitä seurataan raskausajasta lähtien pitkälle lapsen aikuisuuteen saakka. FinnBrain- tutkimus sisältää useita osatutkimuksia useissa eri ikäpisteissä ja tällä hetkellä on käynnissä yhdeksänvuotisikäpisteen tutkimukset. Tässä tutkimuksessa käytettiin aineistoa aikaisemmasta viisivuotisikäpisteestä. Ikäpisteessä järjestettiin lapsille useita osatutkimuksia, jotka olivat kehityspsykologinen tutkimuskäynti, magneettikuvaus, puheen ja kielen tutkimuskäynti sekä lastenlääkärin tutkimus. Ikäpisteessä oli lisäksi vanhemmille neuropsykologinen tutkimuskäynti. Tässä pro gradu -tutkielmassa käytettiin aineistoa lapsen kehityspsykologiselta tutkimuskäynniltä sekä puheen ja kielen tutkimuskäynniltä. Karlsson ja kumppanit (2018) kertoivat julkaisussaan tarkan kuvauksen syntymäkohortin rakenteesta.

3.2 Aineiston kuvaus sekä sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Tämän tutkielman aineisto koostuu 325:stä FinnBrain-tutkimuskohortin lapsesta. Näistä 141 oli tyttöjä ja 184 oli poikia. Testaushetkellä heidän ikänsä vaihteli 4;11–5;7 välillä (keskiarvo 5;1). Nämä kaikki tutkittavat ovat osallistuneet viisivuotisikäpisteen tutkimuksissa sekä kehityspsykologiselle tutkimuskäynnille että puheen ja kielen tutkimuskäynnille. Tutkittavilla tuli olla tehtynä kehityspsykologiselta käynniltä WPPSI-III (Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence 3rd edition) -testi (Wechsler, 2009), sekä puheen ja kielen käynniltä epäsanantoistotehtävä ja Reynell-III (Reynell Developmental Scales 3rd edition) -testi (Edwards ym., 2001). Jotta osatutkimuksien

aineistoja voitiin analysoida yhdessä, tarvittiin vanhemmilta lupa aineistojen yhdistämiseen.

Tämän tutkimuksen poissulkukriteereitä olivat: 1) Normaalista poikkeava älykkyydosamäärä, 2) normaalista poikkeava kuulo ja 3) tutkittavien pääasiallisen kotikielen tuli olla suomi. Älykkyydosamäärän mittaamisen menetelmänä käytettiin WPPSI-III-testiä (Wechsler Preschool And Primary Scale Of Intelligence - 3rd Edition). WPPSI-III on standardoitu psykologien käyttämä älykkyystesti ja se on yksi yleisimmistä älykkyydosamäärää mittaavista testeistä (Pihko ym., 2014, s.90–91). Testin osatesteistä tutkittavat tekivät kuutiotehtävät, matriisipäätelyn ja kuvakäsitteet, joiden avulla laskettiin suoritusosan älykkyydosamäärä (engl. *Performance Intelligence Quotient*, PIQ). Tutkielman aineistosta poistettiin koehenkilöt, joiden PIQ oli alle 70, sillä kehitysvammaisuudessa älykkyydosamäärä on tyypillisesti alle tuon arvon (Pihko ym., 2014, s.90–91). Kun koehenkilöllä oli pisteitä 70 tai enemmän, hänen älykkyydosamääränsä oletetaan olevan normaalin rajoissa. Tutkittavilla tuli olla todettuna normaali kuulo joko neuvolassa tai kuuloseulassa. Tutkittavien kotikielen tuli olla yli 80 % suomi. Vanhempia pyydettiin kertomaan, kuuliko tai käyttikö lapsi muuta kieltä. Jos käytti, vanhempaa pyydettiin arvioimaan, kuinka suuren prosentin hereillä oloajasta lapsi käytti suomea. FinnBrain-tutkimuksessa kaikki koehenkilöt, jotka tekivät epäsanantoistotehtävän, täyttivät tämän kriteerin. Poissulkukriteerit on esitetty kuvaajassa 1.



Kuvaaja 1. Vuokaavio tutkielman sisäänotto- ja poissulkukriteereistä

Poissulkujen jälkeen tutkielmaan päätyi lopulta 325 tutkittavaa. Nämä tutkittavat jaettiin kahteen koeryhmään, tyypillisesti kehittyneisiin ($n = 284$) ja niihin, jotka täyttivät kehityksellisen kielihäiriön kriteerit ($n = 41$). Jaottelu suoritettiin Reynell-III (Reynell Developmental Scales 3rd edition) -testin (Edwards ym., 2001) avulla, joka mittaa kielellisiä taitoja sekä puheen ymmärtämisen, että puheen tuottamisen osa-alueilla monipuolisesti. Testissä on puheen ymmärtämistä mittaavia osatestejä yhdeksän ja puheen tuottoa mittaavia osatestejä viisi. Koska tutkielman aineisto oli suurempi kuin testin standardointiin käytetty aineisto 5-vuotisikäpisteessä ($n = 34$), päätettiin muodostaa oma standardipisteytys. Koehenkilöryhmät jaettiin kokonaispistemäärän perusteella. Koehenkilöiden suoriuduttua Reynell-III:n kokonaispisteissä $-1,25$ keskihajontaa huonommin verrattuna muihin tämän tutkimuksen koehenkilöihin, heidät luokiteltiin

kehityksellinen kielihäiriö ryhmään. Tämä perusteella kehityksellinen kielihäiriö ryhmään päätyi, kun pisteet olivat ≤ 80 . Koehenkilöryhmät kuvaillaan taulukossa 1.

Taulukko 1. Tutkielmaan valikoituneiden koehenkilöiden ja taustamuuttujien kuvaus

Koehenkilöryhmät		Tyypillisesti kehittyneet		Kehityksellinen kielihäiriö	
		pojat	tytöt	pojat	tytöt
Sukupuoli*	<i>n</i>	154	130	30	11
		yhteensä		yhteensä	
<i>n</i>		284		41	
%		87.38 %		12.62 %	
Ikä (kk)*	Ka	61.23		60.98	
	Kh	±1.51		±1.11	
	(Vaihteluväli)	(59–67)		(59–64)	
PIQ ^{a*}	Ka	104.80		98.80	
	Kh	±15.61		±12.57	
	(Vaihteluväli)	(72–146)		(74–137)	
Reynell-III ^{b*}	Ka	95.48		73.85	
	Kh	±7.033		±6.795	
	(Vaihteluväli)	(81–114)		(45–80)	
Koulutustaso ^c	1	<i>n</i>	64	14	
		%	22.5 %	34.1 %	
	2	<i>n</i>	70	12	
		%	24.6 %	30.8 %	
	3	<i>n</i>	142	13	
		%	50 %	33.3 %	
	tieto puuttuu	<i>n</i>	8	2	
	%	2.8 %	4.9 %		
	yhteensä	%	100 %	100 %	

a = WPPSI-III-testistä (Wechsler, 2009) saatu suoritusosan älykkyysosamäärä.

b = Reynell-III-testin (Edwards ym., 2001) kokonaispistemäärä.

c = Äidin koulutustaso, 1 = peruskoulu/toinen aste, 2 = alempi korkeakoulututkinto, 3 = ylempi korkeakoulututkinto/lisensiaatti/tohtori.

* = taustamuuttuja oli merkitsevästi yhteydessä epäsanantoistotehtävässä suoriutumiseen, $p < .05$.

3.3 Tutkimuksen toteuttaminen

Tämä pro gradu -tutkielma toteutettiin poikittaistutkimuksena osana FinnBrain-syntymäkohorttitutkimusta. Tutkielmassa käytetty data on koottu Turun yliopiston tiloissa vuosien 2017–2021 välisenä aikana. Aineisto saatiin tutkielman käyttöön työtunteja vastaan, jotka toteutettiin tutkimusaineiston litteroimisella. Saatu aineisto oli koottu valmiiksi numeraaliseen muotoon. Tutkielman tekijän tehtäväksi jäi osatutkimuskäyntien aineiston yhdistäminen ja sen analysointi.

3.4 Tutkimuksen eettisyys

Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin eettinen toimikunta on hyväksynyt FinnBrain-hankkeen tutkimusprotokollan (Karlsson ym., 2018). Vanhemmat allekirjoittivat kirjallisen suostumuksen tutkimukseen osallistumisesta itsensä ja lapsensa puolesta tutkimuksen alussa. Tutkimukseen osallistuminen oli täysin vapaaehtoista ja tutkittavat saivat vapaasti valita, mihin osatutkimuksiin halusivat osallistua. Tutkimukseen osallistumisen sai keskeyttää syytä mainitsematta missä tutkimuksen vaiheessa tahansa. Vanhemmille kerrottiin, ettei keskeyttäminen vaikuta heidän saamiinsa terveydenhuollon palveluihin.

Tutkimuksessa kerättyä tietoa käsitellään ja säilytetään tietoturvallisesti sekä luottamuksellisesti. Tutkimuksessa kerättyä aineistoa säilytetään Turun yliopiston tiloissa lukitussa kaapissa lukitussa huoneessa sekä yliopiston sisäisellä tietoturvallisella verkkolevyllä. Aineistoon on pääsy ainoastaan tutkimuksen tekijöillä ja tutkimusryhmään kuuluvilla jäsenillä. Kaikkia osapuolia sitoo salassapitovelvollisuus. Aineistosta on poistettu tarpeettomat tunnistetiedot ja aineiston analysoinneissa käytetään tutkittavan nimen sijasta koehenkilönumeroa. Tutkimusaineistosta julkaistavista raporteista ei voida tunnistaa yksittäistä lasta. Kerätyt tiedot hävitetään tutkimuksen päätyttyä.

3.5 Tutkimusmenetelmät

3.5.1 Kielellisten taitojen mittaaminen

Kielellisten taitojen tason mittaamista tarvittiin koehenkilöryhmien jakamiseen. Testin diagnostisen tarkkuuden tutkimisessa tarvitaan tutkimuksen kohteena olevalle testille eli epäsanantoistotehtävälle vertailu kohta, joka on luotu kultaiseen standardiin tai vertailunormaaliiin perustuen. Tässä tutkielmassa tähän käytettiin Reynell-III (Reynell

Developmental Scales 3rd edition) -testiä (Edwards ym., 2001). Testi suoritettiin kokonaisuudessaan yhdellä testauskerralla ja koeryhmäjako perustui testin kokonaispistemäärään, joka koostuu erilaisista kielen tuoton ja ymmärtämisen osatehtävistä. Kehityksellisen kielihäiriön tunnistamisen kultaista standardia mukaillen, -1,25 keskihajontaa huonommin suoriutuneet lapset luokiteltiin kehityksellisen kielihäiriön ryhmään.

3.5.2 Epäsanantoistotehtävä

Tutkimuksen kohteena oleva epäsanantoistotehtävä on FinnBrainin puheen ja kielen käynnille luotu menetelmä. Epäsanat on valittu julkaisemattomasta Kati Renvallin luomasta laajemmasta 90 epäsananan toistamistehtävästä. Nämä sanat olivat 4, 6 ja 8 äännettä sisältäviä epäsananoja, jotka on muodostettu oikeista monomorfeemisista suomen kielen sanoista muuntamalla 1–3 äännettä. Kaikki epäsanat noudattavat suomen kielen fonotaksia. Näistä sanoista valittiin 18 epäsananaa (bigrammi-frekvenssi $ka = 7.90$), joissa ei esiintynyt /r/- tai /s/-äänteitä. Jokaiselle äännemäärälle valittiin kolme matalan ja kolme korkean bigrammi-frekvenssin epäsananaa. Valituista epäsananoista luotiin kaksi erilaista satunnaisessa järjestyksessä olevaa tehtävää, joiden suorittaminen koehenkilöillä satunnaistettiin (katso liite 1). Taulukossa 2 valittujen epäsananojen bigrammi-frekvenssit 1000 sanaa kohden. Bigrammi-frekvenssit muodostettiin Turun Sanomien korpusaineistosta.

Taulukko 2. *Epäsanojen keskimääräiset bigrammi-frekvenssit 1000 sanaa kohden*

Epäsanan pituus	Epäsana	Keskimääräinen bigrammi-frekvenssi
4 äännettä	hoko	4.14
	laha	5.30
	koke	5.97
	alti	8.30
	oite	10.87
	kene	13.03
6 äännettä	tilppi	4.75
	leukki	5.44
	vyyttä	5.69
	evento	8.51
	lanava	9.98
	loitta	12.30
8 äännettä	lummukki	4.41
	pytiikka	5.20
	elkamoli	6.92
	manootti	8.99
	hemaatti	9.07
	oikainen	13.32

Epäsanantoistotehtävä toteutettiin koehenkilöillä puheen ja kielen käynnin yhteydessä. Epäsanat toistettiin Dellin tietokoneelta BOSE-kaiuttimen kautta ja lapsen tuotos äänitettiin Marantz Professional PMD561 -tallentimella wave -tiedostoksi. Jokainen epäšana toistettiin pääsääntöisesti kerran. Epäsana toistettiin uudelleen ainoastaan silloin, jos lapsi puhui samanaikaisesti, eikä voinut kuulla äänitettä tarpeeksi hyvin tai jos kaiuttimen kanssa ilmeni teknisiä ongelmia. Jos sana jouduttiin toistamaan enemmän kuin kolme kertaa, koehenkilön tuotos sen itemin kohdalta poistettiin aineistosta.

Epäsanantoistotehtävä pisteytettiin sanaperustaisesti. Pisteytysmenetelmässä laskettiin oikein tuotettujen epäsanojen määrä niin, että epäsanasta sai pisteen, vaikka tuotoksen alussa tai lopussa olisi tuotettu ylimääräisiä ääniteitä. Jos ylimääräisiä ääniteitä oli epäsanana keskellä, ei tuotoksesta saanut pistettä. Sanaperustaisen pisteytysmenetelmän maksimipistemääräksi tuli 18 pistettä. Menetelmän reliabiliteettikerroin on hyvä (88,38 %).

3.6 Tilastolliset analyysit

Tutkielmassa tarkasteltiin tyypillisesti kehittyneiden ja kehityksellisen kielihäiriön ryhmien suoriutumista epäsanantoistotehtävässä korrelatiivisella tutkimusasetelmalla. Aineiston analysointiin käytettiin IBM SPSS Statistics 27 -ohjelmistoa. Kaikissa tilastollisissa analyyseissä merkitsevyyden rajana pidettiin $p = .05$ arvoa. Muuttujien yhteyksiä tarkastellaan deskriptiivisesti sekä epäsanantoistotehtävästä tarkasteltiin jakaumien normaalisuutta. Koehenkilöiden suoriutumista epäsanantoistotehtävässä tarkasteltiin logistisella regressiolla. Regressioanalyysi oli tarpeellinen, jotta saimme selville, erotteliko tehtävä koeryhmät toisistaan merkitsevästi. Tämän jälkeen pystyttiin etenemään epäsanantoistotehtävän diagnostisen tarkkuuden tarkasteluun.

Epäsanantoistotehtävän pisteytyksen jakaumaa tarkasteltiin histogrammin ja Shapiro-Wilkin normaalijakaumatestauksen avulla. Histogrammin perusteella jakauma oli vasemmalle vino, eikä se noudattanut normaalijakaumaa ($p < .05$). Yleisen raja-arvolausekkeen perusteella aineisto on riittävän suuri parametristen testien käyttämiseen.

3.6.1 Taustamuuttajat

Normaalijakaumatestauksen jälkeen tutkittiin taustamuuttujien yhteyksiä epäsanantoistotehtävässä suoriutumiseen. Taustamuuttujia olivat sukupuoli, ikä, koulutustausta, älykkyydosamäärä ja Reynell-III-testissä suoriutuminen. Taustamuuttujien yhteyksiä tutkittiin, jotta pystyttiin kontrolloimaan merkitsevät muuttajat regressiomallissa selittävinä muuttujina. Tällöin taustamuuttujien yhteydet eivät vääristä diagnostisen tarkkuuden tarkastelua.

Kaikkien taustamuuttujien yhteydet löytyvät taulukosta 3 sekä merkitsevät yhteydet merkittynä taulukkoon 1. Sukupuoli, ikä, älykkyydosamäärä ja Reynell-III-testin suoriutuminen olivat merkitsevästi yhteydessä epäsanantoistotehtävässä suoriutumiseen. Pojat ($ka = 10.94$, $kh = 2.96$) suoriutuivat tehtävästä tyttöjä ($ka = 12.10$, $kh = 2.77$) heikommin. Ikä, älykkyydosamäärä ja Reynell-III-testissä suoriutuminen korreloivat positiivisesti epäsanantoistotehtävässä suoriutumisen kanssa. Taustamuuttujista ainoastaan koulutustaso ei ollut yhteydessä epäsanantoistotehtävässä suoriutumiseen.

Näiden tulosten perusteella sukupuoli, ikä ja älykkyydosamäärä olivat taustamuuttujia, joita haluttiin kontrolloida regressiomallissa selittävinä muuttujina. Regressiomalliin tulevien selittävien muuttujien välistä korrelaatiota tarkasteltiin pearsonin

korrelaatiokertoimen avulla. Korrelaatiot on esitetty taulukossa 4. Mitkään selittävistä muuttujista eivät korreloineet keskenään tilastollisesti merkitsevästi.

Taulukko 3. *Taustamuuttujien yhteydet epäsanantoistotehtävään*

	Sukupuoli		Ikä		Koulutustaso ^a		PIQ ^b		Reynell-III ^c	
	<i>t</i> (323)	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>F</i> (2,312)	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Epäsanantoisto- tehtävä	-3.60	<.001*	.147	.008*	1.54	.215	.134	.016*	.322	<.001*

* $p < 0.05$

a = Kolmiluokkainen äidin koulutustaso, 1 = peruskoulu/toinen aste, 2 = alempi korkeakoulututkinto, 3 = ylempi korkeakoulututkinto/lisensiaatti/tohtori.

b = WPPSI-III-testistä (Wechsler, 2009) saatu suoritusosan älykkyyssosamäärä.

c = Reynell-III-testin (Edwards ym., 2001) kokonaispistemäärä.

Taulukko 4. *Selittävien muuttujien keskinäiset korrelaatiot pearsonin korrelaatiokertoimella*

	Sukupuoli	Ikä	PIQ
Sukupuoli	1.00		
Ikä	.04	1.00	
PIQ	-.04	-.03	1.00

PIQ = WPPSI-III-testistä (Wechsler, 2009) saatu suoritusosan älykkyyssosamäärä.

3.6.2 Logistinen regressio

Tutkielmassa haluttiin selvittää, selittääkö epäsanantoistotehtävässä suoriutuminen koeryhmäjako eli eroaako suoriutuminen koeryhmien välillä merkitsevästi ja onko heikko epäsanantoistotehtävässä suoriutuminen yhteydessä kehitykselliseen kielihäiriöön. Luotiin binäärinen logistinen regressiomalli, johon selitettäväksi muuttujaksi valittiin koehenkilöryhmät ja selittäjäksi epäsanantoistotehtävässä suoriutuminen. Lisäksi malliin otettiin mukaan selittäviksi kovariaateiksi lapsen ikä, sukupuoli ja älykkyyssosamäärä.

3.6.3 Diagnostinen tarkkuus

Tutkimuskysymykseen vastattiin logistisen regression jälkeen. Jos koehenkilöryhmien suoriutuminen epäsanantoistotehtävässä erosi tilastollisesti merkitsevästi toisistaan, tarkasteltiin diagnostisen tarkkuuden arvoja. Tavoitteena oli etsiä paras sensitiivisyyden ja spesifisyyden suhde, jonka jälkeen voitiin tarkastella valitun pistekohdan uskottavuusosamääriä. Tässä tutkielmassa diagnostisen tarkkuuden kannalta riittävänä arvona pidettiin yli 80 % sensitiivisyyttä ja spesifisyyttä. Uskottavuusosamäärien osalta positiivisen uskottavuusosamäärän tuli olla ≥ 10.0 ja negatiivisen uskottavuusosamäärän ≤ 10 . Tällöin testiä voitaisiin käyttää kliinisessä työssä.

4. TULOKSET

Tämän pro gradu -tutkielman tavoitteena oli selvittää, onko epäsanantoistotehtävä diagnostisesti tarkka tunnistamaan lapset, jotka täyttävät kehityksellisen kielihäiriön kriteerit, lapsista, joka on tyypillisesti kehittyneitä. Koehenkilöryhmien suoriutumista epäsanantoistotehtävässä tarkasteltiin logistisella regressiolla, jonka jälkeen tarkasteltiin diagnostisen tarkkuuden arvoja.

4.1 Koeryhmien suoriutuminen epäsanantoistotehtävässä

Tutkimuksessa haluttiin selvittää, ennustaako epäsanantoistotehtävä kehityksellisen kielihäiriön ryhmään kuulumista. Muodostettiin binäärinen logistinen regressiomalli, jonka selitettävänä muuttujana oli koehenkilöryhmäjako ja selittäjänä epäsanantoistotehtävässä suoriutuminen. Malli vakioitiin iällä, sukupuolella ja älykkyydosamäärällä. Malli sopi aineistoon paremmin kuin tyhjä malli $\chi^2(4) = 21.29$, $p < .001$. Malli luokitteli oikein 87.4 % tapauksista, mutta sen selitysaste oli 11.9 % (Nagelkerke $R^2 = .119$). Malli selittää siis vain 11.9 % koehenkilöryhmiin jakautumisesta. Epäsanantoistotehtävässä suoriutuminen selittää tilastollisesti merkitsevästi kehityksellisen kielihäiriön ryhmään kuulumista $OR = 1.19$, 95 % $CI = [1.06, 1.33]$, kun malli vakioitiin iällä, sukupuolella ja älykkyydosamäärällä.

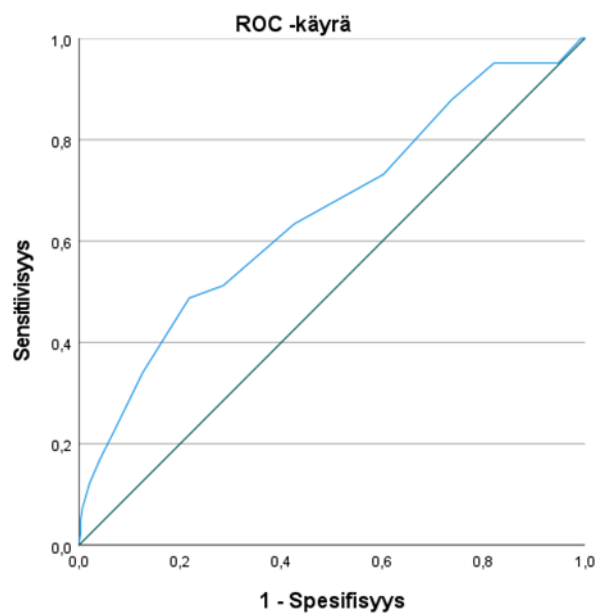
Taulukko 5. Selittävien muuttujien yhteys koehenkilöryhmäjakoon logistisen regressioanalyysin mukaan

Selittävä muuttuja	<i>B</i>	<i>SE</i>	$\chi^2(1)$	<i>p</i>	<i>OR [95 % CI]</i>
Epäsanantoisto	0.17	0.06	9.01	.003*	1.19 [1.06, 1.33]
Ikä	0.10	0.13	0.52	.471	1.10 [0.85, 1.43]
Sukupuoli	-0.65	0.39	2.83	.092	0.52 [0.25, 1.11]
PIQ	0.02	0.01	3.25	.071	1.02 [1.00, 1.05]
Vakiotermi	-7.53	8.12	0.86	.354	.001

*= tilastollisesti merkitsevä $p < .05$. Sukupuolella perustaso on tyttö. PIQ = WPPSI-III-testistä (Wechsler, 2009) saatu suoritulososan älykkyydosamäärä.

4.2 Diagnostisen tarkkuuden tarkastelu

Logistisen regressioanalyysin jälkeen haluttiin selvittää, voidaanko tehtävälle asettaa diagnostisesti tarkka raja-arvo. Tätä varten tarvitsi selvittää pistemäärä, jossa sekä sensitiivisyys että spesifisyys olivat mahdollisimman korkeat. Tätä lähdettiin selvittämään ROC-käyrän (engl. *receiver operating characteristic*) avulla. ROC-käyrässä otetaan huomioon koehenkilön pistemäärä epäsanantoistotehtävässä sekä koehenkilöryhmä. Mallin erottelukyky on heikko ($AUC = .66$, $SE = .05$, $p = .001$, 95 % $CI [.561, .751]$). ROC-käyrä löytyy kuvaajasta 2.



Kuvaaja 2. ROC-käyrä epäsanantoistotehtävästä koehenkilöryhmän selittäjänä

ROC-käyrän perusteella ei ollut mahdollista löytää leikkauspistettä, jossa sekä sensitiivisyys, että spesifisyys olisivat yli 80 %. Tämän vuoksi tutkimuksessa ei myöskään saavutettu riittäviä uskottavuusosamäärän arvoja. Taulukossa 6 tarkastellaan kahdeksan pistemäärän diagnostisen tarkkuuden arvoja. Taulukoissa 7 ja 8 tarkastellaan koehenkilöiden jakautuneisuutta, kun epäsanantoistotehtävän pisteraja on 8.5 ja 13.5.

Taulukko 6. Epäsanantoistotehtävän eri pisterajojen diagnostisen tarkkuuden arvot

Pistemäärä	Sensitiivisyys	Spesifisyys	Positiivinen uskottavuusosamäärä	Negatiivinen uskottavuusosamäärä
7.5	22.0 %	93.3 %	3.28	0.84
8.5	34.1 %	87.3 %	2.69	0.75
9.5	48.8 %	78.2 %	2.24	0.65
10.5	51.2 %	71.5 %	1.80	0.68
11.5	63.4 %	57.4 %	1.49	0.64
12.5	73.2 %	39.8 %	1.22	0.67
13.5	87.8 %	26.4 %	1.19	0.46
14.5	95.1 %	18.0 %	1.16	0.27

Taulukko 7. Koehenkilöiden jakautuminen, kun epäsanantoistotehtävän pisteraja on 8.5

	Kehityksellinen kielihäiriö <i>n</i> (%)	Tyypillisesti kehittyneet <i>n</i> (%)
Testitulos positiivinen (<8.5)	14 (34.1 %)	36 (12.7 %)
Testitulos negatiivinen (>8.5)	27 (65.9 %)	248 (87.3 %)
Yhteensä (n)	41 (100 %)	284 (100 %)

Taulukko 8. Koehenkilöiden jakautuminen, kun epäsanantoistotehtävän pisteraja on 13.5

	Kehityksellinen kielihäiriö <i>n</i> (%)	Tyypillisesti kehittyneet <i>n</i> (%)
Testitulos positiivinen (<13.5)	36 (87.8 %)	209 (73.6 %)
Testitulos negatiivinen (>13.5)	5 (12.2 %)	75 (26.4 %)
Yhteensä (n)	41 (100 %)	284 (100 %)

5. POHDINTA

Tämän pro gradu -tutkielman tarkoituksena oli tutkia, onko epäsanantoistotehtävä diagnostisesti tarkka testi tunnistamaan lapset, jotka täyttävät kehityksellisen kielihäiriön kriteerit, lapsista, jotka ovat tyypillisesti kehittyneitä. Hypoteesina oli, että testi täyttäisi diagnostisen tarkkuuden kriteerit perustuen aikaisempaan tutkimukseen. Tutkielman analyysi tuki aikaisempaa tutkimusta siinä, että lapsen kielellisten taitojen taso oli merkitsevästi yhteydessä epäsanantoistotehtävässä suoriutumiseen (Dollaghan & Campbell, 1998; Graf Estes, Evans & Else-Quest, 2007; Schwod ym., 2021). Testi ei tässä tutkimuksessa kuitenkaan täyttänyt diagnostisen tarkkuuden kriteerejä, sillä sensitiivisyyden ja spesifisyyden arvot eivät täytyneet yhtäaikaaisesti. Tutkielmassa ei löydetty yhtä sopivaa pistemäärää epäsanantoistotehtävässä suoriutumiselle, jotta voitaisiin sen todeta erottelevan diagnostisen tarkasti kehityksellisen kielihäiriön ryhmän lapset tyypillisesti kehittyneistä lapsista. Kun sensitiivisyyden arvot olivat riittävällä tasolla, spesifisyyden arvot laskivat. Riittävän korkea sensitiivisyys (87.8 %) löydettiin pistemäärän ollessa alle 13.5 eli testi tunnistaa tällöin kehityksellisen kielihäiriön ryhmään kuuluvat lapset 87.8 prosentin todennäköisyydellä oikein. Tällöin spesifisyys jäi todella alhaiseksi (26.4 %). Kun taas spesifisyys oli riittävän korkealla, sensitiivisyyden arvot laskivat. Riittävän korkea spesifisyys (87.3 %) saavutettiin pistemäärän ollessa yli 8.5 eli testi tunnistaa tällöin tyypillisesti kehittyneet lapset 87.3 prosentin todennäköisyydellä oikein. Vuorostaan sensitiivisyys jäi tällöin todella alhaiseksi (34.1 %).

Koska diagnostisen tarkkuuden arvot eivät täytyneet, testi ei täyttänyt myöskään riittäviä uskottavuusosamäärän arvoja, joita vaaditaan seulovalta tai diagnostiselta menetelmältä. Diagnostinen testimenetelmä vaatisi sekä positiivisen, että negatiivisen uskottavuusosamäärän arvojen täyttymistä. Seulovassa menetelmässä pyritään etsimään korkea arvo positiiviselle uskottavuusosamäärälle negatiivisen uskottavuusosamäärän kustannuksella. Positiivinen uskottavuusosamäärä jäi kuitenkin niin kauas tavoitteesta, että testin käyttö ei ole yksinään suositeltavaa edes seulovana menetelmänä. Testissä ilmenee paljon vääriä positiivisia sekä negatiivisia testituloksia. Väärien positiivisten kohdalla on syytä pohtia, löytyykö tyypillisesti kehittyneidenkin lasten joukosta lapsia, joiden fonologisen työmuistin kapasiteetti on vielä tässä vaiheessa kapea, mutta heillä ei kuitenkaan ilmene kehityksellistä kielihäiriötä. Tällöin testi ei tunnista heitä tyypillisesti kehittyneiksi ja tämä selittäisi väärien positiivisten tulosten suurta määrää.

Kehityksellisen kielihäiriön ryhmästä puolestaan löytyi lapsia, joiden fonologisen työmuistin kapasiteetti oli laajempi verrattuna muiden ryhmäläisten suoriutumiseen.

5.1 Tutkimuksen vahvuudet ja rajoitteet

Tutkimuksen vahvuutena voidaan pitää FinnBrain-kohorttitutkimuksen laajaa otoskokoja, joka on huomattavasti suurempi kuin muissa epäsanantoistotehtävän diagnostista tarkkuutta tarkastelleissa tutkimuksissa. Laaja otoskoko lisää diagnostisen tarkkuuden arvojen luotettavuutta ja tulosten yleistettävyyttä muihin samanikäisiin suomenkielisiin lapsiin. Tutkimuksen koehenkilöt olivat myös hyvin samanikäisiä keskenään (vaihteluväli 59–67kk). Silti aineiston analyysissä löydettiin iän olevan merkitsevästi yhteydessä epäsanantoistotehtävässä suoriutumiseen. Tähän saattoi vaikuttaa se, että näillä ikävuosilla fonologisen tietoisuuden taidot kehittyvät valtavasti (Niemitalo-Haapola & Ukkola, 2020). Osa lapsista on voinut harjoitella tehostetusti fonologisen tietoisuuden taitoja viisivuotiaille suunnatussa esiopetuksessa ja tämä saattoi myös vaikuttaa tutkimuksen tulokseen.

Tutkimuksen rajoitteena voidaan pitää koehenkilöryhmien jakamista Reynell-III-testin (Edwards ym., 2001) kokonaispistemäärän perusteella. Testin suomenkielisessä normitusvaiheessa ilmeni 5-vuotiaiden kohdalla kattoefektiä, joka kertoo siitä, että osa tehtävistä on ollut suurelle osalle tutkittavista hyvin helppoja. Tämä voi vaikuttaa siihen, ettei testi erottele kehityksellistä kielihäiriötä riittäväällä tarkkuudella. Yksittäisetkin virheelliset koehenkilöjaot vaikuttavat epäsanantoistotehtävästä saatuihin diagnostisen tarkkuuden arvoihin suuresti. Lisäksi koehenkilöryhmäjakomme poikkesi kultaisesta standardista siinä, että käytimme kokonaispistemäärää yksittäisten tehtävien pisteystysten sijaan.

5.2 Päätelmät ja jatkotutkimuksen tarve

Tämän tutkimuksen perusteella FinnBrain -kohorttitutkimusta varten luotu epäsanantoistotehtävä ei sovellu tällaisenaan kehityksellisen kielihäiriön diagnosointiin tai seulontaan. Menetelmässä on potentiaalia diagnostiseksi tai seulovaksi menetelmäksi, mutta se vaatii vielä hiomista suomenkielisille lapsille sopivaksi. Testin etuna on erityisesti sen helppo ja nopea toteutus, joka mahdollistaa sen toteuttamisen matalalla kynnyksellä. Testi toisi apua erityisesti kehityksellisen kielihäiriön varhaiseen

tunnistamiseen, jolloin haasteisiin päästään puuttumaan varhaisessa vaiheessa ja mahdollisesti ennen koulun aloittamista. Kliinisessä työssä ei ole tällä hetkellä käytössä yhtä luotettavaa menetelmää kehityksellisen kielihäiriön tunnistamiselle, joten tarve vastaavalle menetelmälle, joka voisi toimia myös seulovana menetelmänä, on suuri.

Tutkimus on ensimmäinen tutkimus, joka tutkii suomen kielelle normitettua epäsanantoistotehtävää ja sen ominaisuuksia. Suomen kieli eroaa muista kielistä fonologisen yksinkertaisuuden sekä sanojen pituuksien osalta. Muilla kielillä tehtyä tutkimusta ei voida siis suoraan soveltaa suomenkieliseen yhteisöön. Epäsanantoistotehtävä luotiin fonologisesti monimutkaisempien sekä lyhyempiä sanoja sisältävien kielten tutkimuksien määrittämien kriteerien perusteella. On mahdollista, että suomenkielisten lasten erottelevuuteen tarvitaan epäsanantoistomenetelmältä erilaisia ominaisuuksia kuin muiden kielten tutkimus on osoittanut.

Jatkossa olisi syytä tutkia tarkemmin suomen kielelle luotua epäsanantoistotehtävää ja huomioida erityisesti fonologinen yksinkertaisuus sekä sanojen pituus. Vaikka yhteys koehenkilöryhmien ja tehtävässä suoriutumisen väliltä löydettiin, voisi kielen fonologinen yksinkertaisuus ja sanojen pituus selittää häiriön tunnistamisen epätarkkuutta. Epäsanoihin olisi syytä lisätä konsonanttiklustereita, kuitenkin noudattaen suomen kielen fonotaksia. Konsonanttiklusterien on todettu aikaisemmin lisäävän testin erottelevuutta (Archibald & Gathercole, 2006a; Briscoe, Bishop & Frazier Norbury, 2001). Suomen kielen sanojen pituus taas voi vaikuttaa tulokseen siten, että lapset ovat harjaantuneempia pidempien sanojen toistolle verrattuna muihin kieliin. Suomen kieliseen epäsanantoistotehtävään olisi syytä lisätä entistä pidempiä sanoja ja selvittää, lisääntykö erot sanojen pidentyessä entisestään, kuten on muiden kielten tutkimuksessa käynyt (Archibald & Gathercole, 2006a; Graf Estes, Evans & Elsa-Quest, 2007).

Tässä tutkimuksessa huomattiin myös iän vaikuttavan merkitsevästi epäsanantoistotehtävässä suoriutumiseen. Voisikin olla hyödyllistä tutkia eri ikäisiä lapsia ja pohtia, erottelisiko testi paremmin nuoremmat lapset toisistaan. Kehityksellinen kielihäiriö voidaan diagnosoida jo neljän vuoden iässä (Kehityksellinen kielihäiriö: Käypä hoito -suositus, 2019), joten neljävuotiaiden lasten tutkimus voisi tuoda uutta tietoa testin ominaisuuksista. Vielä ei ole myöskään tietoa, mitkä tämän tutkielmassa käytetyn epäsanantoistotehtävän sanoista erottelevat lapsia parhaiten toisistaan ja pystyttäisiinkö sitä kautta muovaamaan epäsanantoistotehtävää paremmin erottelevaksi. Yksi mahdollisuus on myös toisen testin liittäminen epäsanantoistotehtävän yhteyteen.

Tällä on aikaisemmin onnistuttu tarkentamaan menetelmän tuloksia (Schwod ym. 2021). Jatkossa diagnostisen tarkkuuden tutkimuksissa tulee kiinnittää erityistä huomiota myös koehenkilöryhmäjakoon, jolloin tuloksia voidaan pitää luotettavampina. Kielellisiä taitoja voisi myös tarkastella jatkumona, sillä myös ilman diagnoosia jäävät tarvitsevat usein tukea taitojen oppimiseen. Kun diagnostisesti tarkka testi on löytynyt, on syytä lisäksi tarkastella testin ennustearvoja, jotta pystytään tarkemmin arvioimaan testin mahdollista käyttöönottoa kliinisessä työssä.

LÄHTEET

- Akobeng, A. K. (2007a). Understanding diagnostic tests 1: Sensitivity, specificity and predictive values. *Acta Paediatrica*, 96(3), 338–341. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2006.00180.x>
- Akobeng, A. K. (2007b). Understanding diagnostic tests 2: Likelihood ratios, pre- and posttest probabilities and their use in clinical practice. *Acta Paediatrica*, 96(4), 487–491. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2006.00179.x>
- Aluehallintovirasto (19.1.2022). *Kuopion kaupungille huomautus puheterapian järjestämisestä*. <https://avi.fi/tiedote/-/tiedote/69929985>
- Aluehallintovirasto (20.2.2022). *Aluehallintovirasto määrää Jyväskylän kaupungin järjestämään puheterapiapalvelut hoitotakuun puitteissa*. <https://avi.fi/tiedote/-/tiedote/69932917>
- Anderson, S. A. S., Hawes, D. J., & Snow, P. C. (2016). Language impairments among youth offenders: A systematic review. *Children and Youth Services Review*, 65, 195–203. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2016.04.004>
- Archibald, L. M. D. (2016). Working memory and language learning: A review. *Child Language Teaching and Therapy*, 42(4), 1–13. <https://doi.org.ezproxy.utu.fi/10.1177/0265659016654206>
- Archibald, L. M. D., & Gathercole, S. E. (2006a). Nonword repetition: A comparison of tests. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 49(5), 970–983. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2006/070\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2006/070))
- Archibald, L. M. D., & Gathercole, S. E. (2006b). Short-term and working memory in specific language impairment. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 41(6), 675–693. <https://doi.org/10.1080/13682820500442602>
- Baddeley, A. & G. Hitch 1974. Working memory. Teoksessa G. Bower (toim.) *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* 8. Academic Press, 47–89.

- Baddeley, A., Gathercole, S., & Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review*, *105*(1), 158–173. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.105.1.158>
- Benasich, A. A., Thomas, J. J., Choudhury, N. & Leppänen, P. H. T. (2002). The importance of rapid auditory processing abilities to early language development: Evidence from converging methodologies: Importance of Rapid Auditory Processing Abilities. *Developmental Psychobiology*, *40*, 278–292. <https://doi.org/10.1002/dev.10032>
- Bishop, D. V. M., Snowling, M. J., Thompson, P. A., Greenhalgh, T., & the CATALISE-2 consortium. (2017). Phase 2 of CATALISE: A multinational and multidisciplinary Delphi consensus study of problems with language development: Terminology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *58*(10), 1068–1080. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12721>
- Briscoe, J., Bishop, D. V. M., & Frazier Norbury, C. (2001). Phonological processing, language, and literacy: A comparison of children with mild-to-moderate sensorineural hearing loss and those with specific language impairment. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *42*(3), 329–340. <https://doi.org/10.1017/S0021963001007041>
- Buchwald, A., & Miozzo, M. (2012). Phonological and motor errors in individuals with acquired sound production impairment. *Journal of speech, language, and hearing research: JSLHR*, *55*(5), S1573–S1586. [https://doi-org.ezproxy.utu.fi/10.1044/1092-4388\(2012/11-0200\)](https://doi-org.ezproxy.utu.fi/10.1044/1092-4388(2012/11-0200))
- Chiat, S. (2015). Nonword repetition. Teoksessa: Armon-Lotem, S., de Jong, J., & Meir, N. (toim.), *Assessing multilingual children: disentangling bilingualism from language impairment*. (s.125–150) (1st ed., Vol. 13). NBN International. <https://doi.org/10.21832/9781783093137>
- Coady, J. A., & Evans, J. L. (2008). Uses and interpretations of non-word repetition tasks in children with and without specific language impairments (SLI). *International Journal of Language & Communication Disorders*, *43*(1), 1–40. <https://doi.org/10.1080/13682820601116485>

- Conti-Ramsden, G., Mok, P. L. H., Pickles, A., & Durkin, K. (2013). Adolescents with a history of specific language impairment (SLI): Strengths and difficulties in social, emotional and behavioral functioning. *Research in Developmental Disabilities, 34*(11), 4161–4169. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.08.043>
- Dispaldro, M., Benelli, B., Marcolini, S., & Stella, G. (2009). Real-word repetition as a predictor of grammatical competence in Italian children with typical language development. *International Journal of Language & Communication Disorders, 44*(6), 941–961. <https://doi.org/10.3109/13682820802491794>
- Dollaghan, C., & Campbell, T. F. (1998). Nonword repetition and child language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 41*(5), 1136–1146. <https://doi.org/10.1044/jslhr.4105.1136>
- Käypä Hoito -suositus. (2019). *Kehityksellinen kielihäiriö (kielellinen erityisvaikeus, lapset ja nuoret)* [sähköinen tutkimusaineisto]. Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. <https://www.kaypahoito.fi/hoi50085>
- Edwards, S., Fletcher, P., Garman, M., Hughes, A., Letts, C., Sinka, I., Korttesmaa, M., Heimonen, K., Merikoski, H., Warna, M.-L., & Varpela, V. (2001). *Reynellin kielellisen kehityksen testi: Käsikirja: Reynell developmental language scales III - RLDS III*, the University of Reading edition. Psykologien kustannus Oy.
- Ervast, L. & Leppänen, P. H. T. (2010). Kielellinen erityisvaikeus. Teoksessa Korpilahti, P., Aaltonen, O. & Laine, M. (toim.), *Kieli ja aivot: Kommunikaation perusteet, häiriöt ja kuntoutus*. (s.212–221). Turun yliopisto, Kognitiivisen neurotieteen tutkimuskeskus.
- Flores Camas, R. A., & Leon-Rojas, J. E. (2023). Specific language impairment and executive functions in school-age children: A systematic review. *Cureus, 15*(8), e43163. <https://doi-org.ezproxy.utu.fi/10.7759/cureus.43163>
- Gallinat, E., & Spaulding, T. J. (2014). Differences in the performance of children with specific language impairment and their typically developing peers on nonverbal cognitive tests: A meta-analysis. *Journal of Speech, Language,*

- and Hearing Research*, 57(4), 1363–1382.
https://doi.org/10.1044/2014_JSLHR-L-12-0363
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1990). Phonological memory deficits in language disordered children: Is there a causal connection? *Journal of Memory and Language*, 29(3), 336–360. [https://doi.org/10.1016/0749-596X\(90\)90004-J](https://doi.org/10.1016/0749-596X(90)90004-J)
- Gathercole, S. E., Willis, C. S., Baddeley, A. D., & Emslie, H. (1994). The children's test of nonword repetition: A test of phonological working memory. *Memory*, 2(2), 103–127. <https://doi.org/10.1080/09658219408258940>
- Graf Estes, K., Evans, J. L., & Else-Quest, N. M. (2007). Differences in the nonword repetition performance of children with and without specific language impairment: A meta-analysis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50(1), 177–195. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2007\)015](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2007)015)
- Gray, S. (2003). Diagnostic accuracy and test-retest reliability of nonword repetition and digit span tasks administered to preschool children with specific language impairment. *Journal of Communication Disorders*, 36(2), 129–151. [https://doi.org/10.1016/s0021-9924\(03\)00003-0](https://doi.org/10.1016/s0021-9924(03)00003-0)
- Henry, L. A., & Botting, N. (2017). Working memory and developmental language impairments. *Child Language Teaching and Therapy*, 33(1), 19–32. <https://doi.org/10.1177/0265659016655378>
- Jackson, E., Leitao, S., Claessen, M., & Boyes, M. (2020). Working, declarative, and procedural memory in children With developmental language disorder. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 63(12), 4162–4178. https://doi.org/10.1044/2020_JSLHR-20-00135
- Karlsson, L., Tolvanen, M., Scheinin, N. M., Uusitupa, H.-M., Korja, R., Ekholm, E., Tuulari, J. J., Pajulo, M., Huotilainen, M., Paunio, T., Karlsson, H., & FinnBrain Birth Cohort Study Group. (2018). Cohort profile: The FinnBrain birth cohort study (FinnBrain). *International Journal of Epidemiology*, 47(1), 15–16. <https://doi.org/10.1093/ije/dyx173>
- Kavander, L. & Tarvainen, S. (2023). Perusterveydenhuollon puheterapeuttien väestövastuu ja puheterapian hoitotakuun toteutuminen. *Puheterapeutti*, 2023(1), 4–7.

- Kunnari, S., Arkkila, E. & Laasonen, M. (2022). Puheen ja kielen kehityksen vaikeuksien syyt, esiintyvyys ja ilmiäiset. Teoksessa Kunnari, S. & Laasonen, M. (toim.), *Lasten kielelliset vaikeudet: Haasteiden tunnistaminen ja kuntoutus*. (s.19–29). PS-kustannus.
- Kunnari, S. & Laasonen, M. (2022). Kehityksellinen kielihäiriö. Teoksessa Kunnari, S. & Laasonen, M. (toim.), *Lasten kielelliset vaikeudet: Haasteiden tunnistaminen ja kuntoutus*. (s.88–104). PS-kustannus.
- Kunnari, S., Tolonen, A.-K., & Chiat, S. (2011). Finnish nonword repetition test (FNRT). (Julkaisematon testi, joka luotu osana COST Action IS0804), www.bisli.org.
- Le Clercq, C. M. P., van der Schroeff, M. P., Rispens, J. E., Ruytjens, L., Goedegebure, A., van Ingen, G., & Franken, M.-C. (2017). Shortened nonword repetition task (NWR-S): A simple, quick, and less expensive outcome to identify children with combined specific language and reading impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 60(8), 2241–2248. https://doi.org/10.1044/2017_JSLHR-L-16-0060
- Lenroot, R. K., & Giedd, J. N. (2008). The changing impact of genes and environment on brain development during childhood and adolescence: Initial findings from a neuroimaging study of pediatric twins. *Development and Psychopathology*, 20(4), 1161–1175. <https://doi.org/10.1017/S0954579408000552>
- Leonard, L. B. (2014). *Children with Specific Language Impairment*, Second Edition (2nd ed.). MIT Press.
- Lieko, A. (1992). *Suomen kielen fonetiikkaa ja fonologiaa ulkomaalaisille*. Finn Lectura.
- Martikainen, A. L., Savinainen-Makkonen, T., & Kunnari, S. (2021). Speech inconsistency and its association with speech production, phonological awareness and nonword repetition skills. *Clinical linguistics & phonetics*, 35(8), 743–760. <https://doi.org.ezproxy.utu.fi/10.1080/02699206.2020.1827296>
- Munson, B., Kurtz, B. A., & Windsor, J. (2005). The influence of vocabulary size, phonotactic probability, and wordlikeness on nonword repetitions of

- children with and without specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 48(5), 1033–1047. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2005/072\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2005/072))
- Newton, E. J., Roberts, M. J., & Donlan, C. (2010). Deductive reasoning in children with specific language impairment. *British Journal of Developmental Psychology*, 28(1), 71–87. <https://doi.org/10.1348/026151009X480185>
- Niemitalo-Haapola, E. & Ukkola, S. (2020) Kielellinen tietoisuus. Teoksessa Niemitalo-Haapola, E, Haapala, S. & Ukkola, S. (toim.), *Lapsen kielenkehitys: Vuorovaikutuksen, leikin ja luovuuden merkitys*. (s.161–182). PS-kustannus.
- Norbury, C. F., Gooch, D., Baird, G., Charman, T., Simonoff, E., & Pickles, A. (2016). Younger children experience lower levels of language competence and academic progress in the first year of school: Evidence from a population study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 57(1), 65–73. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12431>
- Pauls, L. J., & Archibald, L. M. D. (2016). Executive functions in children with specific language impairment: A meta-analysis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 59(5), 1074–1086. https://doi.org/10.1044/2016_JSLHR-L-15-0174
- Pekkala, S., Urrio, L., & Rainò, P. (2022). Rikostaustaisten nuorten puheen, kielen ja kommunikaation vaikeudet. *Sosiaalilääketieteellinen Aikakauslehti*, 59(3). <https://doi.org/10.23990/sa.102603>
- Pham, G., Ebert, K. D., Dinh, K. T., & Dam, Q. (2018). Nonword repetition stimuli for Vietnamese-speaking children. *Behavior Research Methods*, 50(4), 1311–1326. <https://doi.org/10.3758/s13428-018-1049-0>
- Pihko, H., Haataja, L., Rantala, H., & Alén, R. (2014). *Lastenneurologia*. Kustannus Oy Duodecim.
- Plante, E., & Vance, R. (1994). Selection of preschool language tests: A data-based approach. *Language, speech, and Hearing Services in Schools*, 25(1), 15–24. <https://doi.org/10.1044/0161-1461.2501.15>

- Raitala, V. (2023). *Epäsanantoistotehtävän diagnostinen tarkkuus kehityksellisen kielihäiriön tunnistajana* [Kandidaatin tutkielma, Turun yliopisto].
- Renvall, K. (julkaisematon). 90 epäsanana toistamistehtävä. Psykologian ja logopedian laitos, Turun yliopisto.
- Rice, M. L. (2020). Causal pathways for specific language impairment: Lessons from studies of twins. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 63(10), 3224–3235. https://doi.org/10.1044/2020_JSLHR-20-00169
- Rujas, I., Mariscal, S., Murillo, E. & Lázaro, M. (2021). Sentence repetition tasks to detect and prevent language difficulties: A scoping review. *Children*, 8(7):578. <https://doi.org/10.3390/children8070578>
- Saarelma, O., & Hakama, M. (2000). Seulontatutkimusten lupaukset, pettymykset ja mahdollisuudet. *Duodecim* 116(8), 869–870.
- Sanjeevan, T., & Mainela-Arnold, E. (2019). Characterizing the motor skills in children with specific language impairment. *Folia phoniatrica et logopaedica: official organ of the International Association of Logopedics and Phoniatrics (IALP)*, 71(1), 42–55. <https://doi-org.ezproxy.utu.fi/10.1159/000493262>
- Sansavini, A., Favilla, M. E., Guasti, M.T., Marini, A., Millepiedi, S., Di Martino, M.V., Vecchi, S., Battajon, N., Bertolo, L., Capirci, O., Carretti, B., Colatei, M., Frioni, C., Marotta, L., Massa, S., Michelazzo, L., Pecini, C., Piazzalunga, S., Pieretti, M. & Rinaldi, P. (2021). Developmental language disorder: early predictors, age for the diagnosis, and diagnostic tools. A scoping review. *Brain Sciences* 11(5):654. <https://doi.org/10.3390/brainsci11050654>
- Savinainen-Makkonen, T. & Kunnari, S. (2012). Äännevirheet ja niiden kuntoutus. Teoksessa Kunnari, S. & Savinainen-Makkonen, T. (toim.), *Pienten sanat: Lasten äänteellinen kehitys*. (s.173–187). PS-Kustannus.
- Schwob, S., Eddé, L., Jacquin, L., Leboulanger, M., Picard, M., Oliveira, P. R., & Skoruppa, K. (2021). Using nonword repetition to identify developmental language disorder in monolingual and bilingual children: A systematic

- review and meta-analysis. *Journal of speech, language, and hearing research: JSLHR*, 64(9), 3578–3593. https://doi-org.ezproxy.utu.fi/10.1044/2021_JSLHR-20-00552
- Shahmahmood, T., Jalaie, S., Soleymani, Z., Haresabadi, F., & Nemati, P. (2016). A systematic review on diagnostic procedures for specific language impairment: The sensitivity and specificity issues. *Journal of Research in Medical Sciences*, 21(1), 67–67. <https://doi.org/10.4103/1735-1995.189648>
- Shriberg, L. D., & Kwiatkowski, J. (1994). Developmental phonological disorders I: A clinical profile. *Journal of Speech & Hearing Research*, 37(5), 1100. <https://doi-org.ezproxy.utu.fi/10.1044/jshr.3705.1100>
- Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö. (17.1.2024). *Seulonnat*. <https://stm.fi/seulonnat>
- Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö. (2007). *Seulontaohjelmat: Opas kunnille kansanterveystyöhön kuuluvien seulontojen järjestämisestä*. Helsinki.
- Stokes, S. F., Wong, A. M.-Y., Fletcher, P., & Leonard, L. B. (2006). Nonword repetition and sentence repetition as clinical markers of specific language impairment: The case of cantonese. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 49(2), 219–236. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2006/019\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2006/019))
- Tallal, P. (2000). Experimental studies of language learning impairments: From research to remediation. Teoksessa: Bishop, D. V. M. & Leonard, L. B. (toim.). *Speech and Language Impairments in Children: Causes, Characteristics, Intervention and Outcome* (1. painos, s. 131–155). Milton: Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9781315784878>
- Thordardottir, E., Kehayia, E., Mazer, B., Lessard, N., Majnemer, A., Sutton, A., Trudeau, N., & Chilingaryan, G. (2011). Sensitivity and specificity of French language and processing measures for the identification of primary language impairment at age 5. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 54(2), 580–597. APA PsycInfo. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2010/09-0196\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2010/09-0196))

- Tomas, E., & Vissers, C. (2019). Behind the scenes of developmental language disorder: Time to call neuropsychology back on stage. *Frontiers in Human Neuroscience, 12*, 517–517. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00517>
- Tomblin, J. B., Records, N. L., & Zhang, X. (1996). A System for the diagnosis of specific language impairment in kindergarten children. *Journal of Speech and Hearing Research, 39*(6), 1284–1294.
- Tomblin, J. B., Zhang, X., Buckwalter, P., & O'Brien, M. (2003). The stability of primary language disorder: Four years after kindergarten diagnosis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 46*(6), 1283–1296. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2003/100\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2003/100))
- Topbaş, S., Kaçar-Kütükçü, D., & Kopkalli-Yavuz, H. (2014). Performance of children on the Turkish Nonword Repetition Test: Effect of word similarity, word length, and scoring. *Clinical Linguistics & Phonetics, 28*(7–8), 602–616. <https://doi.org/10.3109/02699206.2014.927003>
- Uhari, M. (2014). *Biostatistiikan taskutieto* (3. uud. p.). Duodecim.
- Ullman, M. T., & Pierpont, E. I. (2005). Specific language impairment is not specific to language: The procedural deficit hypothesis. *Cortex, 41*(3), 399–433. [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(08\)70276-4](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70276-4)
- Webster, R. I., & Shevell, M. I. (2004). Topical review: Neurobiology of specific language impairment. *Journal of Child Neurology, 19*(7), 471–481. <https://doi.org/10.1177/08830738040190070101>
- Wechsler, D. (2009). *WPPSI-III käsikirja*. NCS Pearson, Inc.

LIITTEET**Liite 1**

Lapsen koodi _____

Epäsanantoistotehtävä – lomake A

Harjoitus - Sano: ”Nyt kuunnellaan hassuja taikasanoja tietokoneelta ja puhutaan ne taikakoneeseen. Harjoitellaan, sano töppö.” Jos lapsi toistaa, sano ”hyvä, just noin aloitetaan”. Jos lapsi ei toista, jatka harjoitusta, kunnes lapsi toistaa harjoitussanan.

Soita ärsykkeet tietokoneella sopivalla äänenvoimakkuudella. Ärsykeitä ei toisteta. Merkitse o – toistettu oikein, v- toistettu väärin, e - ei vastausta

	O, V, E?	Jos väärin, litteroi tuotos
kene		
leukki		
pytiikkä		
hoko		
oite		
elkamoli		
koke		
loitta		
evento		
manootti		
laha		
lanava		
hemaatti		
tilppi		
oikainen		
vyyttä		
lummukki		
alti		

Lapsen koodi _____

Epäsanantoistotehtävä – lomake B

Harjoitus - Sano: ”Nyt kuunnellaan hassuja taikasanoja tietokoneelta ja puhutaan ne taikakoneeseen. Harjoitellaan, sano töppö.” Jos lapsi toistaa, sano ”hyvä, just noin aloitetaan”. Jos lapsi ei toista, jatka harjoitusta, kunnes lapsi toistaa harjoitussanan.

Soita ärsykkeet tietokoneella sopivalla äänenvoimakkuudella. Ärsykeitä ei toisteta. Merkitse o – toistettu oikein, v- toistettu väärin, e - ei vastausta

	O, V, E?	Jos väärin, litteroi tuotos
oite		
evento		
manootti		
loitta		
pytiikka		
laha		
hemaatti		
koke		
tilppi		
kene		
oikainen		
vyyttä		
hoko		
lanava		
leukki		
alti		
elkamoli		
lummukki		