

SISÄKORVAISTUTTEEN VAIKUTUS ENGLANNIN
KIELEN VOKAALIEN TUOTTOON
SUOMENKIELISILLÄ LAPSILLA JA AIKUISILLA

Anna Busk

Meri-Helmi Höynälä

Pro gradu –tutkielma

Ohjaajat: Kimmo Peltola ja Henna Tamminen

Turun yliopisto

Yhteiskuntatieteellinen tiedekunta

Psykologian ja logopedian laitos

Logopedian oppiaine

25.3.2026

TURUN YLIOPISTO

Psykologian ja logopedian laitos / Yhteiskuntatieteellinen tiedekunta

BUSK, ANNA & HÖYNÄLÄ, MERI-HELMİ: Sisäkorvaistutteen vaikutus englannin kielen vokaalien tuottoon suomenkielisillä lapsilla ja aikuisilla

Pro gradu -tutkielma 45 s., 2 liites.

Logopedia

Maaliskuu 2026

Tämän pro gradu -tutkielman tarkoituksena oli selvittää, vaikuttaako sisäkorvaistute äidinkieltään suomenkielisen henkilön englannin kielen vokaalien ääntämiseen verrattuna normaalisti kuuleviin verrokkeihin. Tarkoituksena oli löytää suuntaa antavia tuloksia, joita voidaan hyödyntää esimerkiksi jatkotutkimuksien pohjana, koska vastaavaa tutkimusta ei ole tehty aiemmin suomenkielisillä sisäkorvaistutetta käyttävillä.

Tutkimukseen osallistui 3 äidinkielenään suomea puhuvaa ja sisäkorvaistutetta käyttävää henkilöä. Yksi tutkittavista oli 11-vuotias tyttö, yksi 57-vuotias mies ja yksi 56-vuotias nainen. Tutkittaville esitettiin kirjallisesti 23 englanninkielistä sanaa, joissa esiintyi 12 eri brittienglannin vokaalia. Tutkittavien tehtävänä oli lausua näkemänsä sanat. Tutkittavien tuottamien sanojen vokaalien ensimmäisen ja toisen formantin arvoja vertailtiin normaalisti kuulevien verrokkien vastaaviin arvoihin. Lisäksi tutkittavien tuottamien sanojen vokaalien kestoa vertailtiin normaalisti kuulevien verrokkien vokaalin keston.

Laadullisen ja tilastollisen analyysin tulosten perusteella tutkittavien ja verrokkiryhmien välillä ei havaittu koko ryhmää koskettavia ja johdonmukaisia eroja. Aikuisaineistosta esiintyi joitakin tilastollisesti merkitseviä eroja vokaalien F1-arvoissa. Lapsiaineistossa eniten tilastollisesti merkitseviä eroja esiintyi vokaalien kestoissa. Kokonaisuudessaan tutkimuksen tulokset viittaavat siihen, että sisäkorvaistute ei vaikuta englannin kielen vokaalien ääntämiseen suomenkielisillä henkilöillä.

Avainsanat: sisäkorvaistute, fonetiikka, vokaalit, englannin kieli, ääntäminen

Sisällysluettelo

1 Johdanto	4
1.1 Puheen tuottaminen.....	4
1.2 Vieraan kielen ääntämisen oppiminen	6
1.3 Suomen ja englannin vokaalit ja niiden erot.....	9
1.4 Sisäkorvaistutteen toiminta ja vaikutus puheen tuottoon.....	12
1.5 Aiempi tutkimus aiheesta.....	14
2 Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimuskysymys	15
3 Menetelmät	17
3.1 Tutkimukseen osallistujat	17
3.2 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen kulku.....	18
3.3 Aineiston analysointi	19
3.4 Tutkimuksen eettisyys	21
4 Tulokset.....	22
4.1 Laadullinen analyysi	25
4.1.1 Vokaalien F1- ja F2-arvot.....	25
4.1.2 Vokaalien kesto.....	30
4.2 Tilastollinen analyysi	31
5 Pohdinta	35
5.1 Tulosten tarkastelu	35
5.2 Tutkimuksen rajoitukset, vahvuudet ja jatkotutkimusehdotukset.....	38
5.3 Johtopäätökset.....	40
6 Lähteet.....	40
7 Liitteet.....	46

1 Johdanto

Vieraan kielen, erityisesti englannin, oppiminen ja osaaminen on lähes välttämätön taito nykyajan maailmassa. Oikein ja selkeästi ääntäminen on keskeistä sujuvan ja tehokkaan kommunikaation saavuttamiseksi muulla kuin omalla äidinkielellä (Ullakonoja & Dufva, 2016). Vieraan kielen ääntämisen oppiminen on haastava prosessi kenelle tahansa, koska se edellyttää uusien foneemikategorioiden muodostumista ja omaan äidinkieleen perustuvan äännejärjestelmän muokkaamista (Abu-Rabia & Kehat, 2004). Suomen ja englannin vokaalijärjestelmät eroavat toisistaan laadullisten ominaisuuksien sekä keston suhteen, ja juuri uudet vokaalit ovat usein hankalimpia oppia vieraassa kielessä, koska niiden akustiset erot ovat yleensä hyvin hienovaraisia (Roach, 2004; Suomi ym., 2008). Vieraan kielen vokaalien hallinta vaatii oppijalta tarkkaa auditiivista erottelukykä ja taitoa yhdistää kuultu malli omaan puhemotoriikkaan (Abu-Rabia & Kehat, 2004).

Kun kuulo ei toimi normaalisti, vieraan kielen äänneiden oppiminen saattaa olla vielä vaativampaa. Vaikka sisäkorvaistute (SI) mahdollistaa vaikeasti kuulovikaisille kuuloaistimuksen ja puheen oppimisen, ei sen tuottama kuuloinformaatio vastaa täysin normaalikuuloisen saamaa kuuloinformaatiota (Kral ym., 2016). Sisäkorvaistutteen ovat yleistyneet paljon viimeisen vuosikymmenen aikana (Kivekäs ym., 2021; Löppönen ym., 2011), ja myös niiden käyttäjät opiskelevat vieraita kieliä. Tutkimusta sisäkorvaistutteen käyttäjien vieraan kielen ääntämisestä on kuitenkin verrattain vähän, erityisesti suomenkielisillä. Tämän tutkielman tavoitteena on osaltaan täyttää tätä tutkimusaukkoa tarkastelemalla, millä tavoin sisäkorvaistute vaikuttaa englannin kielen vokaalien tuottoon suomenkielisillä lapsilla ja aikuisilla.

Tässä pro gradu -tutkielmassa perehdymme ensin puheen tuoton ja vieraan kielen äänneiden oppimisen teoreettiseen viitekehykseen. Lisäksi perehdymme tutkimuksen kohteena oleviin suomen ja englannin kielen vokaaleihin sekä niiden eroavaisuuksiin, ja tarkastelemme sisäkorvaistutteen toimintaperiaatteita ja sen vaikutusta puheen tuottoon. Tarkastelemme myös aiempaa tutkimusnäyttöä aiheesta. Tämän jälkeen esittelemme oman tutkimuksemme menetelmät ja tulokset sekä niiden pohjalta tehdyt johtopäätökset.

1.1 Puheen tuottaminen

Puhe on ihmiselle luonnollisin tapa siirtää ajatuksia ja tietoa yksilöltä toiselle (Aaltonen, 2008). Puheen avulla kommunikointi on piirre, joka erottaa ihmisen muista lajeista. Yksinkertaisimmillaan puheessa on kyse siitä, että puhuja ainoastaan toistaa äidinkieltensä

foneemeja eri järjestyksessä ja muodostaa näin sanoja ja merkityksiä. Puheen hermostollisesta taustasta tiedetään toistaiseksi melko vähän. Ei ole esimerkiksi tarkkaa tietoa siitä, millä tavoin puhuja muuntaa ajatuksensa kielellisiksi ilmauksiksi tai miten kuulija käsittelee kuuloaistin välittämät ilmanpaineen vaihtelut niin, että ne voidaan tulkita merkitykselliseksi puheeksi.

Fysikaalisesti puheäänien tuotossa on kyse keuhkoista tulevan ilmavirran muokkaamisesta ääntöväylää muovaamalla (Wiik, 1998). Ihmisillä ääntöväylä ulottuu äänihuulista huuliin, ja sen keskeisimmät osat ovat kurkunpää, nenäontelo, kitalaki, kieli ja huulet. Puheäänien tuottamisen kannalta keskeisin osa ääntöväylää ovat kurkunpäässä sijaitsevat äänihuulet ja niiden välissä oleva äänirako eli glottis. Puhetta tuottaessa äänihuulet värähtelevät uloshengityksen aikana (Kleemola & Sala, 2013). Äänen sointi muokkautuu nielun ja suun resonoivissa onteloissa. Kurkunpään sisäiset lihakset avaavat ja sulkevat kurkunpäättä, säätelevät äänihuulten muotoa ja jäntevyyttä, ja yhdessä äänenpaineen kanssa ne määräävät äänen korkeuden ja voimakkuuden. Kurkunpään asemaa kaulalla ohjaavat sen ulkoiset lihakset, ja puhehengityksen toimintaa ohjaavat rintakehän lihakset ja pallea. Kurkunpään toimintaa kontrolloivat ylempi ja alempi kurkunpään hermo, jotka ovat kymmenennen aivohermon haaroja.

Ääntöväylän avulla ihminen pystyy tuottamaan kahdenlaisia ääniteitä, vokaaleja ja konsonantteja (Wiik, 1998). Vokaalit ovat ääniteitä, jotka muodostuvat, kun ilmavirta kulkee esteettömästi ääntöväylän läpi ja poistuu suuontelon keskilinjan tai nenäontelon kautta. Konsonantit taas ovat ääniteitä, joiden tuottamisessa ääntöväylään muodostuu kapea kohta tai sulkeuma, tai ilma kulkee suuontelon keskilinjan sijaan kielen sivujen kautta. Puhetta tuottaessa vokaalit ja konsonantit seuraavat toisiaan nopealla tahdilla, 15–20 äännettä joka sekunti (Aaltonen, 2008). Tämä edellyttää, että ääntöelimet ja niitä ohjaavat lihakset toimivat nopeasti ja tarkasti yhdessä. Koska puhuminen vaatii tietynlaista hengitysrytmiä, joka sisältää lyhyemmän sisäänhengityksen ja puheen tuoton aikana tapahtuvan pidemmän uloshengityksen, myös pallealla on tärkeä rooli puheen tuotossa. Jos halutaan puhua selkeästi, pallean lisäksi on saatava esimerkiksi kurkunpää, kitakieleke, kieli ja huulet toimimaan tarkasti yhdessä. Vain pieni epäsynkronointi elinten välillä saattaa kuulua puheessa välittömästi ja tehdä siitä vaikeammin ymmärrettävää.

Tyypillisesti kehittyvän suomenkielisen lapsen fonologista eli äännteellistä kehitystä kuvataan yleensä Iivosen (1994) kehittämän kausijaottelun kautta. Iivonen kuvaa lapsen puheen kehitystä viiden eri kehitysvaiheen kautta. Nämä vaiheet ovat prenataalinen kausi (ennen

syntymää), esileksikaalinen kausi (0–1 v.), proto- eli ensisanojen kausi (1–1,5 v.), systemaattinen kausi (1,5–4 v.) ja fonologisen viimeistelyn kausi (4–7 v.). Esileksikaalisella kaudella lapsi ei vielä osaa tuottaa varsinaisia sanoja, mutta pystyy kuitenkin tuottamaan äänteitä esimerkiksi kujertelemalla ja joteltelemalla (Kunnari & Savinainen-Makkonen, 2012a). Ensisanojen kaudella lapsi oppii ensimmäiset sanansa (Vihman, 1996). Ensimmäiset sanat koostuvat useimmiten motorisesti yksinkertaisimmista äänneistä, joita suomen kielessä ovat vokaalit sekä klusiilit /p/, /t/ ja /k/ ja nasaalit /n/ ja /m/ (Savinainen-Makkonen & Kunnari, 2009). Systemaattisella ja fonologisen viimeistelyn kausilla lapsen äänneinventaarit täydentyvät sekä tarkentuvat, ja silloin opitaan myös viimeisimmät ja vaikeimmat äänneet (Iivonen, 2005; Kunnari & Savinainen-Makkonen, 2012b). Kouluikää lähestyvällä lapsella puhe on yleensä jo hyvin ymmärrettävää eikä foneemisia äännevirheitä eli äännekorvautumista toisella äänneellä enää esiinny (Savinainen-Makkonen & Kunnari, 2009).

1.2 Vieraan kielen ääntämisen oppiminen

Toisena tai vieraana kielenä opittu puhe eroaa lähes aina syntyperäisen puhujan puheesta ja siinä on usein kuultavissa niin sanottu vieras aksentti (Ullakonoja & Dufva, 2016). Ääntämisen oppimiseen vaikuttavat monet tekijät, etenkin se, millaisessa ympäristössä ja millä tavoin kieli on opittu. Kielentutkimuksessa erotetaan toisistaan toisen kielen oppiminen ja vieraan kielen oppiminen. Toisen kielen oppimisella tarkoitetaan kielen oppimista arkiympäristössä, kun taas vierasta kieltä opitaan pääasiassa kouluissa ja muissa oppilaitoksissa. Tässä tutkimuksessa keskitytään nimenomaan vieraan kielen oppimiseen, koska englantia opetetaan suomalaisissa kouluissa vieraana kielenä. Suomessa ensimmäisen vieraan kielen opetus on alkanut vuodesta 2020 lähtien jo ensimmäisellä luokalla (Opetushallitus, 2026). Sitä ennen vieraan kielen opiskelu alkoi yleensä 3. luokalla. Yleisin valinta ensimmäiseksi opiskeltavaksi vieraaksi kieleksi on englanti.

Vieraan kielen ääntäminen asettaa kielenoppijoille erityisiä haasteita, sillä se vaatii hienovaraisista äänneerottelukykystä ja tarkkaa motoristen liikkeiden säätelyä, joiden avulla vieraan kielen äänneet voidaan toistaa mahdollisimman autenttisesti (Abu-Rabia & Kehat, 2004). Sisäkorvaistutteen käyttäjien kohdalla nämä prosessit voivat olla erityisen hankalia, sillä istute ei täysin vastaa luonnollista kuuloa, erityisesti haastavassa ääniympäristössä (Kral ym., 2016). Äidinkielellä, opittavalla kielellä sekä näiden kielten keskinäisillä eroilla ja samankaltaisuuksilla on vaikutusta vieraan kielen ääntämisen oppimiseen (Abu-Rabia & Kehat, 2004). Selkeän ja oikeanlaisen ääntämisen hallitsemisen ajatellaan usein olevan

tärkeässä asemassa vieraalla kielellä kommunikoinnissa (Ullakonoja & Dufva, 2016). Kun kielen äännejärjestelmän hallitsee, on helpompi tulla ymmärretyksi vieraalla kielellä, mikä puolestaan parantaa viestinnän sujuvuutta ja tehokkuutta. Vieraan kielen äänteiden oppimista on selitetty erilaisilla teorioilla. Näistä yleisimmät ovat Flegen (1987) puheenoppimismalli (engl. *Speech Learning Model*, SLM), Bestin ja Strangen (1992) kehittämä perseptuaalinen assimilaatiomalli (engl. *Perceptual Assimilation Model*, PAM), Kuhlin ja kumppanien (1992) kehittämä äidinkielen magneettimalli (engl. *Native Language Magnet*, NLM) sekä esimerkiksi Weinreichin (1953) tutkima kontrastiivisen analyysin hypoteesi (engl. *Contrastive analysis hypothesis*, CAH).

SLM:n (Flege, 1987) ja sen päivitetyn version (engl. *revised Speech Learning Model*, SLM-r, (Flege & Bohn, 2021)) mukaan vieraan kielen äänteet voidaan jakaa äidinkieleen nähden kolmeen eri kategoriaan: uusiin (engl. *new*), identtisiin (engl. *identical*) ja samankaltaisiin (engl. *similar*) äänneisiin. Mallin mukaan uusille äänneille ei löydy vastinetta äidinkielestä. Näiden äänneiden sekoittaminen äidinkielen äänneisiin ei ole mahdollista, koska on opeteltava ääntämään kokonaan uusi äänne vieraan kielen artikulatoristen ja akustisten sääntöjen mukaan. Uusien äänneiden tuottamisen oppiminen voi olla aluksi hankalaa, mutta opiskelu ei aiheuta sekoittumista äidinkielen äänneisiin. Identtiset äänteet ovat samanlaisia sekä vieraassa kielessä että äidinkielessä. Näiden äänneiden opettelu ei siis edellytä kokonaan uuden ääntämistavan opettelua eivätkä ne näin ollen yleensä aiheuta haasteita ääntämisen oppimisessa. Samankaltaiset äänteet ovat sellaisia äänneitä, jotka ovat lähes samanlaisia äidinkielen äänteen kanssa. Nämä äänteet tuottavat eniten haasteita vieraan kielen ääntämisen opiskelussa. Vieraan kielen opiskelija ei välttämättä havaitse eroa samankaltaisten äänneiden välillä ja saattaa näin ollen tuottaa vieraan kielen äänteen laadullisesti eri äänteenä.

Myös PAM:in (Best & Strange, 1992) mukaan vaikeimmin opittavat vieraan kielen äänteet ovat niitä, jotka ovat samankaltaisia äidinkielen äänneiden kanssa. Bestin ja Strangen kehittämä malli jakaa vieraan kielen oppimisessa havaittavat vaikeudet neljään eri kategoriaan eli assimilaatiomalliin. Assimilaatiomallit kuvaavat, miten äidinkielen ja vieraan kielen äänteet asettuvat suhteessa toisiinsa. Ensimmäisessä assimilaatiomallissa kaksi vieraan kielen äännettä assimiloituu kahteen äidinkielen kategoriaan, minkä vuoksi vieraan kielen äänteen oppiminen ei tuota vaikeuksia. Toisessa mallissa kaksi vieraan kielen äännettä assimiloituu samaan äidinkielen kategoriaan. Kolmannessa assimilaatiomallissa kaksi vieraan kielen äännettä sijoittuu samaan äidinkielen kategoriaan, mutta epätasaisesti. Toisen assimilaatiomallin mukainen tasainen assimiloituminen yhteen äidinkielen kategoriaan on uusien äänneiden

oppimisen kannalta haastavin tilanne, koska oppija ei erota äänneitä toisistaan vaan kokee ne samaksi äänneeksi. Epätasaisessa assimiloidumisessa äänneiden välinen ero sen sijaan havaitaan, mikä helpottaa omien äännekategorioiden muodostumista myöhemmässä vaiheessa. Neljäs malli kuvaa tilannetta, jossa vieraan kielen äänne ei vastaa mitään äidinkielen äännettä. Tällöin havaitseminen ei yleensä ole ongelmallista, mutta haasteet liittyvät enemmän uudenlaisen äänneen tuottamiseen.

NLM-malli perustuu perseptuaaliseen magneettiefektiin (Kuhl, 1991). Äänneiden kategoriarajat syntyvät prototyyppisten äänneiden ympärille prototyyppien toimiessa magneetteina, jotka vetävät prototyyppien kaltaisia äänneitä kohti itseään. NLM-mallin (Kuhl ym., 1992) mukaan lapselle kehittyy äidinkielen mukaiset äänneiden prototyypit ensimmäisen elinvuoden aikana. Tämän seurauksena äidinkielen äänneiden erot havaitaan tarkasti, mutta vieraan kieleen äänneiden erottelukyky heikkenee. Kielenkehityksen varhaisvaiheessa lapsi kykenee havaitsemaan ja erottamaan kaikkia äänneitä. Vähitellen sensitiivisyys äidinkielen äänneille kuitenkin kasvaa. Lapsen äänneiden erottelukyky tarkentuu äännekategorioiden rajoilla, mutta heikkenee saman kategorian sisällä. NLM-mallin mukaan vieraan kielen äänneiden oppimista vaikeuttaa se, jos kohdekielen äänneet sijoittuvat lähelle äidinkielen prototyyppisiä äänneitä. Nämä prototyypit vetävät puoleensa samankaltaisia vieraan kielen äänneitä, jolloin oppija havaitsee ne äidinkielen äänneinä eikä erillisinä kohdekielen äänneinä.

Kontrastiivisen analyysin hypoteesia ovat tutkineet esimerkiksi Weinreich (1953), Lado (1957) ja Wiik (1965) ja se keskittyy kielten erojen ja samankaltaisuuksien vertailemiseen. Weinreichin (1953) mukaan vieraan kielen äänneiden oppiminen voi olla vaikeaa, jos äidinkielen ja vieraan kielen äännejärjestelmät eroavat toisistaan. Haasteita syntyy erityisesti silloin, kun oppija käyttää äidinkieltensä äännejärjestelmää vieraan kielen äänneiden tulkintaan. Vaikeuksia esiintyy, jos kahta vieraan kielen erillistä äännettä ei erotella äidinkielessä omiksi äänneiksi, jolloin ne voivat kuulostaa oppijan korvaan samalta (engl. *under-differentiation*). Toisaalta vaikeuksia voi syntyä myös silloin, kun vieraan kielen yksi äänne vastaa kahta erillistä äännettä äidinkielessä (engl. *over-differentiation*). Vieraan kielen äänneiden oppimista voi hankaloittaa myös se, että oppija jäsentää äänneitä äidinkieltensä kannalta merkityksellisten piirteiden avulla, vaikka nämä piirteet eivät olisi olennaisia kohdekielessä. Tällöin äidinkielen erottelut siirtyvät virheellisesti vieraaseen kieleen (engl. *reinterpretation of distinctions*). Lisäksi, jos kahdessa kielessä on nimellisesti sama äänne, jonka ääntäminen kuitenkin eroaa hieman kielten välillä, oppija saattaa korvata vieraan kielen äänneen äidinkielen vastaavalla

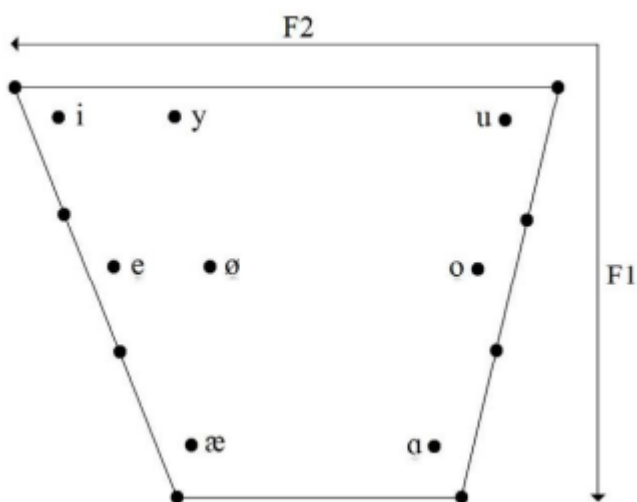
äänteellä, joka saattaa johtaa epätarkkaan tai vierasperäiseen ääntämiseen (engl. *phone substitution*).

Mallit selittävät siis hieman eri näkökulmista, miten äidinkieli vaikuttaa vieraan kielen äänteiden tuottamiseen ja havaitsemiseen. SLM (Flege, 1987; Flege & Bohn, 2021) jakaa vieraan kielen äänteet uusiin, identtisiin ja samankaltaisiin, joista erityisesti samankaltaiset aiheuttavat eniten haasteita, koska ne sekoittuvat helposti äidinkielen äänteisiin. PAM (Best & Strange, 1992) puolestaan kuvaa, miten vieraan kielen äänteet assimiloituvat äidinkielen äännekategorioihin ja ennustaa suurimmat oppimisvaikeudet tilanteissa, joissa kaksi vieraan kielen äännettä assimiloituu samaan äidinkielen kategoriaan. NLM (Kuhl ym., 1992) selittää vieraan kielen äänteiden oppimista prototyyppien ja perseptuaalisen magneettiefektin kautta. Sen mukaan äidinkielen prototyyppit vetävät samankaltaisia vieraan kielen äänteitä puoleensa, mikä heikentää niiden erottelua. Kontrastiivisen analyysin hypoteesi (Weinreich, 1953) mukaan vaikeuksia vieraan kielen äänteiden oppimisessa esiintyy erityisesti silloin, kun oppija tulkitsee vieraan kielen äänteitä äidinkielen äännejärjestelmän mukaan. Tällöin vieraan kielen kahta äännettä ei välttämättä eroteta toisistaan, jos äidinkielessä ne luokitellaan samaksi äänneeksi. Toisaalta oppija voi myös tulkita yhden vieraan kielen äänten vastaavan kahta äidinkielen äännettä.

1.3 Suomen ja englannin vokaalit ja niiden erot

Vokaalit voidaan jakaa luokkiin huulten ja kielen asennon mukaan. Näitä ominaisuuksia ovat suppeus ja väljyys, etisyys ja takaisuus sekä laveus ja pyöreys (Wiik, 1998). Vokaalit jaetaan etu-, taka- ja keskivokaaleihin niiden etisyyden mukaan sekä väljyyden perusteella suppeisiin, väljiin, puolisuppeisiin ja puoliväljiin vokaaleihin. Etisyys kertoo siitä, missä kohtaa suuonteloa kielen avulla muodostettu kapeikko sijaitsee. Väljyys taas kertoo siitä, kuinka tiukka muodostunut kapeikko on. Huulten pyöreiden perusteella vokaalit voidaan jakaa lisäksi pyöreisiin ja laveisiin vokaaleihin. Vokaalien laatua on mahdollista tarkastella akustisen analyysin avulla mittaamalla vokaalin ensimmäinen formantti (F1) ja toinen formantti (F2). Formantti tarkoittaa äänten spektrin voimistunutta taajuusaluetta (Tieteen termipankki, 2026). Puheääni koostuu eri taajuuskomponenteista, joita kutsutaan osasäveliksi. Puhetta tuotettaessa ääntöväylän muoto vahvistaa joitakin osasäveliä ja näitä vahvistuneita osasäveliä kutsutaan formanteiksi. Vokaalien suppeus-väljyys-ulottuvuutta on mahdollista kuvata vokaalin F1-arvolla ja etisyys-takaisuus-ulottuvuutta taas vokaalin F2-arvolla (Suomi ym., 2008).

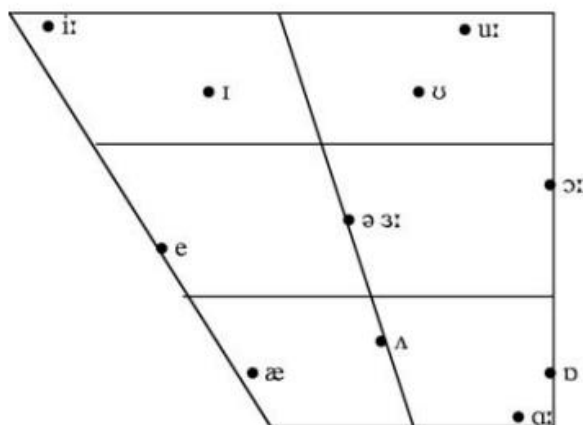
Suomen kielessä on kahdeksan vokaalia: /ɑ/, /e/, /i/, /o/, /u/, /y/, /æ/ ja /ø/ (Suomi ym., 2008). Kuvassa 1 suomen kielen vokaalit on asetettu vokaalikaavioon etisyyden ja väljyyden mukaan. Kuvasta 1 näkee suomen kielen vokaalien sijoittumisen suhteessa toisiinsa sekä F1- ja F2-asteikoihin. Mitä suurempi F1-arvo vokaalilla on, sitä väljempi äänne on kyseessä ja vastaavasti mitä suurempi F2-arvo, sitä etisempi äänne. Suomen kielessä kaikki vokaalit voivat esiintyä joko pitkänä tai lyhenä vokaaliäänteenä, mutta niiden esiintymistä sanoissa rajoittaa vokaaliharmonia (Suomi ym., 2008). Vokaaliharmonian mukaan etuvokaalit /y/, /æ/ ja /ø/ eivät voi esiintyä samassa sanassa takavokaalien /u/, /ɑ/ ja /o/ kanssa. Vokaaliharmonia ei koske lainasanoja.



Kuva 1.

Suomen kielen vokaalit esitettynä vokaalikaaviossa Suomea ja kumppaneita (2008) mukailten.

Brittienglannissa on 12 vokaalia: /ɪ/, /e/, /æ/, /ʌ/, /ɒ/, /ɔ/, /ə/, /i:/, /ɑ:/, /ɔ:/, /u:/ ja /ɜ:/ (Roach, 2004). Näistä 7 ensimmäistä luokitellaan lyhyiksi vokaaleiksi ja 5 viimeistä pitkiksi vokaaleiksi. Suomen kielestä eroten brittienglannin vokaalien luokittelu pitkiin ja lyhyisiin ei kuitenkaan perustu yksiselitteisesti niiden keston. Pitkien ja lyhyiden vokaalien välillä on myös laatuero, ja lisäksi äänneympäristö voi vaikuttaa keston niin, että lyhyeksi määritelty vokaali voi olla ajallisesti pidempi kuin pitkäksi luokiteltu vokaali. Brittienglannissa on tyypillistä, että vokaali on kestoiltaan pidempi, kun se esiintyy soinnillisen konsonantin edellä kuin silloin, kun se esiintyy soinnittoman konsonantin edellä (Cho, 2016; Kluender ym., 1988). Kuvassa 2 brittienglannin vokaalit on asetettu vastaavaan kaavioon kuin suomen kielen vokaalit kuvassa 1.



Kuva 2.

Brittienglannin vokaalit esitettynä vokaalikaaviossa. Lähde: Roach, 2004.

Foneettisesta näkökulmasta suomenkieliselle puhujalle brittienglannin vokaalien ääntämisen oppimista saattaa vaikeuttaa usea asia, kuten äänneiden samankaltaisuus. Esimerkiksi SLM-mallin (Flege, 1987; Flege & Bohn, 2021) mukaan suomen ja brittienglannin vokaaleista /ɪ/, /ʌ/, /ɒ/, /ʊ/, /ə/, /ɔ:/ ja /ɜ:/ luokiteltaisiin samankaltaisiksi suomen vokaalien /i/, /a/, /o/, /u/ ja /ø/ kanssa. Näiden samankaltaisten vokaalien voidaan ajatella olevan yleensä vaikeimpia oppia suomenkieliselle englannin opiskelijalle. Samankaltaisten vokaalien lisäksi oppimiseen saattaa vaikuttaa suomen ja englannin erilaiset kirjoitusjärjestelmät. Suomenkielisessä kirjoitusjärjestelmässä yhtä vokaaliäännettä merkitään aina samalla kirjaimella (Suomi ym., 2008). Englannissa kirjain-äännevastaavuus ei ole lähellekään yhtä vahva kuin suomessa eli samat kirjaimet voivat vastata useita eri äänneitä tai eri kirjaimet samaa äännettä (Roach, 2004). Esimerkiksi sanoissa *heat* (/hi:t/) ja *heed* (/hi:d/) on sama vokaali /i:/, vaikka kirjoitusasu on eri. Vastaavasti sanoissa *foot* (/fʊt/) ja *hoot* (/hu:t/) kirjoitusasu on sama, mutta vokaalit (/ʊ/ ja /u:/) ovat eri.

Yhteenvetona voidaan todeta, että tässä tutkimuksessa SLM- (Flege, 1987; Flege & Bohn, 2021), PAM- (Best & Strange, 1992) ja NLM-mallit (Kuhl ym., 1992) sekä kontrastiivisen analyysin hypoteesi (Weinreich, 1953) ohjaavat odotusta siitä, että mahdolliset erot SI-käyttäjien ja normaalisti kuulevien verrokkien välillä näkyisivät erityisesti niissä englannin vokaaleissa, jotka ovat akustisesti tai fonologisesti lähellä suomen kielen vokaaleja. Tällöin SI-käyttäjien rajallisempi auditiivinen palaute voisi vahvistaa äidinkielen kategorioihin perustuvaa ääntämistä. Formanttianalyysissä tämä näkyisi F1- ja F2-arvojen poikkeamina

verrokkiryhmistä, kun taas kestojen analyysissä erot voisivat ilmetä vokaalien ja sanojen ajallisessa suhteessa.

1.4 Sisäkorvaistutteen toiminta ja vaikutus puheen tuottoon

Kuuloaisti on keskeisessä roolissa kaikessa äänteellisessä kehityksessä, joten vaikeasti kuulovammaisen vieraan kielen äänteiden oppiminen on riippuvaista apuvälineistä (Lonka, 2012; Lonka & Jauhiainen, 2009). Sisäkorvaistute on yksi kuulon apuvälineistä, ja sitä käytetään vaikea-asteisen, sisäkorvatyyppisen ja molemminpuolisen kuulovian hoidossa (Jero & Kentala, 2007). Se on ainoa olemassa oleva hoitomuoto, jolla on mahdollista palauttaa aisti, jonka ihminen on menettänyt tai joka puuttuu synnynnäisesti (Dietz ym., 2025; Macherey & Carlyon, 2014). Suomessa 0,5–0,7 lapsella tuhannesta diagnosoidaan vaikea kuulovika (Kivekäs ym., 2021), ja myös maailmalla esiintyvyys on samansuuntaista, noin yksi todettu kuulovika jokaista tuhatta lasta kohti (Jalanko, 2019). Koko väestön tasolla arvioidaan, että merkittävä kuulovika esiintyy työikäisillä noin 7–8 prosentilla ja yli 65-vuotiailla yli 35 prosentilla (Kivekäs ym., 2021). Suomessa sisäkorvaistutteita asennetaan vuosittain noin 150–200 kappaletta (Kivekäs ym., 2021) ja leikkauksia tehdään sekä lapsille että aikuisille (Dietz ym., 2018). Nykyään sisäkorvaistute on ensisijainen hoitomuoto lapsille ja vastasyntyneille, joilla on vaikea kuulovika (Dietz ym., 2025). Aikuisväestölle sisäkorvaistutteen asennusta harkitaan kuitenkin liian harvoin ja erityisesti iäkkäämmät potilaat eivät pääse tarpeeksi ajoissa hoidon piiriin.

Sisäkorvaistute koostuu kahdesta eri osasta, sisäisestä ja ulkoisesta (Macherey & Carlyon, 2014). Sisäinen osa asennetaan leikkauksella sisäkorvaan ja ohimoluuhiin (Dietz ym., 2025). Istutteen sisäinen elektrodiketju johdetaan simpukkaan, missä se välittää sähköistä stimulaatiota. Itse istutteen runko sijoitetaan päänahan alle kallon pintaa vasten, ja laite saa tarvitsemansa sähkövirran ulkoisesta osasta. Elektrodiketju aktivoi sisäkorvan spiraaligangliosolit suoraan sähköisesti ja ohittaa samalla simpukan vaurioituneet karvasolut. Sähköinen stimulaatio saadaan vastaamaan mahdollisimman hyvin sisäkorvan luonnollista tonotopiaa, kun matalat taajuudet ohjataan elektrodiketjun kärkeen ja korkeat taajuudet simpukan tyviosaan (Dietz ym., 2025; Macherey & Carlyon, 2014). Ulkoisen osan eli ääniprosessorin tehtävänä on poimia mikrofoniin avulla ympäristön ääniä ja muuntaa ne digitaalisiksi signaaleiksi, jotka sitten siirretään sisäiseen osaan radiotaajuuden avulla (Macherey & Carlyon, 2014). Ulkoinen osa liittyy ihon alle olevaan osaan magneetin avulla ja pysyy näin paikallaan (Dietz ym., 2025). SI:n toiminta perustuu siis siihen, että sisäkorvan

puuttuvat tai vaurioituneet aistisolut ohitetaan, ja kuulohermoa stimuloidaan sähköisesti (Dietz ym., 2018).

Sisäkorvaistutteen asentaminen mahdollistaa puheen ja äänten kuulemisen, mutta puheen erottaminen muista ympäristön äänistä vaatii silti paljon puheterapeuttista kuntoutusta ja harjoittelua (Jero & Kentala, 2007). Sisäkorvaistutteen avulla vaikeasti kuulovikaisen kuulokynnys saadaan yleensä vakiinnutettua noin 20–30 desibelin tasolle (Lonka, 2012). Tämä vastaa puheen tunnistukseen tarvittavaa äänenvoimakkuustasoa. Istutteen aktivointi tapahtuu 2–4 viikkoa leikkauksen jälkeen ja tällöin SI:hin tehdään jokaiselle potilaalle yksilöllisesti sopivat säädöt (Dietz ym., 2018; Kim ym., 2010). Kuntoutuksen alussa istutteen kautta tulevat äänet voivat kuulostaa esimerkiksi robottimaisilta tai kaikuvilta, mutta yhtäjaksoisen käytön kanssa äänet normalisoituvat muutaman viikon kuluessa (Dietz ym., 2018). Aikuisten kuulotestien tulokset vakiintuvat yleensä noin vuoden kuluessa leikkauksesta ja tämän jälkeen SI:n säätöjä tarkistetaan yhden tai kahden vuoden välein. Lapsilla säätöjä joudutaan yleensä muuttamaan useammin, koska kuulo kehittyy lapsen vanhetessa (Kim ym., 2010). Suomessa kouluikäisillä lapsilla kuulokontrolli järjestetään joka vuosi (Dietz ym., 2018).

Vaikeasti kuulovikaisen lapsen puheen kehitys riippuu vahvasti kuulon apuvälineistä, esimerkiksi sisäkorvaistutteen tai akustisesta kuulokojeesta (Lonka & Jauhiainen, 2009). Kielen ja puheen oppiminen perustuu aikuisen ja lapsen väliseen vuorovaikutukseen, joten kuulovikaisen lapsen kielen ja puheen kehitystä tukevat kuuloaistiin perustuvat vuorovaikutustilanteet viivästyvät, kunnes lapsi saa kuulokojeen tai sisäkorvaistutteen. Kuuloaisti onkin keskeinen osa tyypillistä äänteellistä kehitystä, sillä lapsen on vaikea ohjata ja korjata omaa puheen tuottoaan ilman riittävän tarkkaa kuuloaistimusta ja sen kautta saatavaa palautetta (Lonka, 2012). On havaittu, että kuulovikaisten lasten puheen kehitys on sitä nopeampaa, mitä aiemmin SI on asennettu (Houston & Miyamoto, 2010). Lisäksi on huomattu, että lasten, joille istute on asennettu alle kahden vuoden iässä, puhe kehittyy nopeasti, ja heidän on mahdollista saavuttaa normaalisti kehittyneiden puheen tuoton taidot noin kolme vuotta leikkauksen jälkeen (Geers ym., 2009; Osberger ym., 2002).

Aikuisille sisäkorvaistutteen hoitoa aletaan harkita, kun huomataan, että tavallinen akustinen kuulokoje ei enää tarjoa tarvittavaa apua (Kivekäs ym., 2021). Kuulon heikkeneminen on hyvin tyypillistä iän myötä (Dietz ym., 2025). Hoitamaton kuulon heikkeneminen altistaa sosiaalisten, psyykkisten ja kognitiivisten ongelmien riskille ja mahdollisesti heikentää iäkkäämpien ihmisten omatoimista selviytymistä arjessa. 40–65-vuotiailla hoitamaton

kuulonalenema on merkittävä, mutta ehkäistävissä oleva muistisairauksien riskitekijä, ja kuulon kuntoutusta suositellaankin yhtenä keinona muistisairauksien ehkäisemiseksi (Livingston ym., 2024). SI palauttaa useimmiten työikäisten, joilla kuulovika on ilmennyt vasta kielenoppimisen jälkeen, kuulon niin, että he voivat jatkaa työtään tai palata työelämään, jos kuulovika on aiemmin ollut työkyvyttömyyden syynä (Dietz ym., 2018). Lisäksi sisäkorvaistutteen asennuksen aikuisille on havaittu lisäävän työn tehokkuutta ja mielekkyyttä (Olgun ym., 2024; Olsson ym., 2022). Aikuisikäisillä potilailla suurin vaikutus sisäkorvaistutteen asennuksella onkin juuri elämänlaadun paranemiseen kuulon vahvistumisen myötä (Dietz ym., 2018; Gaylor ym., 2013). Puheen tai kielen kehitykseen SI:n asentaminen ei suoraan vaikuta, koska äidinkielen kehittyminen tapahtuu lapsuudessa, mutta on kuitenkin löydetty viitteitä siitä, että sisäkorvaistutteen myötä parantuneet puheen erottelutaidot vaikuttavat myös puheen selkeyteen ja ymmärrettävyyteen (Gaylor ym., 2013; Sevich ym., 2025). Näin ollen voidaan ajatella, että parempi kuulo ja paremmat puheen erottelutaidot voivat mahdollisesti helpottaa myös vieraan kielen ääntämisen oppimista vielä aikuisiälläkin.

1.5 Aiempi tutkimus aiheesta

Teimme kandidaatintutkielmassamme (Busk & Höynälä, 2024) kirjallisuuskatsauksen SI-lasten ensimmäisen ja toisen puhutun kielen kehityksestä. Kirjalliskatsauksen tekovaiheessa havaittiin, että kirjallisuutta aiheesta löytyy vain rajallisesti ja suomenkielisiä tutkimuksia vielä vähemmän. Kirjallisuuskatsauksessamme oli mukana 15 tutkimusta, joista yhdessäkään ei ollut mukana suomen kieltä ja kaikki kaksikieliset tutkimukset olivat kieliparista englanti-espanja. Katsauksen haku rajattiin vuodesta 2000 eteenpäin sisäkorvaistutteidien viime vuosikymmenten nopean kehityksen takia (Kivekäs ym., 2021).

Bunta ja kumppanit (2016), Li ja kumppanit (2017) sekä Sosa ja Bunta (2019) tutkivat kaksikielisten SI-lasten fonologisia taitoja verrattuna normaalisti kuuleviin kaksikielisiin lapsiin sekä yksikielisiin SI-lapsiin. Sekä Sosan ja Buntan (2019) että Lin ja kumppanien (2017) tutkimusten tulokset viittaavat siihen, että kahden eri kielen fonologisten järjestelmien samanaikainen kehitys etenee hitaammin SI-lapsilla kuin normaalisti kuulevilla lapsilla. Samalla havaittiin kuitenkin, että SI-lapset kykenevät oppimaan kahta kieltä yhtä aikaa ja erottamaan ne toisistaan myös fonologisella tasolla. Kaksi- ja yksikielisten välillä ei havaittu eroja eli voidaan ajatella, että SI-lapset ovat fonologisen tason kehityksessä normaalisti kuulevia jäljessä riippumatta siitä, ovatko he yksi- vai kaksikielisiä (Sosa & Bunta, 2019). Bunta ja kumppanit (2016) eivät havainneet kaksikielisten normaalisti kuulevien ja SI-lasten

välillä tilastollisesti merkitseviä eroja soinnittomien ja soinnillisten klusiilien erottelussa. Bunta ja Douglas (2013) tekivät tutkimuksessaan havainnon, että vaikeasti kuulovikaisten lasten kaksikielinen kasvatus ei vaikuta negatiivisesti heidän kielenkehitykseensä, vaan sillä voi päinvastoin olla positiivisia vaikutuksia esimerkiksi sanaston kehitykseen. Buntan ja Douglasin (2013) tutkimuksessa oli mukana sisäkorvaistutteen, kuulolaitteiden sekä näiden yhdistelmien käyttäjiä.

Edellä mainitut tutkimukset koskevat kahden kielen oppimista ja kehitystä samanaikaisesti syntymästä asti. Sisäkorvaistutetta käyttävien vieraan kielen oppimista myöhäisemmällä iällä ovat sen sijaan viime vuosina tutkineet esimerkiksi Beeres-Scheenstra ja kumppanit (2020) sekä Shirai ja kumppanit (2023). Beeres-Scheenstra kumppaneineen (2020) tutki sveitsiläisten 10–18-vuotiaiden sisäkorvaistutetta käyttävien menestymistä vieraiden kielten (englanti ja ranska) opiskelussa. Tutkimuksessa havaittiin SI-käyttäjien saavuttaneen kaikki oppimistavoitteet englannin kielen lukemisen tehtävissä. SI:tä käyttävien oppilaiden vieraiden kielten osaaminen ei eronnut merkittävästi normaalikuuloisista oppilaista. Shirai kumppaneineen (2023) tutki japanilaisten 12–15-vuotiaiden SI:tä käyttävien oppilaiden englannin kielen luetun ymmärtämisen taitoja. Suuria eroja normaalisti kuulevien ja sisäkorvaistutetta käyttävien oppilaiden välillä ei havaittu, mutta SI-oppilaiden luetun ymmärtämisen taidot sijoituivat lähemmäs normaalikuuloisten heikompaa suoriutumista.

Tässä tutkimuksessa käytettyä menetelmää on hieman mukailtuna käytetty aiemmin myös Peltolan, Lintusen ja Tammisen (2014), Immosen ja Peltolan (2018) sekä Tammisen (2026) tutkimuksissa. Tutkimuksemme tulokset perustuvat osittain Immosen ja Peltolan sekä Tammisen tutkimuksista saatuun verrokkiaineistoon. Molemmat aiemmat tutkimukset on toteutettu normaalikuuloisille, eikä asetelman mukaista tutkimusta ole aiemmin toteutettu sisäkorvaistutteen käyttäjillä. Sekä Peltola, Lintunen ja Tamminen että Immonen ja Peltola vertailivat tutkimuksissaan suomenkielisten ääntämistä verrattuna brittienglannin natiivipuhujiin. Tässä tutkimuksessa koehenkilöt ja verrokkiryhmäläiset ovat kaikki suomenkielisiä.

2 Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimuskysymys

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli saada vertailevaa aineistoa suomea äidinkielenään puhuvien sisäkorvaistutetta käyttävien englannin kielen vokaalien ääntämisestä verrattuna normaalisti kuuleviin. Tutkimuksen löydöksiä voidaan mahdollisesti hyödyntää

SI:tä käyttävien suomenkielisten lasten ja aikuisten vieraan kielen oppimisen tukena. Pyrimme löytämään suuntaa antavia tuloksia, joita voidaan hyödyntää esimerkiksi jatkotutkimuksien pohjana. Teoreettisesti tutkimus tuottaa alustavaa tietoa siitä, miten vieraan kielen äännekategorioiden oppimista kuvaavat mallit soveltuvat tilanteeseen, jossa oppijan audiitiivinen palaute on sisäkorvaistutteen välittämää. Aikaisemmin esitellyt mallit, kuten SLM (Flege, 1987; Flege & Bohn, 2021), PAM (Best & Strange, 1992) ja NLM (Kuhl ym., 1992), on kehitetty pääasiassa normaalisti kuulevien kielenoppijoiden perusteella, joten SI-käyttäjien tarkastelu voi täsmentää käsitystä siitä, missä määrin vieraan kielen vokaalituotto perustuu yleisiin äidinkielen vaikutuksiin ja missä määrin kuuloinformaation laatuun.

Vastaavaa tutkimusta ei ole tehty aiemmin suomenkielisillä sisäkorvaistutetta käyttävillä. Suomen perusopetussuunnitelmaan kuuluu vieraiden kielten opiskelu, joten on tärkeä ymmärtää, miten sisäkorvaistute vaikuttaa vieraan kielen oppimiseen. Kielten opettajien olisi hyvä tietää, milloin ja miten SI-lapsen vieraan kielen ääntämisen oppimista on tuettava eri tavoin kuin kuulevien ikätovereiden. Hyvän suullisen kielitaidon oppimisessa keskeisiä osa-alueita ovat ääntämisen ja kuulemisen harjoittelu (Iivonen & Tella, 2009), ja juuri nämä voivat olla SI-lapselle haastavimpia alueita vieraan kielen oppimisessa (Kral ym., 2016). Suomenkielisiä henkilöitä, joilla on sisäkorvaistute, on yleisesti ottaen tutkittu hyvin vähän ja heidän vieraan kielen oppimistansa vielä vähemmän. Meidän tavoitteenamme on tehdä alustavaa tutkimusta tästä rajoitetusti tutkitusta aiheesta.

Tässä pro gradu -tutkielmassa pyrimme vastaamaan seuraavaan aiempien tutkimusten ja teoreettisen viitekehysten pohjalta muodostettuun tutkimuskysymykseen:

Vaikuttaako sisäkorvaistute äidinkieleltään suomenkielisen henkilön englannin kielen vokaalien ääntämiseen verrattuna normaalisti kuuleviin verrokkeihin?

Tutkimuskysymyksen hypoteesina on, että sisäkorvaistute vaikuttaa englannin kielen vokaalien ääntämisen laatuun ja keston. Aiemmissä tutkimuksissa (Li ym., 2017; Sosa & Bunta, 2019) on havaittu, että kaksikielisten SI-lasten fonologinen kehitys etenee hitaammin kuin tyypillisesti kehittyneiden lasten. Voidaan siis tehdä oletus, että myös vieraan kielen ääntämisen kehitys etenee eri tavoin sisäkorvaistutteen käyttäjillä ja normaalisti kuulevilla. Beerer-Scheenstra ja kumppanit (2020) sekä Shirai ja kumppanit (2023) eivät löytäneet merkitseviä eroja sisäkorvaistutetta käyttävien ja normaalisti kuulevien vieraan kieleen taidoista, mutta heidän tutkimuksissaan ei varsinaisesti keskitytty englannin ääntämiseen vaan

kokonaisvaltaisempaan kielitaitoon. Näissä tutkimuksissa ei myöskään tehty akustista analyysiä vokaalien laadun tarkkaa määrittämistä varten.

3 Menetelmät

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, eroaako sisäkorvaistutetta käyttävien suomenkielisten englannin vokaalien ääntäminen jollain tapaa normaalisti kuulevien vokaalien ääntämisestä. Tutkimuksessa tarkasteltiin äännettyjen vokaalien laatua formanttitaajuuksien ja vokaalin keston avulla. Laadullisia piirteitä sekä kestoa vertailtiin tyypillisesti kuuleviin verrokkeihin. Aineisto kerättiin englanninkielisten sanojen toistotehtävän avulla.

3.1 Tutkimukseen osallistujat

Tutkimukseen osallistui yhteensä 3 koehenkilöä. Koehenkilöt olivat 11-vuotias tyttö, 57-vuotias mies ja 56-vuotias nainen. Lapselle SI oli asennettu ensimmäisen kolmen ikävuoden aikana ja molemmille aikuisille vasta aikuisiällä. Kaikkien kuulovika on kuitenkin diagnosoitu jo alle 5-vuotiaana. Mahdollisia alaikäisiä koehenkilöitä rekrytoitiin Varhan, LapCi ry:n, Kuulovammaisten Lasten Vanhempien Liiton ja sosiaalisen median kanavien kautta jaettujen mainosten avulla. Yhteyshenkilönä Varhan kanssa toimi TYKS Kuulokeskuksen ylilääkäri Jaakko Salonen, joka vastasi tutkimuksen kriteereihin sopivien henkilöiden huoltajien kontaktoinnista. Tähän tutkimukseen oli alun perin tarkoitus rekrytoida vähintään kuusi alaikäistä koehenkilöä, mutta tutkittavien löytäminen osoittautui erittäin haastavaksi tarkkojen kriteerien sekä maantieteellisten rajoitusten takia. Koehenkilöiden rekrytoinnin aikana ilmi tulleiden haasteiden takia päädyttiin lopulta, alkuperäisestä tutkimussuunnitelmasta poiketen, rekrytoimaan myös aikuisia mukaan tutkimukseen. Täysi-ikäisiä koehenkilöitä rekrytoitiin Turun kuuloyhdistyksen ja sosiaalisen median kanavien kautta jaettujen mainosten avulla. Koehenkilöiden valinnassa käytettiin seuraavia kriteerejä.

Sisäänottokriteerit:

- Yksikieliset suomea äidinkielenään puhuvat
- Uni- tai bilateraalin sisäkorvaistutteen asennettu
- Sisäkorvaistutteen pääasiallinen ja yhtäjaksoinen käyttö asennuksen jälkeen

Poissulkukriteerit:

- Viittomakielen käyttö pääasiallisena kommunikointikielenä
- Peruskoulua ei ole aloitettu tai käyty ikätyypillisesti

- Oppimiseen merkittävästi vaikuttavat lisädiagnoosit (muun muassa kehityksellinen kielihäiriö, kehitysvamma, autismikirjon diagnoosi)

3.2 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen kulku

Tutkimusmenetelmänä käytettiin tehtävää, jossa osallistujia ohjeistettiin lausumaan heille kirjallisesti esitetyt englannin kielen sanat. Mittaus toteutettiin kaiuttomassa Turun yliopiston laboratoriotilassa. Sanat esitettiin koehenkilöille tietokoneen ruudulta PowerPoint-esityksen avulla yksi kerrallaan. Jokainen sana näkyi ruudulla 3 sekuntia, jonka aikana koehenkilö lausui sen ääneen ja sen jälkeen ruudulle ilmestyi heti seuraava sana. Koehenkilöt ohjeistettiin lausumaan ruudulle ilmestyvä sana mahdollisimman selkeästi ja niin hyvin kuin he osaavat. Tutkittavat pitivät testauksen aikana kaksi taukoa, ja saivat jatkaa testausta sitten, kun itse halusivat. Koehenkilöiden puhe tallennettiin tietokoneelle Audio-Technica ATH-M50xSTS kuulokemikrofonilla ja siihen yhdistetyllä Røde AI-1 USB-äänikortilla. Ärsykkeinä käytettiin 23 englanninkielistä sanaa, jotka sisältävät 12 brittiläisen englannin vokaalia: /i:/, /ɪ/, /e/, /æ/, /ʊ/, /u:/, /ɔ:/, /ʌ/, /ɒ/, /ɑ:/, /ɜ:/ ja /ə/. Kukin vokaali, neutraalia keskivokaalia /ə/ lukuun ottamatta, esiintyi soinnillisen ja soinnittoman konsonantin edellä valituissa ärsykesanoissa. Neutraali keskivokaali /ə/ esiintyi ainoastaan soinnillisen konsonantin edellä, koska se ei esiinny lainkaan painollisissa tavuissa. Jokainen sana esitettiin koehenkilölle tutkimuksen aikana seitsemän kertaa eli koehenkilölle esitettiin yhteensä 161 sanaa. Kaikki 161 ärsykesanaa esitettiin koehenkilöille satunnaista jäljittelevässä järjestyksessä, ja järjestys oli sama jokaisella koehenkilöllä. Ärsykkeinä käytetyt sanat löytyvät taulukosta 1.

Taulukko 1.

Tutkimuksessa käytetyt ärsykesanat.

	/i:/	/ɪ/	/e/	/æ/	/ʊ/	/u:/	/ɔ:/	/ʌ/	/ɒ/	/ɑ:/	/ɜ:/	/ə/
Soinniton	heat	hit	bet	hat	foot	hoot	bought	hut	tot	heart	hurt	
Soinnillinen	heed	hid	bed	had	hood	who'd	board	hud	Todd	hard	heard	harder

Tässä tutkimuksessa päädyttiin käyttämään ortografisia ärsykeitä, koska tutkimuksen kohteena oli englannin vokaalien tuotto tilanteessa, joka muistuttaa vieraan kielen koulu- ja lukemispohjaista käyttöä. Valinta mahdollisti sen, että koehenkilöiden tuotoksia ei ohjannut yksittäisen auditiivisen mallin välitön jäljittely, vaan heidän oma käsityksensä englannin sanan ääntämisestä. Tämä on tutkimuskysymyksen kannalta perusteltua, koska tarkoituksena oli

tarkastella, millaisena englannin vokaalituotto ilmenee SI-käyttäjillä suhteessa normaalisti kuuleviin verrokkeihin.

Varsinaisen koeasetelman lisäksi osallistujilta kerättiin taustatietoja kyselylomakkeen avulla. Lomakkeella kartoitettiin kuulovian diagnosointi-ikä, SI:n asennusikä ja viittomakielen käyttöä kommunikoinnissa. Lisäksi lomakkeella selvitettiin koehenkilön sukupuoli, ikä, koulutustausta, luokka-aste sekä englannin opiskelun aloittamisen luokka-aste ja englannin kielen käytön yleisyys arjessa. Lomake suunnattiin koehenkilön ja mahdollisen huoltajan yhdessä täytettäväksi. Lomakkeella kerättyjen tietojen tarkoituksena oli arvioida koehenkilöiden soveltuvuus tutkimukseen sekä mahdollistaa aineiston täsmällinen vertailu verrokkiryhmään.

3.3 Aineiston analysointi

Aineiston akustinen analyysi tehtiin Praat-ohjelmalla (versio 6.4.59) (Boersma & Weenink, 2026). Praatin avulla koehenkilöiden puhenäytteistä analysoitiin jokaisen sanan kokonaiskesto, vokaalin kesto, vokaalin ensimmäinen formantti (F1) ja toinen formantti (F2) sekä perustaaajuus (F0). Formanttien analyysi tehtiin Praat-skriptillä, jonka työnjälki tarkistettiin manuaalisesti, jotta mittauspiste on vokaalin keskikohta tai mahdollisimman lähellä sitä. Akustisen analyysin tuloksia vertailtiin laadullisesti sekä tilastollisesti verrokkiryhmien vastaaviin tuloksiin.

Tutkimuksessa lapsen laadullisen analyysin verrokkiryhmänä toimivat 11–13-vuotiaat normaalisti kuulevat suomenkieliset oppilaat. Aineisto on kerätty alkuperäisesti Immosen ja Peltolan (2018) tutkimusta varten ja sen käyttöön vertailuaineistona on saatu lupa. Verrokkiryhmässä on oppilaita sekä tavalliselta luokalta että englannin kielen kieliluokalta. Immosen ja Peltolan tutkimuksessa aineisto kerättiin audioärsykkeeseen sekä kuuntele ja toista -tehtävän avulla, joten se poikkeaa hieman tämän tutkimuksen koeasetelmasta, jossa aineisto kerättiin visuaalisen ärsykkeeseen avulla. Immosen ja Peltolan keräämästä aineistosta valittiin iältään parhaiten tutkimuksemme koehenkilöä vastaavien aineistot, ja kriteereihin sopivia vastaavuuksia löytyi yhteensä 6 tyttöä, joista 3 on normaalilta luokalta ja 3 englannin kielen kieliluokalta. Aikuisten verrokkiaineistosta (Tamminen, 2026) valikoitiin iältään tutkimuksemme koehenkilöitä parhaiten vastaavien aineistot. Verrokkeja löytyi yhteensä 6 kappaletta: 2 naista ja 4 miestä. Taulukossa 2 on esitetty perustiedot laadullisen analyysin verrokkiryhmistä. Aikuisten verrokkiryhmän testaus tehtiin tätä tutkimusta vastaavalla

asetelmalla sillä erotuksella, että mukana oli vain 10 vokaalia. Vokaalit /ɜ:/ ja /ə/ (*hurt, heard, harder*) eivät ole mukana aikuisten F1- ja F2-arvojen vertailuissa, koska niistä ei ole verrokkiaineistoa.

Taulukko 2.

Laadullisen analyysin verrokkien määrät, keski-ikä ja ikäjakaumat.

	Lukumäärä	Keski-ikä	Ikäjakauma
Lapset	6	12 v 2 kk	11 v 9 kk – 12 v 6 kk
Aikuiset, naiset	2	62,5 v	60 v – 64 v
Aikuiset, miehet	4	63 v	60 v – 64 v

Yksittäisten koehenkilöiden suoriutumista verrattiin verrokkiryhmään käyttäen Crawfordin ja Howellin (1998) kehittämää modifioitua t-testiä, joka on suunniteltu vertailemaan yksittäistapauksia tilastollisesti pieniin kontrolliryhmiin. Menetelmä huomioi kontrolliryhmän otoskoon ja varianssin, ja sitä pidetään suositeltavana lähestymistapana single-case-asetelmissa (Crawford & Garthwaite, 2002). Tilastollisessa analyysissä käytetään samaa vertailudataa kuin laadullisessa analyysissä (Immonen & Peltola, 2018; Tamminen, 2026), mutta siinä on mukana koko otos eikä ainoastaan lähimpiä ikäverrokkeja. Tähän päädyttiin, koska tilastollisen menetelmän tarkkuus kärsii, jos otos on pieni, ja sen tarkoituksena on etsiä yksilön aineistosta koko otoksesta poikkeavia trendejä.

Lapsiverrokkiryhmä koostui 15 osallistujasta. Sekä koehenkilön että verrokkien arvot perustuivat seitsemän toiston keskiarvoihin. Tämä parantaa mittausten reliabiliteettia verrattuna aikuisaineistoon, jossa toistojen määrä erosi ryhmien välillä. Keskeinen ero analyysiasetelmassa oli ärsykemodaliteetti: lapsiverrokkien aineisto perustui auditiiviseen ärsykkeeseen (kuultu malli), kun taas koehenkilön aineisto oli kerätty visuaalisen ärsykeen (luettu ärsyke) perusteella. Näin ollen analyysi edustaa niin sanottua cross-modal-vertailua, mikä on huomioitu tulosten tulkinnassa. Lapsen analyysi toteutettiin vertaamalla koehenkilön yksittäisiä mittaustuloksia (F1, F2 ja vokaalin kesto) verrokkiryhmän vastaaviin arvoihin.

Aikuisaineiston tilastollinen analyysi toteutettiin vertaamalla kummankin koehenkilön yksittäisiä mittaustuloksia (F1, F2 ja vokaalin kesto) verrokkiryhmän vastaaviin arvoihin. Koehenkilöiden arvot perustuivat seitsemän toiston keskiarvoihin, kun taas verrokkiryhmässä

jokainen ärsykesana toistettiin kolme kertaa. Aikuisten koehenkilöiden verrokkiryhmä koostui 17 aikuisesta puhujasta. Taulukossa 3 on esitetty perustiedot tilastollisen analyysin verrokkiryhmistä.

Taulukko 3.

Tilastollisen analyysin verrokkien määrät, keski-ikä ja ikäjakaumat.

	Lukumäärä	Keski-ikä	Ikäjakauma
Lapset	15 (8 tyttöä)	12 v 2 kk	11 v 9 kk – 12 v 7 kk
Aikuiset	17 (10 naista)	68 v	60 v – 83 v

Kaikkien koehenkilöiden jokaiselle sanalle ja akustiselle muuttujalle laskettiin erikseen t-arvo ja siihen liittyvä p-arvo. Lisäksi arvioitiin, kuinka poikkeava yksittäinen tulos oli suhteessa kontrollipopulaatioon (*percentile estimate, P_k*). Tämä on suositeltu raportointitapa yksittäistapausten analyysissä (Crawford & Garthwaite, 2007). Koska analyysi sisälsi useita rinnakkaisia vertailuja, tuloksia tarkasteltiin ensisijaisesti systemaattisten suuntausten näkökulmasta yksittäisten merkitsevyydestien sijaan.

3.4 Tutkimuksen eettisyys

Tässä tutkielmassa lapsen testauksessa käytettyyn tutkimusprotokollaan on saatu Varhan opinnäytetyön tutkimuslupa (2024-2715-OP). Tutkimus toteutettiin noudattaen tutkimuseettisiä periaatteita ja Suomen tutkimuseettisen neuvottelukunnan (TENK) ohjeistuksia. Ennen aineistonkeruuta osallistujilta sekä mahdollisilta huoltajilta pyydettiin kirjallinen suostumus. Heille annettiin ennen suostumuksen allekirjoittamista selkeä ja kattava tiedote tutkimuksen tarkoituksesta, menetelmistä ja anonyymiteetistä. Tutkimuksen aikana pidettiin huoli koehenkilöiden oikeuksista, kuten osallistumisen vapaaehtoisuudesta ja mahdollisuudesta keskeyttää tutkimus milloin tahansa ja minkä tahansa syyn takia. Tutkittavat esiintyvät aineistossa anonyymisti ja heidän nimensä kerättiin ainoastaan suostumuslomakkeille, joiden tietoja ei pysty suoraan yhdistämään tutkimuksen aineistoon. Koehenkilöt kävivät tutkimuksessa yksi kerrallaan ja eri päivinä, joten heillä ei ole tietoa muista tutkimukseen osallistuneista. Kerättyjä suostumuslupia ja taustatietolomakkeita säilytettiin niin, ettei tutkimuksen ulkopuolisilla henkilöillä ollut niihin pääsyä. Tutkittavien äänitteet ja taustatietolomakkeet arkistoidaan Turun yliopiston fonetiikan Learning, Age & Bilingualism –laboratorion (LAB-lab) arkistoon niiden mahdollista myöhempää

tutkimuskäyttöä varten. Tutkimuksen arkisto hävitetään viimeistään 15 vuoden kuluttua rekisterin luomisesta. Tietosuojailmoitus on nähtävissä kokonaisuudessaan liitteenä 1.

4 Tulokset

Keskitymme tuloksissa tarkastelemaan vokaalin ensimmäistä ja toista formanttia, sillä ne kertovat eniten vokaalin laadusta sekä sen etisyys-takaisuus- ja väljyys-suppeusakselista. Taulukossa 4 on esitetty koehenkilöiden tuottamien vokaalien F1- ja F2-arvot. Lisäksi tarkastelemme vokaalien kestoa, koska englannin kielessä äänneympäristö, eli vokaalin jälkeen esiintyvän konsonantin soinnillisuus, vaikuttaa voimakkaasti vokaalin kestoon (Cho, 2016; Kluender ym., 1988). Taulukossa 5 on esitetty koehenkilöiden tuottamien vokaalien kestojen, sanojen kokonaiskestojen ja vokaalien suhteellisten kestojen keskiarvot. Vokaalin suhteellinen kesto laskettiin kaavalla: ”vokaalin kesto / sanan kokonaiskesto x 100”. Koehenkilöiden vähäisen määrän takia tarkastelemme saatuja tuloksia ensin laadullisesti ja sen jälkeen Crawfordin ja Howellin (1998) modifioidusta t-testistä saatujen tilastollisten tunnuslukujen kautta. Crawfordin ja Howellin modifioitu t-testi on kehitetty vertaamaan yksittäistapauksia suurempaan verrokkiaineistoon ja löytämään yksilöiden arvoista poikkeavuuksia (kts. Crawford & Garthwaite, 2002, 2007; Crawford & Howell, 1998).

Taulukko 4.*Koehenkilöiden tuottamien ärsykesanojen vokaalien F1- ja F2- arvot.*

Ärsykesana	Vokaali	KH1		KH2		KH3	
		F1 (Hz)	F2 (Hz)	F1 (Hz)	F2 (Hz)	F1 (Hz)	F2 (Hz)
heed	/i:/	377	2793	277	2163	350	2368
heat	/i:/	380	2865	296	2089	349	2134
hid	/ɪ/	391	2743	278	1988	404	2114
hit	/ɪ/	406	2750	289	1982	385	2359
bed	/e/	563	2419	494	1822	597	2124
bet	/e/	566	2281	513	1683	615	2060
had	/æ/	799	1789	613	1442	764	1440
hat	/æ/	862	1856	622	1387	776	1505
hood	/ʊ/	372	1091	329	868	443	772
foot	/ʊ/	376	1133	381	1547	495	836
who'd	/u:/	400	1430	328	903	475	833
hoot	/u:/	371	1057	344	978	433	724
board	/ɔ:/	504	991	521	1119	628	960
bought	/ɔ:/	626	1220	527	862	585	880
hud	/ʌ/	452	1368	313	1169	698	1380
hut	/ʌ/	417	1554	390	1420	747	1387
Todd	/ɒ/	527	1452	585	1065	621	1250
tot	/ɒ/	499	1603	626	943	624	1210
hard	/ɑ:/	606	1338	619	983	760	1302
heart	/ɑ:/	671	1416	642	969	736	1239
heard	/ɜ:/	526	1781	500	1321	693	1439
hurt	/ɜ:/	562	1604	511	1326	643	1701
harder	/ə/	647	1154	675	947	768	1366

Taulukko 5.

Koehenkilöiden tuottamien ärsykesanojen vokaalien kestojen, sanan kokonaiskestojen ja vokaalien suhteellisten kestojen keskiarvot.

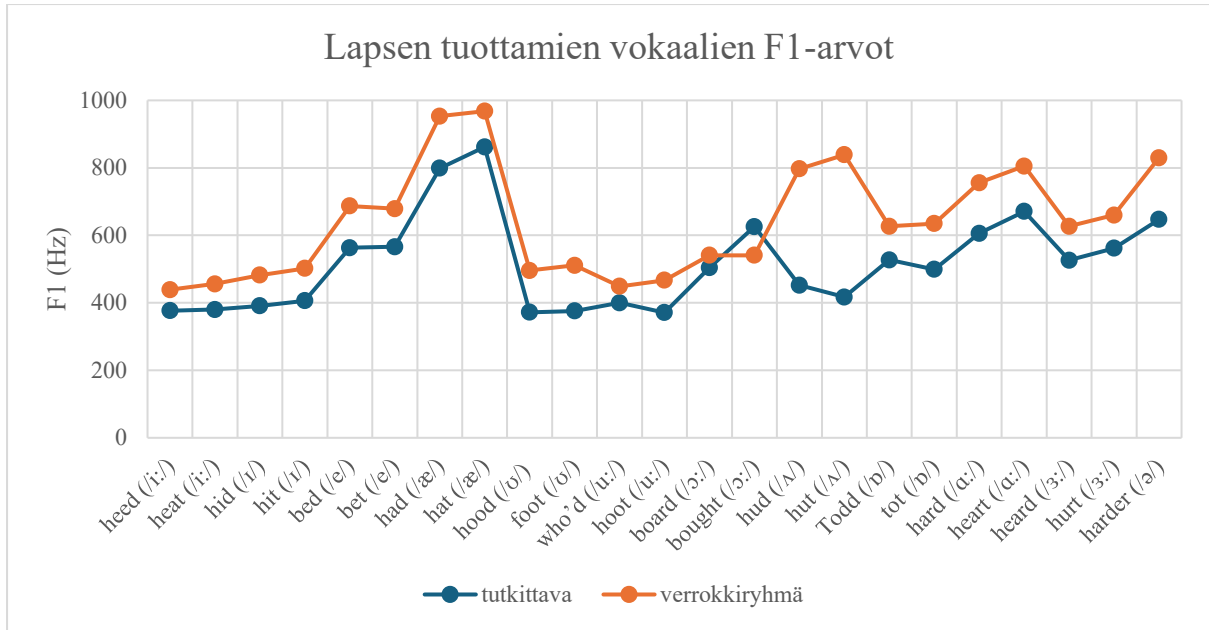
Ärsykesana	Vokaali	Vokaalin kesto (ms)	Sanan kokonaiskesto (ms)	Vokaalin suhteellinen kesto (%)
heed	/i:/	279	545	51,2
heat	/i:/	263	521	50,5
hid	/ɪ/	145	452	32,1
hit	/ɪ/	127	452	28,1
bed	/e/	155	412	37,6
bet	/e/	113	449	25,2
had	/æ/	184	463	39,7
hat	/æ/	143	477	30,0
hood	/ʊ/	277	537	51,6
foot	/ʊ/	267	556	48,0
who'd	/u:/	230	504	45,6
hoot	/u:/	260	534	48,7
board	/ɔ:/	284	560	50,7
bought	/ɔ:/	260	566	45,9
hud	/ʌ/	158	456	34,6
hut	/ʌ/	126	491	25,7
Todd	/ɒ/	146	408	35,8
tot	/ɒ/	114	420	27,1
hard	/ɑ:/	289	578	50,0
heart	/ɑ:/	259	529	49,0
heard	/ɜ:/	242	551	43,9
hurt	/ɜ:/	216	611	35,4
harder	/ə/	218	613	35,6

4.1 Laadullinen analyysi

4.1.1 Vokaalien F1- ja F2-arvot

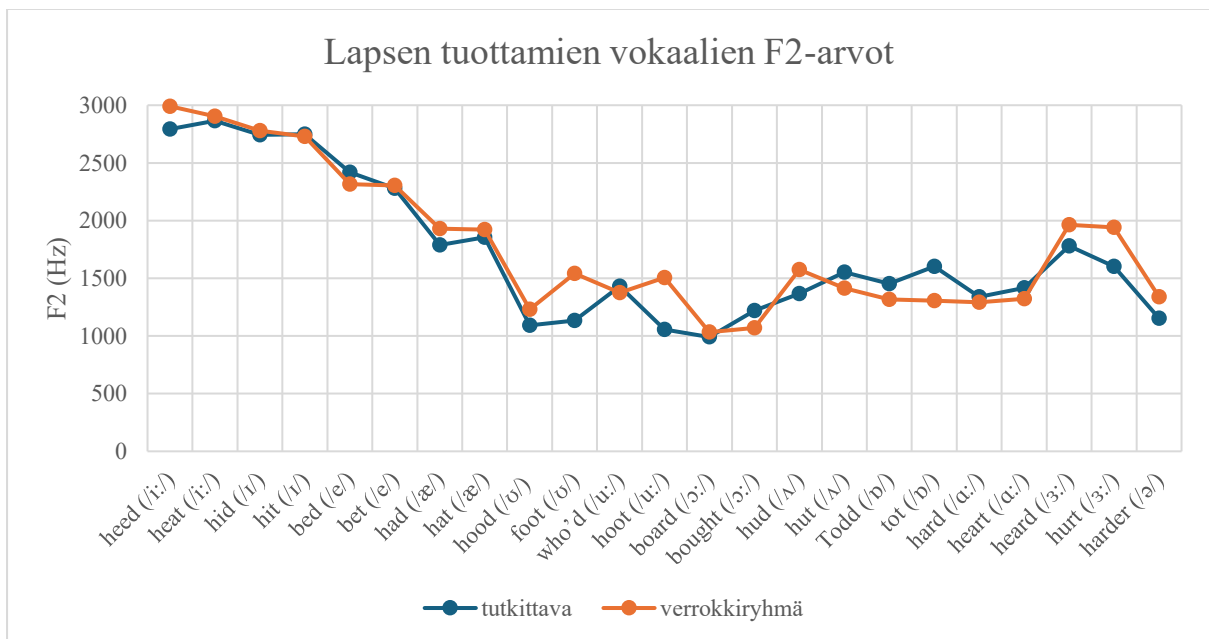
Tarkastelemme F1- ja F2-arvojen osalta jokaista koehenkilöä erikseen, koska heidän tuloksiaan verrataan eri verrokkiryhmiin. Kuvassa 3 on esitetty alakouluikäisen koehenkilön tuottamien vokaalien F1-arvot verrattuna samanikäisten normaalisti kuulevien verrokkien F1-arvojen keskiarvoihin. Kuvassa 4 on esitetty alakouluikäisen koehenkilön tuottamien vokaalien F2-arvot verrattuna samanikäisten normaalisti kuulevien verrokkien F2-arvojen keskiarvoihin.

Kuvasta 3 voidaan havaita, että suurin ero F1-arvoissa koehenkilön ja verrokkien välillä on sanoissa *hud* ja *hut* eli vokaalissa /ʌ/. Näissä sanoissa koehenkilöllä on merkittävästi verrokkiaineistoa matalammat F1-arvot. Myös lähes kaikissa muissa sanoissa koehenkilön F1-arvot ovat verrokkeja matalampia, pois lukien sanassa *bought*, jossa koehenkilön F1-arvo on hieman korkeampi kuin verrokeilla. Lähes kaikki verrokkiryhmän vokaalit olivat siis väljempää kuin tutkittavalla. Muissa sanoissa erot ovat kuitenkin huomattavasti pienempiä kuin sanoissa *hud* ja *hut*. Kuvan 4 F2-arvoissa ei ole havaittavissa merkittäviä eroja koehenkilön ja verrokkien välillä, vaan ne ovat samankaltaisia toistensa kanssa. Ainoat verrokeista hieman enemmän poikkeavat arvot ovat vokaaleissa /o/ ja /u:/, kun ne esiintyvät soinnittoman konsonantin edellä eli sanoissa *foot* ja *hoot*. Näissä sanoissa tutkittavan F2-arvot ovat verrokkiryhmää matalampia eli tutkittavan vokaalit ovat takaisempia.



Kuva 3.

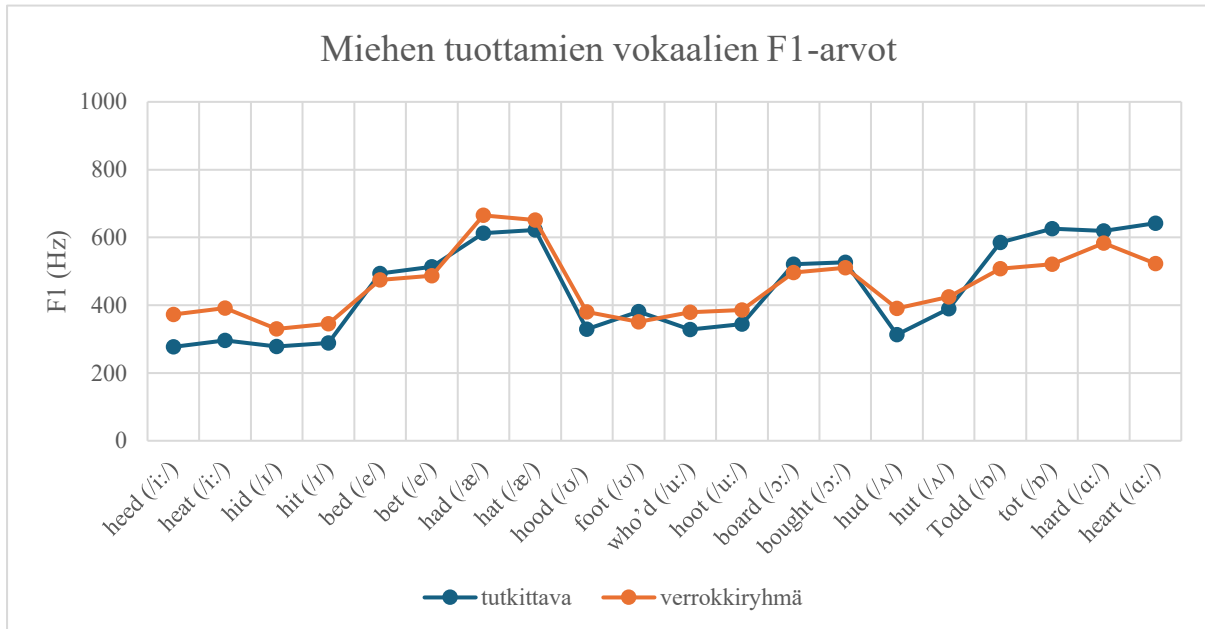
Alakouluikäisen koehenkilön tuottamien vokaalien F1-arvot verrattuna samanikäisten normaalisti kuulevien verrokkien (N=6) F1-arvojen keskiarvoihin.



Kuva 4.

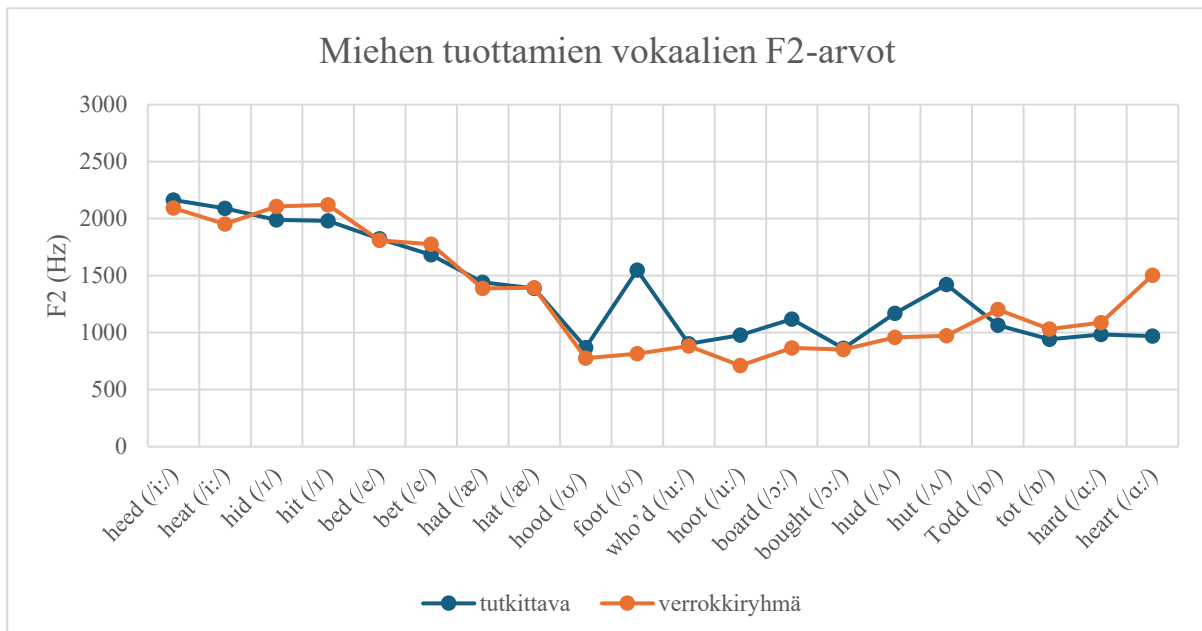
Alakouluikäisen koehenkilön tuottamien vokaalien F2-arvot verrattuna samanikäisten normaalisti kuulevien verrokkien (N=6) F2-arvojen keskiarvoihin.

Kuvassa 5 on esitetty aikuisen miespuolisen koehenkilön tuottamien vokaalien F1-arvot verrattuna samanikäisten normaalisti kuulevien verrokkien F1-arvojen keskiarvoihin. Kuvassa 6 on esitetty aikuisen miespuolisen koehenkilön tuottamien vokaalien F2-arvot verrattuna samanikäisten normaalisti kuulevien verrokkien F2-arvojen keskiarvoihin.



Kuva 5.

Aikuisen miespuolisen koehenkilön tuottamien vokaalien F1-arvot verrattuna samanikäisten normaalisti kuulevien verrokkien (N=4) F1-arvojen keskiarvoihin.

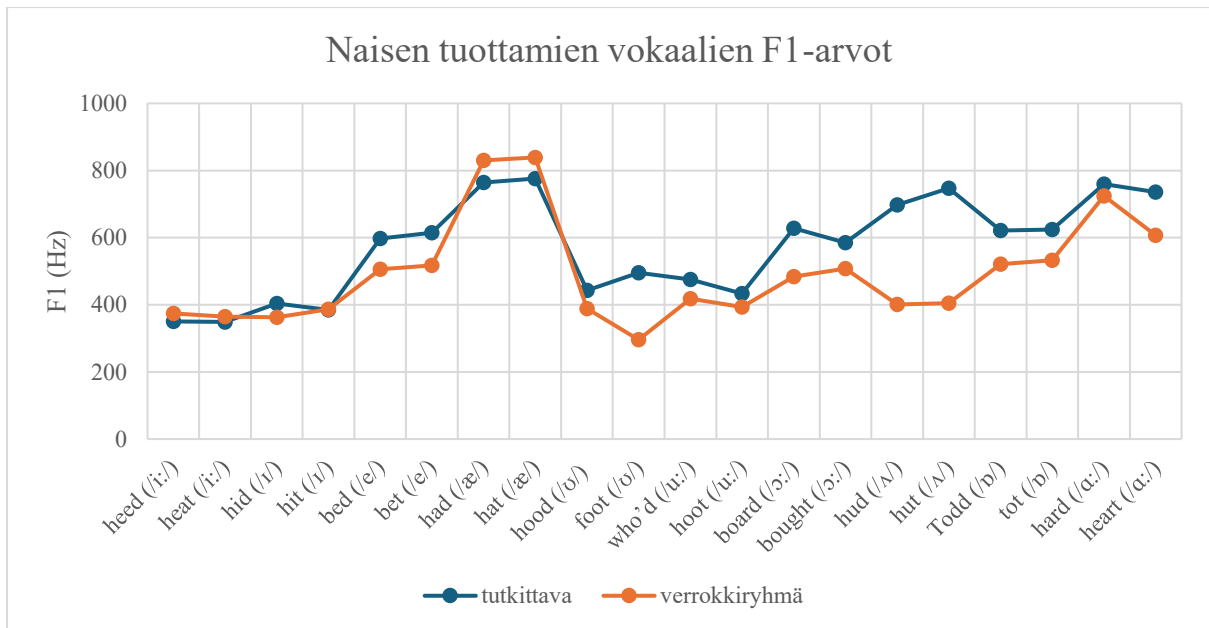


Kuva 6.

Aikuisen miespuolisen koehenkilön tuottamien vokaalien F2-arvot verrattuna samanikäisten normaalisti kuulevien verrokkien (N=4) F2-arvojen keskiarvoihin.

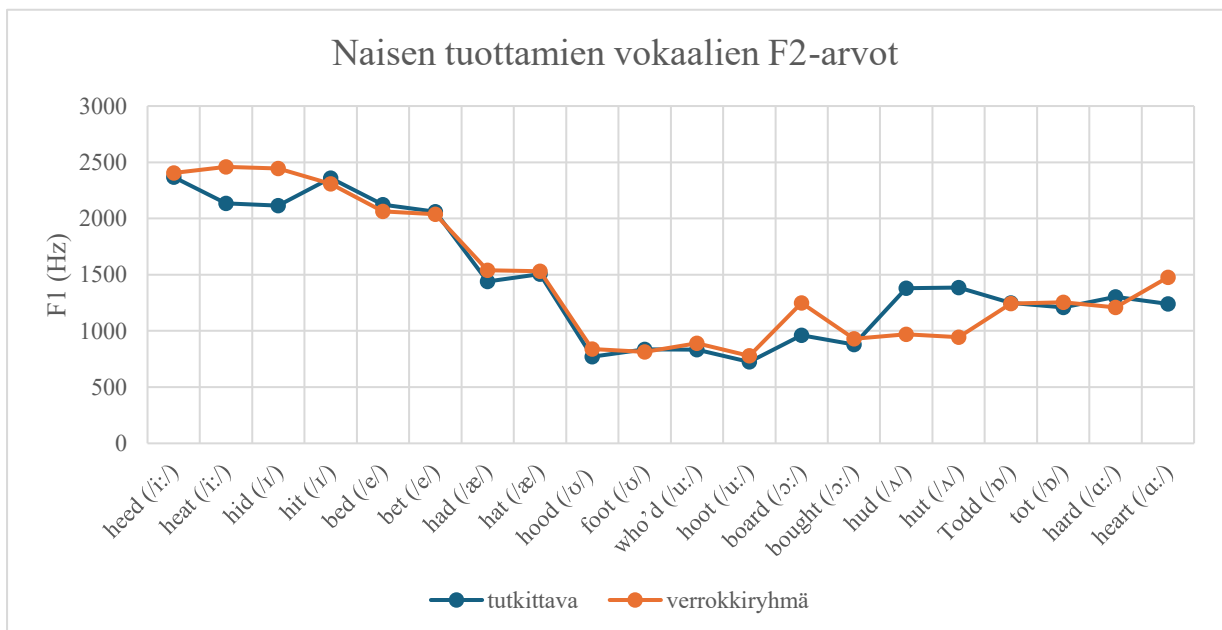
Kuvasta 5 voidaan havaita pieniä eroja tutkittavan ja verrokkien F1-arvojen välillä. Suurimmat erot ovat havaittavissa vokaaleista /i:/ (*heed* ja *heat*) ja /ɒ/ (*Todd* ja *tot*). Sanoissa *heed* ja *heat* vokaalin /i:/ F1-arvo oli tutkittavalla matalampi kuin verrokeilla eli vokaali oli tutkittavalla suppeampi molemmissa sanoissa. Sanoissa *Todd* ja *tot* vokaalin /ɒ/ F1-arvo oli tutkittavalla korkeampi kuin verrokeilla eli vokaali oli tutkittavalla väljempi molemmissa sanoissa. Lisäksi sanassa *heart* vokaalin /ɑ:/ F1-arvo oli tutkittavalla korkeampi kuin verrokeilla eli vokaali oli tutkittavalla väljempi kuin verrokkiryhmällä. Myös muissa sanoissa voidaan havaita pieniä eroja, mutta ne eivät ole yhtä suuria kuin jo mainituissa sanoissa. Kuvasta 6 voidaan huomata, että tutkittavan ja verrokkien F2-arvot ovat pääasiassa samansuuntaisia toistensa kanssa. Eniten arvot poikkeavat toisistaan sanan *foot* kohdalla, jossa vokaalin /ʊ/ F2-arvo on merkittävästi korkeampi tutkittavalla kuin verrokkiryhmällä eli vokaali on tutkittavalla etisempi. Myös sanoissa *hoot* (/u:/), *board* (/ɔ:/), *hut* (/ʌ/) ja *hud* (/ʌ/) tutkittavan F2-arvo on verrokkiryhmää korkeampi eli vokaalit ovat etisempiä. Lisäksi sanassa *heart* vokaalin /ɑ:/ F2-arvo on tutkittavalla matalampi kuin verrokkiryhmällä eli vokaali on takaisempi.

Kuvassa 7 on esitetty aikuisen naispuolisen koehenkilön tuottamien vokaalien F1-arvot verrattuna samanikäisten normaalisti kuulevien verrokkien F1-arvojen keskiarvoihin. Kuvassa 8 on esitetty aikuisen naispuolisen koehenkilön tuottamien vokaalien F2-arvot verrattuna samanikäisten normaalisti kuulevien verrokkien F2-arvojen keskiarvoihin.



Kuva 7.

Aikuisen naispuolisen koehenkilön tuottamien vokaalien F1-arvot verrattuna samanikäisten normaalisti kuulevien verrokkien (N=2) F1-arvojen keskiarvoihin.



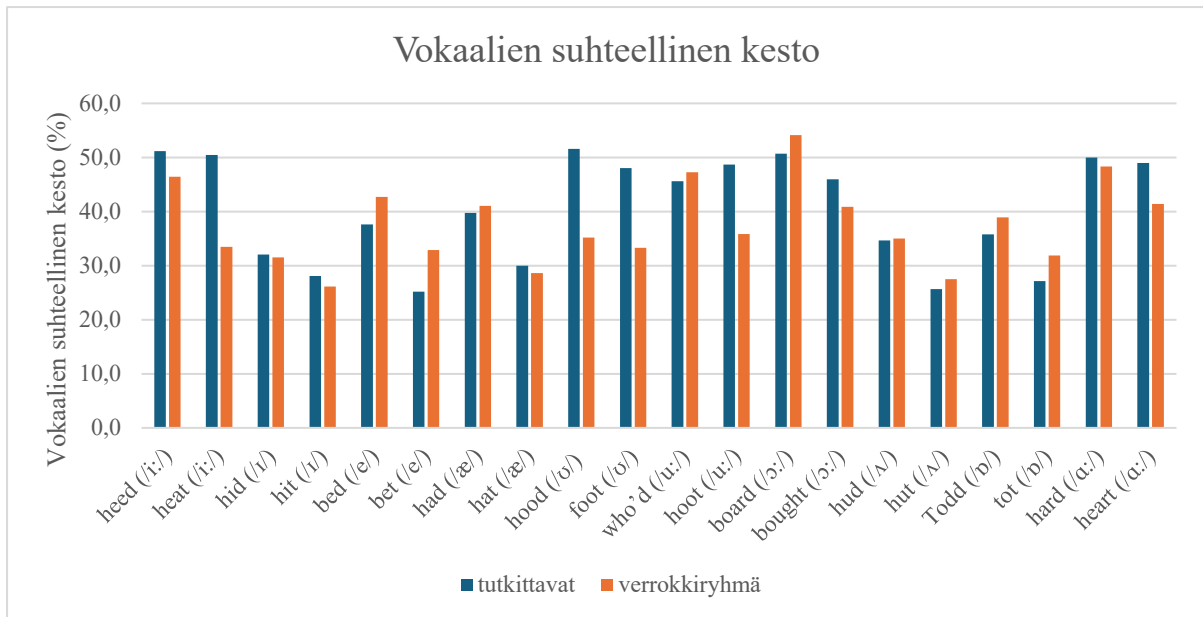
Kuva 8.

Aikuisen naispuolisen koehenkilön tuottamien vokaalien F2-arvot verrattuna samanikäisten normaalisti kuulevien verrokkien (N=2) F2-arvojen keskiarvoihin.

Kuvasta 7 voidaan havaita joitakin eroja tutkittavan ja verrokkiryhmän F1-arvojen välillä. Suurimmat erot ovat havaittavissa vokaalin /ʌ/ (*hud, hut*) kohdalla, jossa tutkittavan F1-arvot ovat huomattavasti verrokkiryhmää korkeammat eli tutkittavan vokaalit ovat väljempiä kuin verrokkiryhmällä. Myös sanoissa *bed* (/e/), *bet* (/e/), *foot* (/ʊ/), *board* (/ɔ:/), *bought* (/ɔ:/), *Todd* (/ɒ/), *tot* (/ɒ/) ja *heart* (/ɑ:/) tutkittavan F1-arvot ovat selkeästi verrokkiryhmää korkeammat, mutta erot ovat pienemmät kuin sanoissa *hud* ja *hut*. Vokaalin /æ/ (*had, hat*) F1-arvot taas ovat suuremmat verrokkiryhmällä kuin tutkittavalla eli tutkittavan vokaalit ovat suppeampia. Kuvasta 8 voidaan havaita, että tutkittavan ja verrokkiryhmän F2-arvot ovat pitkälti samankaltaisia toistensa kanssa. Ainoastaan sanoissa *heat* (/i:/), *hid* (/ɪ/), *board* (/ɔ:/) ja *heart* (/ɑ:/) tutkittavan F2-arvot ovat hieman matalampia kuin verrokkiryhmällä eli tutkittavan vokaalit ovat takaisempia. Lisäksi vokaalin /ʌ/ (*hud, hut*) F2-arvot ovat tutkittavalla korkeampia kuin verrokkiryhmällä eli tutkittavan vokaalit ovat etisempiä.

4.1.2 Vokaalien kesto

Praat-ohjelmistolla mitattiin myös jokaisen ärsykesanan vokaalin kesto ja sanan kokonaiskesto. Koska vokaalin tai sanan keston ei vaikuta ikä ja sukupuoli, koehenkilöiden vokaalien ja sanojen kestoista laskettiin keskiarvo. Vokaalin absoluuttinen kesto voi vaihdella puhujan yleisen puhenopeuden ja sanan kokonaiskeston mukaan, joten vokaalikestojen lisäksi tarkasteltiin sanojen kokonaiskestoja sekä vokaalin suhteellista osuutta sanan kestopista. Vokaalin keston ja sanan kokonaiskeston avulla laskettiin jokaisen vokaalin suhteellinen kesto kaavalla: ”vokaalin kesto / sanan kokonaiskesto x 100”. Näitä arvoja vertailtiin verrokkiryhmän vastaaviin keskiarvoihin. Vertailussa ei ole mukana sanoja *heard*, *hurt* ja *harder*, koska näiden sanojen kokonaiskestoja ei ollut raportoitu verrokkiaineistossa. Kuvassa 9 on esitetty koehenkilöiden tuottamien ärsykesanojen vokaalien suhteellisten kestojen keskiarvot verrattuna normaalisti kuulevien verrokkien vokaalien suhteellisten kestojen keskiarvoihin.



Kuva 9.

Koehenkilöiden tuottamien vokaalien kestojen keskiarvot verrattuna normaalisti kuulevien verrokkien ($N=12$) vokaalien kestojen keskiarvoihin.

Kuvasta 9 voidaan havaita joitakin eroja tutkittavien ja verrokkiryhmien vokaalien suhteellisten kestojen välillä. Tutkittavien vokaali oli suhteelliselta kestoaltaan selkeästi verrokkiryhmän vokaalia pidempi sanoissa *heat* (/i:/), *hood* (/ʊ/), *foot* (/ʊ/), *hoot* (/u:/) ja *heart* (/ɑ:/). Sanassa *bet* (/e/) tutkittavien vokaalin suhteellinen kesto oli selkeästi lyhyempi kuin verrokkiryhmällä. Muissa sanoissa tutkittavien vokaalit olivat suhteelliselta kestoaltaan samansuuntaisia kuin verrokkiryhmällä, ja ryhmien välinen ero oli alle 5 prosenttiyksikköä. Lukuun ottamatta sanaparia *who'd-hoot*, vokaalin suhteellinen kesto oli tutkittavilla kaikissa sanapareissa pidempi soinnillisen kuin soinnittoman konsonantin edellä.

4.2 Tilastollinen analyysi

Crawfordin ja Howellin (1998) modifioidussa t-testissä kaikkien koehenkilöiden akustiset mittaustulokset sijoituivat pääosin verrokkiryhmän vaihteluvälin sisään kaikissa tarkastelluissa muuttujissa. Suurimmassa osassa vertailuja erot verrokkiryhmään eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Selkein systemaattinen poikkeama havaittiin aikuisten F1-arvoissa. Molemmilla aikuisikäisillä koehenkilöillä F1-arvot olivat useissa ärsykesanoissa korkeampia kuin verrokkiryhmän keskiarvo. Yksittäisissä tapauksissa ero saavutti myös tilastollisen merkitsevyyden. Sanassa *tot* molempien aikuisten F1-arvot olivat merkitsevästi korkeampia kuin verrokkiryhmän keskiarvo

($t(17) = 2.25, p = .039, t(15) = 2.21, p = .042$). Molemmat sijoittuvat noin 98. persentiiliin. Sanassa *todd* toisen aikuisen F1-arvo oli merkitsevästi korkeampi verrattuna verrokkiryhmään ($t(17) = 2.54, p = .023$), ja sijoittui noin 99. persentiiliin kontrollipopulaatiossa. Toisen aikuisen vastaava arvo samassa sanassa oli myös korkeampi, mutta ei saavuttanut tilastollista merkitsevyyttä ($t(17) = 1.81, p = .090, P_{95}$). Myös sanassa *board* toisen aikuisen F1-arvo oli merkitsevästi korkeampi ($t(17) = 5.84, p < .001, P_{99}$) ja toisen lähes merkitsevästi ($t(17) = 1.94, p = .080, P_{96}$). Lisäksi sanoissa *bought* ($t(17) = 3.65, p = .005, P_{99}$) ja *foot* ($t(17) = 3.25, p = .005, P_{99}$) vain yhden aikuisen F1-arvot olivat merkitsevästi korkeampia kuin verrokkiryhmän keskiarvo. Taulukossa 6 on esitetty molempien aikuisten F1-arvojen tilastollisesta analyysistä saadut tunnusluvut: t-arvo, p-arvo ja persentiili. Muiden akustisten parametrien (F2 ja vokaalin kesto) osalta aikuisilla ei havaittu vastaavaa systemaattista poikkeavuutta. Näiden muuttujien arvot sijoittuivat pääosin verrokkiryhmän jakauman keskialueelle, ja niissä esiintyi molemmissa vain yksi merkitsevästi poikkeava arvo. Sanan *foot* F2-arvo oli yhdellä aikuisella merkitsevästi suurempi ($t(17) = 2.87, p = .011, P_{99}$) kuin verrokkiryhmällä, ja toisella aikuisella vokaalin kesto sanassa *hard* oli merkitsevästi pidempi ($t(17) = 2.21, p = .042, P_{98}$) kuin verrokkiryhmällä.

Taulukko 6.

Aikuisten koehenkilöiden F1-arvojen tilastollisen analyysin tulokset.

Ärsykesana	Aikuinen 1			Aikuinen 2		
	t	p	P	t	p	P
heed	-1.16	.265	13	0.12	.905	55
heat	-0.51	.618	31	-0.14	.892	45
hid	-0.78	.445	22	0.45	.661	67
hit	-1.72	.105	5	1.27	.223	89
bed	-0.06	.952	48	1.75	.100	95
bet	0.24	.814	59	1.47	.161	92
had	-0.86	.402	20	0.12	.905	55
hat	-0.91	.378	19	0.15	.879	56
hood	-0.86	.404	20	1.56	.138	93
foot	0.36	.721	64	3.25	.005	99
who'd	-0.81	.428	21	1.88	.080	97
hoot	-0.68	.504	25	1.13	.276	86
board	1.94	.078	96	5.84	< .001	99
bought	1.59	.145	93	3.65	.005	99
hud	-0.76	.456	23	1.79	.092	95
hut	-0.39	.706	35	1.78	.098	95
Todd	1.84	.090	95	2.55	.022	99
tot	2.25	.039	98	2.21	.042	98
hard	-0.49	.633	32	0.86	.402	80
heart	0.30	.772	61	0.96	.358	82

Lapsiaineiston tilastollinen analyysi osoitti, että koehenkilön akustiset mittaustulokset sijoittuivat pääosin verrokkiryhmän vaihteluvälin sisään, kuten aikuisaineistossakin. Poikkeavien tulosten laatu erosi kuitenkin aikuisaineistosta, jossa suurimmat erot olivat vokaalien F1-arvoissa.

Lapsiaineiston selkeimmät poikkeamat havaittiin vokaalin absoluuttisessa kestossa. Lapsen verrokkiaineistossa ei ollut mitattu sanan kokonaiskestoa, joten vokaalien suhteellista kestoa ei ollut mahdollista vertailla. Sanoissa *heat* ($t(15) = 3.83$, $p = .002$), *foot* ($t(15) = 6.26$ $p < .001$),

hood ($t(15) = 4.73, p < .001$), *hurt* ($t(15) = -3.10, p = .007$) ja *heard* ($t(15) = -2.56, p = .022$) koehenkilön vokaalien kesto poikkesi tilastollisesti merkitsevästi verrokkiryhmästä. Sanoissa *heat*, *foot* ja *hood* koehenkilön arvot sijoittuvat 99. persentiiliin ja sanoissa *hurt* ja *heard* 1. persentiiliin. Sanoissa *heat*, *foot* ja *hood* koehenkilön vokaalit olivat siis pidempiä kuin verrokkiryhmällä ja sanoissa *hurt* ja *heard* lyhyempiä. Taulukossa 7 on esitetty lapsen vokaalien keston tilastollisesta analyysistä saadut tunnusluvut: t-arvo, p-arvo ja persentiili.

Taulukko 7.

Alakouluikäisen koehenkilön vokaalien keston tilastollisen analyysin tulokset.

Ärsykesana	t	p	P
heed	0.26	.797	60
heat	3.83	.002	99
hid	0.59	.562	72
hit	1.23	.238	88
bed	-0.17	.869	44
bet	-1.64	.124	6
had	0.16	.879	56
hat	1.86	.084	96
hood	4.73	< .001	99
foot	6.26	< .001	99
who'd	-1.19	.254	13
hoot	1.88	.081	96
board	-0.48	.639	32
bought	0.19	.852	57
hud	0.53	.606	70
hut	0.32	.754	62
Todd	-0.22	.830	42
tot	-1.61	.130	7
hard	-1.51	.154	8
heart	-0.61	.551	28
heard	-2.56	.023	1
hurt	-3.10	.008	1

F1-arvojen osalta lapsella havaittiin vain yksittäisiä merkitseviä poikkeamia. Sanoissa *hut* ($t(15) = -3.94, p = .001$) ja *hud* ($t(15) = -3.10, p = .008$). Näissä sanoissa koehenkilön F1-arvot olivat verrokkiryhmää korkeampia ja molemmissa sanoissa arvot sijoittuivat 1. persentiiliin. Myös jossain muissa sanoissa, kuten *foot* ($t(15) = -2.09, p = .060$) ja *hood* ($t(15) = -1.93, p = .070$) F1-arvo oli lähes merkitsevästi poikkeava. Nämä muutamat F1-arvojen poikkeamat eivät kuitenkaan olleet samalla tavalla johdonmukaisia kuin aikuisaineistossa, ja ainoat merkitsevästi poikkeavat arvot olivat sanoissa *hut* ja *hud*. F2-arvoissa lapsiaineistossa ei havaittu yhtäkään merkitsevää poikkeamaa. F1- ja F2-arvot sijoittuivat pääosin verrokkiryhmän jakauman keskialueelle.

5 Pohdinta

5.1 Tulosten tarkastelu

Koehenkilöiden ja verrokkiryhmien välisissä laadullisissa F1- ja F2-arvojen vertailuissa ei ollut havaittavissa johdonmukaisia eroja. Joissain yksittäisissä sanoissa ja vokaaleissa havaittiin suurempia eroja, kuten lapsella ja naisella vokaalin /ʌ/ F1-arvoissa molemmissa ärsykesanoissa (*hud*, *hut*) sekä miehellä sanan *foot* (/ʊ/) F2-arvossa. Vaikka lapsen ja naisen F1-arvoissa poikkeama on havaittavissa samassa vokaalissa ja samoissa sanoissa, lapsen F1-arvot olivat verrokkiryhmää matalammat, eli vokaalit olivat suppeampia, kun taas naiselle ne olivat korkeammat, eli vokaalit olivat väljempää, kuin verrokkiryhmällä. Nämä poikkeamat olivatkin erilaisia jokaisen koehenkilön kohdalla, eikä niistä ole mahdollista tehdä koko ryhmään liittyviä johtopäätöksiä. Voidaan ajatella, että yksittäiset merkittävämmät poikkeamat ovat seurausta enemmän jokaisen koehenkilön henkilökohtaisesta kielitaidosta ja yksilöllisestä vaihtelusta kuin sisäkorvaistutteen vaikutuksesta. SLM- (Flege, 1987; Flege & Bohn, 2021) ja PAM-mallien (Best & Strange, 1992) perusteella olisi voitu odottaa, että erot korostuvat erityisesti niissä englannin vokaaleissa, joilla on läheinen mutta ei identtinen vastine suomen vokaalijärjestelmässä. Tämän tutkimuksen tulokset eivät kuitenkaan osoittaneet koko ryhmää koskevaa systemaattista siirtymää tällaisissa vokaaleissa. Tämä voi viitata siihen, että SI:n vaikutus englannin vokaalien tuottoon ei ilmene suoraviivaisesti äidinkielen kategorioihin sulautumisena, vaan erot voivat olla yksilöllisiä ja ilmetä eri akustisissa muuttujissa eri ikäryhmillä.

Erityisesti sanoissa *hud*, *hut*, *board* ja *bought* vokaalit tuotettiin säännönmukaisesti väärin. Tämä osaltaan aiheuttaa poikkeavia arvoja yksittäisillä koehenkilöillä näissä sanoissa. Väärän vokaalin lausuminen johtuu todennäköisesti ortografisen ärsykkeen käytöstä ja yksilöllisestä

kielitaidosta. Jos koehenkilö ei ole tiennyt miten vokaali kuuluisi lausua, lausuu hän sen todennäköisesti suomenkielisen kirjoitusasun mukaan. Esimerkiksi sanassa *hud* tämä tarkoittaa vokaalin /u/ tuottamista vokaalin /ʌ/ sijaan. Poikkeavat arvot näissä sanoissa saattavat johtua myös siitä, että sanoissa esiintyvät vokaalit /ʌ/ (*hut, hud*) ja /ɔ:/ (*board, bought*), jotka luokitellaan SLM-mallin (Flege, 1987; Flege & Bohn, 2021) mukaan samankaltaisiksi suomen vokaalien /a/ ja /o/ kanssa, ja juuri samankaltaiset äänneet ovat mallin mukaan vaikeimpia oppia.

Laadullisessa analyysissä ainoastaan alakouluikäisen koehenkilön F1-arvoissa oli havaittavissa selvää johdonmukaisuutta. Tutkittavan F1-arvot ovat verrokkiryhmää matalampia, eli vokaalit olivat suppeampia, kaikissa sanoissa ja vokaaleissa lukuun ottamatta sanaa *bought* (/ɔ:/), jossa tutkittavan F1-arvo on hieman korkeampi kuin verrokkiryhmällä. Myös tämä yksittäinen poikkeama voi selittyä SLM-mallin (Flege, 1987; Flege & Bohn, 2021) mukaisella samankaltaisten vokaalien oppimisen haastavuudella. Tutkittavan vokaalit olivat siis säännönmukaisesti suppeampia kuin verrokkiryhmällä, mutta ero ei kuitenkaan ollut suuri eikä tilastollisessa analyysissä merkitsevä muissa sanoissa kuin *hut* ja *hud*. Koska tutkittavana oli vain yksi koehenkilö, ei voida kuitenkaan tehdä suoraa päätelmää siitä, että vokaalien suppeus johtuisi sisäkorvaistutteesta. On mahdollista, että sisäkorvaistutteella on vaikutusta, mutta on myös mahdollista, että vokaalien suppeus johtuu vain tämän yksittäisen henkilön tavasta ääntää ne.

Crawfordin ja Howellin (1998) modifioidun t-testin tulokset viittaavat siihen, että aikuisten koehenkilöiden puheessa ei esiintynyt laaja-alaista akustista poikkeavuutta, vaan erot verrokkiryhmään olivat rajattuja ja kohdistuivat erityisesti vokaalien F1-arvoihin. F1-arvon systemaattinen kohoaminen viittaa siihen, että aikuiset koehenkilöt tuottavat vokaaleja keskimäärin väljemminä kuin verrokkiryhmä. Koska F2-arvoissa ei havaittu vastaavaa systemaattista poikkeamaa, vokaalien etisyys-takaisuus-ulottuvuus näyttäisi säilyvän suhteellisen tyypillisenä. Molemmilla aikuisilla koehenkilöillä havaittiin samansuuntainen ilmiö F1-arvoissa, mutta poikkeama oli johdonmukaisesti voimakkaampi naisella. Tämä voi viitata yksilöllisiin eroihin ilmiön voimakkuudessa. F1-arvojen osalta lapsiaineistossa havaittiin vain yksittäisiä poikkeamia, eivätkä ne muodostaneet yhtä johdonmukaista kuviota kuin aikuisaineistossa.

Vokaalien kestoja laadullisesti vertailtaessa havaittiin, että tutkittavien tuottamat vokaalit olivat useammin suhteelliselta kestoiltaan verrokkiryhmän vokaaleja pidempiä kuin lyhyempiä.

Vokaalin /ʊ/ tutkittavat lausuiivat molemmissa ärsykesanoissa (*hood, foot*) selkeästi pidempänä kuin verrokkiryhmä. Tämä ero esiintyi lapsen vertailuissa sekä laadullisesti että tilastollisesti. Lisäksi sanaparissa *hurt-heard* vokaalin /ɜ:/ absoluuttinen kesto oli tilastollisesti merkitsevästi lyhyempi lapsella kuin verrokkiryhmällä. Muissa vokaaleissa ei ollut havaittavissa suuria eroja molemmissa sanoissa. Sanaparissa *who'd-hoot* tutkittavat lausuiivat vokaalin lyhyempänä soinnillisen konsonantin edellä kuin soinnittoman konsonantin edellä, eli päinvastaisesti kuin brittienglannissa on tyypillistä (Cho, 2016; Kluender ym., 1988). Suurimmaksi osaksi tutkittavien ja verrokkiryhmän vokaalit olivat kuitenkin suhteelliselta kestoltaan samansuuntaisia, eikä muutamista enemmän poikkeavista arvoista voida tehdä merkittäviä johtopäätöksiä. Sanaparin *who'd-hoot* /u:/-vokaalin soinnillisen ja soinnittoman konsonantin keston suunnan eroavaisuus on mainitsemisen arvio huomio, sillä suomenkielisellä verrokkiryhmällä samaa ei havaittu.

Alakouluikäisen koehenkilön tuloksia tarkastellessa tulee ottaa huomioon se, että verrokkiryhmän koasetelma oli erilainen. Immosen ja Peltolan (2018) tutkimuksessa koehenkilöt toistivat sanan auditiivisen ärsykkeen jälkeen, kun tässä tutkimuksessa sana toistettiin visuaalisen ärsykkeen jälkeen. On mahdollista, että koasetelman erot vaikuttavat tuloksiin, ja että kuuntele ja toista -tehtävässä meidän koehenkilömme tulokset olisivat olleet erilaisia, koska sisäkorvaistutteen vaikutus olisi voinut olla suurempi kuuntelutehtävässä. Lisäksi laadullisen analyysin verrokkiryhmässä oli mukana 3 englannin kielen kieliluokalla opiskelevaa verrokkia. Heidän tuloksensa saattavat lisätä eroja tämän tutkimuksen vertailuissa, koska heillä on todennäköisesti parempi kielitaito kuin tavallisen, suomenkielisen luokan oppilailla. Päätimme kuitenkin ottaa myös kieliluokalla opiskelevat lähimpänä koehenkilön ikää olevat verrokki mukaan verrokkiryhmään, jotta se olisi otokseltaan suurempi. Tämän tutkimuksen alaikäinen koehenkilö opiskeli tavallisella luokalla.

Tulosten tulokinnassa on huomioitava mittausasetelman rajoitteet sekä useiden rinnakkaisten vertailujen vaikutus. Kokonaisuutena tilastoanalyysin tulokset viittaavat siihen, että mahdollinen poikkeavuus koehenkilöiden puheessa liittyy vokaalien väljyyden säätelyyn. Lapsiaineiston tulokset eroavat aikuisaineistosta sekä poikkeamien kohdistumisen että systemaattisuuden osalta. Siinä missä aikuisaineistossa keskeisin poikkeama liittyy vokaalien väljyyteen (F1), lapsiaineistossa selkeimmät erot havaittiin vokaalien kestossa. Tämä viittaa siihen, että lapsen puheessa ajallinen säätely on keskeisin poikkeaman lähde. Lapsiaineistossa havaitut vokaalien kestoerot voivat heijastaa prosodisen tai segmentaalisen ajoituksen hallintaan liittyviä eroja, jotka ovat tyypillisiä kehityksellisissä puheenpiirteissä. Tämä tulos ei

kuitenkaan suoraan seuraa SLM- (Flege, 1987; Flege & Bohn, 2021) tai PAM-malleja (Best & Strange, 1992), jotka painottavat ensisijaisesti äännekategorioiden laatua, vaan se laajentaa tulkintaa puheen tuoton ajalliseen säätelyyn. Yhdessä aikuisaineiston kanssa tarkasteltuna tulokset viittaavat siihen, että poikkeamat voivat ilmetä eri ikäryhmissä eri akustisina ilmiöinä: aikuisilla korostuu vokaalien väljyys (F1), kun taas lapsella keskeisempi tekijä näyttäisi olevan ajallinen rakenne. Tämä voi heijastaa puheen tuottamisen eri osa-alueiden kehityksellisiä ja yksilöllisiä eroja.

5.2 Tutkimuksen rajoitukset, vahvuudet ja jatkotutkimusehdotukset

Tämän tutkimuksen suurimpana rajoitteena on tutkittavien vähäinen määrä. Sisäkorvaistutteita käyttäviä koehenkilöitä oli erittäin vaikea rekrytoida ja siksi tutkimukseen osallistuneita tutkittavia oli lopulta vain kolme. He kaikki kuuluivat eri kohderyhmiin: yksi oli alakouluikäinen tyttö, yksi aikuinen nainen ja yksi aikuinen mies. Koska formanttitaajuudet ovat riippuvaisia sukupuolesta ja iästä, jokaisen tutkittavan tuloksia pystyttiin näiden osalta vertailemaan vain omaan kohderyhmäänsä. Vokaalin keston kohdalla tutkittavia oli mahdollista vertailla yhtenä ryhmänä kaikkien verrokkien keskiarvoihin. Tutkittavien vähäisen määrän takia tuloksia tarkasteltiin laadullisesta sekä tilastollisesta näkökulmasta suuntaa antavasti.

Tutkimukseen osallistuminen oli vapaaehtoista, ja osallistujat tiesivät etukäteen tutkimuksen liittyvän englannin kielen ääntämiseen. Tästä syystä on mahdollista, että tutkimukseen hakeutuu henkilöitä, jotka luottavat englannin kielen taitoihinsa ja pitävät osaamistaan hyvänä. Tutkimukseen osallistuvilta kysyttiin taustatietolomakkeessa arvio heidän omasta englannin kielen käyttöasteestaan arjessa ja yksi koehenkilö ilmoitti käyttävänsä englantia harvemmin kuin joka kuukausi. Kun yhden koehenkilön tutkimusaineistoa verrataan verrokkiaineistoon, on tämän yksittäisen tutkittavan henkilökohtainen englannin kielen taito yksi tuloksiin suuresti vaikuttava tekijä. Ei olekaan mahdollista sanoa varmaksi, että erot koehenkilöiden ja verrokkien välillä johtuvat sisäkorvaistutteesta vaan eroja voi syntyä monen muunkin syyn, kuten kielitaidon, takia. Kaikkien tutkittavien testaus toteutettiin yhdessä tutkijan kanssa yliopiston tiloissa, jolloin voitiin olla varmoja siitä, että kaikki tutkittavat tekivät kokeen samantyyppisissä olosuhteissa, joten eroja ei ole syntynyt erilaisten olosuhteiden takia. Äänitteen laadun takaamiseksi mittaukset toteutettiin kaiuttomassa laboratoriotilassa ja kaikki mahdolliset häiriötekijät poistettiin.

Tästä tutkimuksesta saadut tulokset jäävät hyvin suuntaa antaviksi vähäisen tutkittavien määrän takia, joten luotettavimpien tulosten saamiseksi isompi osallistujamäärä olisi välttämätön. Tämän tutkimuksen tulosten tulkinnassa on huomioitava analyysiaselman erityispiirre, jossa lapsikoehenkilön visuaaliseen ärsykkeeseen perustuvaa tuotantoa verrataan auditiiviseen malliin perustuviin verrokkituloksiin. Siksi lapsiaineiston tuloksia tulkitaan varovaisemmin kuin aikuisaineiston tuloksia, jossa verrokkien tehtävä vastasi paremmin tämän tutkimuksen asetelmaa. Kontrolloitu koeasetelma olisi välttämätön jatkotutkimuksissa estämään modaliteettieron vaikutusta tuloksiin. Suomenkielisten sisäkorvaistutekäyttäjien vieraan kielen oppimisesta on edelleen hyvin vähän tutkimusta, joten jatkotutkimuksissa olisi tärkeää tutkia suurempaa otosta. Lisäksi jatkotutkimukset eri kielten välillä olisivat mielenkiintoisia. Suomen opetussuunnitelmaan kuuluu myös toisen kotimaisen kielen opiskelu, joten voisi olla kiinnostavaa tutkia eroavatko sisäkorvaistutekäyttäjien kahden vieraan kielen oppiminen toisistaan. Suomenkielisen SI-käyttäjän tapauksessa voitaisiin tutkia ruotsin ja englannin ääntämisen oppimisen eroavaisuuksia, koska nämä ovat kaksi yleisintä suomalaisessa koulussa opiskeltua kieltä.

Tulevissa tutkimuksissa voitaisiin tutkia tarkemmin myös sitä, miten sisäkorvaistutteen asennusikä ja käyttäjän kuuloikä vaikuttavat vieraan kielen ääntämiseen. Kuuloikää käytetään käsitteenä sisäkorvaistutetta käyttävien lasten kielen kehityksestä puhuttaessa, ja tällä viitataan ajanjaksoon, joka alkaa siitä, kun lapsi on alkanut saada kuuloaistimuksia eli sisäkorvaistutteen aktivoinnin jälkeiseen aikaan (Lonka & Jauhiainen, 2009). Englannin kielen vokaalien ääntämistä voitaisiin vertailla kronologisen iän lisäksi myös kuuloiän perusteella eli SI:tä käyttäviä verrattaisiin heitä nuorempiin verrokkeihin, joiden kronologinen ikä vastaa SI:n käyttäjien kuuloikää. Lisäksi vertailua voitaisiin tehdä sisäkorvaistutekäyttäjien välillä implantin asennusiän perusteella. On havaittu, että SI-lasten äidinkielen fonologinen kehitys etenee sitä nopeammin, mitä varhaisemmassa vaiheessa sisäkorvaistute on asennettu (Houston & Miyamoto, 2010). Olisi mielenkiintoista tutkia vaikuttaako asennusikä myös vieraan kielen oppimiseen.

Jatkossa tutkimusasetelmaa olisi tärkeää kehittää siten, että SI-käyttäjät ja normaalisti kuulevat verrokkit suorittavat täsmälleen saman tehtävän samoilla ärsykkeillä ja samalla esitystavalla. Pelkkä koehenkilömäärän kasvattaminen ei riitä poistamaan nykyisen tutkimuksen keskeistä vertailtavuusrajoitetta, jos koe- ja verrokkiryhmien tehtävät eroavat toisistaan esimerkiksi ortografisen ja auditiivisen ärsykkeen osalta. Ihanteellinen jatkotutkimus sisältäisi sekä ortografisen nimeämistehtävän että auditiivisen toistotehtävän SI-käyttäjillä ja verrokeilla,

jolloin voitaisiin erottaa toisistaan kirjoitusasun, kuulohavainnon ja puheen tuoton vaikutukset. Mahdolliset jatkotutkimukset saattaisivat tuoda arvokasta tietoa siitä, miten sisäkorvaistutteiden käyttäjiä voidaan tukea vieraiden kielten opiskelussa ja tarvitsevatko he erilaista tukea, esimerkiksi ääntämisen oppimisessa, kuin normaalisti kuulevat. Vieraan kielen ääntämisen taidot ovat tärkeä osa kommunikaatiotaitoja ja voivat vaikuttaa olennaisesti kielenoppijan kykyyn kommunikoida tehokkaasti ja luontevasti vieraalla kielellä.

5.3 Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen tulosten perusteella sisäkorvaistute ei näytä vaikuttavan englannin kielen vokaalien ääntämiseen suomenkielisillä lapsilla ja aikuisilla, toisin kuin hypoteesissa ennustettiin. Tutkimuksessa havaittiin joitakin eroja yksittäisissä vokaaleissa ja sanoissa tutkittavien ja verrokkiryhmän välillä, mutta nämä erot olivat erilaisia jokaisen koehenkilön kohdalla, eikä niistä voida tehdä koko ryhmään liittyviä johtopäätöksiä. Erot johtuvat todennäköisesti normaalista yksilöllisestä vaihtelusta. Säännönmukaisia ja koko ryhmää koskettavia eroja tutkittavien ja verrokkiryhmän välillä ei havaittu. Nämä havainnot ovat linjassa aikaisempien tutkimusten kanssa, joissa sisäkorvaistutetta käyttävien ja normaalisti kuulevien nuorten vieraan kielen yleisessä osaamistasossa ei havaittu merkitseviä eroja (Beeres-Scheenstra ym., 2020; Shirai ym., 2023).

Tulokset tuovat esiin teoreettisesti kiinnostavan mahdollisuuden, vaikka tutkimuksen aineisto on pieni: SI-käyttäjien vieraan kielen vokaalituoton mahdolliset poikkeamat eivät välttämättä ilmene yhtenäisenä vokaalikategorioiden laadullisena muutoksena, vaan ne voivat näkyä yksilöllisesti joko formanttitasolla tai ajallisessa säätelyssä. Tämän tutkimuksen perusteella sisäkorvaistute ei näytä vaikuttavan myöskään vieraan kielen vokaalien ääntämisen oppimiseen, vaikka se saattaa vaikuttaa kaksikielisen lapsen fonologiseen kehitykseen (Li ym., 2017; Sosa & Bunta, 2019). Tutkimuksen tuloksiin tulee kuitenkin suhtautua varauksella koehenkilöiden vähäisen määrän takia. Tulosten varmistamiseksi vaadittaisiin samanlaisella koeasetelmalla ja suuremmalla koehenkilöiden määrällä toteutettu tutkimus.

6 Lähteet

- Aaltonen, O. (2008). Puhe kommunikaatiomuotona ja tutkimuskohteena. *Puhe ja kieli*, 28(2), 85–94.
- Abu-Rabia, S., & Kehat, S. (2004). The critical period for second language pronunciation: Is there such a thing? *Educational Psychology*, 24(1), 77–97.

- Beeres-Scheenstra, R. J., Azar, A. R., Heinzmann, S., Stieger, C., Kompis, M., Caversaccio, M., Bodmer, D., Huber, A., Lehnick, D., Candreia, C., & Linder, T. E. (2020). Multicenter Study Investigating Foreign Language Acquisition at School in Children, Adolescents, and Young Adults With Uni- or Bilateral Cochlear Implants in the Swiss German Population. *Otology & Neurotology*, *41*(5), e580–e587. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000002607>
- Best, C. T., & Strange, W. (1992). Effects of phonological and phonetic factors on cross-language perception of approximants. *Journal of Phonetics*, *20*(3), 305–330. [https://doi.org/10.1016/S0095-4470\(19\)30637-0](https://doi.org/10.1016/S0095-4470(19)30637-0)
- Boersma, P., & Weenink, D. (2026). *Praat: Doing phonetics by computer* (Versio 6.4.59) [Ohjelmisto]. <https://praat.org>
- Bunta, F., & Douglas, M. (2013). The Effects of Dual-Language Support on the Language Skills of Bilingual Children With Hearing Loss Who Use Listening Devices Relative to Their Monolingual Peers. *Language, Speech & Hearing Services in Schools*, *44*(3), 281–290. (88999027). [https://doi.org/10.1044/0161-1461\(2013/12-0073\)](https://doi.org/10.1044/0161-1461(2013/12-0073))
- Bunta, F., Goodin-Mayeda, C. E., Procter, A., & Hernandez, A. (2016). Initial Stop Voicing in Bilingual Children With Cochlear Implants and Their Typically Developing Peers With Normal Hearing. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research : JSLHR*, *59*(4), 686–698. (rayyan-1211613325). https://doi.org/10.1044/2016_JSLHR-S-15-0212
- Busk, A., & Höynälä, M.-H. (2024). *Sisäkorvaistutteen ja sen asennusiän vaikutus ensimmäisen ja toisen puhutun kielen oppimiseen ja kehitykseen*. Turun yliopisto: Kandidaatintutkielma.
- Cho, H. (2016). Variation in vowel duration depending on voicing in American, British, and New Zealand English. *Phonetics and Speech Sciences*, *8*, 11–20. <https://doi.org/10.13064/KSSS.2016.8.3.011>
- Crawford, J. R., & Garthwaite, P. H. (2002). Investigation of the single case in neuropsychology: Confidence limits on the abnormality of test scores and test score differences. *Neuropsychologia*, *40*(8), 1196–1208. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(01\)00224-X](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(01)00224-X)
- Crawford, J. R., & Garthwaite, P. H. (2007). Comparison of a single case to a control or normative sample in neuropsychology: Development of a Bayesian approach. *Cognitive Neuropsychology*, *24*(4), 343–372. <https://doi.org/10.1080/02643290701290146>

- Crawford, J. R., & Howell, D. C. (1998). Comparing an Individual's Test Score Against Norms Derived from Small Samples. *The Clinical Neuropsychologist*, 12(4), 482–486. <https://doi.org/10.1076/clin.12.4.482.7241>
- Dietz, A., Ihalainen, L., & Mäki-Torkko, E. (2025). Sisäkorvaistute—Kenelle ja milloin? *Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim*, 141(6), 463–469.
- Dietz, A., Willberg, T., Sivonen, V., & Aarnisalo, A. (2018). Sisäkorvaistute—Kokeellisesta hoidosta arkipäivän kuntoutukseksi. *Lääkärilehti*, 73(9), 570–575.
- Flege, J. E. (1987). The production of "new" and "similar" phones in a foreign language: Evidence for the effect of equivalence classification. *Journal of Phonetics*, 15, 47–65.
- Flege, J. E., & Bohn, O.-S. (2021). The Revised Speech Learning Model (SLM-R). Teoksessa *Second Language Speech Learning* (s. 3–83).
- Gaylor, J. M., Raman, G., Chung, M., Lee, J., Rao, M., Lau, J., & Poe, D. S. (2013). Cochlear Implantation in Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, 139(3), 265–272. <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2013.1744>
- Geers, A. E., Moog, J. S., Biedenstein, J., Brenner, C., & Hayes, H. (2009). Spoken language scores of children using cochlear implants compared to hearing age-mates at school entry. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 14(3), 371–385.
- Houston, D. M., & Miyamoto, R. T. (2010). Effects of early auditory experience on word learning and speech perception in deaf children with cochlear implants: Implications for sensitive periods of language development. *Otology & Neuro-Otology*, 31(8), 1248–1253.
- Iivonen, A. (1994). Paradigmaattisia ja syntagmaattisia näkökohtia lapsen foneettis-fonologisessa kehityksessä. Teoksessa *Lapsen normaali ja poikkeava kielenkehitys* (2. painos, s. 34–77). SKS.
- Iivonen, A. (2005). Lapsen puheenkehityksen alkuvaiheet. Teoksessa *Monikäyttöinen fonetiikka* (s. 65–79). Yliopistopaino.
- Iivonen, A., & Tella, S. (2009). Vieraan kielen ääntämisen ja kuulemisen opetus ja harjoittelu. Teoksessa O. Aaltonen, R. Aulanko, A. Iivonen, A. Klippi, & M. Vainio (Toim.), *Puhuva ihminen—Puhetieteiden perusteet* (s. 269–281). Otava.
- Immonen, K., & Peltola, M. S. (2018). Finnish Children Producing English Vowels—Studying in an English Immersion Class Affects Vowel Production. *Journal of Language Teaching and Research*, 9(1), 27. <https://doi.org/10.17507/jltr.0901.04>

- Jalanko, H. (2019, helmikuuta 23). *Kuulohäiriöt lapsella*. Duodecim Terveyskirjasto. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00436>
- Jero, J., & Kentala, E. (2007). Lasten sisäkorvaistutteen. *Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim*, 123(16), 2014–2018.
- Kim, L.-S., Jeong, S.-W., Lee, Y.-M., & Kim, J.-S. (2010). Cochlear implantation in children. *Auris Nasus Larynx*, 37(1), 6–17. <https://doi.org/10.1016/j.anl.2009.09.011>
- Kivekäs, I., Kotti, V., Vikman, S., & Vasama, J.-P. (2021). Vaikean kuulovian merkitys ja hoito. *Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim*, 137(4), 367–372.
- Kleemola, L., & Sala, E. (2013). Äänihäiriöoireesta spesifiin diagnoosiin. *Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim*, 129(2), 189–199.
- Kluender, K. R., Diehl, R. L., & Wright, B. A. (1988). Vowel-length differences before voiced and voiceless consonants: An auditory explanation. *Journal of Phonetics*, 16(2), 153–169. [https://doi.org/10.1016/S0095-4470\(19\)30480-2](https://doi.org/10.1016/S0095-4470(19)30480-2)
- Kral, A., Kronenberger, W. G., Pisoni, D. B., & O’Donoghue, G. M. (2016). Neurocognitive factors in sensory restoration of early deafness: A connectome model. *The Lancet. Neurology*, 15(6), 610–621. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(16\)00034-X](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(16)00034-X)
- Kuhl, P. (1991). Human adults and human infants show a “perceptual magnet effect” for the prototypes of speech categories. Monkeys do not. *Perception & psychophysics*, 50, 93–107. <https://doi.org/10.3758/BF03212211>
- Kuhl, P., Williams, K., Lacerda, F., Stevens, K., & Lindblom, B. (1992). Linguistic Experience Alters Phonetic Perception in Infants by 6 Months of Age. *Science (New York, N.Y.)*, 255, 606–608. <https://doi.org/10.1126/science.1736364>
- Kunnari, S., & Savinainen-Makkonen, T. (2012a). Esileksikaalinen kausi. Teoksessa S. Kunnari & T. Savinainen-Makkonen (Toim.), *Pienten sanat—Lasten äänteellinen kehitys* (s. 69–82). PS-Kustannus.
- Kunnari, S., & Savinainen-Makkonen, T. (2012b). Systemaattisen fonologisen kehityksen ja fonologisen viimeistelyn kaudet. Teoksessa S. Kunnari & T. Savinainen-Makkonen (Toim.), *Pienten sanat—Lasten äänteellinen kehitys* (s. 121–142). PS-Kustannus.
- Lado, R. (1957). *Linguistics across Cultures: Applied Linguistics for Language Teachers*. The University of Michigan Press.
- Li, F., Bunta, F., & Tomblin, J. B. (2017). Alveolar and Postalveolar Voiceless Fricative and Affricate Productions of Spanish-English Bilingual Children With Cochlear Implants. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research : JSLHR*, 60(9), 2427–2441. https://doi.org/10.1044/2017_JSLHR-S-16-0125 (rayyan-1211613305).

- Livingston, G., Huntley, J., Liu, K. Y., Costafreda, S. G., Selbæk, G., Alladi, S., Ames, D., Banerjee, S., Burns, A., Brayne, C., Fox, N. C., Ferri, C. P., Gitlin, L. N., Howard, R., Kales, H. C., Kivimäki, M., Larson, E. B., Nakasujja, N., Rockwood, K., ... Mukadam, N. (2024). Dementia prevention, intervention, and care: 2024 report of the Lancet standing Commission. *Lancet*, *404*(10452), 572–628.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(24\)01296-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)01296-0)
- Lonka, E. (2012). Kuulovika lapsen äänteellisen kehityksen haasteena. Teoksessa S. Kunnari & T. Savinainen-Makkonen (Toim.), *Pienten sanat—Lasten äänteellinen kehitys* (s. 245–255). PS-Kustannus.
- Lonka, E., & Jauhiainen, T. (2009). Kuulemisen häiriöt ja puhe. Teoksessa O. Aaltonen, R. Aulanko, A. Iivonen, A. Klippi, & M. Vainio (Toim.), *Puhuva ihminen—Puhetieteiden perusteet* (s. 220–229). Otava.
- Löppönen, H., Jero, J., & Kentala, E. (2011). Sisäkorvaistute – kuulovian täsmähoito. *Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim*, *127*(8), 817–818.
- Macherey, O., & Carlyon, R. P. (2014). Cochlear implants. *Current Biology*, *24*(18), R878–R884. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.06.053>
- Olgun, Y., Arayici, M. E., İncesulu, A., Tuncer, Ü., Güneri, E. A., Ellidokuz, H., & Olgun, L. (2024). Evaluation of the Impact of Cochlear Implantation on Patients' Working Life: A Cross-Sectional Study. *Healthcare*, *12*(5), 566.
<https://doi.org/10.3390/healthcare12050566>
- Olsson, M. M., Lewis, A. T., Arvidsson, L., & Hua, H. (2022). Health-Related Quality of Life and Work Satisfaction in Working-Aged Adults Pre- and Post-Cochlear Implant: A Longitudinal Study. *Journal of Clinical Medicine*, *11*(23), 7024.
<https://doi.org/10.3390/jcm11237024>
- Opetushallitus. (2026). *A1-kielen opetus luokilla 1–2 | Opetushallitus*.
<https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/a1-kielen-opetus-luokilla-1-2>
- Osberger, M. J., Zimmerman-Phillips, S., & Koch, D. B. (2002). Cochlear Implant Candidacy and Performance Trends in Children. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology - Supplement*, *111*. <https://doi.org/10.1177/00034894021110S513>
- Peltola, M. S., Lintunen, P., & Tamminen, H. (2014). Advanced English learners benefit from explicit pronunciation teaching: An experiment with vowel duration and quality. *AFinLA-E: Soveltavan kielitieteen tutkimuksia*, (6), 86–98.
- Roach, P. (2004). British English: Received Pronunciation. *Journal of the International Phonetic Association*, *34*(2), 239–245.

- Savinainen-Makkonen, T., & Kunnari, S. (2009). Puheen, kielen ja kommunikoinnin kehitys lapsuudessa. Teoksessa O. Aaltonen, R. Aulanko, A. Iivonen, A. Klippi, & M. Vainio (Toim.), *Puhuva ihminen—Puhetieteiden perusteet* (s. 114–121). Otava.
- Sevich, V. A., Williams, D. J., Moberly, A. C., & Tamati, T. N. (2025). Speech Production Intelligibility Is Associated with Speech Recognition in Adult Cochlear Implant Users. *Brain Sciences*, *15*(10), 1066. <https://doi.org/10.3390/brainsci15101066>
- Shirai, K., Kawano, A., Ohta, Y., & Tsukahara, K. (2023). Reading comprehension skill in English as a second language of Japanese middle school students with cochlear implants. *Cochlear Implants International*, *24*(1), 6–13. <https://doi.org/10.1080/14670100.2022.2133359>
- Sosa, A. V., & Bunta, F. (2019). Speech Production Accuracy and Variability in Monolingual and Bilingual Children With Cochlear Implants: A Comparison to Their Peers With Normal Hearing. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research : JSLHR*, *62*(8), 2601–2616. (rayyan-1211613287). https://doi.org/10.1044/2019_JSLHR-S-18-0263
- Suomi, K., Toivanen, J., & Ylitalo, R. (2008). *Finnish sound structure: Phonetics, phonology, phonotactics and prosody*. University of Oulu Oulu University Press.
- Tamminen, H. (2026). *Julkaisematon aineisto*. Turun yliopisto.
- Tieteen termipankki. (2026). *Kielitiede:formantti*. <https://tieteentermipankki.fi/wiki/Kielitiede:formantti>
- Ullakonoja, R., & Dufva, H. (2016). Toisen ja vieraan kielen ääntämisen oppimisen haasteet. *Oppimisen ja oppimisvaikeuksien erityislehti*, *26*(2), 4–18.
- Vihman, M. M. (1996). *Phonological development. The origins of language in the child*. Blackwell.
- Weinreich, U. (1953). *Languages in contact: Findings and problems*. Linguistic Circle of New York.
- Wiik, K. (1965). *Finnish and English Vowels: A Comparison with Special Reference to the Learning Problems Met by Native Speakers of Finnish Learning English*. Turun yliopisto.
- Wiik, K. (1998). *Fonetiikan perusteet*. <https://www.ellibslibrary.com/book/951-0-23051-0/fonetiikan-perusteet>

7 Liitteet

Liite 1 Tietosuojailmoitus

Tutkimusdatan tietosuojailmoitus

1. Tutkimuksen rekisterinpitäjä

Turun yliopisto, FI-20014 Turku

2. Yhteistyöhankkeena tehtävän tutkimuksen osapuolet ja vastuunjako

Fonetiikka ja Learning, Age & Bilingualism -laboratorio (LAB-lab), Tietotekniikan laitos, Teknillinen tiedekunta, Turun yliopisto

3. Tutkimuksen vastuullinen johtaja tai siitä vastaava ryhmä

Henna Tamminen, yliopisto-opettaja, henna.tamminen@utu.fi

Kimmo U. Peltola, yliopisto-opettaja, kimmo.peltola@utu.fi

4. Tietosuojavastaavan yhteystiedot

Turun yliopiston tietosuojavastaavan yhteysosoite: dpo@utu.fi

5. Tutkimuksen suorittajat

Henna Tamminen, henna.tamminen@utu.fi

Kimmo Peltola, kimmo.peltola@utu.fi

Meri-Helmi Höynälä, meri-helmi.m.hoynala@utu.fi

Anna Busk, anna.k.busk@utu.fi

6. Yhteyshenkilö tutkimusrekisteriä koskevissa asioissa

Henna Tamminen, yliopisto-opettaja, henna.tamminen@utu.fi

Kimmo U. Peltola, kimmo.peltola@utu.fi

7. Tutkimusrekisterin nimi

LAB-lab

8. Henkilötietojen käsittelyn tarkoitus

Henkilötietoja kerätään foneettista tutkimusta varten. Koehenkilöt ovat eri ikä- ja kieliryhmistä.

9. Henkilötietojen käsittelyn oikeusperuste

Tieteellisessä ja historiallisessa tutkimustyössä käsittely perustuu ensisijaisesti yleiseen etuun (Tietosuojalaki 1050/2018 4§).

10. Mitä henkilötietoja tutkimusaineisto sisältää

Ikä, syntymäaika, sukupuoli, koulutustausta, sisäkorvaistutukseen johtaneen diagnoosin ajankohta sekä istutteen asennuksen ajankohta, äidinkieli, muu kielitausta sekä kielen/kielten käyttöä koskevia asioita ja nauhoitettua puhetta.

11. Mistä lähteistä henkilötietoja kerätään

Kaikki henkilötiedot kerätään vapaaehtoisilta koehenkilöiltä itseltään. Vapaaehtoisten alaikäisten lasten henkilötiedot kerätään vanhemmilta/huoltajilta.

12. Tietojen siirto tai luovuttaminen tutkimusryhmän ulkopuolelle

Kukaan tutkimusryhmän ulkopuolinen henkilö ei käsittele henkilötietoja.

13. Tietojen siirto tai luovuttaminen EU:n tai Euroopan talousalueen ulkopuolelle

Henkilötietoja ei siirretä EU:n tai ETA:n ulkopuolelle.

14. Automatisoitu päätöksenteko

Päätöksenteossa tai käsittelyssä ei tehdä automaattisia päätöksiä tai profilointia.

15. Henkilötietojen suojauksen periaatteet

Manuaalisen aineiston suojaaminen: Säilytetään lukitussa kaapissa, jonka avain on vain vastuullisella tutkijalla, ja lukitussa huoneessa.

Suorien tunnistetietojen käsittely: Suorat tunnistetiedot poistetaan anonymisointivaiheessa.

16. Henkilötietojen käsittely tutkimuksen päättymisen jälkeen

Tutkimusrekisteri arkistoidaan tunnistetiedoin Turun yliopiston fonetiikan oppiaineen Seafileen tietoturvalisesti. Arkisto hävitetään viimeistään 15 vuoden kuluttua rekisterin luomisesta.

17. Rekisteröidyn oikeudet ja niiden mahdollinen rajoittaminen

Rekisteröidyllä on oikeus peruuttaa antamansa suostumus, mikäli henkilötietojen käsittely perustuu suostumukseen.

Rekisteröidyllä on oikeus tehdä valitus valvontaviranomaiselle, mikäli rekisteröity katsoo, että häntä koskevien henkilötietojen käsittelyssä on rikottu voimassa olevaa tietosuojalainsäädäntöä.

Olen lukenut tietosuojailmoituksen ja hyväksyn sen.

paikka ja aika

allekirjoitus