NONVERBAALISTEN ORAALIMOTORISTEN TAITOJEN YHTEYS ARTIKULAATION TARKKUUTEEN

Kaisa Punkeri

Logopedian pro gradu -tutkielma

Toukokuu 2013

Oulun yliopisto

Humanistinen tiedekunta

Logopedia

OULUN YLIOPISTO

Humanistinen tiedekunta Tiivistelmä opinnäytetyöstä

Tekijä
Kaisa Punkeri

Työn nimi
Nonverbaalisten oraalimotoristen taitojen yhteys artikulaation tarkkuuteen

Oppiaine	Työn laji	Aika	Sivumäärä
Logopedia	Pro gradu -tutkielma	Toukokuu 2013	72+21

Tiivistelmä

Nonverbaalisia oraalimotorisia taitoja harjoitellaan usein erilaisissa artikulaatioterapioissa. Viime vuosina on kuitenkin herännyt keskustelu nonverbaalisten oraalimotoristen harjoitteiden todellisesta merkityksestä artikulaatioterapiassa. Tämän pro gradu -tutkielman tarkoituksena oli selvittää nonverbaalisten oraalimotoristen taitojen yhteys artikulaation tarkkuuteen. Tutkimus on osa laajempaa tutkimusta, johon osallistui yhteensä viisi eri tutkijaa. Koehenkilöitä kerättiin Oulun seudun päiväkodeista ja kouluista. Tässä tutkimuksessa koehenkilöinä oli 40 5-vuotiasta ja 40 12-vuotiasta tervettä ja normaalisti kehittynyttä lasta.

Nonverbaalisia oraalimotorisia taitoja arvioitiin Pohjoismaisen orofakiaalisen testi -seulonnan (NOT-S) ja erilaisten nonverbaalisten oraalimotoristen tehtävien perusteella. Nonverbaaliset oraalimotoriset tehtävät suunniteltiin yhdessä tutkimusryhmän kanssa ja tehtävät perustuivat erilaisiin suunalueen ja kasvojen lihasliikkeisiin, jotka pisteytettiin suoriutumisen mukaan. Menetelmässä arvioitiin 13 eri taitoa, joissa huomioitiin oraalimotoristen liikkeiden nopeutta, laajuutta, voimaa ja kontrollointia. Artikulaation tarkkuutta mitattiin erilaisten lauseiden avulla, joiden toistaminen tai lukeminen nauhoitettiin ääninäytteiksi. Artikulaation tarkkuuden arviointi kohdistui tässä työssä foneemeihin /ɑ/, /i/, /u/, /r/ ja /s/. Artikulaation akustiset analyysit perustuivat formanttitaajuuden, kohinan painopistetaajuuden ja täryn voimakkuuden mittauksiin.

Ikäryhmien kesken 5-vuotiaat suoriutuivat huonommin nonverbaalisissa oraalimotorisissa tehtävissä kuin 12-vuotiaat. Myös kypsymättömiä äänteitä heillä oli huomattavasti enemmän. Nonverbaalisista oraalimotorisista tehtävistä saatuja pistemääriä verrattiin artikulaation tarkkuus arvoihin. Kummassakaan ikäryhmässä nonverbaalisilla oraalimotorisilla taidoilla ei havaittu olevan selkeää yhteyttä artikulaation tarkkuuteen. Ainoastaan foneemin /r/ tarkastelussa tutkimustulokset ovat jokseenkin ristiriitaisia tämän asian suhteen. Artikulaatiovirheitä tarkasteltaessa, äännevirheryhmillä oli myöskin osittain heikommat oraalimotoriset taidot kuin virheettömästi artikuloivilla koehenkilöillä. Näihin tuloksiin täytyy kuitenkin suhteutua hyvin kriittisesti pienten ryhmäkokojen vuoksi.

Tämän tutkimuksen tulokset osoittavat, ettei terveiden ja normaalisti kehittyneiden lasten nonverbaalisilla oraalimotorisilla taidoilla ole selkeää yhteyttä artikulaation tarkkuuteen. Tämä tutkimus tukee tutkimustuloksia, joiden mukaan artikulaatioterapiassa tulisi keskittyä ainoastaan vain puhetta sisältäviin kuntoutusmenetelmiin eikä nonverbaalisiin oraalimotorisiin menetelmiin. Tämän oletuksen vahvistamiseksi aihetta tulisi kuitenkin tutkia lisää terapiamenetelmän vaikuttavuustutkimusten avulla.

Muita tietoja
Avainsanat: oraalimotoriikka, nonverbaaliset oraalimotoriset taidot, NOT-S, puheentuotto, artikulaatio, artikulaation tarkkuus

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ
1 JOHDANTO 1

1.1 Puheentuotto 1
1.1.1 Puheentuottomekanismi 1
1.1.2 Puheentuottamisen malli 3

1.2 Artikulaatio 6
1.2.1 Suomen kielen äännejärjestelmä 7
1.2.2 Artikulaation kehitys 11
1.2.3 Artikulaation tarkkuus ja sen arviointi 14

1.3 Nonverbaaliset oraalimotoriset taidot 16
1.3.1 Oraalimotoristen taitojen kehitys 17
1.3.2 Oraalimotoristen taitojen arviointi 18
1.3.3 Oraalimotoristen taitojen yhteys artikulaatioon 20

2 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET 25

3 MENETELMÄT 26

3.1 Koehenkilöt 26

3.2 Tutkimusmenetelmät 27
3.2.1 Nonverbaalisten oraalimotoristen taitojen arviointi 27
3.2.2 Artikulaation tarkkuuden arviointi 29

3.3 Tutkimuksen kulku 32

3.4 Aineiston analyysi 33

4 TULOKSET 39

4.1 Nonverbaalisten oraalimotoristen taitojen ja vokaalien artikulaation tarkkuuden välinen yhteys 39

4.2 Nonverbaalisten oraalimotoristen taitojen ja foneemin /s/ artikulaation tarkkuuden välinen yhteys 42

4.3 Nonverbaalisten oraalimotoristen taitojen ja foneemin /r/ artikulaation tarkkuuden välinen yhteys 45

5 POHDINTA 51

5.1 Nonverbaalisten oraalimotoristen taitojen ja vokaalien artikulaation tarkkuuden välinen yhteys 51

5.2 Nonverbaalisten oraalimotoristen taitojen ja foneemin /s/ artikulaation tarkkuuden välinen yhteys 53

5.3 Nonverbaalisten oraalimotoristen taitojen ja foneemin /r/ artikulaation tarkkuuden välinen yhteys 56

5.4 Menetelmän arviointi 59

5.5 Tutkimustulosten soveltaminen käytäntöön ja jatkotutkimusehdotukset 62

LÄHTEET 64

LIITTEET 73

1 JOHDANTO

Oraalimotoriikka viittaa suun lihasten liikkeisiin (Lof, 2008). Nonverbaalisten oraalimotoristen taitojen harjoitteissa ei käytetä puhetta lainkaan, ja niiden tarkoitus on sensorisesti stimuloida ja aktivoida huulten, leuan, kielen, pehmeän kitalaen, kurkunpään ja hengityselimistön lihaksia. Näitä harjoitteita on käytetty ja käytetään yhä puheterapeuttien toimesta artikulaation kuntoutuksessa (Powell, 2008a). Artikulaatiolla tarkoitetaan puheentuottoelinten toimintaa, eli äänteen tuottamiseen tarvittavaa puheentuottoelinten liikekokonaisuutta (Ho & Wilmut, 2010). Nonverbaalisten oraalimotoristen taitojen harjoittelun tarkoituksena on parantaa artikulaatiolihasten lepoasentoja, liikettä ja voimaa (Forrest, 2002; Ruscello, 2008a; Ruscello, 2008b).

Kun näitä metodeita on käytetty vuosikymmeniä artikulaatioterapioissa, on oletus, että näille löytyisi myös teoreettisesti ja kliinisesti vahvasti perusteltua näyttöä. Tätä niille kuitenkaan ei vielä löydy (Powell, 2008a). Viime aikoina onkin herännyt keskustelu siitä, onko näillä harjoitteilla todellista merkitystä artikulaation kuntoutuksessa. Tutkimustulokset aiheesta ovat hyvin epäselviä ja ristiriitaisia (Ruscello, 2010). Toisin sanoen voidaan olettaa, että jos artikulaatioterapiassa oraalimotoristen taitojen harjoittelu ei tuota positiivisia tuloksia, ei näillä todennäköisesti ole yhteyttä toisiinsa. Siksi aihetta tulisi tutkia lisää.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää nonverbaalisten oraalimotoristen taitojen yhteys artikulaation tarkkuuteen. Tutkimuksessa selvitetään lapsen oraalimotoriset taidot ja vertaillaan näitä taitoja lapsen artikulaation tarkkuuteen, ja selvitetään korreloivatko hyvät oraalimotoriset taidot hyvien artikulaatiotaitojen kanssa.

1.1 PUHEENTUOTTO

1.1.1 Puheentuottomekanismi

Puhe on monimutkainen prosessi, joka edellyttää puheentuottoelimien koordinoitua toimintaa (Ball & Rahilly, 1999, s. 4–6; Honda, 2003). Ääntöväylä koostuu keuhkoista, henkiputkesta, kurkunpäästä, nielusta, suuontelosta ja nenäontelosta. Puheentuottoa

varten puheentuottojärjestelmän täytyy pystyä kontrolloimaan tarkasti ääntöväylän muotoa. Tämä onnistuu muokkaamalla puheentuottojärjestelmän kolmen alajärjestelmän toimintaa. Alajärjestelmät ovat respiratorinen järjestelmä, laryngeaalinen järjestelmä ja artikulatorinen järjestelmä.

Respiratorinen järjestelmä ohjaa keuhkojen toimintaa (Ball & Rahilly, 1999, s. 6–8). Hengitys mahdollistaa puheentuoton ja sitä käytetään puheessa tarvittavan ilmavirran tuottamiseen (Aulanko, 2009). Hengityksen avulla säädellään äänihuulten alapuolista ilmanpainetta, mikä on edellytys äänen tuotolle ääntöelimistössä. Ennen puheen tuottoa sisäänhengitysvaihe lyhenee, jonka jälkeen ääni tuotetaan uloshengityksen aikana. Sisäänhengityksen aikana respiratorinen järjestelmä kontrolloi pallealihasta ja ulkoisia kylkivälilihaksia (Boone & McFarlane, 2000, s. 19–22). Uloshengityksen aikana respiratorinen järjestelmä kontrolloi sisäisiä kylkivälilihaksia, joiden avulla ilma työnnetään ulos. Hengityskapasiteetti määrää sen, kuinka monta sanaa voimme sanoa, kuinka monta fraasia haluamme laulaa tai kuinka suurella voimakkuudella haluamme puhua yhden uloshengityksen aikana.

Laryngeaalinen järjestelmä säätelee äänihuulten pituutta ja tonusta (Ball & Rahilly, 1999, s. 8–10; Boone & McFarlane, 2000, s. 27–39). Äänihuulten värähtelyä ja sen fysikaalisia ja fysiologisia prosesseja kutsutaan fonaatioksi. Fonaation mahdollistavat kurkunpään rustot ja -lihakset. Fonaatiossa äänihuulten limakalvo värähtelee keuhkoista ulosvirtaavan ilman vaikutuksesta muodostaen aaltomaista limakalvon liikettä. Äänihuulten värähtely aiheuttaa ilmamolekyylien liikkeen, jolloin niiden tiheyden vaihtelu aiheuttaa ilmanpaineen vaihtelun. Tämä ilmanpaineen vaihtelu havaitaan äänenä. Äänihuulten pituutta, paksuutta ja elastisuutta säätelemällä laryngeaalinen järjestelmä säätelee puheen perustaajuutta ja sävelkorkeutta (Ball & Rahilly, 1999, s. 8–10; Boone & McFarlane, 2000, s. 41). Perustaajuuden määrittää se, kuinka monta kertaa äänihuulet värähtelevät sekunnin aikana. Lyhyet, paksut ja löysät äänihuulet värähtelevät paljon hitaammin aiheuttaen matalaa sävelkorkeutta verrattuna pitkiin, ohuisiin ja kireisiin äänihuuliin, jotka värähtelevät nopeammin aiheuttaen korkeampaa sävelkorkeutta.

Artikulatorinen järjestelmä säätelee kurkunpään yläpuolisia elimiä puheentuotossa (Ball & Rahilly, 1999, s. 11–13; Boone & McFarlane, 2000, s. 48–54). Järjestelmä säätelee

syntyvän puheen artikulaatiota ja resonaatiota. Erilaiset äänteet muodostuvat, kun kurkunpään yläpuoliset ääntöväylän osat muokkaavat keuhkoista poistuvaa ilmavirtaa. Äänteet perustuvat ääntöväylän eri muotoihin, joita hallitaan tahdonalaisesti (Aulanko, 2009). Akustiseen signaaliin vaikuttaa se, päästetäänkö ilmavirta vapaasti kulkemaan erimuotoisten ääntöväylien läpi, vai estetäänkö sen kulku osittain tai kokonaan. Resonaatiolla tarkoitetaan ääntöväylän onteloiden värähtelyominaisuuksia, jolloin nielu, suuontelo sekä nenäontelo muokkaavat syntyvää ääntä. (Ball & Rahilly, 1999, s. 11–13; Boone & McFarlane, 2000, s. 48–54). Ääntöväylän resonaattorit vahvistavat tuotettua ääntä sekä suodattavat sitä. Suodatuksessa äänen taajuudet muuttuvat ääntöväylän muodon mukaan. Puheen kuuluvuutta ja sointia voidaan säädellä eri ääntöväylän resonaattoreiden avulla.

Suuontelo on tärkein kurkunpään yläpuolinen artikulatorinen ontelo, koska se on muokkautumiskykyisin koon ja muodon suhteen (Ball & Rahilly, 1999, s. 11–13; Boone & McFarlane, 2000, s. 48–54). Sen avulla pystytään muodostamaan esimerkiksi eri vokaaleita. Suuonteloon kuuluvat alaleuka, huulet, kieli, hampaat, kova suulaki, pehmeä suulaki ja kitakieleke. Kitakielekkeen avulla voidaan sulkea portti nenäonteloon. Normaalin hengityksen aikana ilma pääsee virtaamaan nenäonteloon vapaasti. Puheessa kuitenkin suurin osa äänteistä on oraalisia, jolloin kitakieleke sulkee ilmavirran pääsyn nenäonteloon. Nasaalisia äänteitä ovat esimerkiksi [n] ja [m].

1.1.2 Puheentuottamisen malli

Puheentuottamisesta on olemassa monia erilaisia malleja ja ne eroavat toisistaan sen perusteella, mihin puheentuoton vaiheeseen ne keskittyvät. Caruso ja Strand (1999) ovat kehittäneet mallin, jonka taustalta voidaan tarkastella lasten motorisia puheongelmia. Caruson ja Strandin malli perustuu ainoastaan heidän omiin näkemyksiinsä puheentuottamisesta tutkimusten ja kliinisen kokemuksen myötä. Tämä malli on saanut vaikutteita myös esimerkiksi Leveltin (1986) ja van der Merwen (1997) puheentuottamisen malleista. Tämä puheentuottamisen malli koostuu puheentuottamisen erilaisista tasoista, joita on vaikea erottaa toisistaan. Varsinkin puheentuottamisen kaksi ensimmäistä vaihetta ovat kiinteästi kytköksissä toisiinsa.

Puheentuottaminen alkaa alun perin ideasta eli ajatuksesta, mitä puhuja haluaa sanoa (Caruso & Strand, 1999; Duffy, 1995, s. 53-54). Tätä ajatusten ja ideoiden pohdiskelua kutsutaan puheen tuottamisen kongnitiiviseksi prosessointivaiheeksi, jolloin ajatus ei ole vielä kielellisessä muodossa. Tätä vaihetta ei ole vielä varmasti pystytty paikantamaan neuraalisesti, mutta sen ajatellaan aktivoivan aivokuorta bilateraalisesti ja laajasti. Tämän jälkeen alkaa kielentämisvaihe viestin sanallisen muodon tuottamista varten (Caruso & Strand, 1999; Duffy, 1995, s. 54-55). Duffy kutsuu tätä myös spatiaalis-temporaaliseksi suunnitteluksi. Tässä vaiheessa valitaan myös halutut sanat ja niiden muodot, puhetapa ja nopeus, joita halutaan ilmaisussa käyttää. Kielen ja puhetilanteen mukaiset syntaktiset, semanttiset ja morfologiset säännöt ohjaavat viestin muodostumista lauseiksi. Kielellinen suunnittelu vaatii huomiota, mieleen palauttamista ja työmuistin prosessointia. Tämä toiminto paikoittuu vasempaan aivopuoliskoon, joka dominoi kielellisiä toimintoja (Duffy, 1995, s. 55; Schmidt, 2008). Oikea aivopuolisko vaikuttaa osaltaan puheen prosodisten piirteiden muodostumiseen emotionaalisten tarpeiden mukaan.

Seuraavalla puheentuottamisen tasolla tarvitaan sensomotorista suunnittelua ja ohjelmointia ilmaisun tuottamista varten (Caruso & Strand, 1999; Duffy, 1995, s. 55). Kun fonologinen edustus viestistä on muodostettu, voidaan aloittaa puheentuottamisen neuromuskulaarinen suunnittelu ja ohjelmointi. Tässä vaiheessa valitaan tarvittavat lihakset, ohjataan ja säädellään artikulaatioon tarvittavien lihasliikkeiden supistusta, rentoutumista, voimaa, ajoitusta ja suuntaa sekä järjestellään foneemeja varten tarvittavat liikesarjat. Sensorimotorisen suunnittelun aikana kehitellään puheen akustinen muoto (Caruso & Strand, 1999). Puhuja hahmottelee artikulaatioon tarvittavat ääntöväylän muodot ja liikkeet. Sensomotorisen ohjelmoinnin aikana säädellään lihasten voima, liikkeiden ajoitus, lihastoimintojen yhteistyö ja lihastoimintojen valvonta, jotta liikkeillä saavutetaan haluttu tavoite.

Motorisen suunnittelun ja ohjelmoinnin aikana suunnitellaan siis puheentuottojärjestelmän alajärjestelmien toimintaa. Tarvittavat hengitys- ja artikulaatioelimistön liikesarjat suunnitellaan ja ohjelmoidaan halutun suullisen viestin mukaisesti (Lehtihalmes, 2009). Tämä tapahtuu aivojen sisäosien tyvitumakkeissa ja aivokuorella. Fonologisen monitoroinnin aikana yksittäiset lihassupistukset, niiden ajoitus, suunta, voima ja suunnittelu tapahtuvat aivojen etu- ja takaosia yhdistävän

valkean aineen punoksen avulla (Indefrey & Levelt, 2004). Puheen motoriseen suunnitteluun ja ohjaukseen osallistuvat dominoivan eli vasemman aivopuoliskon frontaalilohkon premotoriset ja supplementaariset motoriset alueet (Duffy, 1995, s. 56). Wernicken ja Brocan alueet ovat myös tärkeitä puheen motorisessa suunnittelussa. Parietaalilohkon sensomotorisella kuorikerroksella ja gyrus supramarginaliksella on myös tärkeä rooli motorisessa suunnitteluvaiheessa. Sisäinen palautejärjestelmä kontrolloi motoristen mallien tarkkuutta ja huomioi äänneympäristön edellyttämän koartikulaation ja liikkeiden ajoituksen (van der Merwe, 1997). Aktivaatio on tällöin painottunut vasemman aivopuoliskon fronto-temporo-parietaalialueelle.

Puheentuottamisen mallin viimeisessä vaiheessa eli sensomotorisen suorittamisen aikana aivot lähettävät suunnitellut liikekäskyt lihaksille ja puhe-elimistö tuottaa näiden käskyjen mukaiset hengitys- ja artikulaatioliikkeet puheilmaisun toteuttamiseksi (Caruso & Strand, 1999; Duffy, 1995, s. 59). Käskyt lähtevät aivojen motoriselta kuorikerrokselta pyramidirataa pitkin aivorunkoon (Lehtihalmes, 2009). Sieltä ne etenevät aivohermoja pitkin ääntöväylän lihaksiin. Selkäytimestä käskyt lähtevät sen sijaan alemman motoneuronin hermoratoja pitkin hengityselimistöön. Näitä toimintoja avustaa ekstrapyramidaalijärjestelmä ja pikkuaivot. Hermoimpulssien aiheuttamat lihassupistukset käynnistävät puhe-elimistön toiminnan. Tyypillistä tässä vaiheessa on myös puheentuoton joustavuus eli tässä vaiheessa kyetään vielä tekemään nopeita viimehetken muutoksia (Caruso & Strand, 1999; Duffy, 1995, s. 59). Yhteistyötä tehdään siis yhä edellisten suunnitteluvaiheiden kanssa. Tämä edellyttää sensorisen informaation käyttöä, jotta saadaan tieto meneillään olevista ja suoritetuista lihasliikkeistä. Palautejärjestelmän merkitys on tärkeä puheen motorisen käskyjen suorittamisen vaiheessa. Tässä vaiheessa aktivaatiota on selkäytimessä, aivorungossa, pikkuaivoissa, talamuksessa, tyvitumakkeissa ja aivokuorella. Näiden kaikkien monimutkaisten toimintojen jälkeen syntyy valmis puhe.

Guenther (2006) ja Hickok, Houde ja Rong (2011) edustavat sen sijaan puheen sensomotorisia malleja. He korostavat erityisesti sensomotorista integraatiota ja palautejärjestelmien toimintaa puheentuottamisessa. Guentherin (2006) puheentuottamisen malli perustuu puheen auditiivisen ja somatosensorisen palautejärjestelmän toimintaan. Tämä niin sanottu DIVA-malli, (Directions into Velocities of Articulators), kuvailee puheentuottamisen neuraalista perustaa motorisen,

auditiivisen ja somatosensorisen aivokuorialueiden yhteistoiminnan osalta. Puheäänteen tuottaminen alkaa DIVA-mallin mukaan aivojen Brocan alueelle sijoittuvan puheäännekartta-solun aktivoitumisesta. Tämä aktivoituminen johtaa palaute- (feedback) ja ennakointijärjestelmien (feedforward) kautta motoriselle aivokuorelle saapuviin käskyihin.

Ennakointijärjestelmän yhteydet premotoriselta aivokuorelta ja pikkuaivoista primaarille motoriselle aivokuorelle muodostavat motoriset käskyt tavujen tuottamista varten (Guenther, 2006). Palautejärjestelmä koostuu auditiivisen palautteen järjestelmästä ja somatosensorisen palautteen järjestelmästä. Auditiivisella palautejärjestelmällä on yhteyksiä puheäännekartta-solusta auditiiviselle aivokuorelle, minkä ansiosta puheäänteelle muodostuu auditiivinen muoto ja palautekontrolli aktivoituu äännettä tuotettaessa. Jos auditiivinen signaali ei ole tavoitteen mukainen, auditiivinen palautejärjestelmä muuttaa auditiiviset virheet oikeiksi motorisiksi käskyiksi. Somatosensorisella palautejärjestelmällä on yhteyksiä premotoriselta aivokuorelta somatosensoriselle aivokuorelle. Näin puheäänteelle muodostuu myös somatosensorinen muoto. Somatosensorinen palautejärjestelmä ohjaa myös somatosensorisen virhekartan toimintaa. Somatosensorinen palautejärjestelmä muuttaa väärät somatosensoriset käskyt oikeiksi motorisiksi käskyiksi.

1.2 ARTIKULAATIO

Artikulaatiolla tarkoitetaan puheentuottoelinten toimintaa eli äänteen tuottamiseen tarvittavaa puheentuottoelinten liikekokonaisuutta (Ho & Wilmut, 2010). Artikulaatiota on yksittäisten äänteiden lisäksi myös tavujen, sanojen ja kokonaisten lauseiden tuotto. Puheen artikulaatio on mekaaninen toiminto, johon osallistuvat keuhkot, kurkunpää, kurkunpään yläpuoliset elimet, kuten esimerkiksi kieli ja huulet ja neuraaliset kontrollimekanismit. Artikulaatioelimet voivat olla joko aktiivisia tai passiivisia (Crannel, 1991, s. 95). Aktiiviset artikulaattorit pystyvät liikkumaan ja passiiviset eivät. Aktiivisia artikulaattoreita ovat kieli, pehmeä suulaki, poskien lihakset, kurkunpäänlihakset, huulet ja alaleuka. Passiivisia artikulaattoreita ovat yläleuka, hampaat ja kova suulaki.

1.2.1 Suomen kielen äännejärjestelmä

Vokaalit

Vokaalien aikana ääntöväylä on avoin ja keuhkoista virtaama ilma pääsee vapaasti kulkemaan ääntöväylän läpi (Iivonen & Laukkanen, 1993; Suomi, Toivanen & Ylitalo, 2006, s.93). Ääntöväylän muotoa säädellään kielen ja huulien avulla. Vokaalit jaetaan kolmeen ryhmään etisyyden, pyöreyden ja väljyyden mukaan (Karlsson, 1983, s. 52–53; Wiik, 1981, s. 40–41). Etuvokaaleissa ääniväylän kapein kohta on suuontelon etuosassa. Suomen kielessä etuvokaaleja ovat /i/, /e/, /æ/, /y/ ja /ø/ (Suomi, Toivanen & Ylitalo, 2006, s.93). Takavokaaleissa kapein kohta on suuontelon takaosassa ja näitä vokaaleita ovat /u/, /o/ ja /ɑ/. Vokaalin pyöreys määräytyy huulten pyöreyden mukaan ja pyöreitä vokaaleita ovat /y/, /ø/, /u/ ja /o/, kun taas laveita vokaaleita ovat /i/, /e/, /æ/ ja /ɑ/. Vokaalin väljyys määräytyy ääniväylän kapeimman kohdan väljyyden mukaan (Karlsson, 1983, s. 74–75). Suppeita vokaaleja ovat /i/, /y/ ja /u/, puolisuppeita /e/, /ø/ ja /o/ ja väljiä /æ/ ja /ɑ/. Suomen kielen /ɑ/, /i/ ja /u/ vokaaleita kutsutaan kulmavokaaleiksi (Wiik, 1981, s. 38–39).

Akustisesti vokaalien laatua kuvaavat vokaalien spektrissä ilmenevät formanttitaajuudet (Wiik, 1965). Merkittävimpiä ovat vokaaleiden kaksi ensimmäistä formanttia. Suomen kielen vokaalien formanttiarvoja on tutkittu hyvin vähän. Wiikin (1965) tutkimuksessa oli mukana vain viisi aikuista suomalaista miestä. Pro gradu -tutkielmassaan Nieminen (2007) tutki 21 aikuisen suomalaisen naisen vokaaliformanttiarvoja. Taulukossa 1 esitellään suomen kielen kulmavokaalien formanttitaajuudet näiden tutkimusten perusteella.

Taulukko 1. Suomen kielen kulmavokaalien kahden ensimmäisen formantin keskimääräiset taajuudet aikuisilla puhujilla

	F1		F2	
	Wiik 1)	Nieminen 2)	Wiik 1)	Nieminen 2)
/ɑ/	710	851	1345	1268
/i/	340	459	2355	2634
/u/	400	461	780	770

1) Wiik (1965, s. 57) 2) Nieminen (2007)

Konsonantit

Konsonantit jaetaan kahteen ryhmään, pulmonisiin ja ei-pulmonisiin (Suomi, Toivanen & Ylitalo, 2006, s. 49). Kun konsonantti tuotetaan siten, että ilma virtaa keuhkoista ulos, kutsutaan sitä pulmoniseksi konsonantiksi. Ei-pulmonisia konsonantteja ovat ne konsonantit, joissa käytetään hyväksi muunlaista ilmavirtamekanismia kuin keuhkojen avulla saatua. Suomen kielen konsonantit ovat pulmonisia. Lisäksi pulmoniset konsonantit jaetaan niiden tuottotavan, artikulaatiopaikan ja soinnin perusteella (Suomi, Toivanen & Ylitalo, 2006, s. 49; Wiik, 1981, s. 62). Konsonantteja tuotettaessa ilmavirran aikana on jonkin asteinen ääntöväylän supistuminen. Konsonantin tuottotapa eli ääntötapa kuvaa sitä, miten äänne tuotetaan eli miten ilmavirtaa estetään ja miten se vapautetaan ääntöväylästä (Ball & Rahilly, 1999, s. 48–52). Konsonanttien ääntötapa ja artikulaatiopaikka toteutuvat kurkunpään yläpuolisessa ääntöväylässä, kun taas sointi eli fonaatio toteutetaan kurkunpäässä (Suomi, Toivanen & Ylitalo, 2006, s. 62).

Konsonantit jakautuvat vielä ääntötavan mukaan kolmeen eri alaryhmään (Suomi, Toivanen & Ylitalo, 2006, s. 56–59, 158–167). Glottaalien tuotossa ilma virtaa ääniraon läpi ja ääntöväylän muoto vaihtelee äänneympäristön mukaan. Suomen kielessä glottaaliksi määritellään äänneympäristöstä riippuen /h/. Tuotettaessa resonantteja ilma virtaa esteettä ulos ääntöväylästä. Suomen resonantteihin kuuluvat nasaalit, lateraaliset ja sentraaliset approksimantit sekä tremulantit. Nasaalien aikana ilmavirta ohjataan nenäonteloon. Suomen kielen nasaaleja ovat /m/, /n/ ja /ŋ/.

Lateraalisten approksimanttien aikana ilma virtaa suusta ulos kielen sivuja pitkin. Suomen kielen /l/ edustaa tällaista tuottotapaa. Sentraalisia approksimantteja kutsutaan myös toisella nimellä puolivokaaleiksi. Puolivokaaleja tuotettaessa ääntöväylään muodostetaan kapeikko, mutta ilma virtaa kuitenkin esteettä sen läpi. Näitä ovat suomen kielessä /ʋ/ ja /j/. Tremulantissa ilma virtaa ulos suusta katkonaisesti, jolloin jokin ääntöelimistön osa saadaan tärisemään kulkuväylän ollessa vuoroin auki ja vuoroin kiinni. Suomen kielessä on vain yksi tremulantti /r/.

Obstruenttien aikana ilmavirtaa tukitaan joko osittain tai kokonaan (Ball & Rahilly, 1999, s. 48; Suomi, Toivanen & Ylitalo, 2006, s.57, 158–167). Näihin kuuluvat plosiivit eli klusiilit ja frikatiivit. Klusiileja tuotettaessa nenäportti on kiinni ja ilmavirta estetään ääntöväylässä täydellisellä sulkeumalla. Suomen kielen yleisimmät klusiilit ovat /p/, /t̪/ ja /k/ ja harvemmin esiintyvät /g/, /d/ ja /b/. Frikatiiveissa nenäportti on myös kiinni. Frikatiivit tarvitsevat jonkin asteisen tukkeutuman, jotta syntyisi hankausääni eli kohinaääni. Suomen yleisin frikatiivi on /s/ ja muita ovat /f/ ja /ʃ/.

Artikulaatiopaikka eli ääntymispaikka tarkoittaa paikkaa, johon artikulaattorit muodostavat ääntöväylän tukkeuman äänteen tuottamista varten (Ball & Rahilly, 1999, s. 53–58; Qvarnström, 1993). Äänteitä voidaan muodostaa suuontelon etuosasta äänirakoon asti. Äänteitä, jotka muodostetaan ala- ja ylähuulilla, kutsutaan bilabiaalisiksi äänteiksi (Ball & Rahilly, 1999, s. 53). Näitä ovat suomen konsonantit /b/, /m/ ja /p/ (Suomi, Toivanen & Ylitalo, 2006, s. 52–53). Labiodentaaliset konsonantit muodostetaan alahuulella ja yläetuhampailla (Ball & Rahilly, 1999, s. 54). Näitä ovat konsonantit /ʋ/ ja /f/ (Suomi, Toivanen & Ylitalo, 2006, s. 52–53). Dentaaliset konsonantit muodostetaan ylähampailla, kuten suomen konsonantti /t̪/ (Ball & Rahilly, 1999, s. 55; Suomi, Toivanen & Ylitalo, 2006, s. 159). Alveolaariset konsonantit, /d/, /l/, /n/, /r/ ja /s/, muodostetaan siten, että kielen kärki nostetaan ylähammasvallille. /j/ tuotetaan palataalisesti, eli kovaa kitalakea apuna käyttäen (Sovijärvi, 1979, s. 38). Kielen ja pehmeän kitalaen muodostama tukkeuman avulla ääntyvät /k/, /ŋ/ ja /g/ (Ball & Rahilly, 1999, s. 55; Sovijärvi, 1979, s. 38). Kitakielekkeen avulla muodostetaan uvulaariset äänteet. Suomen kielen /h/ äännetään laryngaalisesti eli kurkunpäässä. /h/ esiintyy suomen kielessä sekä soinnittomana /h/ että soinnillisena /ɦ/ (Sovijärvi, 1979, s. 38; Suomi, Toivanen & Ylitalo, 2006, s. 162).

Puhe koostuu siis erilaisista äänteistä, joita kutsutaan myös toisella nimellä fooneiksi (Suomi, Toivanen & Ylitalo, 2006, 62–64). Toisistaan merkityksiä erottavaa äännerakenteen yksikköä kutsutaan foneemiksi. Foneemin allofoneiksi kutsutaan äänteitä, jotka edustavat samaa foneemia. Pääallofoni tarkoittaa taas puheessa yleisimmin toteutuvaa foneemia. Foneemien allofoninen vaihtelu tarkoittaa sitä, miten tietty foneemi voi eri syistä toteutua keskenään erilaisina allofoneina. Tämä foneemien allofoninen vaihtelu johtuu koartikulaatiosta (Suomi, Toivanen & Ylitalo, 2006, s.113–114). Koartikulaatio tarkoittaa sitä, miten eri foneemeita muodostavat artikulaatioliikkeet toteutuvat ajallisesti toistensa kanssa. Tällöin esimerkiksi alveolaarinen konsonantti toteutuu dentaalisena ennen dentaalista konsonanttia tai ei-nasaalinen vokaali toteutuukin nasaalina kahden nasaalikonsonantin välissä (Suomi, 1988, s. 17–18). Puhetta ei siis toteuteta äänne kerrallaan vaan koartikulaatio vaikuttaa puheeseen jatkuvasti (Suomi, Toivanen & Ylitalo, 2006, s. 113–114). Puhuja saattaa pyrkiä tuottamaan tietyn äänteen, mutta koartikulaatio yleensä muuttaa sen toisenlaiseksi. Koartikulaatio-ilmiöt voidaan havaita vain akustisin mittauksin, mikä sinänsä on myös vaikeaa, sillä kielellisten yksiköiden rajat eivät toteudu puheessa. Myös puhujan persoonalliset tekijät kuten puhenopeus tai artikulaation tarkkuus vaikuttavat tavoitearvojen saavuttamiseen. Nämä koartikulatoriset muutokset eivät kuitenkaan vaikeuta puheen ymmärtämistä, jolloin voidaan sanoa, etteivät nämä vaihtelut vaikuta kielen äännerakenteeseen.

Kielessä esiintyy siis paljon äänteellistä vaihtelua, mikä eroaa myös esimerkiksi alueellisten ja sosiaalisten murteiden suhteen (Suomi, Toivanen & Ylitalo, 2006, s. 151–157). Jokaiselle foneemille havaitaan joko suurempi tai pienempi määrä allofoneja ja tämä ilmenee erityisesti suomen kielen konsonanttifoneemeissa. Tämän takia suomen kielen konsonanttifoneemien määrää on vaikea yksiselitteisesti määrittää. Karlsson (1983, s. 65) kutsuu tätä monisysteemiseksi konsonanttijärjestelmäksi. Karlsson jakaa suomen kielen konsonanttifoneemit viiteen eri ryhmään sen perusteella, missä muunnoksissa allofonit toteutuvat puheessa ja missä eivät. Ryhmät etenevät sen perusteella, että ensimmäinen esiintyy suomen kaikissa varianteissa ja siihen kuuluvat konsonantit esiintyvät useammilla puhujilla kuin ryhmässä 2. Kolmannessa ryhmässä konsonantteja ja muunnoksia on yhä vähemmän ja niin edelleen. Tällöin viimeisen ryhmän konsonantit esiintyvät hyvin harvoilla puhujilla eivätkä heilläkään välttämättä jokaisessa puhetilanteessa.

1.2.2 Artikulaation kehitys

Lapsen puheen kehitys on osa lapsen kokonaiskehitystä ja on riippuvainen esimerkiksi motorisesta, sensorisesta ja kognitiivisesta kehityksestä (Kent, 2006). Kuuntelemalla, katselemalla ja matkimalla ympäristöään, lapsi oppii tuottamaan oman äidinkielen äänteet. Näin lapsi oppii tuntemaan ja kuulemaan puheliikkeensä. Kun tutkitaan alle 9-vuotiaiden lasten tuottamia äänteitä, on hyvin oleellista huomioida lapsen artikulaation kehityslinja. Tässä iässä äänteiden tuotto on hyvin vaihtelevaa, riippuen yksilöllisestä kehityksestä (Preston, Ramsdell, Oller, Edwards & Tobin, 2011; Sanders, 1972). Artikulaation kehitysvaiheessa lasten kehityserot ovat suuria. Ensimmäisten ikävuosien kehitystä tutkittaessa on myös oleellista huomioida, sillä siellä havaitut poikkeavuudet voivat heijastaa lapsen myöhempiä puheen- ja kielenkehityksen ongelmia (Oller, Oller, & Badon, 2006, s. 217–218).

Fonologisen järjestelmän näkökulmasta lapsi oppii äänteiden tuottamisen fonologisen kehityksen myötä (Iivonen, 1993). Vokaalien ja konsonanttien oppimisen lisäksi, lapsi oppii muiden äänneoppiin kuuluvien yksiköiden ja sääntöjen omaksumisen. Tätä kutsutaan foneettis-fonologiseksi kehitykseksi. Näin lapsi oppii tuottamaan erilaisia äänteitä ja erottamaan niitä toisistaan sekä yhdistämään niitä merkityksellisiksi sanoiksi. Foneettis-fonologisen kehityksen aikana kehittyy tärkeä artikulaation kehitystä edeltävä ääntämisen puhemotoriikan kontrolli.

Oller (1980) luokittelee lapsen puheen kehityksen lapsen esileksikaalisen kehityksen mukaan. Esileksikaalinen kehitys jakautuu viiteen eri vaiheeseen: fonaatio-, kujertelu-, ja laajennusvaiheisiin sekä kanoniseen ja varioivaan jokelteluun. Lapsen fonaatiovaihe alkaa syntymästä ja jatkuu noin kahden kuukauden ikään. Tällä ajalla lapsen ääntelyn kehitystä ohjaavat refleksiiviset ääntelyt (Törölä, Lehtihalmes, Heikkinen, Olsen & Yliherva, 2012; Van Riper & Emerick, 1990, s. 94). Kahden kuukauden ikäisenä lapsi alkaa tuottaa mielihyvä-ääntelyä, jota kutsutaan kujerteluksi (Oller, 1980). Kielen, leuan ja huulten liikkeet alkavat muokata ääniväylää ja vokaalien tuotto tarkentuu. Samalla, kun lapsen kyky kontrolloida omaa äänentuottoaan ja artikulaatioliikkeitä kehittyy, alkaa hän leikkiä äänellään (Van Riper & Emerick, 1990, s. 95). Jokeltelun lapsi aloittaa 7 kuukauden iässä (Oller, 1980). Jokeltelun aikana lapsi leikkii artikulaattoreilla ja tuottaa jo aikuispuheen kaltaisia äänteitä (Törölä ym., 2012; Van Riper & Emerick,

1990, s. 97–98). Jokeltelun aikana lapsi omaksuu motorisia malleja, joiden varaan myöhempi artikulaatio perustuu (Iivonen, 1993). Äänteiden tuottamista varten vaadittava puhemotorinen kontrolli alkaa siis kehittyä.

Ensimmäisten 18 ikäkuukauden aikana lapsi on opetellut puheen motorisia malleja ja oppinut tuottamaan ensimmäiset sanansa (Iivonen, 1993; Kunnari & Savinainen-Makkonen, 2004a; Oller, 1980; Törölä ym., 2012). Kahden vuoden aikana lapselle on kehittynyt myös spatiaalinen eli avaruudellinen hahmottaminen (Netsell, 1986, s. 53–88). Tämä on puhemotorisen kontrollin edellytys. Lapsen spatiaalis-temporaalisten eli avaruudellisten ja aikaan liittyvien rakenteiden kehitys ajoittuu 2–6 ikävuoden välille. Tämän kehityksen ansiosta lapsi pystyy tuottamaan erilaisia äänteitä ja siirtymään äänteestä toiseen. Kolmen vuoden ikäisenä lapsi kykenee tuottamaan tarkkoja ja nopeita liikkeitä edellyttäviä äänteitä ja niiden yhdistelmiä (Iivonen, 1993; Sanders, 1972). Tässä vaiheessa lapsi yleensä pystyy tuottamaan jo kaikki vokaalit. Torvelaisen (2007) tutkimuksen mukaan suomalaiset lapset kykenivät tuottamaan kaikki vokaalit jo kahden vuoden ikäisinä. Kolmen vuoden iässä lapsen puhe ei ole vielä täysin selkeää, mutta silloin omataan kuitenkin jo aikuiskielen keskeiset peruselementit.

Viiden vuoden ikäisenä lapsen puhemotorinen kehitys on nopeaa (Korpinen & Nasredtin, 2006). Tässä vaiheessa lapsi hallitsee huulion ja kielen liikkeet sekä suulaen sulun. Tämän lisäksi hän kykenee eriyttämään leuan ja kielen liikkeet toisistaan. Tässä iässä lapsi osaa kontrolloida puhumistaan taktiilisen, proprioseptiivisen ja auditiivisen palautteen avulla. Tällöin lapsi kykenee ääntämään äänteet oikein ja puhumaan selkeästi. Viiden vuoden ikäisen artikulatorinen kontrolli ei ole vielä täysin kypsä. Ensimmäisten kouluvuosien aikana lapsi omaksuu kaikki äidinkielensä foneemit (Owens, 1984, s. 294–295). Täydellinen ääntäminen riippuu lapsen fonologisesta kyvykkyydestä. Ensimmäisten kouluvuosien aikana lapsi ymmärtää, että puhe koostuu erilaisista foneemeista. Englanninkielisten tutkimusten mukaan neljän vuoden ikäisenä lapsi kykenee jo tuottamaan kaikki oikeat äänteet, mutta yleensä 6–8-vuotiaana viimeisetkin vaikeimmat äänteet on opittu tuottamaan. Pitempien sanojen äänteet voivat silti olla vielä vaikeita.

Konsonantit lapsi oppii niiden puhemotorisen kontrollin helppouden perusteella (Kunnari & Savinainen-Makkonen, 2004b; Stark, 1980; Van Riper & Emerick, 1990, s.

98–99). Ajatellaan, että konsonanttien omaksuminen noudattaa kielestä riippumatonta universaalia kehityslinjaa. Artikulaatiopaikaltaan etiset konsonantit opitaan ennen takaisia. Helpoiten opitaan labiaalit, nasaalit ja klusiilit. Frikatiivit ja affrikaatat ovat vaikeimpia, ja ne opitaan vasta neljän vuoden jälkeen. Sandersin (1972) mukaan suurin osa englanninkielisistä lapsista osaa 3-vuotiaana jo kaikki vokaalit sekä konsonantit /p/, /m/, /h/, /n/, /w/, /b/, /k/, /g/ ja /d/. Seuraavan vuoden aikana lapsi omaksuu näiden konsonanttien lisäksi myös konsonantit /t/, /ŋ/, /f/ ja /j/. Vaikeimmat konsonantit /r/, /l/, /s/ ja /z/ osataan vasta 5-vuoden ikäisenä. Viiden vuoden ikäisinä lapsilla on kuitenkin vielä vaikeuksia joidenkin konsonanttien tuotossa, erityisesti konsonanttiyhdistelmissä. Tutkimuksessa havaittiin myös, että konsonanttien omaksuminen on hyvin vaihtelevaa eri ikäisillä lapsilla, ja osa lapsista osaa jo esimerkiksi 3-vuotiaana kaikki äänteet.

Suomenkielisiä tutkimuksia aiheesta on tehty vähän, ja ne perustuvat ainoastaan tapaustutkimuksiin (Kunnari & Savinainen-Makkonen, 2004b). Esimerkiksi Toivaisen tutkimuksessa (1990) suomalainen lapsi omaksui konsonantit seuraavassa järjestyksessä /t n k m p h r ŋ j s l d/. Savinainen-Makkosen (1998) tutkimuksessa konsonantit opittiin seuraavasti /k t p m s h n j l ŋ f r d/. Voidaan ajatella, että suomalaiset lapset oppivat konsonantit hieman eri järjestyksessä kuin esimerkiksi englantilaiset lapset. Saaristo-Helin, Kunnarin ja Savinainen-Makkosen (2011) tutkimuksessa viimeiseksi opittavat äänteet olivat /s/, /r/ ja /d/.

Kehitysikää 4–5 pidetään puhemotorisen ja fonologisen viimeistelyn kautena (Saaristo-Helin, Kunnari & Savinainen-Makkonen, 2011). Tässä vaiheessa lapsi yleensä oppii tuottamaan äidinkielensä vaikeimmat äänteet. Grunwellin (1984, s. 41) mukaan fonologinen viimeistely voi jatkua 10-vuotiaaksi saakka. Qvarnströmin (1993) tutkimukseen osallistui 287 kouluikäistä lasta. Tutkimuksen mukaan kolmasosa 7-vuotiaista suomalaisista lapsista ei vielä tuottanut kaikkia äänteitä oikein. /s/ tuotettiin hyvin usein liian anteriosesti eli interdentaalisesti ja /r/ liian posteriorisesti eli uvulaarisesti. /r/:n virheelliset tuotokset korjattiin yleensä 10 ikävuoteen mennessä, kun taas /s/:n virheet yleistyivät. Artikulaatioliikkeiden tarkkuus ja koordinaatio kehittyivät huimasti 7–10 ikävuoden välissä.

1.2.3 Artikulaation tarkkuus ja sen arviointi

Artikulaation tarkkuus tarkoittaa sitä, miten selkeää puhujan ääntäminen on, ja miten hyvin kuulija ymmärtää puheen viestin (Preston ym., 2011). Äänteiden virheelliset tuotokset vaikuttavat huomattavasti puheen ymmärrettävyyteen ja näin heikentävät artikulaation tarkkuutta. Äännevirheet voivat johtua joko orgaanisista eli elimellisistä syistä, neuraalisista syistä tai funktionaalisista eli toiminnallisista syistä (Forrest, 2002; Preston & Edwards, 2010). Orgaanisia syitä ovat esimerkiksi huuli- ja suulakihalkiot (Williams, MacLeod & McCauley, 2010). Neuraalisia syitä ovat keskushermoston vauriot tai toimintahäiriöt, joita ovat esimerkiksi dysfasia, dyspraksia ja dysartria (Caruso & Strand, 1999). Suurin osa äännevirheistä johtuu funktionaalisista syistä, joista on olemassa monta eri teoriaa (Korpinen & Nasretdin, 2006; Qvarnström, 1993). Ne voivat johtua joko äänteiden erottelukyvyn vaikeudesta, psykologisista tekijöistä, kehityshäiriöistä, virheellisestä oppimisesta, aivovauriosta tai fonologisista häiriöistä. Poikkeavaa ääntämistä havaitaan myös paljon kuulovammaisilla.

Artikulaation epätarkkuus voi ilmentyä äänteiden puuttumisena, lisäyksinä, korvautumisilla, vääristyminä ja metateesinä eli paikan vaihdoksina (Korpinen & Nasretdin, 2006; Savinainen-Makkonen & Kunnari, 2004; Qvarnström, 1993). Virheet artikulaatiossa yleensä johtuvat ääntöelinten virheellisestä sijoituksesta, liikkeiden ajoituksen, suunnan tai nopeuden epätarkkuutena tai niiden yhteistoiminnan häiriöstä. Äännevirheet jakautuvat foneemisiin ja foneettisiin virheisiin (Savinainen-Makkonen & Kunnari, 2004). Foneeminen ääntämisvirhe tarkoittaa sitä, että lapsi korvaa tiettyä foneemia edustavan äänteen toista foneemia edustavalla äänteellä. Foneettisesta äännevirheestä puhutaan silloin, kun lapsi tuottaa haluttua foneemia edustavan äänteen, mutta tuottaa tämän virheellisesti.

Artikulaation tarkkuuden arviointi perustuu puheen auditiiviseen ja visuaaliseen havainnoitiin (Qvarnström, 1993). Lasten normaalin ja epänormaalin artikulaation tarkkuuden arvioinnin perustana pidetään puheen foneettista puhtaaksi kirjoitusta (Preston ym., 2011). Visuaalisesti artikulaatiota voidaan arvioida artikulaatiopaikan havainnoinnilla (Qvarnström, 1993). Arviointia voi tehdä esimerkiksi keskustelun avulla. Kun lapsen artikulaatio on epätarkkaa, sanojen virheellisten tuotoksien maksimaalinen sensitiivisyys saadaan mittaamalla äännevirhetyypit lapsen ilmauksesta

(Preston ym., 2011). Lapsen artikulaation epätarkkuutta voidaan mitata esimerkiksi ilmauksesta laskettujen äännevirheiden määrällä. Epätyypilliset virheet eli virheet, joita ei ilmene normaalisti kehittyvillä lapsilla, tavurakenteiden muutokset ja vokaalien tuotto on myös tärkeä ottaa huomioon artikulaation arvioinnissa fonologisen tarkkuuden takia.

Auditiivisesti puheesta havainnoidaan esimerkiksi äänteiden puuttumista, lisäyksiä, korvautumisia ja vääristymiä (Qvarnström, 1993). Artikulaation auditiivisessa arvioinnissa kannattaa käyttää standardisoituja testejä, jotta tuloksiin saadaan varmuutta. Tällöin apuna voidaan käyttää kuvien tai esineiden nimeämistä, toistamista, laskemista, viikonpäivien nimeämistä, epäsanojen toistoa ja lukemista (Smith, Hand, Freilinger, Bertnhal & Bird, 1990; Sonninen & Sonninen, 1976). Kohdesanojen tulee sisältää kaikki mahdolliset äänteet eri äänneympäristöissä. Konsonanttien täytyy esiintyä sanojen edessä, keskellä ja lopussa sekä vaihtelevissa vokaali-konsonanttiyhdistelmissä. Lapselta kannattaa ottaa myös spontaanin puheen näyte, sillä lapsi ei välttämättä käytä juuri oppimaansa äännettä arkipäivän keskustelussa (Qvarnström, 1993). Puhenäytteet kannattaa aina myös äänittää myöhempää tarkastelua varten.

Tietokoneohjelmien käyttö artikulaation tarkkuuden akustisessa analysoinnissa on hyvin oleellista. Puheen akustisia ominaisuuksia mittaamalla saadaan tarkempia tietoja artikulaation laadusta (Kent & Read, 2002, s. 105). Vokaalien havaittu laatu määräytyy parhaiten formanttitaajuuksien perusteella (Suomi, Toivanen & Ylitalo, 2006, s. 91–93). Kaksi alinta formanttitaajuutta ovat tärkeimmät äänteitä erottavat akustiset muuttujat. Formanttien taajuudet vaihtelevat ääniväylän koon ja muotojen mukaan. Tällöin vokaalien ääntymätapaa ja paikkaa voidaan tarkastella formanttilukujen avulla. Konsonantit luokitellaan yleensä ääntymätavan, ääntymäpaikan ja soinnillisuuden perusteella, jolloin näitä tarkastellaan spektrogrammin avulla (Suomi, 1990, s. 151–166). Konsonanteista tarkastellaan myös akustisia ominaisuuksia spektrogrammin avulla tarkastellen esimerkiksi soinnin siirtymävaiheita ja konsonanttiominaisuuksien taajuuksia, kestoa, voimakkuutta ja energiakeskeisyyttä. Esimerkiksi klusiilin artikulaatio ilmenee spektrogrammissa energian täydellisenä puuttumisena tai vaimenemisena. Klusiilien tunnistaminen riippuu myös klusiilin eksploosiovaiheen jälkeisistä formanttisiirtymistä. Esimerkiksi frikatiiveissa ilmenevä aspiraatiohäly näyttäytyy erilaisina taajuusarvoina, mikä kertoo kohinan laadusta. Konsonanttien

akustiset ominaisuudet ovat niin erilaisia, että mittaukset ovat myös hyvin erilaisia eri konsonanttien kesken.

Artikulaation tarkkuuden arvioinnissa on hyvin tärkeää ottaa lapsen psykometriset ominaisuudet huomioon (Preston ym., 2011). Kaikki lapset kehittyvät omaan tahtiinsa ja artikulaation kehitysvaiheessa lasten kehityserot ovat suuria. Osa lapsista voi olla hyvin taitavia, kun taas toiset vielä kömpelömpiä. On normaalia, että ennen yhdeksättä ikävuotta lapsilla ilmenee artikulaatiossa puutteita, mitä ei siltikään luokitella häiriöksi. Kuitenkin 8–9 vuoden iässä artikulaation tulisi normalisoitua, jonka jälkeen äännevirheitä kutsutaan residuaalisiksi äännevirheiksi. Konsonanttien tuottaminen tarvitsee ääntöelinten tarkkoja ja nopeita liikkeen muutoksia, ja sen takia juuri konsonanttien tuottamisessa havaitaan eniten puutteita (Qvarnström, 1993; Törölä, 2009). Motorisesti vaikeimmat konsonantit ovat /s/, /r/ ja /l/. Suomenkielisissä tutkimuksissa yleisimmät äännevirheet ovat /s/ ja /r/ virheet (Iivonen, 1993; Qvarnström, 1993). Äänteiden kehityksen varhaisissa vaiheissa /r/ korvataan yleensä äänteellä /l/ (Saaristo-Helin, Kunnari & Savinainen-Makkonen, 2011). Esikouluikäisillä /r/ on yleensä vääristynyt tai se tuotetaan lateraalisella tai uvulaarisella täryllä. Luotosen (1998) tutkimuksessa 32 % 5-vuotiasta lapsista ja 8 % 9-vuotiaista lapsista tuotti vielä äännevirheitä. Qvarnströmin (1993) tutkimuksessa 30 % 7-vuotiaista lapsista tuotti vielä /s/ ja /r/ virheitä. Äännevirheet vähenivät huomattavasti jo 10-vuotiailla.

1.3 NONVERBAALISET ORAALIMOTORISET TAIDOT

Oraalimotoriikka tarkoittaa lihasliikkeitä suussa, leuassa, kielessä, huulissa ja poskissa (Ortega, Ciamponi, Mendes & Santos, 2009). Nonverbaaliset oraalimotoriset taidot tarkoittavat sitä, miten ihminen kykenee kontrolloimaan näiden oraalimotoristen rakenteiden voimaa ja koordinaatiota esimerkiksi syömiseen liittyvien toimintojen aikana. Näitä toimintoja ovat esimerkiksi imeminen, nuoleminen, pureminen, jauhaminen ja nieleminen. Oraalimotoriset liikkeet ovat myös tärkeitä puheentuottoa ja kasvojen ilmeitä varten.

1.3.1 Oraalimotoristen taitojen kehitys

Kun tutkitaan artikulaation ja nonverbaalisten oraalimotoristen toimintojen suhdetta toisiinsa, on tärkeää tarkastella myös varhaisten oraalimotoristen taitojen kehitystä (Wilson, Green, Yonosova & Moore, 2008). Näin voidaan tarkastella puheen ja oraalimotoristen toimintojen välisiä toiminnallisia ja sensorisia samanlaisuuksia ja eroja. Lapsen oraalimotoristen taitojen kehitys alkaa syömisestä (Arvedson, 1993a). Kehittyvällä sikiöllä havaitaan jo paljon suun ja kasvojen liikkeitä (de Vries, Visser & Prechtl, 2008). Syntymän jälkeen oraalimotoriikan kehitys perustuu eri refleksien toimintaan (Kent, 1999). Syntymän jälkeen vauva esimerkiksi osaa jo heti imeä, mille taidolle oraalimotoristen taitojen kehitys perustuu. Näiden refleksien puuttuminen tai niiden päälle jääminen voi kertoa neurologisesta häiriöstä, sillä refleksien kehitys kertoo motorisen hermoston kehityksestä. Oraalimotorisia toimintoja ohjaavat refleksit muuttuvat myöhemmin tahdonalaiseksi toiminnaksi.

Lapsen syöminen kehittyy erityisesti noin 4–6 kuukauden ikäisenä, kun lapsi on valmis vastaanottamaan kiinteää ruokaa (Arvedson, 1993a; Wilson ym., 2008). Aikuismainen pureminen edellyttää jo leuan rotaatioliikkeitä. Näiden liikkeiden sanotaan kehittyvän noin 24–30 kuukauden ikäisenä tai sen jälkeen (Pinder & Faherty, 1999; Wilson ym., 2008). Kiinteään ruokaan siirtyminen edellyttää lusikan käyttöä, jolloin imemistarve vähenee (Arvedson, 1993a). Puolen vuoden ikäisenä alkavan pureskelun aikana lapsella tulisi jo olla nielemisen edellyttämää oraalista kontrollia. Kun lusikkaa on käytetty noin kuukausi, annetaan lapselle muki (Arvedson, 1993a). Lapsen syömistaidot kehittyvätkin nopeassa tahdissa 6–12 kuukauden ikäisenä. Itsenäiset syömistaidot saavutetaan toisen ikävuoden aikana. Kuitenkin vasta kolmen vuoden ikäisenä lapsi on oppinut oikean nielemisen (Owens, 1984, s. 41).

Arvedsonin, Rogersin ja Brodskyn (1993) mukaan syömisen kannalta olennaisin oraalimotorinen taito on leuan kontrollointi. Leuan hallintaa tarvitaan ruoan manipulointiin ennen nielemistä, nielemisen aikana ja puheentuotossa. Huulion hallinta on myös tärkeää, sillä huulien sulku pitää ruoan suussa ja auttaa kielen toimintaa ruoan siirtämiseksi suun takaosaan. Owensin (1984, s. 41) mukaan lapsi hallitsee huulionsa 1,5 vuoden ikäisenä. Huulien sulkua puolestaan edistää poskien toiminta (Arvedson, 1993b). Poskien toiminta estää myös ruoan joutumisen ientaskuihin. Kielen koordinoitu

toiminta on hyvin oleellinen nielemisen onnistumiseksi. Pehmeä kitalaki puolestaan estää ruoan pääsyn nenänieluun nielemisen aikana. Oraalimotorinen kehitys etenee varhaisista oraalimotorisista reflekseistä yhä koordinoiduimmiksi taidoiksi.

Oraalimotoriset toiminnot ovat hyvin riippuvaisia sensorisen palautteen informaatiosta (Wilson ym., 2008). Esimerkiksi imemisen kehittymisen aikana oleellinen sensorinen palaute saadaan oraalisten sensoristen reseptorien avulla ruokapalan ja nännin koosta, muodosta sekä koostumuksesta. Puremisen aikana sensorinen palaute boluksen muodosta ja liikkeestä saadaan suun limakalvojen reseptorien ja alaleuan proprioseptiivisten reseptorien avulla. Kuten jo aiemmin mainittiin Guentherin (2006) puheentuoton DIVA -mallissa, puheelle oleellisin sensorinen palaute on auditiivista. Esimerkiksi jokeltelun aikana lapsi säätelee artikulatorisia kohteita ja niihin liittyvää motorista toimintaa auditiivisen palautteen avulla (Wilson ym., 2008). Lapset oppivat artikuloimaan äänteitä myös visuaalisen palautteen avulla (Westerman & Miranda, 2004). Näin voidaan sanoa, että artikulaation ja oraalimotoristen toimintojen kehitys poikkeaa toisistaan käytettävän sensorisen informaation kannalta.

1.3.2 Oraalimotoristen taitojen arviointi

Oraalimotorinen arviointi perustuu suun alueen lihasten motoristen toimintojen arviointiin (Clark, 2010; Duffy, 1995, s. 69). Arvioinnissa tutkitaan suun alueen lihasten voimaa, liikkuvuutta, kontrollia ja sensorisia toimintoja. Yleensä arviointi perustuu hyvin paljon tutkijan subjektiivisiin visuaalisiin havaintoihin testattavan suorituksesta. Suun alueen voimaa voidaan tutkia esimerkiksi siten, että tutkittava asettaa jonkin artikulaattorin, esimerkiksi kielen, tutkijan asettamaa estettä vasten (Clark, 2010; Robin, Solomon, Moon & Folkins, 1997). Tämän jälkeen tutkija pyytää tutkittavaa työntämään kielellä estettä mahdollisimman voimakkaasti. Voiman arviointiin on kehitetty myös objektiivisia mittausmenetelmiä. Näitä ovat esimerkiksi IOPI eli Iowa Oral Performance Instrument. Tämä laite mittaa pehmeää ilmatäytteistä kupua vastaan generoitua painetta. Tällöin voidaan mitata esimerkiksi tavujen muodostamisessa tapahtuvaa artikulatorista kielen kontaktivoimaa kitalaelle asetettua kupua vastaan /t/ -äänteen aikana (Neel & Palmer, 2011).

Oraalimotorista liikkuvuutta testataan siten, että tutkittavaa pyydetään liikuttamaan jotain artikulaattoria niin pitkälle kuin kykenee tai liikuttamaan sitä tiettyihin suuntiin (Clark, 2010). Esimerkiksi lasta voidaan pyytää koskettamaan nenää kielellään tai mutristamaan huulia pusuasentoon tai hymyilemään niin leveästi kuin pystyy (Robin ym., 1997). Näiden tehtävien avulla arvioidaan kielen, huulten ja leuan liikkeiden nopeutta, etäisyyttä ja tarkkuutta. Oraalimotorisen liikkuvuuden arvioinnissa on tärkeää huomioida myös liikkeen symmetrisyyttä eli liikkuuko kieli esimerkiksi yhtä sujuvasti ja yhtä paljon oikealle kuin vasemmallekin (Duffy, 1995, s. 74). Liikkuvuuden objektiivisia mittareita ovat esimerkiksi labiaalinen goniometri tai menetelmä, jossa tutkija hyödyntää joustavaa mittausteippiä kielen ja huulien liikkeiden ja etäisyyksien mittaamisessa (Clark, 2010). Subjektiivisten ja objektiivisten mittausmenetelmien ongelmina havaitaan kuitenkin normatiivisen datan puute.

Suun alueen lihasten jännittyneisyyden arviointi on aika rajoittunutta. Lihasjännitteisyyden arvioinnin perustana käytetään sitä, että lihasta liikutetaan passiivisesti ja tutkitaan lihaksen aiheuttamaan vastusta liikettä kohtaan (Clark, 2010). Suun alueen lihasten kohdalla jännitteisyyttä voidaan arvioida helpommin lihasryhmiltä kuin yksittäisiltä lihaksilta. Suun alueen lihasten jännitteisyyden arvioinnin kanssa kohdataan sama ongelma kuin liikkuvuuden arvioinnin kohdalla, eli normatiivinen data puuttuu kokonaan. Jännitteisyyden arvioinnin yksi keino on kuitenkin visuaalisesti havainnoida suun alueen lihasten lepoasentoja (Duffy, 1995, s. 72–74). Tutkimusten mukaan aikuisten suun alueen lihasten riippuvat lepoasennot viittaavat vähäiseen lihasjännitteisyyteen, kun taas esimerkiksi kielen tai huulien sisään vetäytyminen viittaa lisääntyneeseen lihasjännitteisyyteen. Tällaisia tutkimuksia ei ole kuitenkaan tehty lasten osalta, joten tällaisia johtopäätöksiä ei voida lasten lepoasennoista tehdä (Clark, 2010). Objektiivinen arviointikeino on esimerkiksi asettaa ulkoinen paine oraalisten lihasten kontrolloimille kasvojen rakenteille (Seibel & Barlow, 2007). Esimerkiksi lineearinen servomoottori voi mitata suun ympäryksen vastustusvoimaa ja asentosignaaleja, jolloin saadaan tietoa suun lihasten jäykkyydestä.

Kentin (1997) mukaan suun alueen sensoristen kykyjen arviointikeinoja ovat staattisen kosketuksen havaitseminen, liikkuvan kosketuksen suunnan tunnistaminen, lämpötilan havaitseminen ja kahden pisteen samanaikaisen kosketuksen erottaminen. Sensomotorisen toiminnan arvioinnin apuna voidaan käyttää esimerkiksi leuan liikkeen

ja asennon tunnistamista (Clark, 2007). Lasta voidaan pyytää aukaisemaan leukaansa erilaisiin asentoihin. Samanaikaisesti lapselle esitetään kysymyksiä kuten onko tämä leuan asento isompi kuin edellinen. McDonaldin ja Aungstin (1967) mukaan oraalinen stereognosia eli esimerkiksi erilaisten palikoiden muotojen, kokoerojen ja materialien tunnistaminen suussa olisi muita keinoja lupaavampi menetelmä suun alueen sensorisen toiminnan mittaamisessa.

1.3.3 Oraalimotoristen taitojen yhteys artikulaatioon

Nonverbaalisia oraalimotorisia taitoja harjoitellaan usein erilaisissa artikulaatioterapioissa (Ruscello, 2008b). Harjoittelun tarkoituksena on parantaa artikulaatiolihasten lepoasentoja, liikettä ja voimaa (Forrest, 2002; Ruscello, 2008a; Ruscello, 2008b). Harjoitteet ovat aktiivisia, passiivisia ja sensorisesti stimuloivia liikkeitä, jotka parantavat lihasrentouden ja supistuksen välistä vuorottelua ja koordinaatiota, vähentävät lihasrasitusta, lisäävät liitoskohtien notkeutta ja parantavat verenkiertoa. Harjoitteissa käytetään kokoelmaa epäpuhemetodeita ja toimenpiteitä, jotka vaikuttavat kielen, huulten ja leuan lepoasentoihin parantaen liikkeen laajuutta ja kehittäen lihaskontrollia. Erilaisia harjoituksia ovat esimerkiksi pilliin puhaltaminen, kielen liikuttaminen suunpielestä toiseen, viheltäminen, kielen liikkeiden eriyttäminen leuan liikkeistä ja erilaiset huulten mutristusliikkeet. Harjoitteisiin ei siis sisälly puhetta lainkaan.

Artikulaation kuntoutuksessa oraalimotorisia harjoitteita tehdään yleensä ennen puheharjoituksia tai samanaikaisesti (Ruscello, 2008b). Väitetään, että nämä harjoitteet vähentävät artikulaation vaikeutta ja helpottavat puheen oppimisessa (ks. Netsell, 1986). Uskotaan myös, että nämä harjoitteet lisäävät puhelihasten voimaa ja käyttöä ja tarjoavat lapsille mahdollisuuden oppia helpommin puheäänteet primitiivisten toimintojen, kuten imemisen ja jauhamisen avulla. Nykyään on kuitenkin herännyt keskustelu nonverbaalisten oraalimotoristen harjoitteiden todellisesta merkityksestä artikulaatioterapiassa (Ruscello, 2010).

Kaikilla kliinikoilla on velvollisuus käyttää kuntoutuksessa niitä tekniikoita, joille löytyy vahva teoreettinen peruste ja dokumentoitu vaikuttavuus kliinisessä työssä

(Watson & Lof, 2008). Nonverbaalisten oraalimotoristen harjoitteiden käytöstä artikulaatioterapiassa ei kuitenkaan löydy tällaista näyttöä. Oraalimotorisista harjoitteista on kirjoitettu paljon ja niitä on käytetty terapiatekniikkana niin kauan kuin puheterapia on ollut olemassa (Kamhi, 2008). Lukuisat ammattihenkilöt pitävät oraalimotorisia harjoitteita yhä hyödyllisinä keinoina artikulaatioterapiassaan (Muttiah, Georges & Brackenbury, 2011). Loffin ja Watsonin (2008) tutkimuksessa kartoitettiin puheterapeuttien näkemykset oraalimotorisista harjoitteista. Heidän tutkimuksessaan 537 puheterapeuttia vastasi kyselyyn ja heistä 85 % myönsi käyttävänsä nonverbaalisia oraalimotorisia harjoitteita lasten artikulaatio-ongelmien kuntoutuksessa. Näiden harjoitteiden käytön he perustelivat tutkimuskirjallisuuden ja koulutusten perusteella.

Kirjallisuus vuodesta 1912 vuoteen 1956 neuvoo käyttämään näitä harjoitteita artikulaatioterapiassa kahden metodin mukaan (Kamhi, 2008). Ensimmäisen mukaan leuan, huulien ja kielen liikkeiden stimulointi edesauttaa tiettyjen foneemien tuottoa. Toinen tarkoitus oraalimotorisilla harjoitteilla on leuan, kielen ja huulten lämmittely, joka valmistelee oraalisen mekanismin puheäänteiden tuottoa varten. Tätä niin sanottua artikulaatiolihasten ”lämmittelyä” on pohtinut esimerkiksi Ruscello (2008b) tutkimuksessaan. Hän havaitsi, että artikulaatiolihasten järjestelmä on erilainen verrattuna esimerkiksi raajojen lihaksiin. Täten ei voida varmasti sanoa, että puheterapiassa artikulaatiolihasten stimuloinnilla ja venyttämisellä olisi samanlaisia positiivisia vaikutuksia, mitä näillä metodeilla on saatu raajojen lihasten kuntoutuksella. Oppikirjat vuodesta 1960 vuoteen 2007 puhuvat oraalimotorisista harjoitteista jo varoittavaan sävyyn, mutta osa tarjoaa vielä spesifisiä oraalimotorisia tekniikoita tiettyjen foneemien kuntoutukseen (Kamhi, 2008). Oraalimotoriset tekniikat sisältävät erilaisia kieliharjoituksia, artikulaattoreiden notkeutta parantavia harjoituksia, kielen ja huulen tuntoharjoituksia ja ulkoisia ja sisäisiä oraalisia stimulointiharjoituksia.

Bunton (2008) on kritisoinut tutkimuksessaan oraalimotoristen harjoitteiden käyttöä tukevia oletuksia oraalimotoristen toimintojen ja puheentuoton välisestä samankaltaisuudesta. Yhden tätä tukevan oletuksen mukaan liikekuviot ja toiminnot olisivat samoja sekä puheentuotossa että oraalimotorisissa toiminnoissa. Samat rakenteethan osallistuvat molempiin toimintoihin. Toinen oletus perustuu ideaan, jossa oppiminen pilkotaan pienemmiksi osatavoitteiksi. Täten voidaan harjoitella yksittäisiä oraalimotorisia liikkeitä, joita voidaan alkaa yhdistää artikulaation koordinoituihin

liikkeisiin. Kolmannen oletuksen mukaan neuraaliset toiminnot olisivat puheentuotolle ja oraalimotorisille toiminnoille samanlaiset.

Erilaisia motorisia toimintoja ohjaavat tietyt neuromotoriset systeemit, joiden kontrolli perustuu tehtäväpainotteiseen ohjaukseen (Bunton, 2008). Täten motorisen kontrollin tehtävärajoitteisuus kumoaa yhteyden oraalimotoristen toimintojen ja puheentuoton välillä. Toiminnot puhetta varten ovat siis erilaiset kuin oraalimotoriikan toiminnot. Esimerkiksi artikulaation aikana kielen nostamisen tavoite ei ole tavoittaa tiettyä kohtaa puhujan suussa, vaan tavoitteena on tuottaa äänne, jonka kuulija voi ymmärtää. Oraalimotorisen tehtävän aikana tavoite on yksinkertaisesti tuottaa tarvittava voima, jolla kieli saadaan nousemaan ylös suussa. Perkellin ym. (1997) tutkimuksen mukaan puheentuoton motorisessa kontrollissa käytetään ääntöväylän muotojen ja akustisten seurauksien yhteyden sisäisiä malleja, kun taas nonverbaalien oraalimotoristen tehtävien aikana tavoitteet liittyvät ulkoiseen visuospatiaaliseen tai proprioseptiiviseen kohteeseen.

Buntonin (2008) tutkimuksessa on koottu 11 erilaista tutkimusta, joissa tutkitaan lihastoimintojen organisaatiota puheentuotossa ja nonverbaalisissa oraalimotorisissa tehtävissä. Näissä tutkimuksissa todetaan, että esimerkiksi leuan, huulien, kielen ja kasvojen liikkeiden lihastoimintojen organisaatio on erilainen puheentuotossa kuin nonverbaalisissa oraalimotorisissa tehtävissä. Motorisen oppimisen kannalta opittavan tehtävän osiin pilkkomisen hyöty riippuu tehtävän monimutkaisuudesta ja organisaatiosta (Adams, 1987). Pilkkominen ei hyödytä tapauksissa, joissa toiminto on monimutkaisesti organisoitu ja jossa on toisistaan riippuvaisia osia. Puhe on hyvin monimutkainen toiminto sisältäen vuorovaikutteista toimintaa mekaanisesti linkitettyjen ja spatiaalisesti kaukaisten lihasrakenteiden välillä (Bunton, 2008). Siksi nonverbaalisten oraalimotoristen tehtävien harjoittaminen ei hyödytä puheentuoton oppimisen kannalta. Neuraalisia toimintoja ovat tutkineet esimerkiksi Wildgruber ym. (1996), jotka todistivat, että puheentuoton ja nonverbaalisten tehtävien neuraalinen toiminto on erilaista. Heidän tutkimuksessaan primäärisen motorisen aivokuoren tasolla puheliikkeet yhdistettiin vasempaan aivokuoreen**,** kun taas nonverbaaliset toiminnot yhdistettiin bilateraaliseen symmetriseen aktivaatioon. Bunton (2008) kumoaa täysin oraalimotoristen harjoitteiden käytön hyödyn artikulaation ja puheentuoton yhteydessä.

Nonverbaalisten oraalimotoristen harjoitteiden käyttöä on perusteltu myös sillä, että lapset, joilla on hankaluuksia tuottaa äänteitä oikein, tarvitsisi vahvistaa tai harjoittaa artikulaatiolihaksiaan (Wenke, Goozee, Murdoch & LaPointe, 2006). Myös esimerkiksi Qvarnströmin (1993) tutkimuksessa puhehäiriöisten ryhmässä oli normaaliryhmää enemmän kielen liikkeiden epätarkkuutta. Clarkin (2008) tutkimuksessa kuitenkin kumottiin tämä väite kokonaan. Clarkin mukaan oraalimotoriset harjoitteet, jotka keskittyvät artikulaatiolihasten voiman lisäämiseen, eivät ole hyödyllisiä artikulaation tarkkuuden parantamisessa. Sen sijaan harjoitteet, joissa käytetään oikeaa puhetta, olivat tehokkaampia. Sudbery, Wilson, Broaddus ja Potter (2006) totesivat tutkimuksessaan, että lapsilla, joiden artikulaatio ei ollut tarkkaa, oli jopa vahvempi kieli kuin lapsilla, joilla ei ollut artikulaatiossa puutteita. Samanlaisia tuloksia sai myös Ruscello (2008b). Hänen tutkimuksessaan heikosti artikuloivilla lapsilla ei havaita minkäänlaista lihasheikkoutta ja täten he eivät hyötyisi oraalimotorisista harjoitteista.

Nonverbaalisten oraalimotoristen harjoitteiden käyttöä ja hyötyä artikulaatioterapiassa ovat tutkineet monet eri tutkijat (Forrest & Iuzzini, 2008; Lass & Pannbacker, 2008; McCauley, Strand, Lof, Schooling & Frymark, 2009; Ruscello, 2008b; Ruscello, 2010). Useat tutkimukset perustuvat kirjallisuuskatsaukseen vanhoista aihetta käsittelevistä tutkimuksista. Ainoastaan Forrest ja Iuzzini (2008) tutkivat aihetta empiirisin menetelmin. Heidän tutkimuksessaan yhdeksällä lapsella kuntoutettiin kahta eri äännettä kahdella eri metodilla. Toista äännettä kuntoutettiin ainoastaan nonverbaalisten oraalimotoristen harjoitteiden avulla ja toista ainoastaan perinteisen äänteen tuottamistapaa harjoittavilla tavuharjoitteilla. Forrest ja Iuzzini havaitsivat, että tavuharjoitteet olivat huomattavasti vaikuttavampia kuin oraalimotoriset harjoitteet. Oraalimotorisilla harjoitteilla ei havaittu myöskään minkäänlaista helpottavaa vaikutusta tavuharjoitteisiin siirtymisessä. Samanlaisia tuloksia saivat myös Lass ja Pannbacker (2008) tutkimuksessaan. Myös heidän tutkimuksensa mukaan nonverbaaliset oraalimotoriset harjoitteet olivat tehottomia artikulaatioterapiassa.

Kirjallisuuskatsauksen pohjalta Ruscello (2008b) teki tärkeän huomion oraalimotoristen taitojen harjoittelun käytöstä artikulaatioterapiassa. Hän havaitsi, että oraalimotoriset harjoitteet eivät ole hyödyllisiä artikulaatioterapiassa, sillä ne eivät ole suoria kuntoutusmenetelmiä. Kuntoutusharjoitteiden tulisi suoraan vaikuttaa haluttuun päämäärään, ja oraalimotoristen harjoitteiden käytössä puhe esimerkiksi puuttuu

harjoitteista kokonaan. Siksi äänteeseen suoraan kohdistuvat harjoitteet ovat parempia kuin oraalimotoriset harjoitteet.

Ruscellon (2010) toisessa tutkimuksessa selvitettiin oraalimotoristen harjoitteiden vaikutus puheen fysiologiaan, näiden harjoitteiden mahdollinen positiivinen vaikutus puheen tuottoon ja harjoitteiden tehokkuus puheen ymmärrettävyyden ongelmiin. Tutkimusten mukaan oraalimotorisilla harjoitteilla ei ollut vaikutusta puheen fysiologiaan tai se oli hyvin vähäinen. Näillä harjoitteilla havaittiin olevan positiivinen vaikutus puheen tuottoon vain yhden tutkimuksen mukaan. Muut viisi tutkimusta kumosivat positiivisen vaikutuksen olemassaolon. Viimeistä tutkimuskysymystä tarkasteli luotettavasti neljä tutkimusta. Näistä kaksi raportoi oraalimotorisilla harjoitteilla olevan positiivinen vaikutus puheen ymmärrettävyyden kuntoutukseen. Kahden tutkimuksen mukaan niillä oli positiivinen vaikutus yhden puheen ymmärrettävyyden osa-alueen hoidossa. Tutkimustulokset eivät siis tue, mutta eivät myöskään kumoa oraalimotoristen harjoitteiden käyttöä puheäänten kuntoutuksessa. Samanlaisiin johtopäätöksiin päätyivät myös McCauley ym. (2009) tutkimuksessaan.

Puheentuotto ja artikulaatio ovat hyvin monimutkaisia toimintoja, ja voi olla useita eri syitä siihen, miksi esimerkiksi lapsi artikuloi puutteellisesti (Powell, 2008b). Näiden kaikkien tutkimuksen perusteella voidaan sanoa, että oraalimotoristen harjoitteiden käyttö artikulaation yhteydessä on hyvin kyseenalaista.

2 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää nonverbaalisten oraalimotoristen taitojen yhteys artikulaation tarkkuuteen.

Tutkimuksilla haetaan vastausta seuraaviin kysymyksiin:

1. Onko nonverbaalisilla oraalimotorisilla taidoilla yhteyttä vokaalien /ɑ/, /i/ ja /u/ artikulaation tarkkuuteen ja ilmeneekö yhteys eri tavalla eri ikäryhmissä?

2. Onko nonverbaalisilla oraalimotorisilla taidoilla yhteyttä foneemin /s/ artikulaation tarkkuuteen ja ilmeneekö yhteys eri tavalla eri ikäryhmissä?

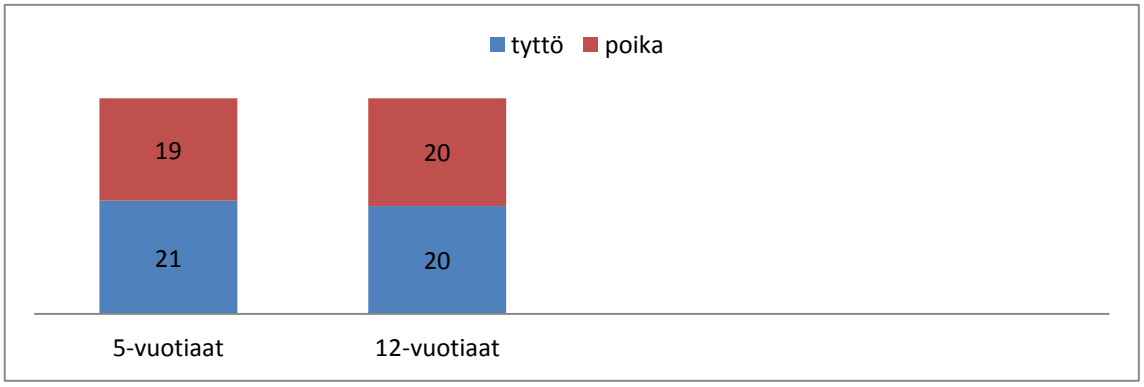
3. Onko nonverbaalisilla oraalimotorisilla taidoilla yhteyttä foneemin /r/ artikulaation tarkkuuteen ja ilmeneekö yhteys eri tavalla eri ikäryhmissä**?**

3 MENETELMÄT

3.1 Koehenkilöt

Tutkimus oli osa laajempaa professori Matti Lehtihalmeksen johtamaa puhe- ja oraalimotoriikan välistä yhteyttä selvittävää tutkimusta, ja tutkimusryhmään osallistui yhteensä viisi eri tutkijaa. Kaikki tutkijat keräsivät kahdeksan koehenkilöä seuraavista ikäryhmistä: 5-vuotiaat lapset, 12-vuotiaat nuoret, 18–40-vuotiaat aikuiset ja 70–75-vuotiaat vanhukset. Koehenkilöitä kertyi siis yhteensä 40 ikäryhmää kohden. Aikuisten ja 70–75-vuotiaiden kohdalla suostumus tutkimukseen kysyttiin henkilökohtaisesti antamalla tutkittavalle tutkimustiedote, johon tutustuttuaan hän täytti suostumusasiakirjan kahtena kappaleena, joista toinen jäi hänelle ja toinen tutkijalle. Aikuisia ja 70–75-vuotiaita kerättiin lähipiiristä ja erilaisista eläkeläisten kerhoista. Lasten ja nuorten kohdalla koehenkilöiden keruu toteutui helpoiten päiväkotien ja koulujen kautta. Tätä varten haettiin Oulun kaupungin koulutoimelta tutkimuslupa aineiston keräämiseen päiväkodeista ja kouluista. Oulun lähikunnista lupa kysyttiin joko koulun rehtorilta tai päiväkodin johtajalta. Lasten kohdalla lupa kysyttiin myös erikseen lapsen vanhemmalta (liite 1). Nuoret saivat itse päättää osallistuivatko tutkimukseen, mutta silti tieto tutkimuksesta meni myös vanhemmille (liite 2).

Tämä tutkimus keskittyy ainoastaan lapsiin ja nuoriin. Tarkastelun kohteena ovat siis ainoastaan 5-vuotiaat ja 12-vuotiaat (ks. kuvio 1). Ikäryhmät valittiin sen perusteella, että teoriassa 5-vuotiaana motoriikan kehitys on tarpeeksi kypsä tuottamaan vaikeimmatkin äänteet, mutta käytännössä yksilöiden erot ovat kuitenkin suuria. Myöhemmin 12-vuoden iässä vakiintunut puhetyyli on usein jo saavutettu. Koehenkilöiden vanhemmille osoitettiin kysely (liitteet 3 ja 4), jossa pyrittiin kartoittamaan lyhyesti koehenkilöiden historiaa keräämällä tietoja yleisestä motoristen taitojen kehityksestä ja puheenkehityksestä, mahdollisista menneistä tai nykyisistä puhe-, fysio-, tai toimintaterapioista sekä lasten suunalueeseen liittyvistä kokemuksista (hammashoito, muut toimenpiteet). Koehenkilöiden valinta perustui näihin kyselyjen pohjalta kerättyihin vastauksiin. Koehenkilöillä ei saanut olla selvästi normaalista poikkeavaa puheenkehitystä tai suunalueen hienomotoristen taitojen poikkeavuuksia.



Kuvio 1. Koehenkilöiden lukumäärä

3.2 Tutkimusmenetelmät

3.2.1 Nonverbaalisten oraalimotoristen taitojen arviointi

Koehenkilöiden nonverbaalisia oraalimotorisia taitoja mitattiin erilaisilla oraalimotorisilla tehtävillä (liite 5). Nämä tehtävät laadittiin yhdessä tutkimusryhmän kanssa. Tehtävien suunnittelussa hyödynnettiin jo olemassa olevia oraalimotoriikan arviointimenetelmiä (Sovijärvi, 1979) kuten Frenchay Dysarthria Assessment (Enderby, 1980), Pohjoismainen orofakiaalinen testi- seulonta eli NOT-S (Bakke, Bergendal, McAllister, Sjögreen & Åsten, 2007), Oral and Speech Motor Protocol (Robbins & Klee, 1987) ja Articulatory and Phonological Impairments-test (Bauman-Waengler, 2012). Näiden jo olemassa olevien arviointimenetelmien perusteella haluttiin kehittää yhä tarkempi ja moniportaisempi oraalimotoristen taitojen arviointimenetelmä, jotta tutkimuksessa saataisiin enemmän eroja koehenkilöiden suoriutumisen suhteen.

Tehtävät perustuivat erilaisiin suunalueen ja kasvojen lihasliikkeisiin. Menetelmässä arvioitiin 13 eri taitoa, joissa huomioitiin oraalimotoristen liikkeiden nopeutta, laajuutta, voimaa ja kontrollointia. Koehenkilöt saivat jokaisesta tehtävästä ensin suullisen ohjeistuksen ja visuaalisen mallin videolta, minkä jälkeen heidän tuli mallittaa liike itse. Koehenkilön tuli suoriutua tehtävästä ilman peiliä ja ainoastaan ensimmäinen suoritus arvioitiin. Menetelmässä käytettiin neliportaista arviointiasteikkoa, millä pyrittiin saamaan eroja koehenkilöiden suoriutumisen välillä.

Ensimmäisessä tehtävässä koehenkilöä ohjeistettiin nostamaan kieli nenää kohti. Tässä arvioitiin koehenkilön kykyä nostaa kieltä ylöspäin ja liike pisteytettiin sen laajuuden perusteella. Toisessa tehtävässä arvioitiin koehenkilön kykyä supistaa kieltä sikarimaiseksi pötköksi kielen laidoilta kun taas kolmannessa tehtävässä mitattiin sitä, miten koehenkilö pystyi kohottamaan kielen reunat kuppimaiseen asentoon. Kuppiharjoituksessa oli tärkeää arvioida sitä, että kielen kaikki reunat nousivat ylöspäin kun taas neljännessä tehtävässä arvioitiin ainoastaan kielen laitojen nostamista ylöspäin kouruasentoon. Viidennessä tehtävässä arvioitiin huulten eteenpäin työntämisliikettä suun ollessa kiinni. Yksi onnistumisen kriteereistä oli se, ettei huulten väliin jäänyt rakoa. Seuraavassa tehtävässä koehenkilön tuli avata suu ja työntää kieli ulos suusta ja liikuttaa kieltä nopeasti vasemmasta suupielestä oikeaan toistuvasti. Arvioinnissa huomioitiin kielen liikkeen nopeutta ja symmetrisyyttä sivusuunnassa sekä kielen ja leuan eriytyneisyyttä.

Kielen työntövoimaa arvioitiin seitsemännessä kohdassa. Koehenkilöä ohjeistettiin työntämään mahdollisimman voimakkaasti kieltä molempiin poskiin suun ollessa kiinni. Tutkijan tuli vastustaa kielen liikettä ja arvioinnissa huomioitiin sitä, kuinka voimakas ja symmetrinen kielen työntövoima oli, ja pystyikö koehenkilö vastustamaan liikkeeseen kohdistuvaa ulkopuolista painetta. Seuraavassa tehtävässä arvioitiin kielen liikettä pystysuunnassa. Suun ollessa auki ja leuan ollessa paikoillaan koehenkilön tuli liikuttaa kieltä ylähuulelta alahuulelle. Onnistumisen kriteereinä olivat kielen symmetrinen liike pystysuunnassa ja leuan eriytyneisyys kielen liikkeistä. Yhdeksännessä tehtävässä arvioitiin kielen liikettä edestä taakse. Arvioinnissa huomioitiin liikkeen laajuus ja leuan eriytyneisyys kielen liikkeistä.

Leuan liikkeiden symmetrisyyttä ja laajuutta arvioitiin kohdissa 10 ja 12. Kohdassa 10 arvioitiin leuan liikettä pystysuunnassa ja kohdassa 11 liikettä sivusuunnassa. Liikkeen laajuus ja symmetrisyys otettiin huomioon, mutta myös pään eriytyneisyys leuan liikkeistä. Pää ei saanut heilua leuan liikkeiden mukana. Tehtävässä 12 arvioitiin kielen liikettä suupielien ympäri molempiin suuntiin suun ollessa auki. Myös tässä arvioitiin liikkeen symmetrisyyttä ja leuan eriytyneisyyttä kielen liikkeistä. Viimeisessä kohdassa arvioitiin viheltämisen taitoa. Arvioinnissa huomioitiin kuinka hyvin koehenkilö pystyi käyttämään huuliaan ja ilmavirtaa hyväksi synnyttäen vihellystä. Sillä, oliko suoritus

viheltämistä, puhaltamista vai pelkkää ilmavirran ulosmenemistä, oli merkitystä arvioinnin kannalta.

Näiden tehtävien lisäksi nonverbaalisia oraalimotorisia taitoja arvioitiin myös Pohjoismaisen orofakiaalisen testi- seulonnan eli NOT-S:n avulla (Bakke ym., 2007). NOT-S -menetelmää käytetään puhe-, pureskelu- tai nielemisvaikeuksien arvioinnissa. NOT-S- menetelmässä pyrittiin kartoittamaan koehenkilön oraalimotorisia tapoja ja toimintoja haastattelun ja tutkimuksen avulla. NOT-S -haastattelu sisälsi kuusi osiota: sensoriikka, hengitys, tavat, pureskelu ja nieleminen, kuolaaminen ja suun kuivuminen. NOT-S -tutkimus sisälsi kuusi osiota: kasvot levossa, nenähengitys, mimiikka, purentalihasten ja leuan toiminta, suun motoriikka sekä puhe. Seulonta toteutettiin kuvaston avulla. Sekä NOT-S -arvioinnissa että oraalimotoristen taitojen arvioinnissa korkeat pistemäärät viittasivat oraalimotoristen taitojen puutteisiin.

3.2.2 Artikulaation tarkkuuden arviointi

Vokaaleiden tarkkuuden tarkastelun kohteeksi valittiin suomen kielen kulmavokaalit /ɑ/, /i/ ja /u/, sillä ne eroavat ääntymäpaikan suhteen eniten toisistaan. Konsonanteiksi valittiin suomen kielen vaikeimmat konsonantit /r/ ja /s/. Artikulaation tarkkuutta arvioitiin koehenkilöiden lukemista tai toistamista lauseista, jotka tallennettiin digitaalitallentimella. Nämä lauseet sisälsivät viisi kohdefoneemin esiintymää, jotta foneemin akustisista ominaisuuksista pystyttiin laskemaan luotettava keskiarvo. Lasten eli 5-vuotiaiden kohdalla foneemin /r/ esiintymiä on kuitenkin vain neljä kappaletta. Akustisten ominaisuuksien mittaukset selitetään luvussa aineiston analyysi. Lasten toistamat lauseet näkyvät taulukossa 2 ja nuorten lukemat lauseet taulukossa 3. Testilauseissa foneemit esiintyvät vaihtelevissa äänneympäristöissä, joten mitattavat ominaisuudet ovat täsmällisimmin kyseisen foneemin allofoneja. Esimerkiksi 12-vuotiaiden /s/-foneemit esiintyvät sekä pyöreää että laveaa vokaalia edellä. Osa foneemeista esiintyy yksinkertaisina kun toiset taas kaksinkertaisina. Näitä koartikulaation vaikutuksia on pyritty lieventämään mittauskohdan valinnoilla. Nämä lauseet suunniteltiin yhdessä tutkimusryhmän kanssa siten, että lauseista löytyi myös muiden tutkijoiden tarvitsevia ominaisuuksia heidän tutkimustensa tavoitteiden mukaisesti.

Taulukko 2. Testilauseet 5-vuotiailla

/ɑ/

1. Hammaspeikot liikkuvat yöllä.
2. Appelsiini on terveellinen hedelmä.
3. Kuningatar on prinsessan äiti.
4. Nuuskamuikkunen soittaa huuliharppua.
5. Nuuskamuikkunen soittaa huuliharppua.

/i/

1. Pikkumyy juoksee nopeasti.
2. Pikkumyy juoksee nopeasti.
3. Hammaspeikot liikkuvat yöllä.
4. Kuningatar on prinsessan äiti.
5. Nuuskamuikkunen soittaa huuliharppua.

/u/

1. Pikkumyy juoksee nopeasti.
2. Hammaspeikot liikkuvat yöllä.
3. Kuningatar on prinsessan äiti.
4. Nuuskamuikkunen soittaa huuliharppua.
5. Nuuskamuikkunen soittaa huuliharppua.

/s/

1. Pikkumyy juoksee nopeasti.
2. Pikkumyy juoksee nopeasti.
3. Hammaspeikot liikkuvat yöllä.
4. Appelsiini on terveellinen hedelmä.
5. Kuningatar on prinsessan äiti.

/r/

1. Appelsiini on terveellinen hedelmä.
2. Kuningatar on prinsessan äiti.
3. Kuningatar on prinsessan äiti.
4. Nuuskamuikkunen soittaa huuliharppua.

Taulukko 3. Testilauseet 12-vuotiailla

/ɑ/

1. Kilpailija s<u>aa</u>pui maaliin hengästyneenä ja läpimärkänä.
2. Kilpailija saapui m<u>aa</u>liin hengästyneenä ja läpimärkänä.
3. Kiinalaisessa viuhk<u>a</u>ssa oli harvinainen timantti.
4. Kiinalaisessa viuhkassa oli h<u>a</u>rvinainen timantti.
5. Jääkiekkoilij<u>a</u>lle vihellettiin rangaistus pelin viivyttämisestä.

/i/

1. K<u>i</u>lpailija saapui maaliin hengästyneenä ja läpimärkänä.
2. K<u>ii</u>nalaisessa viuhkassa oli harvinainen timantti.
3. Jääkiekkoilijalle v<u>i</u>hellettiin rangaistus pelin viivyttämisestä.
4. Jääkiekkoilijalle vihellettiin rangaistus pelin v<u>ii</u>vyttämisestä.
5. P<u>i</u>tuushypyn maailmanennätys on melkein yhdeksän metriä.

/u/

1. Jääkiekkoilijalle vihellettiin rangaist<u>u</u>s pelin viivyttämisestä.
2. Pit<u>uu</u>shypyn maailmanennätys on melkein yhdeksän metriä.
3. Anna l<u>u</u>kee.
4. L<u>u</u>mi sulaa.
5. Lumi s<u>u</u>laa.

/s/

1. Kilpailija <u>s</u>aapui maaliin hengästyneenä ja läpimärkänä.
2. Kiinalaise<u>ss</u>a viuhkassa oli harvinainen timantti.
3. Kiinalaisessa viuhka<u>ss</u>a oli harvinainen timantti.
4. <u>S</u>auli Niinistö on Suomen presidentti
5. Sauli Niinistö on <u>S</u>uomen presidentti

/r/

1. Kilpailija saapui maaliin hengästyneenä ja läpimä<u>r</u>känä.
2. Kiinalaisessa viuhkassa oli ha<u>r</u>vinainen timantti.
3. Jääkiekkoilijalle vihellettiin <u>r</u>angaistus pelin viivyttämisestä.
4. Sauli Niinistö on Suomen p<u>r</u>esidentti
5. Pituushypyn maailmanennätys on melkein yhdeksän met<u>r</u>iä.

3.3 Tutkimuksen kulku

Varsinainen tutkimus oli yksilötutkimus, jonka kesto oli koehenkilöstä riippuen noin 20–40 minuuttia. Koska tämä tutkimus oli osa laajempaa tutkimusta, tutkittiin koehenkilöiltä lisäksi myös puhenopeutta, epäsanojen tuottamista ja diadokkokinesiaa. Kaikki tutkimukset suoritettiin suljetussa huoneessa, joissa pyrittiin minimoimaan ulkopuolinen häly. Lasten eli 5-vuotiaiden kohdalla tutkimus aloitettiin nonverbaalisista oraalimotorisista tehtävistä. Tutkimusprotokolla esitetään liitteessä 6. Lapsi asetettiin istumaan pöydän ääreen siten, että lapsi näki hyvin tietokoneen ruudulta tulevan mallin. Samalla lapselle annettiin myös suullinen ohjeistus tehtävästä. Lapsen suorituksesta arvioitiin ensimmäinen yritys heti tilanteessa ja suoritus pisteytettiin arviointilomakkeeseen.

Oraalimotoristen tehtävien jälkeen lapselta arvioitiin diadokkokinesian suoritus. Lasta ohjeistettiin toistamaan tiettyä tavua niin nopeasti kuin hän pystyi siihen asti, että tutkija antoi merkin lopetuksesta. Suorituksen aikana tutkija tarkkaili kelloa ja antoi lopetusmerkin noin seitsemän sekunnin suorituksen jälkeen. Diadokkokinesian toistettavat tavusarjat olivat /pa-pa-pa/, /ta-ta-ta/, /ka-ka-ka/ ja /pa-ta-ka/. Kaikki suoritukset nauhoitettiin.

Seuraavaksi lasta ohjeistettiin taas katsomaan tietokoneen ruutua epäsanatehtäviä ja artikulaatiotehtäviä varten. Lapselle asetettiin myös kuulokkeet päähän. Lapsi näki ruudulta epäsanat ja kuuli samalla niiden puhemallin, minkä jälkeen hänen tuli toistaa epäsana. Tämän jälkeen lapsen tuli toistaa ensin viisi helppoa ja lyhyttä lausetta, jonka jälkeen hänen tuli toistaa vaikeammat ja pidemmät viisi lausetta. Seuraavaksi lasta ohjeistettiin toistamaan näitä samoja epäsanoja ja lauseita mallin jälkeen niin nopeasti kuin hän vain kykeni yhden kerran. Myös nämä suoritukset nauhoitettiin.

Tutkimuksen kulku oli 12-vuotiailla hieman erilainen. Nuorten kohdalla tutkimuksessa arvioitiin myös vaikutustekijöitä. Koehenkilöt jaettiin neljään eri ryhmään, minkä tarkoituksena oli tutkia eri tekijöiden vaikutusta artikulaation tarkkuuteen. Jokainen ryhmä aloitti testaustilanteen lukunäytteellä (liitteet 7–10). Koehenkilön tuli lukea tietokoneen ruudulta näkyvä ”Aurinko ja pohjatuuli” -teksti. Tämän jälkeen ryhmästä riippuen sama teksti luettiin joko normaalisti uudelleen (ryhmä 1), erittäin huolellisesti

uudelleen (ryhmä 2) tai normaalisti uudelleen oraalimotoristen (ryhmä 3) tai puhemotoristen harjoitusten (ryhmä 4) jälkeen. Oraalimotoriset harjoitukset sisälsivät tutkimuksen nonverbaaliset oraalimotoriset tehtävät ja lisäksi erilaisia venytys- ja rentoutusharjoituksia. Puhemotoriset harjoitukset sisälsivät erilaisia ääntöharjoituksia, drillien, päristelyjen, lärpätyksien ja tavusarjojen avulla.

Kun ”Aurinko ja pohjatuuli” -teksti oli luettu toiseen kertaan ryhmistä riippuvien erilaisten toimenpiteiden jälkeen, oli loppuosa tutkimusta kaikilla samanlainen. Ainut poikkeus oli siinä, että ryhmä 3 oli suorittanut jo nonverbaaliset oraalimotoriset arviointitehtävät, joita ei tehty uudelleen. Tekstin jälkeen tutkimus jatkui siis nonverbaalisista oraalimotorisista tehtävistä, jonka jälkeen arvioitiin diadokkokinesian suoritus. Nämä suoritettiin samalla tavalla kuin 5-vuotiaillakin. Seuraavaksi arvioitiin epäsanat ja artikulaation tarkkuus. Tietokoneen ruudulle aukaistiin PowerPoint-diaesitys, josta koehenkilön täytyi lukea epäsanat ja lauseet. Nuorten kohdalla epäsanojen ja artikulaatiolauseiden tuottaminen ei ollut auditiivinen toistoharjoitus vaan lukutehtävä. Myös nopeat epäsanat ja lauseet suoritettiin lukemalla. Lopuksi 12-vuotiaiden tuli lukea vielä ”Aurinko ja pohjatuuli” -teksti kolmanteen kertaan. Tämä viimeinen kerta tuli lukea maksimaalisella nopeudella.

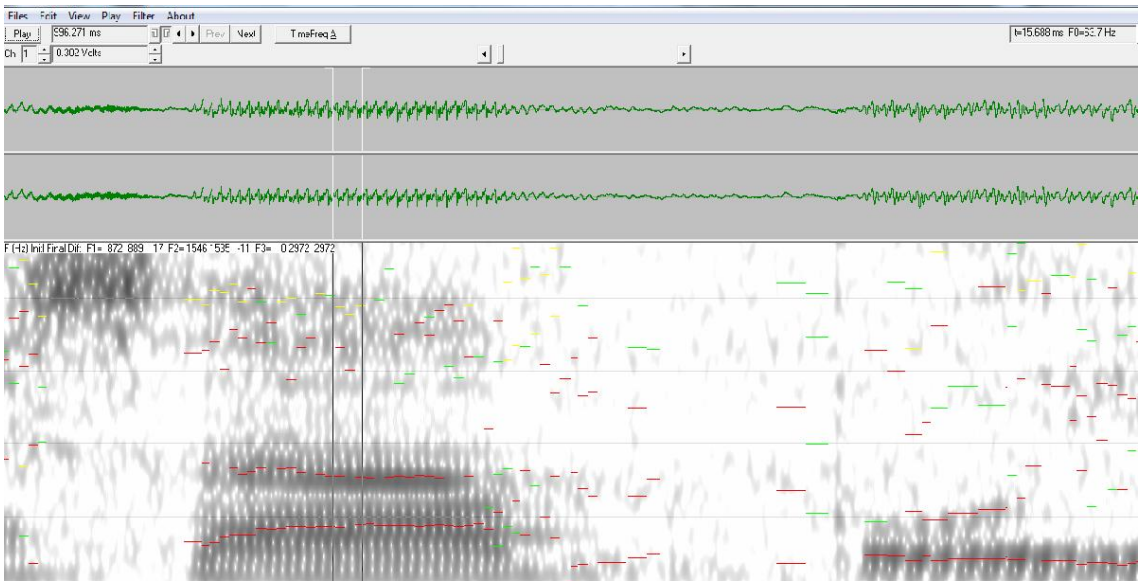
Kaikki ääninäytteet nauhoitettiin Olympus LS-11 äänityslaitteella. Äänityslaite asetettiin pöydälle puhujan viereen, noin puoli metriä puhujasta, kolmijalkaiseen jalustaan mikrofoni kohti puhujaa. Ääninäytteet tallennettiin laitteen SD-muistikorttiin muodossa PCM 48kHz/24bit. Tallennuksen voimakkuustasoa säädeltiin aina puhujan mukaan. Tutkimuksen eri osiot tallennettiin eri tiedostoiksi.

3.4 Aineiston analyysi

Nonverbaalisia oraalimotorisia taitoja tarkasteltiin siis oraalimotoristen tehtävien ja Pohjoismaisen orofakiaalisen testi -seulonnan eli NOT-S -seulan avulla. Oraalimotorisia tehtäviä oli yhteensä 13, jotka pisteytettiin. Näistä pisteistä laskettiin jokaiselle koehenkilölle oraalimotoristen tehtävien summapistemäärä. Samaten NOT-S -seulan eri osioista on laskettu yhteispistemäärä, jota kuvataan tässä tutkimuksessa lyhenteellä NOT-S -pisteet.

Tämän jälkeen molemmat ikäryhmät jaettiin oraalimotoristen tehtävien pisteiden jakauman mediaanin mukaan kahteen yhtä suureen ryhmään. Ensimmäiseen ryhmään valittiin koehenkilöt, joiden pisteet olivat mediaanin alapuolella ja ryhmään 2 valittiin koehenkilöt, joiden pisteet olivat mediaanin yläpuolella. Ryhmässä 1 koehenkilöt olivat siis suoriutuneet paremmin oraalimotorisissa tehtävissä kuin ryhmän 2 koehenkilöt.

Tässä tutkimuksessa artikulaation tarkkuuden referenssiä eli mallisuoritusta ei ole vaan arviointi perustuu akustisiin mittausmenetelmiin eri koehenkilöiden suoritusten kesken. Olympus LS-11 nauhurin SD-muistikortilta äänitiedostot tallennettiin WAV-tiedostoina suoraan tietokoneen kovalevylle USB-kaapelin kautta. Tämän jälkeen kaikki äänitiedostot tuhottiin Olympus nauhurista. WAV-äänitiedostoja käsiteltiin tämän jälkeen Time-frequency analyses for 32-bit Windows eli TF32 tietokoneohjelmalla sekä Praat, versio 5.3.14, tietokoneohjelmalla (Milenkovic, 2001; Boersma & Weenink 2013). Nämä tietokoneohjelmat on suunniteltu äänitiedostojen akustista analyysiä varten**.** Kaikki vokaalit ja foneemit /s/ käsiteltiin TF32-ohjelmalla. Vokaaleista poimittiin ensimmäiset ja toiset vokaaliformanttitaajuudet. Vokaaleja käsiteltäessä kaistanleveydeksi on valittu 300 Hz ja taajuuden vaihteluväliksi 4.0–6.0 kHz. Kuvassa 1 näkyy, miten jokaisesta kohdevokaalista poimittiin kaksi kohtaa vokaalin keskeltä, jolloin mittauskohta rajautui 15 millisekuntiin, joista TF32-ohjelma laski ensimmäiset ja toiset vokaaliformanttitaajuudet.



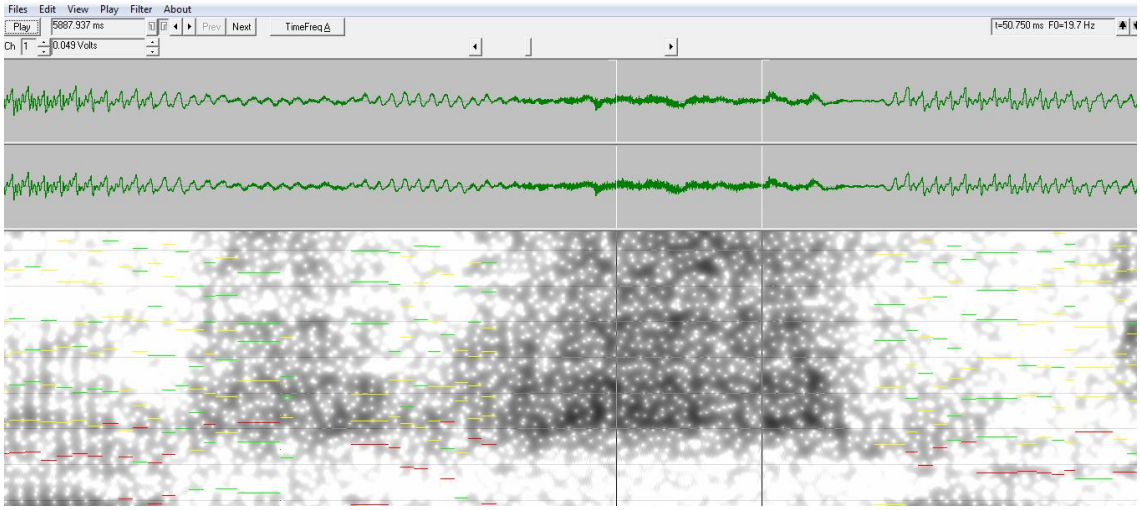
Kuva 1. Esimerkki vokaaliformanttien F1 ja F2 mittauskohdan poimimisesta

Vokaalien kaikki viisi ykkösformanttilukua ja viisi kakkosformanttilukua siirrettiin Office Excel-ohjelmaan, jonka avulla laskettiin molemmille keskiarvot. Viisi eri mittauskohtaa poimittiin kaikista muista paitsi 5-vuotiaiden /r/-foneemista, joita oli vain neljä. Analyysin aikana 5-vuotiaiden vokaalin /i/ formanttiarvot on kuitenkin saatu vain kolmesta mittauskohdasta, sillä foneemiesiintymät ovat kahdessa kohtaa lauseen lopussa, jolloin ohjelma ei kyennyt poimimaan näitä arvoja. Myös 5-vuotiaiden kohdalla puolivokaalia /ʊ/ edeltävä /u/ on jätetty pois kolmen koehenkilön kohdalla, sillä analyysiohjelma ei ole saanut mitattua niistä luotettavia arvoja.

Seuraavaksi vokaaliformanttitaajuuksien keskiarvot ja keskihajonnat siirrettiin ryhmäjaon perusteella Praat-tietokoneohjelmaan. Tämä ohjelma mahdollistaa formanttikarttojen piirtämisen formanttitaajuuksista (Boersma & Weenink 2013). Kulmavokaalien /ɑ/, /i/ ja /u/ formanttitaajuudet muodostavat kolmion, jossa jokainen vokaali on kolmion yksi kulma. Kolmiokuva ilmentää sitä, miten kaukana vokaalit ovat akustisesti toisistaan. Mitä kauempana ne ovat toisistaan ja kolmion keskustasta, sitä enemmän ne poikkeavat toisistaan ja ovat näin tarkemmin artikuloituja. Jos kulmat olisivat hyvin lähellä keskustaa, puhuja ei tee selvää eroa artikuloinnissaan eri vokaalien kesken ja artikulaation tarkkuus on heikkoa. Kuva ilmentää myös ryhmän hajontalukuja ellipsin muotoisena kuviona, mikä ilmentää sitä, kuinka paljon nämä formanttiarvot varioivat ryhmän kesken.

/s/-foneemi analysoitiin myös TF32-ohjelmalla. Kaikista 5- ja 12-vuotiaiden lauseista poimittiin viisi eri /s/ esiintymää. Kuvassa 2 havainnollistetaan, miten /s/-foneemin keskeltä on poimittu kaksi mittauskohtaa, jolloin mittaus on rajautunut 50 millisekuntiin. Mittaukset on poimittu aina foneemin keskeltä, jotta koartikulaation vaikutuksia on pyritty lieventämään. Kaistanleveydeksi on valittu 300 Hz ja taajuuden vaihteluväliksi 8.0–12.0 kHz. Ohjelmasta valittiin ”Long-term” ja ”Moment”- analyysit. Mittauskohdasta ohjelma laski ”center of gravity” eli momentti 1 (m1) arvon, mikä kuvastaa kohinan painopistetaajuutta. Tämä luku muodostuu siten, että tietokoneohjelma monistaa jokaisen taajuusarvon numeerisessa spektrissä vastaavan intensiivisyysarvon avulla (Forrest, Weimer, Milenkovic & Dougall, 1988). Näiden tuotosten arvot jaetaan spektrin taajuusarvoilla. Kohinan taajuus ilmentää foneemin /s/ painopistettä. Tämä arvo kuvaa foneemia /s/ parhaiten ja erottaa sen esimerkiksi foneemista /ʃ/ (Nittrouer, 1995). Painopistetaajuus voi ilmentää myös osittain foneemin

/s/ ääntöpaikkaa. Usein etisempi ääntöpaikka saa suurempia painopistetaajuusarvoja kuin takainen ääntöpaikka. Etinen ääntöpaikka yleensä tuottaa kirkkaampaa kohinaa kuin takaiset ääntöpaikat. M1-arvo on myös yleensä korkeampi mitä pienempi ääntöväylä on. Foneemin /s/ painopistetaajuutta kuvataan tässä tutkimuksessa lyhenteellä m1. Näitä kohinan painopistetaajuuksia verrattiin oraalimotoristen tehtävien pisteisiin. Samalla /s/-foneemeista on laskettu momenttiarvo 2 (m2) eli spektrin kohinan hajonta, mikä ilmentää sitä, kuinka laajakaistaista tai kapeaa kohina on.



Kuva 2. Esimerkki /s/-foneemin kohinan mittauskohdan poimimisesta

Tämän lisäksi myös /s/-foneemin kohdalla tutkittavat lapset on molemmissa ikäryhmissä jaettu kahteen ryhmään oraalimotoristen pisteiden suhteen. Tämä ryhmäjako on sama kuin vokaalienkin kanssa. Ryhmässä 1 (hyvät oraalimotoriset taidot) on siis 20 koehenkilöä ja ryhmässä 2 (heikot oraalimotoriset taidot) 20 koehenkilöä. Kaikki ryhmän koehenkilöiden viisi kohinan painopistetaajuusarvoa on otettu tarkasteluun ja laskettu ryhmälle näistä painopistetaajuusarvoista keskihajonnat. Tämä keskihajonta ilmentää ikäryhmän sisällä sitä, varioiko foneemin /s/ tuotto toisella ryhmällä esimerkiksi enemmän kuin toisella.

/r/-foneemi analysoitiin Praat-ohjelmalla. Viisi /r/ esiintymää poimittiin testilauseista. Esiintymiä ilmeni 5-vuotiaiden aineistossa ainoastaan neljä kappaletta ja 12-vuotialla viisi. Tarkoituksena oli analysoida täryn voimakkuutta. Voimakkuuskäyrää verrattiin

täryn viereiseen vokaaliin. Täry poimittiin ääniaineistosta kokonaisuudessaan ja viereisestä vokaalista poimittiin 50 millisekuntia. Se kuinka paljon voimakkuus muuttuu hypättäessä vokaalista täryyn tai toisinpäin, kertoo täryn voimakkuudesta. Vokaalin pienin voimakkuusarvo vähennettiin täryn suurimmasta voimakkuusarvosta, jolloin saatiin näiden voimakkuuksien erotus ja siten täryn voimakkuus. Mitä pienempi erotus on sitä lievempi täry on. Nämä voimakkuusarvot listattiin Excel-ohjelmaan ja laskettiin niistä jokaisen koehenkilön keskiarvot, joita verrattiin oraalimotoristen tehtävien pisteisiin. Lisäksi myös /r/-foneemin tarkastelussa sama ryhmäjako ikäryhmän sisällä on tehty oraalimotoristen tehtävien pisteiden suhteen ja laskettu täryn voimakkuusarvoista keskihajonnat ryhmän koehenkilöiden kaikkien arvojen perusteella.

Vokaalien kohdalla artikulaation analysointi onnistui siltä kannalta, että vokaalit yleensä tuotettiin oikein. Foneemien /s/ ja /r/ kohdalla tuli kuitenkin ottaa huomioon se, että niitä ei oletettavasti aina tuotettu oikein. On normaalia, että ennen yhdeksättä ikävuotta lapsilla ilmenee artikulaatiossa puutteita, mitä ei siltikään luokitella häiriöksi (Preston ym., 2011; Saaristo-Helin, Kunnari & Savinainen-Makkonen, 2011). Tässä tutkimuksessa näitä kypsymättömiä äänteitä kutsutaan kuitenkin äännevirheiksi. Koehenkilöillä saattoi olla joko foneemisia tai foneettisia äännevirheitä, jotka eroteltiin auditiivisesti koehenkilöiden puhenäytteistä. Tällöin näitä foneemeja ei tietenkään pystytty analysoimaan samoilla menetelmillä. Tällöin virheelliset äänteet tuli raportoida erikseen.

Foneemin /s/ kohdalla foneettiset äännevirheet on sisällytetty kohinamittauksiin. Suomi, Toivanen ja Ylitalo (2006, s. 165) toteavat, että suomen /r/-foneemin pääallofoni on alveolaarinen tremulantti /r/, minkä lisäksi /r/:llä on myös kaksi muuta allofonia, joista toinen on napausäänne eli yksitäryinen /r/ ja toinen frikatiivi. Lisäksi suomen kielessä esiintyy yksilömurteissa myös takaista /r/:n tuottotapaa eli uvulaarista frikatiivia. Tässä tutkimuksessa foneemia /r/ on tarkasteltu täryn voimakkuusmittauksilla. Lisäksi foneemia /r/ on myös haluttu tarkastella logopedisen lähestymiskannan ja artikulaatioterapian kannalta. Tämän vuoksi bukkaaliset ja uvulaariset /r/-foneemit on sisällytetty foneettisiin äännevirheisiin. Foneettisiin äännevirheisiin on tämän lisäksi lisätty myös yksi 5-vuotiaan koehenkilön tuottama frikatiivinen eli tärytön /r/. logopeidsesta näkökulmasta on poikkeavaa. että /r/ esiintyy jatkuvasti täryttömänä 5-vuotiaan lapsen puheessa. Suomi, Toivanen ja Ylitalo (2006, s. 165) toteavat myös, että

tärytön /r/ esiintyy yleensä foneemijonossa /sr/, mitä tässä aineistossa ei esiintynyt. Artikulaatioterapiassa uvulaarisesta takaisesta täryn tuottotavasta pyritään pääsemään pois ja kokonaan puuttuva täry (frikatiivinen /r/) pyritään löytämään.

Tilastollinen analysointi suoritettiin SPSS-tietokoneohjelmalla. Yhteyttä ja korrelaatiota mitattaessa analysoinnissa hyödynnettiin Pearsonin korrelaatiokerrointa. Tämän lisäksi havainnoista piirrettiin hajontakuviot eli korrelaatiodiagrammit. Näihin diagrammeihin piirrettiin vielä regressiokäyrät havainnollistamaan korrelaation suuntaa ja vahvuutta. Foneemisia ja foneettisia äännevirheitä havainnollistettiin box plot -kuvioiden avulla. Eri ryhmien välisiä eroja keskiarvojen suhteen on analysoitu kahden riippumattoman otoksen t-testillä. Eri ryhmien välisiä varianssi eli hajontalukuja on analysoitu Levenen testillä.

4 TULOKSET

4.1 Nonverbaalisten oraalimotoristen taitojen ja vokaalien tarkkuuden välinen yhteys

Nonverbaalisia oraalimotorisia taitoja tarkasteltiin siis oraalimotoristen tehtävien pisteiden ja Pohjoismaisen orofakiaalisen testi -seulonnan pisteiden eli NOT-S -pisteiden avulla. Ikäryhmien oraalimotoristen tehtävien pisteiden ja NOT-S -pisteiden jakaumat esitetään liitteessä 11. Oraalimotoristen tehtävien pisteissä nähdään enemmän vaihtelua kuin NOT-S -pisteissä. Suuremman vaihtelun vuoksi, artikulaation tarkkuutta on useimmiten verrattu oraalimotoristen tehtävien pisteisiin. Nämä pisteet vaihtelivat 5-vuotiailla välillä 21–44 ja 12-vuotiailla välillä 17–30. Taulukossa 4 näkyy molempien ikäryhmien oraalimotoristen tehtävien pisteiden keskiarvot ja keskihajontaluvut**.** Taulukosta nähdään, että 5-vuotiaiden oraalimotoristen tehtävien pisteiden keskiarvo on paljon suurempi kuin 12-vuotiailla. Tämä ero ryhmien välillä on myös tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p < 0{,}001$).

Taulukko 4. Ikäryhmien oraalimotoristen tehtävien pisteiden keskiarvot ja keskihajonnat

	5-vuotiaat (n=40)	**12-vuotiaat** (n=40)
keskiarvo	31,9	23,8
keskihajonta	5,3	3,1

NOT-S -seulassa pistemäärät voivat vaihdella välillä 0–12. NOT-S -pisteissä 5-vuotiaat saivat pisteitä välillä 0–3 ja 12-vuotiaat välillä 0–2. NOT-S -pisteitä tarkasteltaessa 5-vuotiaista yli puolet eli 62,5 % sai pistemäärän 0 ja 37,5 % sai pistemääräksi >0. Samaten 12-vuotiaista yli puolet eli 75 % sai pistemäärän 0 ja 25 % sai pistemäärän >0. NOT-S -pisteiden keskiarvot ja keskihajontaluvut molemmissa ikäryhmissä esitetään taulukossa 5. Keskiarvot eivät poikkea juurikaan ikäryhmien kesken. Ero ryhmien välillä ole myöskään tilastollisesti merkitsevä ($p > 0{,}05$).

Taulukko 5. Ikäryhmien NOT-S -pisteiden keskiarvot ja keskihajonnat

	5-vuotiaat (n=40)	**12-vuotiaat** (n=40)
keskiarvo	0,45	0,3
keskihajonta	0,67	0,56

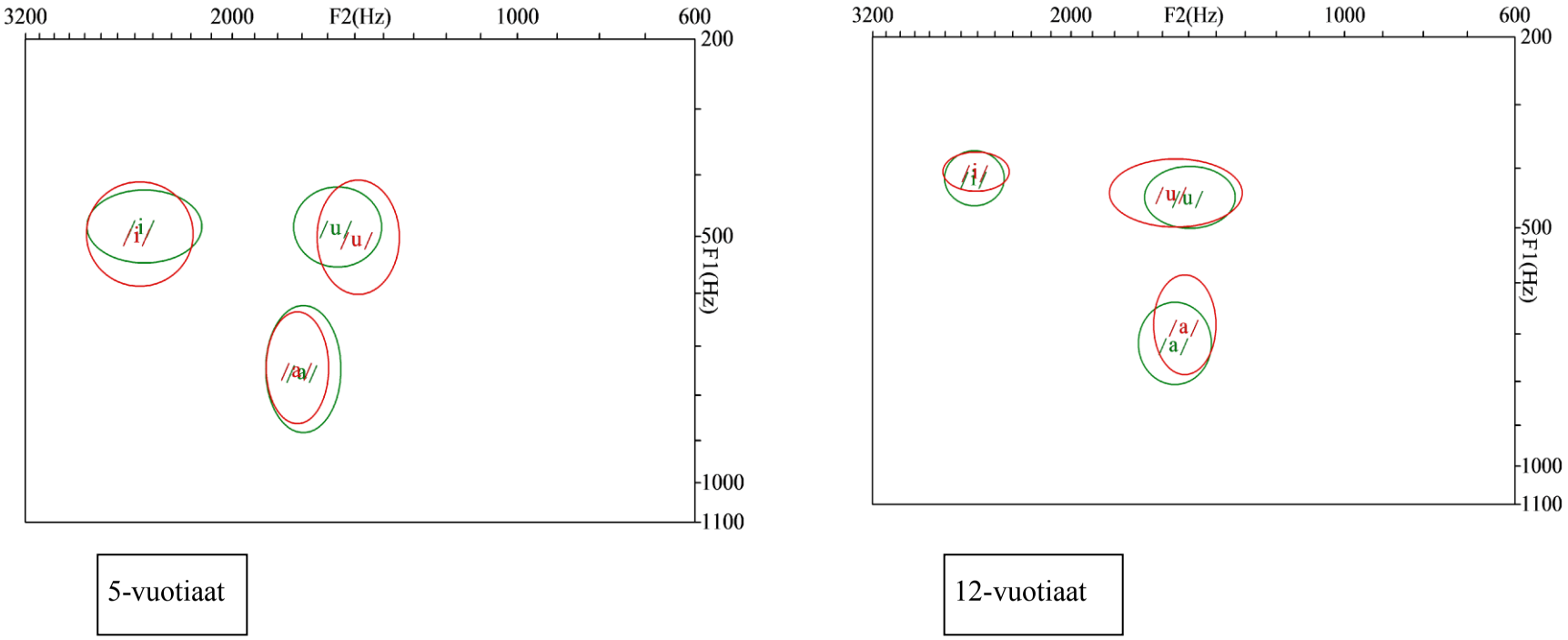
Molemmissa ikäryhmissä tutkittavat jaettiin oraalimotoristen tehtävien pisteiden mediaanin perusteella kahteen ryhmään, joissa molemmissa oli 20 lasta. Ryhmässä 1 5-vuotiaiden (n=20) pisteiden vaihteluväli oli 21–31 ja 12-vuotiaiden (n=20) vaihteluväli 17–23. Vastaavat arvot olivat ryhmässä 2 5-vuotiailla (n=20) 32–44 ja 12-vuotiailla (n=20) 24–30. Tämän jälkeen ryhmän sisäisten koehenkilöiden vokaalien formanttitaajuuksista laskettiin keskiarvot. Keskiarvot eivät juurikaan poikkea ryhmien kesken ja ne esitetään taulukossa 6. Ryhmien välillä ei ole myöskään tilastollisesti merkitsevää eroa keskiarvojen suhteen ($p > 0,05$). Samassa taulukossa esitetään myös näiden formanttitaajuuksien keskihajonnat (s.d.). Hajonnan suhteen ryhmien välillä ei myöskään ole tilastollisesti merkitsevää eroa ($p > 0,05$).

Taulukko 6. Vokaaliformanttitaajuuksien keskiarvot ja keskihajonnat ryhmäjaon perusteella

5-vuotiaat	Ryhmä 1 (n=20)				Ryhmä 2 (n=20)			
vokaali	F1	s.d.	F2	s.d.	F1	s.d.	F2	s.d.
/ɑ/	752	130	1701	150	748	114	1723	126
/i/	485	61	2467	321	499	88	2490	301
/u/	486	67	1570	164	505	97	1494	147
12-vuotiaat	Ryhmä 1 (n=20)				Ryhmä 2 (n=20)			
vokaali	F1	s.d.	F2	s.d.	F1	s.d.	F2	s.d.
/ɑ/	722	85	1558	141	685	100	1519	118
/i/	417	45	2525	178	406	32	2517	197
/u/	449	52	1504	170	442	57	1567	257

Ryhmä 1=hyvät oraalimotoriset pisteet, Ryhmä 2=huonot oraalimotoriset pisteet

Ryhmäjaon jälkeen formanttitaajuuksien keskiarvot ja keskihajonnat asetettiin formanttikarttaan, jossa nähdään vokaalien artikulaation tarkkuus formanttitaajuuksien etäisyyksien kannalta. Tämä havainnollistetaan kuviossa 2. Samassa kuviossa näkyy myös ryhmän sisäinen variaatio kohdefoneemin formanttiarvoissa ellipsin muotoisena kuviona.

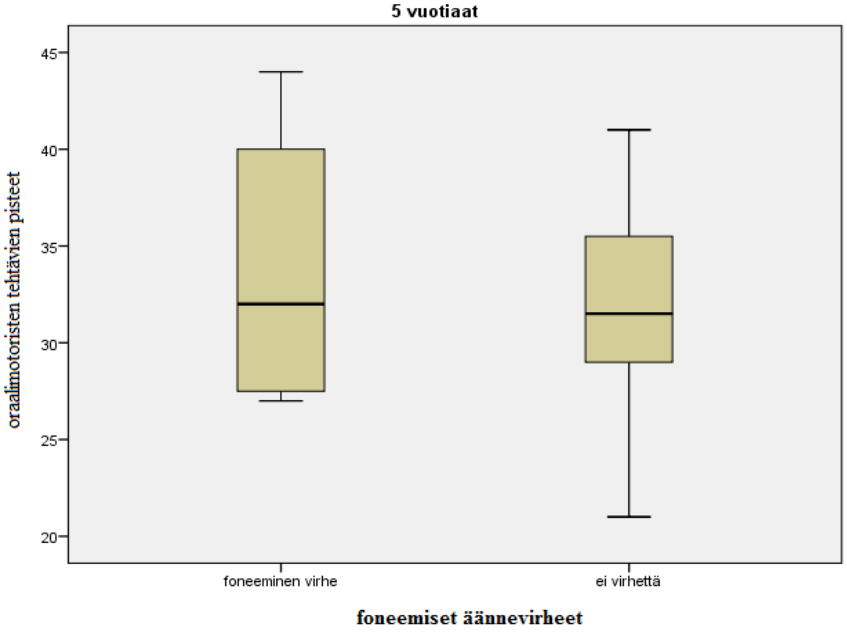


Kuvio 2. Vokaalien /ɑ/, /i/ ja /u/ vokaalikolmiot ja ryhmien vokaaliformanttiarvojen hajonta esitettynä ellipsin muotoisina kuvioina formanttikartassa. Värit kuvaavat oraalimotoristen tehtävien pisteiden mediaanin perusteella jaettuja ryhmiä. Vihreä väri kuvaa ryhmää 1, jonka koehenkilöillä on hyvät oraalimotoriset taidot ja punainen väri kuvaa ryhmää 2, jonka koehenkilöillä on huonot oraalimotoriset taidot.

4.2 Nonverbaalisten oraalimotoristen taitojen ja foneemin /s/ artikulaation tarkkuuden välinen yhteys

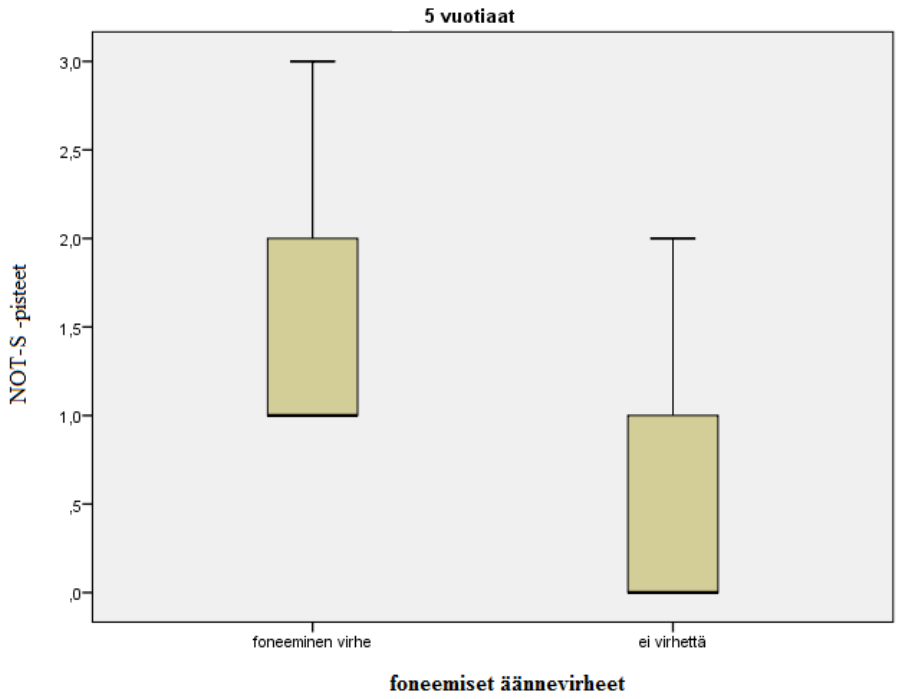
Foneemisia äännevirheitä foneemissa /s/ oli neljällä 5-vuotiaalla eli 10 %:lla ikäryhmästä ja 12-vuotiailla niitä ei ollut lainkaan. Kaikissa tapauksissa foneemi /s/ korvattiin foneemilla /t̪/. Foneettiset äännevirheet sisällytettiin kohinamittauksiin. Kuviossa 3 havainnollistetaan box plot -kuvion avulla 5-vuotiaiden koehenkilöiden oraalimotoristen tehtävien pisteiden jakaumaa foneemisten äännevirheiden ja virheettömien tuotosten suhteen. Ryhmäkoko foneemisissa virheissä on siis vain 4 ja ei-virheellisissä ryhmäkoko on 36. Neljä foneemista virhettä asettuu oraalimotoristen tehtävien pisteiden välille 27–44 ja virheettömät tuotokset asettuvat välille 21–42. Molemmissa mediaanit ovat samat. Ryhmien välisiä eroja ei ole tilastollisesti tutkittu, sillä ryhmäkoko virheryhmässä on vain 4

.



Kuvio 3. 5-vuotiaiden oraalimotoristen tehtävien pisteet (minimi 13 ja maksimi 52) foneemisten /s/ äännevirheiden (n=4) ja virheettömien tuotosten (n=36) suhteen.

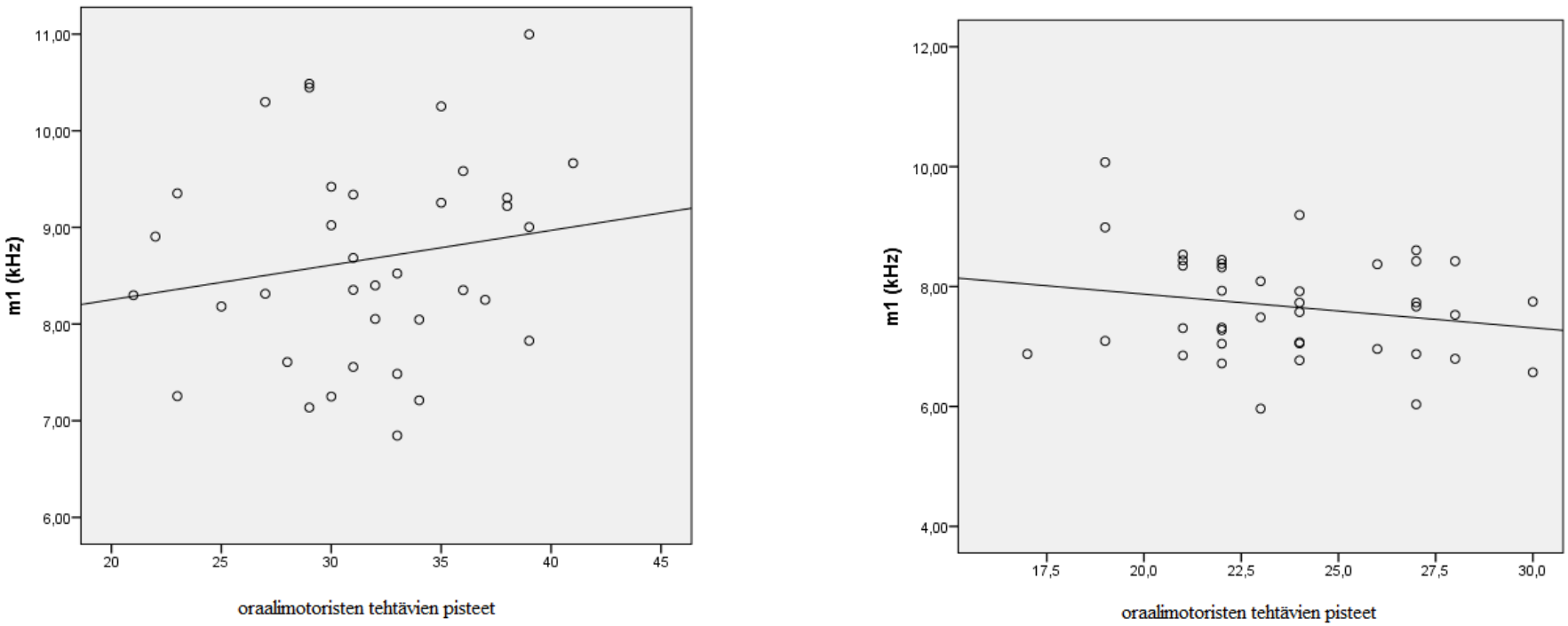
Foneemiset äännevirheet havainnollistetaan myös kuviossa 4, jossa sama asia on suhteutettu NOT-S -pisteisiin. Niistä neljästä koehenkilöstä, jotka ovat tuottaneet foneemisen äännevirheen, kaksi sai NOT-S -pistemääräksi 1, yksi sai pistemääräksi 2 ja yksi 3. Virheettömistä tuotoksista 75 % on asettunut 0–1 NOT-S -pisteen välille ja 25 % on saanut pistemäärän 2.



Kuvio 4. 5-vuotiaiden NOT-S –pisteet (minimi 0 ja maksimi 12) foneemisten /s/ äännevirheiden (n=4) ja virheettömien tuotosten (n=36) suhteen

Foneemin /s/ kohdalla tarkasteltiin kohinan painopistetaajuutta (m1), jota verrattiin oraalimotoristen tehtävien pisteisiin. Kohinan painopistetaajuuden keskiarvo 5-vuotiailla oli korkeampi kuin 12-vuotiailla. Kohinan painopistetaajuuden keskiarvo oli 5-vuotialla 8,672 kHz ja 12-vuotiailla 7,663 kHz. Tämä ero ryhmien välillä on myös tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p < 0,001$). Spektrissä ilmenevä kohina (m2) jakautui lähes samalle taajuuskaistalle molemmissa ikäryhmissä. Kohinan hajonnan keskiarvo oli 5-vuotiailla 2,675 kHz ja 12-vuotiailla 2,551 kHz. Ryhmien välillä ei ole kohinan hajonnan suhteen myöskään tilastollista eroa ($p > 0,05$).

Kuviossa 5 nähdään 5-vuotiaiden ja 12-vuotiaiden kohinan painopistetaajuuden ja oraalimotoristen tehtävien pisteiden korrelaatiodiagrammi ja regressiokäyrä näiden välillä. Kummassakaan ikäryhmässä tilastollisesti merkitsevää yhteyttä kohinan painopistetaajuuden ja oraalimotoristen tehtävien pisteiden välillä ei ollut. Näytteistä on ensin auditiivisesti eroteltu kaikki foneemiset äännevirheet pois. Tämän vuoksi ryhmäkoko 5-vuotiailla oli 36 ja korrelaatiokerroin oli 0,173 ($p = 0,313$). Ryhmäkoko 12-vuotiailla oli 40 ja korrelaatiokerroin oli -0,202 ($p = 0.212$).



Kuvio 5. Foneemin /s/ korrelaatiodiagrammit ja regressiokäyrät kohinan painopistetaajuuden (m1) ja oraalimotoristen tehtävien pisteiden välillä 5-vuotiailla (vasen kuvio, n=36) ja 12-vuotiailla (oikea kuvio, n=40)

Tämän jälkeen molemmat ikäryhmät on jaettu oraalimotoristen pisteiden suhteen kahteen yhtä suureen ryhmään. Molemmissa ryhmissä on siis 20 koehenkilöä ja ryhmässä 1 koehenkilöt ovat saaneet parempia eli matalampia oraalimotorisia pisteitä kuin ryhmän 2 koehenkilöt. Ryhmäjaon perusteella molempien ikäryhmien molemmille ryhmille on laskettu kohinan painopistetaajuuksien keskihajonnat, jotka näkyvät taulukossa 7. Jälleen 5-vuotiaiden ryhmässä esiintyvät foneemiset äännevirheet on otettu huomioon. Molemmissa 5-vuotiaiden ryhmissä on kaksi koehenkilöä, joilla /s/ ääntyi /t̪/:nä. Tämän vuoksi 5-vuotiaiden ryhmäkoot ovat hieman pienempiä. Molemmissa ikäryhmissä virheettömästi ääntäneiden koehenkilöiden kaikki viisi painopistetaajuusarvoa saatiin selville. Keskihajonnat 5-vuotiaiden ryhmissä on siten saatu yhteensä 90 arvosta ja 12-vuotiailla 100 arvosta. Hajonta 5-vuotiaiden ryhmissä vaihtelee enemmän kuin 12-vuotiaiden ryhmissä. Ryhmien hajonnan välillä on 5-vuotiaiden kohdalla tilastollisesti merkitsevä ero ($p < 0,05$), mutta 12-vuotiaiden kohdalla ei ($p > 0,05$).

Taulukko 7. Kohinan painopistetaajuuksien keskihajonnat ryhmäjaon suhteen

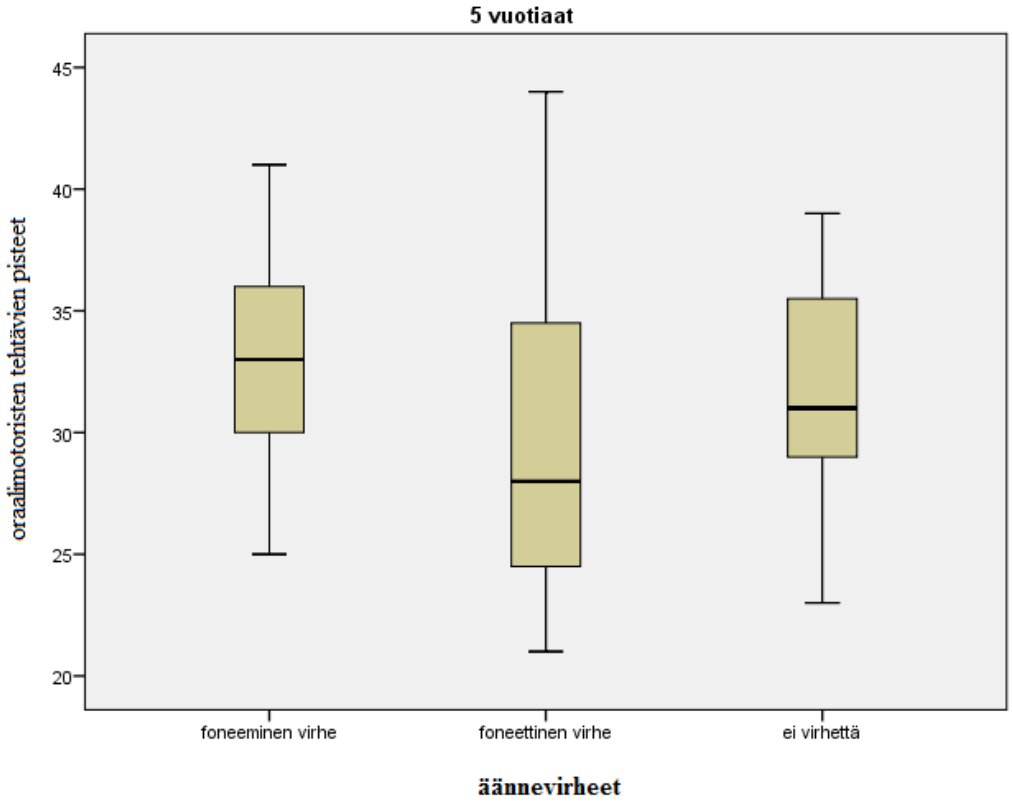
5-vuotiaat		**12-vuotiaat**	
Ryhmä 1 (n=18)	Ryhmä 2 (n=18)	Ryhmä 1 (n=20)	Ryhmä 2 (n=20)
1,688	1,349	1,200	1,129

Ryhmä 1= hyvät oraalimotoriset taidot, Ryhmä 2= huonot oraalimotoriset taidot

4.3 Nonverbaalisten oraalimotoristen taitojen ja foneemin /r/ artikulaation tarkkuuden välinen yhteys

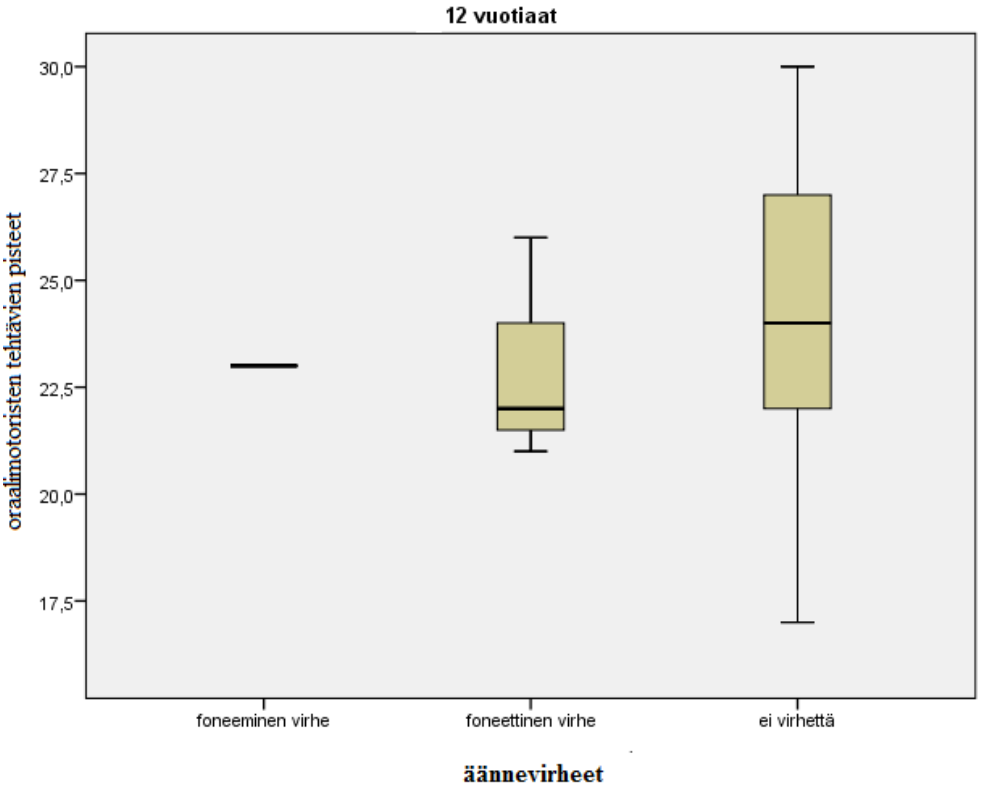
Foneemisia äännevirheitä /r/:n suhteen 5-vuotiailla oli 14 lapsella (35 %) ja 12-vuotiailla yhdellä lapsella (2,5 %). Foneemisissa äännevirheissä /r/ yleensä korvautui johdonmukaisesti foneemilla /l/. Muissa tapauksissa /r/ korvautui satunnaisesti sanan viereisten äänteiden kaltaiseksi. Foneettisia äännevirheitä 5-vuotiailla oli 7 lapsella (17,5 %) ja 12-vuotiailla kolmella lapsella (7,5 %). Virheettömiä tuotoksia oli 5-vuotiaista 19 lapsella (47,5 %) ja 12-vuotiaista 36 lapsella (90 %).

Kuviossa 6 nähdään 5-vuotiaiden oraalimotoristen tehtävien pisteiden jakautuminen foneemin /r/ äännevirheiden suhteen. Ryhmien välisiä eroja ei ole tilastollisesti tutkittu, sillä ryhmäkoot ovat niin pieniä. Foneemisia virheitä oli siis 14 lapsella, joiden oraalimotoristen tehtävien pisteet asettuvat välille 25–42. Foneettisia virheitä oli 7 lapsella, joiden oraalimotoristen tehtävien pisteet asettuvat välille 21–44. Virheettömiä tuotoksia oli 19 lapsella, joiden oraalimotoristen tehtävien pisteet asettuvat välille 23–39.



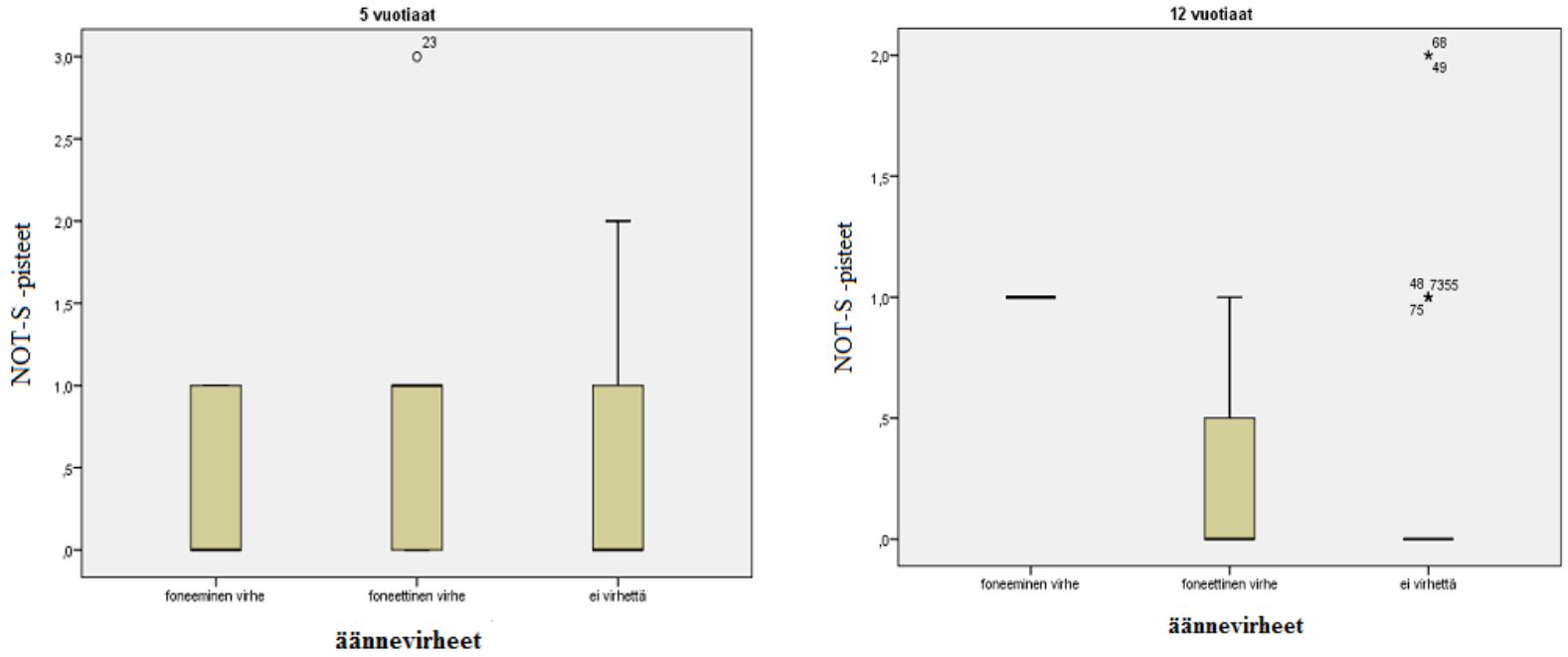
Kuvio 6. 5-vuotiaiden oraalimotoristen tehtävien pisteet (minimi 13 ja maksimi 52) foneemin /r/ foneemisten äännevirheiden (n=14), foneettisten äännevirheiden (n=7) ja virheettömien tuotosten (n=19) suhteen

Kuviossa 7 nähdään sama jakauma 12-vuotiailla. Ryhmäkoot ovat kuitenkin äännevirheiden kannalta hyvin pieniä, kun foneemisia virheitä oli vain yhdellä lapsella ja foneettisia kolmella lapsella. Tällä yhdellä lapsella, jolla /r/ ääntyi foneemisesti väärin, oraalimotoristen tehtävien pisteet ovat 23. Kolmella lapsella, joilla /r/ ääntyi foneettisesti väärin, oraalimotoriset pisteet asettuvat välille 21–26. Lapsia, joilla /r/ ääntyi virheettömästi, oli yhteensä 36, ja heidän oraalimotoristen tehtävien pisteiden asettuvat välille 17–30.



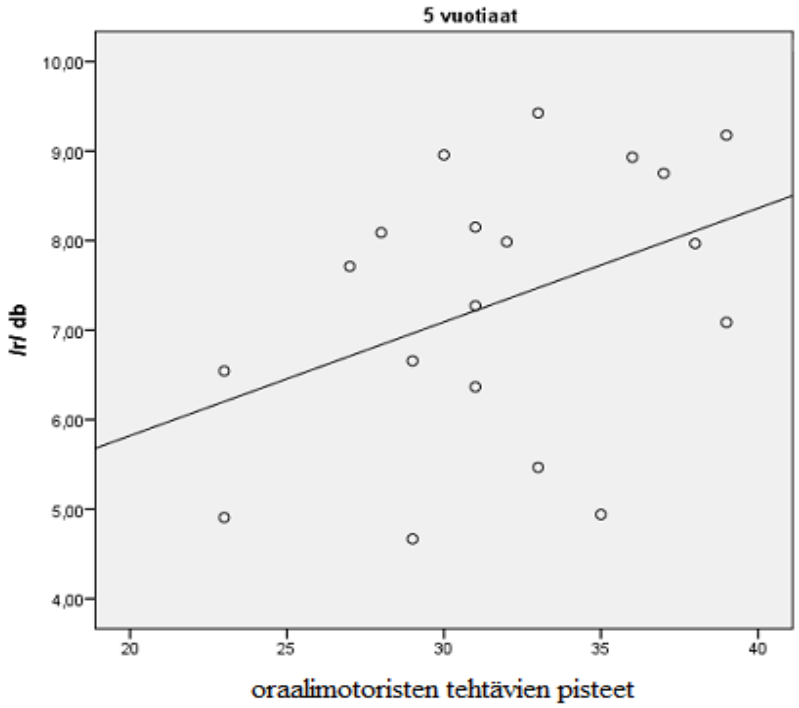
Kuvio 7. 12-vuotiaiden oraalimotoristen tehtävien pisteet (minimi 13 ja maksimi 52) foneemin /r/ foneemisten äännevirheiden (n=1), foneettisten äännevirheiden (n=3) ja virheettömien tuotosten (n=36) suhteen

Äännevirheitä on tarkasteltu myös NOT-S -pisteiden suhteen. Molempien ikäryhmien äännevirheiden jakaumat on esitetty kuviossa 8. Niillä 14 lapsella 5-vuotiaista, joilla /r/ ääntyi foneemisesti väärin 10 lasta (71,4 %) sai NOT-S -seulasta pistemäärän 0 ja neljä lasta (28,6 %) pistemäärän 1. Seitsemästä lapsesta, joilla /r/ oli foneettisesti virheellinen, kolme lasta (43 %) sai NOT-S -pisteitä 0, kolme lasta (43 %) pisteet 1 ja yhden lapsen (14 %) NOT-S -pisteet poikkesivat muista pistemäärällä 3. Virheettömästi /r/-foneemin tuottaneita lapsia oli 19, joiden NOT-S -pisteet asettuvat välille 0–2, joista 12 lasta (63 %) kuitenkin sai pistemäärän 0, kuusi lasta (32 %) sai pistemäärän 1 ja yksi lapsi (5 %) pistemäärän 2. Yhdellä lapsella, jolla /r/ ääntyi foneemisesti väärin 12-vuotiaista, NOT-S -pistemäärä on 1. Kahdella lapsella (66,6 %), joilla /r/ ääntyi foneettisesti väärin, NOT-S -pistemäärä on 0 ja yhdellä lapsella (33,3 %) pistemäärä 1. Virheettömästi ääntäneet 30 lasta (83,3 %) saivat NOT-S -pistemäärän 0, neljä lasta (11,1 %) poikkeavan pistemäärän 2 ja kaksi lasta (5,6 %) poikkeavan pistemäärän 3.

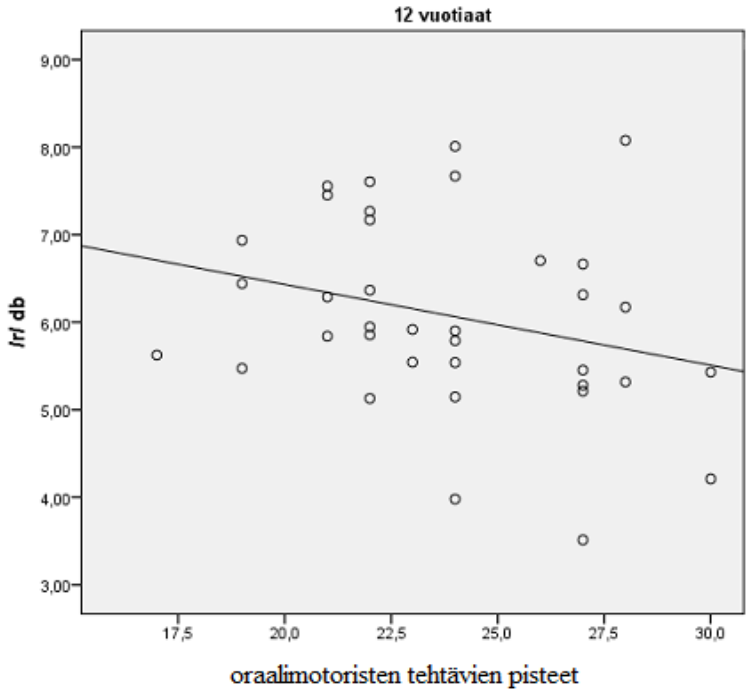


Kuvio 8. Molempien ikäryhmien NOT-S –pisteiden (minimi 3 ja maksimi 12) jakautuminen foneemin /r/ foneemisten äännevirheiden (5-vuotiaat, n=14; 12-vuotiaat, n=1), foneettisten äännevirheiden (5-vuotiaat, n= 7; 12-vuotiaat, n=3) ja virheettömien tuotosten (5-vuotiaat, n=19, 12-vuotiaat, n=36) suhteen

Täryn voimakkuutta mitattiin siis viereisen vokaalin ja täryn voimakkuuden erotuksella. Täryn voimakkuuksien keskiarvo oli 5-vuotiailla suurempi kuin 12-vuotiailla ja se oli 7,318 desibeliä ja 12-vuotiailla 6,078 desibeliä. Tämä ryhmien välinen ero on myös tilastollisesti merkitsevä ($p < 0,01$). Keskihajonta 5-vuotiailla oli 1,476 ja 12-vuotiailla 1,073. Hajonnan suhteen ikäryhmillä on myös tilastollisesti merkitsevä ero ($p < 0,05$). Foneemin /r/ täryn voimakkuuksia verrattiin oraalimotoristen tehtävien pisteisiin, mikä näkyy 5-vuotiden kohdalla kuviossa 9. Sama 12-vuotiaiden kohdalla esitetään kuviossa 10. Kummassakaan ikäryhmässä tilastollisesti merkitsevää yhteyttä täryn voimakkuuden ja oraalimotoristen tehtävien pisteiden välillä ei ollut. Ryhmäkoko 5-vuotiailla oli 19 ja 12-vuotiailla 36. Pearsonin korrelaatiokerroin 5-vuotiailla oli 0,401 ($p = 0,089$) ja 12-vuotiailla -0,274 ($p = 0,105$).



Kuvio 9. Korrelaatiodiagrammit ja regressiokäyrät 5-vuotiaiden (n=19) foneemin /r/ täryn voimakkuuden ja oraalimotoristen tehtävien pisteiden välillä



Kuvio 10. Korrelaatiodiagrammit ja regressiokäyrät 12-vuotiaiden (n=36) foneemin /r/ täryn voimakkuuden ja oraalimotoristen tehtävien pisteiden välillä

Tämän jälkeen molemmat ikäryhmät on jaettu oraalimotoristen pisteiden suhteen kahteen yhtä suureen ryhmään. Tämä ryhmäjako on sama kuin vokaalien ja /s/-foneeminkin tarkastelussa. Ryhmäjaon perusteella molempien ikäryhmien molemmille ryhmille on laskettu täryn voimakkuuksien keskihajonnat, jotka näkyvät taulukossa 8. Virheelliset tuotokset on otettu huomioon ja siksi niitä tehneet koehenkilöt on poistettu ryhmistä. Ikäryhmissä virheettömästi ääntäneiden koehenkilöiden kaikki viisi täryn voimakkuusarvoa saatiin selville 12-vuotiailla, mutta 5-vuotiailla niitä oli aineiston vuoksi vain neljä. Keskihajonnat 5-vuotiaiden on siten saatu yhteensä 36–40 arvosta. Samaten 12-vuotiailla keskihajonnat on saatu 85–95 arvosta. Ryhmien hajonnan välillä on molemmissa ikäryhmissä tilastollisesti merkitsevä ero ($p < 0,05$).

Taulukko 8. Täryn voimakkuusarvojen keskihajonnat ryhmäjaon perusteella

5-vuotiaat		**12-vuotiaat**	
Ryhmä 1 (n=10)	Ryhmä 2 (n=9)	Ryhmä 1 (n=17)	Ryhmä 2 (n=19)
1,391	1,615	0,806	1,252

5 POHDINTA

5.1 Nonverbaalisten oraalimotoristen taitojen ja vokaalien artikulaation tarkkuuden välinen yhteys

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää nonverbaalisten oraalimotoristen taitojen yhteyttä artikulaation tarkkuuteen. Nonverbaalisia oraalimotorisia taitoja mitattiin oraalimotoristen tehtävien pisteiden ja NOT-S -pisteiden avulla. Oraalimotoriset tehtävät olivat itse suunniteltuja, eikä tuloksia niistä voi verrata mihinkään aiempiin tutkimuksiin. Näiden pistemäärien avulla saatiin enemmän eroja koehenkilöiden välille verrattuna NOT-S -pisteisiin. Huomattava havainto on se, että 5-vuotiaat saivat selvästi korkeampia oraalimotoristen tehtävien pisteitä 12-vuotiaisiin verrattuna. Tuloksia voi verrata esimerkiksi Qvarnströmin (1993) tutkimukseen, jossa todetaan, että suun motoriikka kehittyy selvästi 7–10 ikävuoden välillä.

Yli 68 % kaikista koehenkilöistä suoriutui NOT-S -seulasta virheettömästi. Tulokset ovat hyvin samankaltaisia verrattuna Bergendalin, McAllisterin ja Stecksen-Blicksin (2009) tutkimukseen, jossa 52 tervettä koehenkilöä sai NOT-S -seulasta keskiarvoksi 0,4. Myös tässä tutkimuksessa keskiarvot molemmissa ikäryhmissä ovat samankaltaiset. Bergendalin ym. tutkimuksessa koehenkilöiden ikäjakauma oli kuitenkin 3–55 vuotta, jolloin heidän tutkimuksessaan mukana oli myös vanhempia koehenkilöitä tähän tutkimukseen verrattuna. Voidaan kuitenkin olettaa, että normaaliväestössä suurin osa suoriutuu NOT-S -seulasta virheettömästi ja saa tulokseksi 0 pistettä.

Vokaalien artikulaation tarkkuutta arvioitiin ryhmäjaon perusteella vokaalikolmioiden avulla, joiden formanttitaajuudet näkyvät taulukossa 6 (ks. s. 40). Näistä formanttitaajuuksista piirretyt vokaalikolmiot näkyvät kuviossa 2 (ks. s. 41). Vokaaliformanttitaajuudet muistuttavat jonkin verran Wiikin (1965) ja Niemisen (2007) saamia tuloksia. Eniten poikkeavuuksia ilmeni vokaalien /ɑ/ ja /u/ kakkosformanteissa, joiden taajuudet olivat tässä tutkimuksessa paljon suurempia. Wiikin ja Niemisen tutkimuksissa koehenkilöt olivat kuitenkin aikuisia, kun tässä tutkimuksessa tarkasteltiin lapsia. Ääniväylän pituus vaikuttaa formanttitaajuuksiin (Nittrouer, 1995; Suomi, Toivanen & Ylitalo, 2006, s. 90–91). Mitä lyhyempi ääniväylä on, sitä korkeammat taajuudet. Tällöin voidaan olettaa, että lasten lyhyemmät ääniväylät ovat

aiheuttaneet korkeampia taajuusarvoja tuloksiin. Oletettavasti myös ennen murrosikää taajuudet ovat korkeampia johtuen rakenteellisista anatomisista eroista (Stathopoulos, Huber, Sussman & Schlauch, 2011).

Erot saattavat johtuvat myös koartikulaatiosta eli siitä, missä ympäristöissä vokaalit esiintyivät eri tutkimuksissa. Tässä tutkimuksessa äänneympäristö vaihtelee, mutta on kuitenkin jokaisella ikäryhmän koehenkilöllä sama. Näin oli myös Niemisen tutkimuksessa, mutta Wiikin tutkimuksessa äänneympäristö pysyi samana. Tässä tutkimuksessa sekä Niemisen tutkimuksessa vokaalifoneemien allofonit ovat eri konteksteissa erilaisia, kun Wiikin tutkimuksessa ne ovat samat. Tämä foneemien allofoninen vaihtelu tulee ottaa huomioon myös tämän tutkimuksen ikäryhmien välisen erojen kriittisessä tarkastelussa. Ikäryhmien välillä aineistot ovat erilaisia, jolloin foneemeista mitatut akustiset ominaisuudet ovat myös erilaisia. Näistä huolimatta molemmat ryhmät ovat kuitenkin suoriutuneet artikulaation osalta hyvin samantasoisesti.

Ryhmässä 1 koehenkilöt ovat suoriutuneet oraalimotorista tehtävistä paremmin kuin ryhmän 2 koehenkilöt. Jos oraalimotoriikan hallinnan epätarkkuus heikentäisi puhemotoriikan ja artikulaation tarkkuutta, niin voisi olettaa, että ryhmän 2 vokaalikolmion kulmat olisivat lähempänä kolmion keskipistettä ja vastaavasti ryhmän 1 vokaalikolmion kulmat olisivat kauempana kolmion keskipistettä. Vokaaliformanttitaajuuksista jo nähdään, että ne eivät juurikaan poikkea ryhmien kesken. Taajuudet ovat miltei samat riippumatta siitä ovatko koehenkilöt saaneet matalia tai korkeita oraalimotoristen tehtävien pisteitä. Vokaalikolmioiden kulmat sijoittuvat miltei samoille kohdille molemmissa ryhmissä. Myöskään eri ryhmien väliset formanttiarvojen hajonnat eivät poikkea toisistaan. Näin voidaan olettaa molempien ikäryhmien kohdalla, että vokaalien tuottaminen ei eroa lapsilla, joilla on hyvät tai heikot oraalimotoriset taidot, eikä siten näillä taidoilla ole yhteyttä toisiinsa.

Vokaaliformanttiarvoja (Nieminen, 2007; Wiik, 1965) ja NOT-S -menetelmää (Bergendal, McAllister & Stecksen-Blicks, 2009) on erikseen tutkittu jo aiemmin, mutta käytännössä ei ole olemassa samantyylistä tutkimusta kuin tämä tutkimus. Näin ei ole olemassa aineistoa, johon näitä tutkimuksen tuloksia, erityisesti formanttitaajuuksien ja oraalimotoristen taitojen välistä yhteyttä, voisi verrata. Nämä tutkimustulokset tukevat

kuitenkin aiempien tutkimusten perusteella noussutta oletusta, ettei nonverbaalisilla oraalimotorisilla taidoilla ole yhteyttä artikulaation tarkkuuteen (Bunton, 2008; Clark, 2008; Forrest & Iuzzini, 2008; Lass & Pannbacker; Perkell ym., 1997; Ruscello, 2008b).

5.2 Nonverbaalisten oraalimotoristen taitojen ja foneemin /s/ artikulaation tarkkuuden välinen yhteys

Foneemisia äännevirheitä /s/-foneemin kohdalla oli 5-vuotiailla 10 %:lla ja 12-vuotiailla ei lainkaan. Qvarnströmin (1993) ja Luotosen (1998) tutkimuksista käy ilmi, että suomalaisista 5–7-vuotiaista lapsista noin 30 % tuottaa äännevirheitä. Tässä tutkimuksessa foneettiset äännevirheet oli sisällytetty kohinataajuusmittauksiin, joten todellista äännevirhe-prosenttia ei näin saatu selville. Tämä ikäryhmien välinen ero tukee aiempia tutkimustuloksia siitä, että kymmeneen ikävuoteen mennessä kaikki äänteet on yleensä opittu tuottamaan (Grunwell, 1986, s.41; Qvarnström, 1993).

Foneemin /s/ foneemisia äännevirheitä kuvattiin kuviossa 3 ja 4 (ks. s. 42–43). Kuviosta 3 havaitaan, että lapsilla, joilla on foneemisia äännevirheitä, on heikommat oraalimotoriset taidot kuin niillä lapsilla, joiden ääntäminen on virheetöntä. Samanlaisia tuloksia on saanut myös Qvarnström (1993) tutkimuksessaan, jossa puhehäiriöisten ryhmässä oli normaaliryhmää enemmän kielen liikkeiden epätarkkuutta. Tulokseen täytyy silti suhtautua hyvin kriittisesti, sillä äännevirheryhmässä oli vain 4 koehenkilöä ja normaalissa ryhmässä 36, joten tulokset eivät ole mitenkään verrattavissa toisiinsa. Sama pätee myös NOT-S -pisteisiin verrattaessa, mikä näkyy kuviossa 4. Äännevirheisillä koehenkilöillä NOT-S -pisteet ovat jonkin verran suuremmat kuin virheettömästi artikuloivilla. Tämä täytyy kuitenkin suhteuttaa siihen, että tässä tutkimuksessa kukaan lapsista ei saanut yli kolmea NOT-S -pisteitä, maksimipisteiden ollessa 12, jolloin erot virheellisesti ja virheettömästi ääntävien lasten välillä eivät ole suuret.

Haleyn, Seelingerin, Mandulakin ja Zajacin tutkimuksessa (2010) oli myös tutkittu sibilanttifrikatiivin arvoja englantilaisilla puhujilla ja heidän tutkimuksessaan ne saivat yli 5 kHz:n arvoja. Tämän tutkimuksen tulokset tukevat siis näitä aiempia tuloksia.

Frikatiivin /s/ painopistetaajuus oli 5-vuotiailla hieman korkeampi. Ero ikäryhmien välillä saattaisi johtua ääniväylän koosta, jolloin 5-vuotiaiden lyhyemmät ääniväylät aiheuttavat kohinassa korkeampia taajuuksia kuin 12-vuotiailla (Nittrouer, 1995; Suomi, 1990, s. 158). Molemmilla ikäryhmillä spektrin kohinan kaistanleveydet ovat samankaltaisia. Kapeakaistainen kohina on /s/ foneemille ominaista (Nittrouer, 1995). Ikäryhmien samankaltaisuus kertoo siitä, että eri ikäryhmissä tuotettiin samantyyppisiä sibilanttiäänteitä. Ikäryhmien välisiin eroihin täytyy silti suhteutua kriittisesti ikäryhmien erilaisten aineistojen takia. Tässä foneemin allofoninen vaihtelu ikäryhmien välillä on luultavasti aiheuttanut foneemin akustisiin piirteisiin myös eroavaisuuksia. Erityisesti se, että 12-vuotiaiden aineistossa /s/ esiintyy ennen pyöreää vokaalia, mutta myös ennen laveaa vokaalia, aiheuttaa eroavaisuuksia akustisissa arvoissa ikäryhmien kesken.

Foneemin /s/ kohinan painopistetaajuutta verrattiin molemmilla ikäryhmillä oraalimotoristen tehtävien pisteisiin, mikä näkyy kuviossa 5 (ks. s. 44). Tästä kuvasta nähdään, että riippumatta siitä onko koehenkilöillä hyvät vai huonot oraalimotoriset taidot /s/-foneemin kohinan painopistetaajuudet ovat samanlaisia. Ikäryhmien välillä korrelaation suunta on erilainen. Tulokset siis eroavat toisistaan ikäryhmien kesken korrelaation suunnan suhteen, joskaan korrelaatio ei ole kummassakaan tilastollisesti merkitsevä, jolloin näillä muuttujilla ei ole yhteyttä toisiinsa. Vaikka aineistot ovat ikäryhmien välillä erilaisia eivätkä ne ole luotettavasti verrattavissa toisiinsa foneemien akustisten ominaisuuksien kannalta, tuloksista kuitenkin nähdään, etteivät kummankaan ikäryhmän oraalimotoriset taidot korreloineet kohinan painopistetaajuksien kanssa, jolloin ikäryhmien välinen samankaltaisuus voidaan todeta korrelaatioiden suhteen riippumatta artikulaatioaineiston erilaisuudesta ikäryhmien kesken.

Taulukosta 7 (ks. s. 45) nähdään oraalimotoristen taitojen perusteella tehtyjen ryhmien koehenkilöiden kohinan painopistetaajuusarvojen hajonnat. Molemmissa ryhmissä aineistot ovat samat ja hajonnat on saatu samasta määrästä mitattavia arvoja. Äänneympäristö kylläkin vaihtelee jokaisen koehenkilön viidessä eri arvossa, mutta nämä samat äänneympäristöt ovat myös toisen ryhmän aineistossa. Tällöin voidaan ikäryhmän sisäisen ryhmäjaon perusteella päätellä, onko toisella ryhmällä /s/-foneemin tuotto tarkempaa kuin toisella. Ryhmän 1 koehenkilöillä on siis paremmat oraalimotoriset taidot kuin ryhmän 2 koehenkilöillä. Jos oletetaan, että foneemin tuotto

olisi tarkempaa silloin, kun koehenkilöt tuottavat kohdeäänteen samalla tavalla, tällöin ryhmän 1 koehenkilöiden hajontaluvun tulisi olla pienempi kuin ryhmän 2 koehenkilöillä. Taulukosta nähdään, että 5-vuotiaiden ryhmissä paremmat oraalimotoriset taidot omaavilla koehenkilöillä /s/-foneemin tuotto varioi enemmän kuin ryhmän 2 koehenkilöillä, joilla on heikommat oraalimotoriset taidot. Eli ne, joilla on huonot oraalimotoriset taidot artikuloivat tarkemmin kuin ne, joilla on paremmat oraalimotoriset taidot. Tällöin voidaan olettaa, ettei oraalimotorisilla taidoilla ole yhteyttä artikulaation tarkkuuden kanssa 5-vuotiailla koehenkilöillä.

12-vuotiailla tämä sama ilmeni myös. Ryhmällä 1 hajontaa /s/-foneemin tuotossa oli enemmän kuin ryhmällä 2 keskihajonnan perusteella. Tilastollinen analyysi kuitenkin osoittaa, ettei 12-vuotiaiden ryhmien välillä ole eroa, jolloin molemmat ryhmät artikuloivat samantasoisesti riippumatta oraalimotoristen taitojen tasosta. Tämäkin osoittaa, ettei oraalimotorisilla taidoilla ja artikulaation tarkkuudella ole yhteyttä keskenään.

Ryhmien keskihajontojen erot voivat kertoa myös siitä, että siinä ryhmässä, jossa keskihajonta on suurempi, on puhujia, jotka toteuttavat koartikulaatiota enemmän kuin toisen ryhmän puhujat. Ryhmässä, jossa on pieni hajonta, on puhujia jotka eivät koartikuloi. Eli 5-vuotiailla hyvät oraalimotoriset taidot omaavassa ryhmässä on puhujia, jotka koartikuloivat enemmän kuin toisen ryhmän puhujat. Tämä on otettava huomioon erityisesti 12-vuotiaiden aineistossa, sillä äänneympäristö varioi siellä enemmän kuin 5-vuotiailla. Tässä 12-vuotiaiden aineistossa /s/ ilmeni sekä pyöreän että lavean vokaalin yhteydessä. Kun äänneympäristö vaihtelee näin merkittävästi, voisi olettaa, että koartikulaatio on hyvä asia, jolloin suuri hajontaluku kertoisi tarkemmasta artikulaatiosta kuin pieni hajontaluku. Kuitenkaan 12-vuotiaiden kohdalla ryhmien välisiä eroja ei tilastollisesti ollut.

Foneemin /s/ artikulaation tarkkuudella ei ole yhteyttä nonverbaalisiin oraalimotorisiin taitoihin. Ainoastaan artikulaatiovirheitä tarkasteltaessa äännevirheryhmällä on heikommat oraalimotoriset taidot. Näihin tuloksiin täytyy kuitenkin suhteutua hyvin kriittisesti, sillä otoskoko häiriöryhmässä on hyvin pieni. Samantyylisiä tutkimuksia ei ole olemassa, joihin näitä tuloksia voisi suoraan verrata. Nämä tutkimustulokset tukevat kuitenkin sitä oletusta, ettei nonverbaalisilla oraalimotorisilla taidoilla ole yhteyttä

artikulaation tarkkuuteen (Bunton, 2008; Clark, 2008; Forrest & Iuzzini, 2008; Lass & Pannbacker; Perkell ym., 1997; Ruscello, 2008b).

5.3 Nonverbaalisten oraalimotoristen taitojen ja foneemin /r/ artikulaation tarkkuuden välinen yhteys

Viisivuotiailla lapsilla oli /r/-foneemin foneemisia ja foneettisia äännevirheitä yhteensä 52,5 %:lla, kun taas 12-vuotiailla vain 10 %:lla. Nämä luvut kertovat siitä, kuinka epätarkkaa 5-vuotiaiden suomen kielen vaikeimpien konsonanttien ääntäminen on 12-vuotiaisiin verrattuna. Tämä myös tukee tieteellistä pohjaa sille, että esikouluiän tuntumassa loputkin äänteet opitaan tuottamaan (Preston & Edwards, 2010; Qvarnström, 1993; Sanders, 1972). Luotosen (1998) tutkimukseen verrattuna tulokset olivat samanlaisia 12-vuotiailla, mutta tässä tutkimuksessa 5-vuotiailla oli reilusti enemmän äännevirheitä, mikä voisi selittyä ryhmäkokojen eroavaisuuksilla. Äännevirheet olivat myös samantyylisiä kuin Saaristo-Helinin, Kunnarin ja Savinainen-Makkosen (2011) tutkimuksessa todetaan. Varhaisemmassa kehitysvaiheessa tyypillisin virhe on foneemin kokonaan korvautuminen toisella foneemilla, jolloin lapsi ei kykene tuottamaan kontrastia kahden eri foneemin välille. Myöhemmässä vaiheessa lapsi kykenee jo tekemään kontrastin eri foneemien välille, muttei kykene tuottamaan haluttua foneemia oikeassa muodossa. Tämä näkyi tässä tutkimuksessa siten, että 5-vuotiailla foneemisia virheitä (/r/ → /l/) oli paljon ja 12-vuotiailla ne vähenivät, mutta 12-vuotiaiden ryhmässä foneettisia äännevirheitä vielä ilmeni (esimerkiksi uvulaarinen /r/).

Foneemin /r/ äännevirheitä tarkastellaan 5-vuotiailla oraalimotoristen tehtävien pisteisiin verrattuna kuviossa 6 (ks. s. 46). Kuviosta nähdään, että lapset saavat miltei samat pisteet oraalimotorisista tehtävistä riippumatta siitä, onko heillä foneemisia äännevirheitä tai virheetön artikulaatio. Ryhmäkoot ovat molemmissa miltei samat. Lapsilla, joilla on foneettisia äännevirheitä, oraalimotoristen tehtävien pisteiden vaihtelu on suurinta ja ne painottuvat jopa paremmille oraalimotoristen tehtävien pisteille kuin esimerkiksi virheettömästi artikuloivien oraalimotoristen tehtävien pisteet. Eli suurin osa lapsista, jotka ovat artikuloineet /r/:n foneettisesti väärin, omaavat jopa paremmat oraalimotoriset taidot kuin ne, jotka ovat artikuloineet virheettömästi. Ryhmäkoko

foneettisissa äännevirheissä on kuitenkin muita ryhmiä selvästi pienempi. Nämä tulokset poikkeavat Qvarnströmin (1993) tuloksista ja tukevat sitä käsitystä, ettei näillä taidoilla ole yhteyttä (Bunton, 2008; Clark, 2008; Forrest & Iuzzini, 2008; Lass & Pannbacker; Perkell ym., 1997; Ruscello, 2008b).

Ryhmäkoot 12-vuotiaiden /r/-foneemin äännevirheissä ovat hyvin pienet. Box plot -kuviosta (kuvio 7, s. 47) nähdään oraalimotoristen tehtävien pisteiden mediaanien suhteen, että virheettömästi artikuloivien lasten oraalimotoristen tehtävien pisteet painottuvat huonommille pisteille kuin virheellisesti artikuloivien lasten pisteet. Tällöin virheettömästi artikuloivien koehenkilöiden oraalimotoriset taidot olisivat huonompia kuin virheellisesti artikuloivien koehenkilöiden. Ryhmäkoot ovat virheellisissä tuotoksissa kuitenkin niin pieniä, ettei tällaisia oletuksia voida tehdä.

NOT-S -pisteiden mukaan 5-vuotiailla pisteet muistuttivat toisiaan foneemisten ja foneettisten virheiden perusteella. Näyttäisi, että 5-vuotiaiden ryhmässä foneemisia virheitä tehneet suoriutuivat oraalimotorisista tehtävistä parhaiten. Äännevirheitä vähemmän tehneet 12-vuotiaat sen sijaan suoriutuivat NOT-S -seulasta paremmin. Parhaiten näyttäisivät suoriutuneen koehenkilöt, jotka eivät tehneet äännevirheitä, yli 83 % sai pistemäärän 0. Pienien äännevirheryhmäkokojen vuoksi näitä ei voida vertailla keskenään.

Täryn voimakkuusarvoissa 5-vuotiailla oli jopa voimakkaampi täry kuin 12-vuotiailla keskiarvon mukaan. Tämä voisi selittyä sillä, että 5-vuotiailla fonologisen viimeistelyn kausi on vielä meneillään, jolloin ehkä juuri opittu täry on normaalia voimakkaampi, ennen kuin sen tuotto on vakiintunut puhujalla fonologisen viimeistelyn aikana (Saaristo-Helin, Kunnari & Savinainen-Makkonen, 2011). Tämä äänteiden tuottamisen vakiintumattomuus ilmenee tuloksissa 5-vuotiaiden korkeammassa hajontaluvussa. Täryn voimakkuus vaihtelee 5-vuotiaiden kesken enemmän kuin 12-vuotiailla, mikä tarkoittaa juuri sitä, että 5-vuotiaiden ryhmässä toiset tuottavat täryn hyvin voimakkaasti, kun toiset hyvin lievästi. Iän karttuessa 12-vuotiailla koehenkilöiden täryn tuotto on samantapaista ryhmän kesken, mikä tukee Qvarnströmin (1993) ja Grunwellin (1986, s.41) oletusta siitä, että 10-vuotiaana äänteiden tuotto on vakiintunut. Ikäryhmien välisiin täryn voimakkuuseroihin täytyy suhteutua silti kriittisesti, sillä

aineisto ikäryhmien välillä oli erilainen, jolloin allofoninen vaihtelu aiheuttaa eroja koehenkilöiden foneemien akustisiin ominaisuuksiin ikäryhmien kesken.

Kun täryn voimakkuutta verrattiin oraalimotoriseen suoriutumiseen (kuviot 9 ja 10, s. 49–50) ikäryhmien väliset erot olivat hyvin suuria korrelaation suunnan suhteen. Jos oletetaan, että täry olisi voimakkaampi hyvien oraalimotoristen taitojen omaavilla koehenkilöillä, korrelaation tulisi olla negatiivinen. Korrelaatio oli 5-vuotiailla positiivinen, kun taas 12-vuotiailla negatiivinen. Tämän perusteella voisi päätellä, että 5-vuotiailla hyvät oraalimotoriset taidot korreloivat heikkojen täryjen kanssa, eli juuri päinvastoin. Koska foneemiset virheet poistettiin mitatuista näytteistä, on 5-vuotiaiden ryhmäkoko kuitenkin miltei puolet pienempi kuin 12-vuotiaiden. Kummassakaan ikäryhmässä oraalimotoristen taitojen ja täryn voimakkuuden väliset korrelaatiot eivät kuitenkaan ole tilastollisesti merkitseviä. Näin voidaan todeta, ettei näillä taidoilla ole yhteyttä toisiinsa.

Taulukosta 8 (ks. s. 50) nähdään oraalimotoristen taitojen perusteella tehtyjen ryhmien koehenkilöiden täryn voimakkuusarvojen keskihajonnat. Jos oletetaan, että /r/-foneemin tuotto olisi tarkempaa silloin, kun koehenkilöiden tuotokset varioisivat vähemmän keskenään, tällöin ryhmän 1 koehenkilöiden hajontaluvun tulisi olla pienempi kuin ryhmän 2 koehenkilöillä. Taulukosta nähdään, että molemmissa ikäryhmissä paremmat oraalimotoriset taidot omaavilla koehenkilöillä /r/:n tuotto varioi vähemmän kuin niillä koehenkilöillä, joilla on huonommat oraalimotoriset taidot. Eli hyvät oraalimotoriset taidot omaavissa ryhmissä on myös puhujia, jotka koartikuloivat vähemmän kuin toisen ryhmän puhujat. Tämän perusteella voitaisiin olettaa, että oraalimotorisilla taidoilla ja foneemin /r/ täryn voimakkuuden tuotolla on yhteys tuoton variaation suhteen.

Artikulaation tarkkuuden ja nonverbaalisiin oraalimotorisiin taitojen yhteys /r/-foneemin kohdalla on ristiriitainen. Äännevirheitä tarkasteltaessa 12-vuotiaiden äännevirheryhmällä on heikommat oraalimotoriset taidot, mutta 5-vuotiailla ei. Näihin tuloksiin täytyy kuitenkin suhteutua hyvin kriittisesti sillä, ryhmäkoot häiriöryhmissä ovat hyvin pieniä ja näiden tilastollista yhteyttä ei pystytä toteamaan. Kun tarkastellaan yksittäisten koehenkilöiden täryn voimakkuusarvoja oraalimotorisiin taitoihin, todetaan, että näillä ei ole yhteyttä toisiinsa. Sen sijaan täryn tuoton variaatiolla havaitaan olevan jonkinlainen yhteys oraalimotorisiin taitoihin.

5.4 Menetelmän arviointi

Tässä tutkimuksessa koehenkilöitä oli yhteensä 80 ja ikäryhmiin jaettuna otoskoko oli 40. Tämä määrä luokitellaan jo suureksi otoskooksi tilastotieteissä (n > 30, Holopainen & Pulkkinen, 2012). Kuitenkin tutkimuksen eri vaiheissa ikäryhmiä jaettiin pienempiin ryhmiin, jolloin ryhmäkoko ei pysynyt suuren otoskoon rajoissa. Tietyissä ryhmäjaoissa ryhmäkoot jäivät hyvinkin pieniksi, jolloin tuloksiin täytyy suhtautua hyvin kriittisesti. Kuitenkin ikäryhmien yleisiä tuloksia voidaan pitää kohtuullisen luotettavina. Sukupuolijakauma jakaantui tasan 12-vuotiaiden kesken ja melkein tasan 5-vuotiaiden kesken. Sukupuolten välisiä eroja ei kuitenkaan tässä tutkimuksessa tarkasteltu.

Koehenkilöiden valinnassa kotiin lähetyt kyselylomakkeet olivat kätevä työkalu. Koehenkilöiden valinnassa tuli huolehtia, että koehenkilö sijoittui juuri oikeaan ikäluokkaan, eikä esimerkiksi pari kuukautta yli tai ali. Kyselylomakkeiden mukana 5-vuotiaiden kotiin lähetettiin myös NOT-S -seulan haastattelulomakkeet, jotka vanhempien tuli täyttää. Lomakkeiden mukana lähetettiin myös täyttämisohjeet. Tämän vuoksi vanhempien subjektiiviset näkemykset ja vastausten täyttämisohjeiden käsittämisen erot voivat aiheuttaa epäluotettavuutta tutkimustuloksiin. NOT-S -pisteissä ei kuitenkaan saatu paljoakaan vaihtelua koehenkilöiden välille ja suurin osa on suoriutunut seulasta virheettömästi, joten tällä ei ole niin suurta merkitystä. NOT-S:n tutkimusosuus suoritettiin itse tutkimustilanteessa.

Tässä tutkimuksessa käytettävä artikulaatiota mittaava aineisto kerättiin auditiivisesti toistettujen (5-vuotiaat) tai luettujen lauseiden (12-vuotiaat) avulla. Ääninäytteistä eroteltiin auditiivisesti foneemiset ja foneettiset äännevirheet. Tässä subjektiivisen auditiivisen erottelun analyysissä virheanalyysien tekeminen on mahdollista. Foneemiset äännevirheet pystyttiin poimimaan aika helposti ääninäytteistä. Foneettisten äännevirheiden erottelu oli jo haastavaa. Siksi esimerkiksi /s/-foneemin foneettiset äännepoikkeamat on sisällytetty kohinamittauksiin, sillä auditiivisen erottelun perusteella niitä on hyvin vaikea määritellä. Näin /s/-foneemin todellista äännevirheprosenttia ei tässä tutkimuksessa saatu selville.

Ääninäytteet analysoitiin sittemmin Praat ja TF32-tietokoneohjelmilla. Erityisesti tässä vaiheessa analyysia mahdollisuus mittausvirheille on suuri. Kohdeäänteet tuli poimia

juuri oikeasta kohdasta ja tietokoneen antamia arvoja tuli tarkastaa. Erityisesti tärymittauksia varten kohdeäänteestä tarkan analyysikohdan rajaaminen oli haastavaa.

Lauseet oli suunniteltu koko tutkimusryhmän tutkimuksen vaatimuksien mukaisesti. Tutkittavien lukemista tai toistamista lauseista poimittiin viisi eri kohde foneemin esiintymää luotettavasti arvioitavaa keskiarvoa varten. Tässä vaiheessa ongelmaksi muodostui se, ettei kaikista kohdeäänteistä ollut viittä eri esiintymää. Esimerkiksi 5-vuotiaiden kohdalla /r/ esiintymiä oli vain neljä käytettävissä. Toiseksi ongelmaksi muodostui se, ettei kaikista viidestä 5-vuotiaiden /i/ esiintymistä saatu kaikkia arvoja esille. Lauseen loppuiset /i/-foneemit on jätetty tutkimuksesta pois, jolloin niiden vokaaliformanttitaajuuksien keskiarvot on saatu vain kolmesta arvosta. Myös 5-vuotiaiden kohdalla puolivokaalin /ʊ/ jälkeinen /u/ on jätetty pois mittauksista kolmen koehenkilön kohdalla, mikä aiheuttaa epäluotettavuutta 5-vuotiaiden ikäryhmän kesken. Kaikki keskiarvot saatiin kuitenkin 3–5 arvon perusteella. Kaikista kohdefoneemeista saatiin kuitenkin luotettavat viisi eri esiintymää 12-vuotiaiden kohdalla. Lauseiden suunnitteluun olisi voinut käyttää enemmän aikaa ja lauserakenteet olisi pitänyt muodostaa tarkemmin niin, että hyviä ja käyttökelpoisia kohdefoneemin esiintymiä olisi ollut riittävä määrä.

Testilauseissa foneemit esiintyivät vaihtelevissa konteksteissa, jolloin mitattavat ominaisuudet ovat täsmällisemmin kyseisen foneemin allofoneja. Testilauseiden viisi eri foneemiesiintymää olivat siis akustisesti erilaisia. Vokaaleiden esiintymät eivät kuitenkaan ilmenneet esimerkiksi nasaalien keskellä tai diftongeissa, jolloin koartikulaation vaikutus on lievempi. Nuorten eli 12-vuotiaiden aineistossa /s/ kuitenkin ilmeni sekä pyöreää että laveaa vokaalia edellä, jolloin koartikulaation vaikutus on suurempi. Foneemit esiintyivät myös sekä yksinkertaisina että kaksinkertaisina. Näitä koartikulaation vaikutuksia pyrittiin lieventämään mittauskohdan valinnoilla. Artikulaation tarkkuuden mittaaminen oli tässä työssä siis haasteellista koartikulaation takia. Kaikilla ikäryhmän koehenkilöillä käytettiin kuitenkin samoja testilauseita, jolloin foneemista on saatu koehenkilöiden kesken sama määrä samoja esiintymiä ja täten vertailukelpoisia tarkkuusarvoja. Ainoastaan 5-vuotiaiden ikäryhmässä kolmen koehenkilön /u/-formanttitaajuuksien keskiarvot saatiin vain neljästä arvosta, kuin muilla ne saatiin viidestä arvosta, mikä voi aiheuttaa pientä vääristymää tuloksissa. Tässä kohtaa olisi voinut tarkentaa lauseita aiempien tutkimusten mukaisesti (Wiik,

1965), jolloin kohdeäänne olisi aina samanlaisessa äänneympäristössä. Silloin kohdeäänteitä olisi voinut parhaiten verrata toisiinsa. Toisaalta tällainen menetelmä ei kuitenkaan antaisi puheesta luonnollista kuvaa, kun kohdeäänteen laatua arvioidaan vain yhdenlaisessa äänneympäristössä. Ikäryhmien välillä aineisto oli erilainen, jolloin ikäryhmiä vertaileviin tuloksiin, jotka kohdistuivat ainoastaan akustisiin ominaisuuksiin, tulee suhtautua kriittisesti ja ne ovat suuntaa antavia.

Puheen akustisiin piirteisiin vaikuttavat useat eri tekijät, kuten esimerkiksi motivaatio ja tunnetila (Boone & McFarlane, 200, s. 3). Nämä tekijät tietysti vaikuttuvat myös tämän tutkimuksen tuloksiin. Erityisesti 5-vuotiaat saattoivat arastella ja puhua hiljaisella äänellä, tai sitten esimerkiksi osa 12-vuotiaista ei keskittynyt tarpeeksi tehtävän suorittamiseen ja puheen laatuun. Kaikki koehenkilöt tekivät ennen artikulaatio-osiota oraalimotoriset tehtävät, minkä on ajateltu vaikuttavan artikulaation laatuun (Kamhi, 2008). Osa 12-vuotiaista (ryhmä 4) teki myös puhemotorisia harjoituksia ennen artikulaatio-osuutta, mikä voi vaikuttaa tuloksiin (Forrest & Iuzzini, 2008).

On osoitettu, että NOT-S -seula luotettavasti määrittelee vaurioituneet oraalimotoriset toiminnot sekä erottelee terveet yksilöt henkilöistä, joilla on vaihteleva-asteisia oraalimotoristen taitojen puutteita (Bakke ym., 2007; Bergendal, McAllister & Stecksen-Blicks, 2009). Menetelmä on siis luotettava, mutta tätä tutkimusta varten se antoi liian karkeita tuloksia. NOT-S:n lisäksi oraalimotorisia taitoja arvioitiin myös itse kehitetyllä mittarilla, joka koostui erilaisista oraalimotorisista tehtävistä joista arvioitiin neliportaisella menetelmällä suorituksen onnistuminen. Tehtävät on suunniteltu aiempia menetelmiä mukaillen, mutta pisteytyksiä ei ole normitettu. Kaikille koehenkilöille tehtiin kuitenkin samat tehtävät, jolloin tutkittavat ovat keskenään vertailukelpoisia. Pisteytykset jakautuivat myös normaalijakaumaa mukaillen koehenkilöiden kesken, mikä kuvaa myös mittarin käyttökelpoisuutta. Voisi siis olettaa, että tämä menetelmä mittaa koehenkilöiden keskimääräistä suoriutumista oraalimotoristen taitojen suhteen.

Molemmissa oraalimotorisia taitoja mittaavissa menetelmissä suorituksen arviointi tehtiin heti tutkimustilanteessa. Näitä arvioita teki yhteensä viisi eri tutkijaa, mikä oletettavasti tuo subjektiivisia eroja suoriutumisien arviointiin. Arviointikriteerit käytiin tarkasti ryhmän kesken läpi, mutta silti havainnoissa voi olla eroavaisuuksia tutkijoiden välillä. Oraalimotorisista tehtävistä tehdyt videonäytteet eliminoivat tutkijakohtaiset

erot ainakin tehtävän annossa. Oraalimotoriseen suoriutumiseen saattoi myös vaikuttaa tutkimustilanteessa jännittäminen erityisesti 5-vuotiailla. Jotkut arastelivat suun liikkeitään jonkin verran, mikä tietysti vaikuttaa tuloksiin.

5.5 Tutkimustulosten soveltaminen käytäntöön ja jatkotutkimusehdotukset

Nonverbaalisia oraalimotorisista harjoitteita on käytetty terapiatekniikkana niin kauan kuin puheterapia on ollut olemassa (Kamhi, 2008). Lukuisat ammattihenkilöt pitävät oraalimotorisia harjoitteita yhä hyödyllisinä keinoina artikulaatioterapiassaan (Muttiah, Georges & Brackenbury, 2011). Jo monet aiemmat tutkimukset ovat kyseenalaistaneet nonverbaalisten oraalimotoristen harjoitteiden käytön artikulaatioterapiassa (Forrest & Iuzzini, 2008; Lass & Pannbacker, 2008; McCauley, ym., 2009; Ruscello, 2008b; Ruscello, 2010). Tämän tutkimuksen tulokset tukevat sitä teoriaa, että artikulaatioterapiassa tulisi keskittyä ainoastaan puhetta sisältäviin harjoitteisiin eikä nonverbaalisiin oraalimotorisiin harjoitteisiin, kuten myös esimerkiksi Forrest ja Iuzzini (2008) sekä Ruscello (2008b) totesivat. Nonverbaaliset oraalimotoriset harjoitteiden tarkoituksena on vaikuttaa kielen, huulten ja leuan lepoasentoihin parantaen liikkeen laajuutta ja kehittäen lihaskontrollia (Forrest, 2002; Ruscello, 2008a; Ruscello, 2008b).

Tässä tutkimuksessa todettiin, että nonverbaalisilla oraalimotorisilla taidoilla ja artikulaation tarkkuuden välillä ei ole selkeää yhteyttä. Niillä koehenkilöillä, joilla oli paremmat oraalimotoriset taidot, artikulaatio ei ollut tarkempaa kuin niillä, joilla oraalimotoriset taidot olivat huonommat. Tässä tutkimuksessa oli koehenkilöitä, joilla tällaiset kielen, huulten ja leuan liikelaajuudet ja liikkeiden lihaskontrolli olivat hyviä ja jopa lähes virheettömiä. Silti he eivät onnistuneet tekemään ääntämisen yhteydessä tarkempia ja eroteltuja lihasliikkeitä kuin ne koehenkilöt, jotka omasivat huonommat oraalimotoriset taidot. Tämä tukee Buntonin (2008) havaintoja siitä, että toiminnot puhetta varten ovat erilaiset kuin oraalimotoriikan toiminnot. Artikulaation aikana esimerkiksi kielen nostamisen tavoite ei ole tavoittaa tiettyä kohtaa puhujan suussa, vaan tavoitteena on tuottaa äänne, jonka kuulija voi ymmärtää. Oraalimotorisen tehtävän aikana tavoite on yksinkertaisesti tuottaa tarvittava voima, jolla kieli saadaan nousemaan ylös suussa. Tämän takia voidaan olettaa, että oraalimotoristen taitojen harjoittaminen ei vaikuttaisi artikulaation tarkkuuteen.

Suomenkielisten lasten tyypillisimmät artikulaatiovirheet esiintyvät /r/ ja /s/ foneemeissa, joihin artikulaatioterapia aloitetaan esikouluiän jälkeen (Saaristo-Helin, Kunnari & Savinainen-Makkonen, 2011). Tässä tutkimuksessa tutkittiin juuri näiden äänteiden artikulaation suhdetta nonverbaalisiin oraalimotorisiin taitoihin. Tutkimuksesta selviää, että niin hyvät kuin heikotkin nonverbaaliset oraalimotoriset taidot omaavat lapset artikuloivat samantasoisesti tai tekevät yhtä lailla artikulaatiovirheitä näiden äänteiden kohdalla. Jos hyvät nonverbaaliset oraalimotoriset taidot eivät korreloi hyvien artikulaatiotaitojen kanssa, niin silloin artikulaatioterapiassa on turha käyttää nonverbaalisia oraalimotorisia harjoitteita artikulaation tarkentamisessa.

Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan tutkittu esimerkiksi nonverbaalisten oraalimotoristen taitojen ”lämmittelyn” vaikutusta artikulaation tarkkuuteen. Tätä voidaan silti spekuloida, onko tälläkään merkitystä, jos tuloksista nähdään, että taitavasti oraalimotorisia lihaksia käyttävä lapsi voi silti artikuloida epätarkasti. Suomenkielisiä terapiamenetelmien vaikutustutkimuksia ei juurikaan ole vielä tehty, joten jatkotutkimusta voisi kohdistaa erilaisten terapiamenetelmien vertailuun.

Lisätutkimusaiheita voisivat olla artikulaation tarkkuudessa tietysti muutkin äänteet kuin tässä tutkimuksessa käytetyt. Äänneympäristön vaikutuksen voisi myös minimoida suunnittelemalla lauselistat samantyylisiksi äänneympäristön suhteen. /s/ -foneemin todellista äännevirheprosenttia ei myöskään saatu tässä tutkimuksessa esille. Sitä voisi tutkia siten, että ääninäytteistä erotellaan auditiivisesti myös foneettiset äännevirheet. Myös spontaanin puheen näytettä olisi ollut mielenkiintoista tutkia, sillä lapsi ei välttämättä käytä juuri oppimaansa äännettä arkipäivän keskustelussa (Qvarnström, 1993).

LÄHTEET

Adams, J. A. (1987). Historical review and appraisal of research on learning, retention, and transfer of human motor skills. *Psychological Bulletin, 101*, 41–74.

Arvedson, J. (1993a). Oral-motor and feeding assessment. Teoksessa J. Arvedson, & L. Brodsky (toim.), *Pediatric swallowing and feeding- assessment and management.* (s. 249–293). San Diego: Singular Publishing Group

Arvedson, J. (1993b). Management of swallowing problems. Teoksessa J. Arvedson, & L. Brodsky (toim.), *Pediatric swallowing and feeding - assessment and management.* (s. 327–388). San Diego: Singular Publishing Group.

Arvedson, J., Rogers, B., & Brodsky, L. (1993). Anatomy, embryology, and physiology. Teoksessa J. Arvedson, & L. Brodsky (toim.), *Pediatric swallowing and feeding - assessment and management.* (s. 5–52). San Diego: Singular Publishing Group

Aulanko, R. (2009). Puhe ja puheen havaitseminen. Teoksessa O. Aaltonen, R. Alanko, A. Iivonen, A. Klippi & M. Vainio (toim.), *Puhuva ihminen.* (s. 135–235). Helsinki: Otava.

Ball, M. J., & Rahilly, J. (1999). *Phonetics - The science of speech*. New York: Oxford University Press.

Bakke, M., Bergendal, B., McAllister, A., Sjögreen, L., & Åsten, P. (2007). Development and evaluation of a comprehensive screening for orofacial dysfunction. *Swedish Dental Journal, 31*, 75–84.

Bauman-Waengler, J. (2012). *Articulatory and phonological impairments: A clinical focus.* Boston: Pearson/Allyn & Bacon.

Bergendal, B., McAllister, A., & Stecksen-Blicks, C. (2009). Orofacial dysfunction in ectodermal dysplasias measured using the Nordic Orofacial Test-Screening protocol. *Acta Odontologica Scandinavica, 67*, 377–381.

Boersma, B., & Weenink, D. (2013). Praat: doing phonetics by computer. Haettu 27.2.2013 osoitteesta www.praat.org

Boone, D. R., & McFarlane, S. C. (2000). *The voice and voice therapy.* Boston: Allyn and Bacon.

Bunton, K. (2008). Speech versus nonspeech: Different tasks, different neural organization. *Seminars in Speech and Language, 29,* 267–275.

Caruso, A. J., & Strand, E. A. (1999). Motor speech disorders in children: Definitions, background and a theoretical framework. Teoksessa A. J. Caruso, & E. A. Strand (toim.), *Clinical management of motor speech disorders in children*. (s. 1–27). New York, Stuttgart: Thieme.

Clark, H. M. (2008). The role of strength training in speech sound disorders. *Seminars in Speech and Language, 29,* 276–283.

Clark, H. M. (2010). Nonspeech oral motor intervention. Teoksessa A. L.Williams, A. McLeod, & R. J. McCauley (toim.), *Speech sound disorders in children.* (s. 579–600). Baltimore: Paul H. Brookes Publishing Co.

Crannel, C. K. (1991). *Voice and articulation.* Wadsworth: Cengace Learning.

Duffy, J. R. (1995). *Motor speech disorders- substrates, differential diagnosis, and management*. St. Louis: Mosby.

Enderby, P. (1980). Frenchay dysarthria assessment. *British Journal of Disorders of Communication, 15,* 165–173.

Forrest, K., Weismer, G., Milenkovic, P., & Dougall, R. N. (1988). Statistical analysis of word-initial voiceless obstruents: Preliminary data. *Journal of the Acoustical Society of America, 84*, 115–123.

Forrest, K. (2002). Are oral-motor exercises useful in the treatment of phonological/articulatory disorders? *Seminars in Speech and Language, 23,* 15–26.

Forrest, K., & Iuzzini, J. (2008). A comparison of oral motor and production training for children with speech sound disorders. *Seminars in Speech and Language, 29*, 304–311.
Guenther, F. (2006). Cortical interactions underlying the production of speech sounds. *Journal of Communication Disorders, 39*, 350–365.

Grunwell, P. (1986). Aspects of phonological development. Teoksessa K. Durkin (toim.), *Language development in the school years* (s. 34–56). London & Sydney: Croom Helm.

Haley, K., Seelinger, E., Mandulak, K., & Zajac, D. (2010). Evaluating the spectral distinction between sibilant fricatives through a speaker-centered approach. *Journal of Phonetics, 38*, 548–554.

Hickok, G., Houde, J., & Rong, F. (2011). Sensorimotor integration in speech processing: Computational basis and neural organization. *Neuron, 69,* 407–422.
Honda, M. (2003). Human speech production mechanisms. *NTT Technical Review, 1,* 24-29.

Ho, A., & Wilmut, K. (2010). Speech and oro-motor function in children with developmental coordination disorder: A pilot study. *Human Movement Science*, *29*, 605–614.

Holopainen, M., & Pulkkinen, P. (2012). *Tilastolliset menetelmät*. Helsinki: WSOY.

Iivonen, A., & Laukkanen, A-M. (1993). Explanations of the qualitative variation of Finnish vowels. *Studies in Logopedics and Phonetics 4.* Publication of the department of phonetics and speech communication 5, 29–54.

Iivonen, A. (1993). Paradigmaattisia ja syntagmaattisia näkökohtia lapsen foneettis-fonologisessa kehityksessa. Teoksessa A. Iivonen, A. Lieko, & P. Korpilahti (toim.), *Lapsen normaali ja poikkeava kielen kehitys.* (s. 34–75). Helsinki: SKS.

Indefrey, P., & Levelt, W. J. M. (2004). The spatial and temporal signatures of word production components. *Cognition, 92*, 101–144.

Kamhi, A. G. (2008). A meme's-eye view of nonspeech oral-motor exercises. *Seminars in Speech and Language, 29*, 331–338.

Karlsson, F. (1983). *Suomen kielen äänne- ja muotorakenne*. Helsinki: WSOY.

Kent, R. D. (1997). The perceptual sensorimotor examination for motor speech disorders. Teoksessa M. R. McNeil, (toim.), *Clinical management of sensorimotor speech disorders.* (s. 27–47). New York: Thieme.

Kent, R. D. (1999). Motor control: Neurophysiology and functional development. Teoksessa A. J. Caruso, & E. A. Strand (toim.), *Clinical management of motor speech disorders in children* (s. 29–65). New York: Thieme.

Kent, R. D., & Read C. (2002). *Acoustic analyses of speech.* San Diego:Singular Thomson Learning.

Kent, R. D. (2006). Models of speech motor control: Implications from recent developments in neurophysiological and neurobehavioral science. Teoksessa B. Maassen, R. Kent, H. Peters, P. van Lieshout, & W. Hulstijn (toim.), *Speech motor control in normal and disordered speech*. (s. 3–28). Oxford: Oxford University Press.

Korpinen, L., & Nasretdin, F. (2006). Artikulaatio ja äännevirheet. Teoksessa K. Launonen, & A.-M. Korpijaakko-Huuhka (toim.), *Kommunikoinnin häiriöt - syitä, ilmenemismuotoja ja kuntoutuksen perusteita.* (s. 59–76) Helsinki: Palmenia.

Kunnari. S., & Savinainen-Makkonen, T. (2004a). Näkökulmia äänteelliseen kehitykseen. Teoksessa S. Kunnari, & T. Savinainen-Makkonen (toim.), *Mistä on pienten sanat tehty.* (s. 68–98). Helsinki: WSOY.

Kunnari. S., & Savinainen-Makkonen, T. (2004b). Ensisanojen kausi. Teoksessa S. Kunnari, & T. Savinainen-Makkonen (toim.), *Mistä on pienten sanat tehty*. (s. 68–98). Helsinki: WSOY.

Lass, N. J., & Pannbacker, M. (2008). The application of evidence-based practice to nonspeech oral motor treatments. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools, 39*, 408–421.

Lehtihalmes, M. (2009). Puheen tuottamisen aivoperusta. Teoksessa O. Aaltonen, R. Alanko, A. Iivonen, A. Klippi, & M. Vainio (toim.), *Puhuva ihminen* (s. 237–243). Helsinki: Otava.

Levelt, W. M. (1989). *Speaking: From intonation to articulation.* Lontoo: A Bradford Book.

Lof, G. L. (2008). Controversies surrounding nonspeech oral motor exercises for childhood speech disorders. *Seminars in Speech and Language, 29,* 253–256.

Lof, G. L., & Watson, M. M. (2008). A nationwide survey of nonspeech oral motor exercise use: Implications for evidence-based practice. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools, 39,* 392–407.

Luotonen, M. (1998). *Factors associated with linguistic development and school performance: The role of early otitis media, gender and day care*. Acta Universitatis Ouluensis D Medica 453.

McCauley, R. J., Strand, E., Lof, G. L., Schooling. T., & Frymark, T. (2009). Evidence-based systematic review: Effects of nonspeech oral motor exercises on speech. *American Journal of Speech- Language Pathology, 18*, 343–360.

McDonald, E. T., & Aungst, L. F. (1967). Studies in oral sensorimotor function. Teoksessa J. F. Bosma, (toim.), *Symposium of oral sensation and perception*. (s. 202–220). Springfield, III.: Charles C. Thomas.

van der Merwe, A. (1997). A theoretical framework for the characterization of pathological speech sensorimotor control. Teoksessa M. R. McNeil (toim.), *Clinical management of sensorimotor speech disorders*. (s. 1 – 25). New York: Thieme.

Milenkovic, P. (2001). TF32 user's manual. Haettu 27.3.2013 osoitteesta http://userpages.chorus.net/cspeech/TF32.pdf

Muttiah, N., Georges, K., & Brackenbury, T. (2011). Clinical and research perspectives on nonspeech oral motor treatments and evidence-based practice. *American Journal of Speech-Language Pathology, 20,* 47–59.

Neel, A., & Palmer, P. (2011). Is tongue strength an important influence on rate of articulation in diadochokinetic and reading tasks? *Journal of Speech, Language & Hearing Research, 54,* 1558–9102.

Netsell, R. (1986). *A neurobiologic view of speech production and the dysarthrias.* San Diego: CollegeHill Press.

Nieminen, A. (2007). *Suomenkielisten naisten vokaalien formanttiarvot - normaaliarvot ja kahden puhekielen variaation vertailu.* Pro gradu -tutkielma. Oulun yliopisto, humanistinen tiedekunta, logopedia.

Nittrouer, S. (1995). Children learn separate aspects of speech production at different rates: Evidence from spectral moments. *Journal of Acoutical Society of America, 97*, 520–530.

Oller, D. K. (1980). The emergence of the sounds of speech in infancy. Teoksessa G. H. Yeni-Komshian, J. F. Kavanagh, & C. A. Ferguson (toim.), *Child phonology.* (s. 93–112). New York: Academic Press.

Oller, J. W., Oller, S. D., & Badon, L. C. (2006). *Milestones: Normal speech and language development across the lifespan.* San Diego: Plural Pub.

Ortega, A. O., Ciamponi, A. L., Mendes, F. M., & Santos, M.T. (2009). Assessment scale of the oral motor performance of children and adolescents with neurological damages. *Journal of Oral Rehabilitation 36,* 653–9.

Owens, R. E. (1984). *Language development - an introduction.* Columbus: Charles E. Merrill Publishing Company.

Perkell, J., Matthies, M., Lane, H., Guenther, F., Wilhelms-Tricarico, R., Wozniak, J., & Guiod, P. (1997). Speech motor control: Acoustic goals, saturation effects, auditory feedback, and internal models. *Speech Communication, 22*, 227–250.

Pinder, G. L., & Faherty, A. S. (1999). Issues in pediatric feeding and swallowing. Teoksessa A. J. Caruso, & E. A. Strand (toim.), *Clinical management of motor speech disorders in children.* (s. 281–318). New York: Thieme.

Powell, T. W. (2008a). An integrated evaluation of nonspeech oral motor treatments. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools, 39,* 422–427.

Powell, T. W. (2008b). The use of nonspeech oral motor treatments for developmental speech sound production disorders: Interventions and interactions. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools, 39,* 374–379.

Preston, J., & Edwards, M. L. (2010). Phonological awareness and types of sound errors in preschoolers with speech sound disorders. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 53*, 44–60.

Preston, J. L., Ramsdell, H. L., Oller, D. K., Edwards, M. L., & Tobin, S. J. (2011). Developing a weighted measure of speech sound accuracy. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 54,* 1–18.

Qvarnström, M. (1993). *Speech articulation and peripheral speech mechanism in Finnish schoolchildren from 7 to 10 years of age.* Väitöskirja. Kuopion yliopisto.

Robbins, J., & Klee, T. (1987). Clincal assessment of oropharyngeal motor development in young children. *Journal of speech and Hearing Disorders, 52*, 271–277.

Robin, D. A., Solomon, N. P., Moon, J. B., & Folkins, J. W. (1997). Nonspeech assessment of the speech production mechanism. Teoksessa M. R. McNeil, (toim.), *Clinical management of sensorimotor speech disorders*. (s. 49–62). New York: Thieme.

Ruscello, D. (2008a). An examination of nonspeech oral motor exercises for children with velopharyngeal inadequacy. *Seminars in Speech and Language, 29,* 294–303.

Ruscello, D. (2008b). Nonspeech oral motor treatment issues related to children with developmental speech sound disorders. *Language Speech and Hearing services in Schools, 39*, 380–391.

Ruscello, D. (2010). Collective findings neither support nor refute the use of oral motor exercises as a treatment for speech sound disorders. *Evidence-Based Communication Assessment and Intervention*, 4, 65–72.

Saaristo-Helin, K., Kunnari, S., & Svininen-Makkonen, T. (2011). Phonological development in children learning Finnish: A review. *First Language, 31*, 342–363.

Sanders, E. (1972). When are speech sounds learned? *Journal of speech and hearing disorders, 37*, 55–63.

Savinainen-Makkonen, T. (1998). Ensisanojen kauden fonologiaa: tapaustutkimus. Teoksessa M. Karjalainen (toim.), *Kielen ituja: ajankohtaista lapsenkielen tutkimuksesta.* (s. 44–38). Suomen ja saamen kielen ja logopedian laitoksen julkaisuja 10. Oulu: Oulun yliopisto.

Savinainen-Makkonen, T., & Kunnari, S. (2004). Artikulaatiovirheet ja niiden kuntoutus. Teoksessa S. Kunnari & T. Savinainen-Mikkonen (toim.), *Mistä on pienten sanat tehty.* (s. 155–169). Helsinki: WSOY.

Schmidt, M. F. (2008). Using both sides of your brain: The case for rapid interhemispheric switching. *PLoS Biology, 6*, 2089–2096.

Seibel, L. M., & Barlow, S. M. (2007). Automatic measurement of nonparticipatory stiffness in the perioral complex. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 50,* 1272–1279.

Smith, A., Hand, L., Freilinger, J., Bertnhal, J., & Bird, A. (1990). The Iowa articulation norms project and it's Nebraska replication. *Journal of Speech and Hearing Disorders, 55,* 779–798.

Sonninen, A., & Sonninen, E. (1976). Logopedic-phoniatric observations on 8-year-old schoolchildren in the town of Jyväskylä. *Nordisk Tidsskrift för Logopedi och Foniatri, 1,* 74–82.

Sovijärvi, A. (1979). *Suomen kielen äännekuvasto*. Jyväskylä: Gummerus.

Stark, R. E. (1980). Stages of speech development in the first year of life. Teoksessa G. H. Yeni-Komshian, J. F. Kavanagh, & C. A. Ferguson (toim.), *Child Phonology, 1, Production* (s. 73–90). New York: Academic Press.

Stathopoulos, E., Huber, J., Sussman, J., & Schlauch, R. (2011). Changes in acoustic characteristics of the voice across the life span: measures from individuals 4–93 years of age. *Journal of Speech, Language & Hearing Research, 54*, 1011–1021.

Sudbery, A., Wilson, E., Broaddus, T., & Potter, N. (2006). Tongue strength in preschool children: measures, implications and revelations. Posteri esitetty: Annual Meeting of the American Speech-Language-Hearing Association, marraskuu 2006, Miami Beach, Florida. Haettu 27.4.2013 osoitteesta www.asha.org/events/handouts

Suomi, K. (1988). Johdatusta fonologiaan. Logopedian ja fonetiikan laitoksen julkaisuja 2. Oulun yliopisto.

Suomi, K. (1990). *Johdatusta puheen akustiikkaan.* Logopedian ja fonetiikan laitoksen julkaisuja 4. Oulun yliopisto.

Suomi, K., Toivanen, J., & Ylitalo, R. (2006). Fonetiikan ja suomen äänneopin perusteet. Helsinki: Gaudemus.

Toivainen, J. (1990). *Acquisition of Finnish language as a first language: General and particular themes*. Turun suomalaisen ja yleisen kielitieteen laitoksen julkaisuja 35.

Torvelainen, P. (2007). *Kaksivuotiaiden lasten fonologisen kehityksen variaatio. Puheen ymmärrettävyyden sekä sanamuotojen tavoittelun ja tuottamisen tarkastelu.* Jyväskylä Studies in Humanities 73. Doctoral dissertation.

Törölä, H. (2009). Äänтelyn kehitys ensimmäisen ikävuoden aikana. Teoksessa O. Aaltonen, R. Alanko, A. Iivonen, A. Klippi, & M. Vainio (toim.), Puhuva ihminen (s. 107–113). Helsinki: Otava.

Törölä, H., Lehtihalmes, M., heikkinen, H., Olsen, P., & Yliherva, A. (2012). Early vocalization of preterm infants with extremely low birth weight (ELBW), part I: from birth to expansion stage. *Clinical Linguistics & Phonetics, 26*, 330–344.

Van Riper, C., & Emerick, L. (1990). *Speech correction: an introduction to speech pathology and audiology.* New Jersey: Prentice-Hall.

de Vries, J. L., Visser, G. H., & Prechtl, H. F. (2008). The emergence of fetal behaviour. I. Qualitative aspects. *Early Human Development, 7,* 301–322.

Watson, M. M., & Lof, G. L. (2008). Epilogue: What we know about nonspeech oral motor exercises. *Seminars in Speech and Language, 29*, 339–344.

Wenke, R. J., Gooze´e, J. V, Murdoch, B. E., & LaPointe L. L. (2006). Dynamic assessment of articulation during lingual fatigue in myasthenia gravis. *Journal of Medical Speech-Language Pathology, 14,* 13–32.

Westerman, G., & Miranda, E. R. (2004). A new model of sensorimotor coupling in the development of speech. *Brain and Language, 89,* 393–400.

Wiik, K. (1965). *Finnish and English vowels.* Väitöskirja. Turku: Turun yliopisto.

Wiik, K. (1981). *Fonetiikan perusteet.* Porvoo: WSOY.

Wildgruber, D., Ackermann, H., Klose, U., Kardatzki, R., & Grodd, W. (1996). Functional lateralization of speech production in the primary motor cortex: A fMRI study. *Neuroreport, 7,* 2791–2795.

Williams, A. L., McLeod, A., & McCauley, R. J. (2010). Introduction to interventions for speech sound disorders in children. Teoksessa A. L.Williams, A. McLeod, & R. J. McCauley. *Speech sound disorders in children.* (s. 1–26). Baltimore: Paul H. Brookes Punblishing Co.

Wilson, E. M., Green, J. R., Yonosova, Y.Y., & Moore, C. A. (2008). Task specificity in early oral motor development. *Seminars in Speech and Language, 29*, 257–266.

LIITE 1

Tutkittavan suostumusasiakirja

Lastani on pyydetty osallistumaan tutkimukseen, jonka tarkoituksena on selvittää oraalimotorista ja puhemotorista tasoa terveillä suomenkielisillä lapsilla. Olen lukenut tutkimusta koskevan tiedotteen ja saanut mahdollisuuden esittää tarkentavia kysymyksiä ottamalla yhteyttä tutkimuksen tekijöihin. Tiedän, että tutkimukseen osallistuminen edellyttää äänitallenteiden tekemistä. Tunnen saaneeni riittävästi tietoa lapseni oikeuksista, tutkimuksen tarkoituksesta ja siihen osallistumisesta.

Tiedän, että lapsellani on oikeus kieltäytyä tutkimukseen osallistumisesta ja voin myöhemmin halutessani myös syytä ilmoittamatta peruuttaa suostumukseni. Tiedän, että lapsestani kerättyjä tietoja ja äänitallenteita käsitellään luottamuksellisesti eikä niitä luovuteta ulkopuolisille ja niitä säilytetään Oulun yliopiston logopedian laitoksella vuoteen 2015 saakka, jonka jälkeen ne hävitetään.

Annan suostumukseni lapseni osallistumiselle tutkimukseen Kyllä___ Ei___

Paikka _____ Aika _____

Tutkittavan nimi _____Henkilötunnus _____

Huoltajan allekirjoitus ja nimen selvennys_____

Suostumuksen vastaanottajan allekirjoitus

ja nimen selvennys _____

Osoite ja puhelinnumero _____

Tutkimuksen vastaavana henkilönä toimii professori Matti Lehtihalmes

Osoite ja puhelinnumero: Logopedia, humanistinen tiedekunta PL 1000, 90014 Oulun yliopisto, puh: 08-553 3390

Tätä suostumusasiakirjaa on tehty kaksi (2kpl), joista toinen annetaan tutkittavalle ja toinen suostumuksen vastaanottajalle

LIITE 2

Tutkittavan suostumusasiakirja

Minua on pyydetty osallistumaan tutkimukseen, jonka tarkoituksena on selvittää oraalimotorista ja puhemotorista tasoa terveillä suomenkielisillä henkilöillä. Olen lukenut tutkimusta koskevan tiedotteen ja saanut mahdollisuuden esittää tarkentavia kysymyksiä ja keskustella niistä. Tiedän, että tutkimukseen osallistuminen edellyttää äänitallenteiden tekemistä. Tunnen saaneeni riittävästi tietoa oikeuksistani, tutkimuksen tarkoituksesta ja siihen osallistumisesta.

Tiedän, että minulla on oikeus kieltäytyä tutkimukseen osallistumisesta ja myöhemmin halutessani myös syytä ilmoittamatta peruuttaa suostumukseni. Tiedän, että minusta kerättyjä tietoja ja äänitallenteita käsitellään luottamuksellisesti eikä niitä luovuteta ulkopuolisille ja niitä säilytetään Oulun yliopiston logopedian laitoksella vuoteen 2015 saakka, jonka jälkeen ne hävitetään.

Suostun osallistumaan tutkimukseen Kyllä___ Ei___

Paikka _____ Aika _____

Tutkittavan nimi _____Henkilötunnus _____

Tutkittavan allekirjoitus ja nimen selvennys_____

Huoltajan allekirjoitus ja nimen selvennys_____

Suostumuksen vastaanottajan allekirjoitus

ja nimen selvennys_____

Osoite ja puhelinnumero_____

Tutkimuksen vastaavana henkilönä toimii professori Matti Lehtihalmes

Osoite ja puhelinnumero: Logopedia, humanistinen tiedekunta PL 1000, 90014 Oulun yliopisto, puh: 08-553 3390

Tätä suostumusasiakirjaa on tehty kaksi (2kpl), joista toinen annetaan tutkittavalle ja toinen suostumuksen vastaanottajalle

LIITE 3

Tutkittavan tutkimustiedote

Arvoisa huoltaja,

Olemme logopedian opiskelijoita ja teemme tutkimusta Oulun yliopistossa logopedian oppiaineessa puhe- ja oraalimotoriikan välisestä yhteydestä.

Tutkimus kestää noin tunnin ja se tehdään teille ja lapsellenne sopivana ajankohtana. Tutkimus tehdään päiväkodissa tai muussa sopimassamme paikassa. Tutkimuksessa lapsellenne annetaan erilaisia puhe- ja oraalimotorisia tehtäviä. Tehtävät sisältävät esimerkiksi tekstin ja lauseiden lukemista sekä suualueen liikesarjoja ja tavutoistotehtäviä. Tehtävät eivät edellytä mitään erityistaitoja, vaan ne liittyvät yleiseen suun ja kasvojen alueen lihasten hallintaan. Tehtävien välissä voidaan pitää pieniä taukoja. Tutkimuksesta ei aiheudu lapsellenne mitään haittaa. Osallistuminen on täysin vapaaehtoista. Voitte kieltäytyä tutkimuksesta tai keskeyttää sen koska tahansa.

Kaikki tätä tutkimusta varten kerätty tieto käsitellään luottamuksellisesti eikä teidän henkilötietoja paljasteta tutkimusryhmän ulkopuolisille henkilöille. Tutkimuksen tulokset julkaistaan siten, että niistä ei voi tunnistaa yksittäisiä henkilöitä. Tutkimuksessa kerättyä aineistoa analysoidaan ilman henkilötietomerkintöjä ja aineisto hävitetään, kun sitä ei enää tarvita tässä tutkimuksessa.

Tutkimuksen vastuuhenkilönä toimii logopedian professori Matti Lehtihalmes Oulun yliopistosta.

Halutessanne lisätietoja tutkimuksesta, voitte ottaa yhteyttä allekirjoittaneisiin tutkimuksen suorittajiin.

Jenni Piippola

HuK, logopedian opiskelija

044-xxxxxxx

Henna Kujala

HuK, logopedian opiskelija

040-xxxxxxx

Anna Koskela

HuK, logopedian opiskelija

045-xxxxxxx

Markku Nevala

Huk, logopedian opiskelija

045-xxxxxxx

Kaisa Punkeri

HuK, logopedian opiskelija

041-xxxxxxx

Pyydämme sinua vastaamaan seuraaviin kysymyksiin ja täyttämään oheisen lomakkeen

Onko lapsellanne todettu mitään puheen- tai kielenkehityksen häiriötä tai lukihäiriötä?
Kyllä ____ Ei____

Jos on, niin mitä? _____

_____

Onko lapsenne käynyt koskaan puheterapiassa?
Kyllä ____ Ei____

Jos on, niin miksi?_____

_____

Onko lapsenne motorinen kehitys ollut normaalista poikkeavaa?
Kyllä____ Ei_____

(esim. kävelemään oppiminen, pyöräileminen, syöminen, piirtäminen, leikkaaminen)

Jos on, niin miten se ilmeni/ilmenee? _____

_____

Onko lapsenne käynyt koskaan fysio/toimintaterapiassa?
Kyllä____ Ei_____

Jos on, niin miksi?_____

_____

Onko lapsenne kuulo-, näkö- tai tuntoaistissa todettu poikkeavuutta?
Kyllä____ Ei _____

Jos on, niin mitä?_____

_____

Onko lapsellanne mitään oraalimotorista kojetta käytössä tai oikomishoitoa käynnissä?
Kyllä ____ Ei_____

Jos on, niin mitä? _____

_____

Onko lapsenne kasvu ja kehitys ollut muuten normaalia?
Kyllä ____ Ei_____

_____

_____

LIITE 4

Tutkimustiedote 12-vuotiaiden vanhemmille

Arvoisat vanhemmat,

Olemme logopedian opiskelijoita ja teemme tutkimusta Oulun yliopistossa logopedian oppiaineessa puhe- ja oraalimotoriikan välisestä yhteydestä.

Tutkimus kestää noin tunnin ja se tehdään lapsellenne sopivana ajankohtana sopimassamme paikassa. Tutkimuksessa lapsellenne annetaan erilaisia puhe- ja oraalimotorisia tehtäviä, kuten tekstin ja sanojen lukemista sekä suualueen liikesarjoja ja tavutoistotehtäviä. Tehtävät eivät edellytä mitään erityistaitoja, vaan ne liittyvät yleiseen suun ja kasvojen alueen lihasten hallintaan. Tehtävien välissä voidaan pitää pieniä taukoja. Tutkimuksesta ei aiheudu lapsellenne mitään haittaa. Osallistuminen on täysin vapaaehtoista. Lapsenne voi kieltäytyä kieltäytyä tutkimuksesta tai keskeyttää osallistumisensa koska tahansa.

Kaikki tätä tutkimusta varten kerätty tieto käsitellään luottamuksellisesti eikä lapsenne henkilötietoja paljasteta tutkimusryhmän ulkopuolisille henkilöille. Tutkimuksen tulokset julkaistaan siten, että niistä ei voi tunnistaa lastanne. Tutkimuksessa kerättyä aineistoa analysoidaan ilman henkilötietomerkintöjä ja aineisto hävitetään, kun sitä ei enää tarvita tässä tutkimuksessa.

Tutkimuksen vastuuhenkilönä toimii logopedian professori Matti Lehtihalmes Oulun yliopistosta.

Halutessanne lisätietoja tutkimuksesta, voitte ottaa yhteyttä allekirjoittaneisiin tutkimuksen suorittajiin.

Jenni Piippola

HuK, logopedian opiskelija

044-xxxxxxx

Henna Kujala

HuK, logopedian opiskelija

040-xxxxxxx

Anna Koskela

HuK, logopedian opiskelija

045-xxxxxxx

Markku Nevala

HuK, logopedian opiskelija

045-xxxxxxx

Kaisa Punkeri

HuK, logopedian opiskelija

041-xxxxxxx

Pyydämme sinua vastaamaan seuraaviin kysymyksiin ja täyttämään oheisen lomakkeen

Onko lapsellanne todettu mitään puheen- tai kielenkehityksen häiriötä tai lukihäiriötä?
Kyllä ____ Ei____

Jos on, niin mitä? _____

_____

Onko lapsenne käynyt koskaan puheterapiassa?
Kyllä ____ Ei____

Jos on, niin miksi?_____

_____

Onko lapsenne motorinen kehitys ollut normaalista poikkeavaa?
Kyllä____ Ei_____

(esim. kävelemään oppiminen, pyöräileminen, syöminen, piirtäminen, leikkaaminen)

Jos on, niin miten se ilmeni/ilmenee? _____

_____

Onko lapsenne käynyt koskaan fysio/toimintaterapiassa?
Kyllä____ Ei_____

Jos on, niin miksi?_____

_____

Onko lapsenne kuulo-, näkö- tai tuntoaistissa todettu poikkeavuutta?
Kyllä____ Ei _____

Jos on, niin mitä?_____

_____

Onko lapsellanne mitään oraalimotorista kojetta käytössä tai oikomishoitoa käynnissä?
Kyllä ____ Ei_____

Jos on, niin mitä? _____

_____

Onko lapsenne kasvu ja kehitys ollut muuten normaalia?
Kyllä ____ Ei_____

_____

_____

LIITE 5

ARVIOINTILOMAKE: Oraalimotoriset taidot

Koehenkilö: _____

Päivämäärä: _____

Arvioidaan ensimmäinen yritys

1) Nosta kielen kärki kohti nenää.
1 kielen kärki yltää ylähuulen yli
2 onnistuu itsekorjauksella
3 kielen kärki on ylähuulella
4kielen kärki ei yllä ylähuulelle

2) Työnnä kieli huulten välistä ulos mahdollisimman paksuna (sikari).
1 sikari onnistuu täysin
2 onnistuu itsekorjauksella
3 sikari muistuttaa kuppia/kourua
4 kieli ei tule huulten yli suusta ulos

3) Työnnä kieli ulos suusta ja muodosta kielellä kuppi.
1 kuppi onnistuu täysin
2 onnistuu itsekorjauksella
3 kuppi sekoittuu sikariin/kouruun/jää muuten vajaaksi
4 yksikään kielen reunoista ei kohoa eli kuppi ei onnistu lainkaan

4) Työnnä kieli ulos suusta ja muodosta kielellä kouru.
1 kouru onnistuu täysin
2 onnistuu itsekorjauksella
3 kouru sekoittuu kuppiin/sikariin tai jää
vajaaksi siten, että kielen laidat kohoavat vain hieman
4 kielen laidat eivät kohoa lainkaan

5) Mutrista huulesi ikään kuin olisit antamassa pusua siten, että huulten väliin ei jää rakoa.
1 onnistuu täysin
2 onnistuu itsekorjauksella
3 huulten väliin jää rako
4 suu jää auki eivätkä huulet työnny eteenpäin

6) Työnnä kieli ulos ja liikuta kielen kärkeä huulten ulkopuolella vasemmalta huulipieleltä oikealle niin nopeasti kuin pystyt. Leuan täytyy pysyä paikallaan.
1 kieli liikkuu nopeasti ja leuka pysyy paikallaan
2 onnistuu itsekorjauksella
3 kielen liike hidasta (alle 4 liikettä/s) tai epäsymmetristä, mutta leuka pysyy paikallaan
4 leuka liikkuu kielen liikkeiden mukana

7) Työnnä kieli voimakkaasti molempia poskia vasten suun ollessa auki, samalla kun kokeilen vastustaa liikettä sormella.
1 tehtävä onnistuu molemmille puolille, pystyy vastustamaan ulkopuolista painetta
2 onnistuu itsekorjauksella
3 ei onnistu kuin toiselle puolelle tai ei pysty vastustamaan painetta
4 kieli ei tunnu tunnusteltaessa eikä sitä voi havaita posken pullistumisena

8) Liikuta kieltä ylähuulelta alahuulelle viisi kertaa. Leuan täytyy pysyä paikallaan.
1 tehtävä onnistuu täysin
2 onnistuu itsekorjauksella
3 liike on epäsymmetrinen
4 leuka liikkuu jatkuvasti kielen liikkeiden mukana

9) Avaa suu isolle ja vie kieli vuoroin mahdollisimman eteen ja vuoroin suun sisään
mahdollisimman taakse viisi kertaa leuan pysyessä paikallaan.
1 liike sujuu joustavasti
2 onnistuu itsekorjauksella
3 kielen liike jää vajaaksi siten, että kieli ei yllä huulten yli suusta ulos
4 leuka lähtee liikkeeseen mukaan

10) Avaa leukaasi pystysuunnassa viisi kertaa mahdollisimman laajasti.
1 liike onnistuu laajasti
2 onnistuu itsekorjauksella
3 liikerata jää suppeaksi
4 leuka liikkuu horisontaalisesti

11) Liikuta leukaasi vasemmalta oikealle viisi kertaa mahdollisimman laajasti pitäen suu kiinni ja pää paikoillaan.
1 liike onnistuu symmetrisesti molempiin suuntiin
2 onnistuu itsekorjauksella
3 liike on epäsymmetrinen
4 leuka ei liiku sivusuunnassa tai pää lähtee liikkeeseen mukaan

12) Liikuta kieltäsi suupielien ympäri molempiin suuntiin kolme kertaa (kellon viisari). Leuan täytyy pysyä paikallaan.
1 kieli liikkuu symmetrisesti huulten ympäri ilman, että leuka liikkeessä mukana
2 onnistuu itsekorjauksella
3 kielen liike jää vajaaksi eli kieli ei liiku koko ympyrää tai se liikkuu vain toiseen suuntaan, leuka pysyy paikallaan
4 leuka on liikkeessä mukana ja/tai kieli liikkuu liian laajaa ympyrää eli kielen kärki ulottuu reilusti huulten yli

13) Vihellä.
1 viheltäminen onnistuu normaalisti
2 onnistuu itsekorjauksella
3 viheltäminen kuulostaa puhaltamiselta
4 pelkkä ilmavirta tulee suusta ulos

LIITE 6

5-VUOTIAAT

1. Oraalimotoriset tehtävät

2. Diadokkokinesia

”Seuraavassa tehtävässä on neljä osaa, joista kukin kestää noin seitsemän sekuntia. Näytän sinulle erilaisia tavuja, joita sinun tulee toistaa. Toista tavua niin pitkään, kunnes annan merkin. Toista tavut mahdollisimman nopeasti. Jos sanat menevät sekaisin tai tulee virhe, älä anna sen häiritä vaan jatka eteenpäin. Voit aloittaa sitten kun olet valmis ”

On tärkeää saada tallenne suorituksen alusta saakka ja suorituksen on kestettävä hieman yli 5 sekuntia (jotta kaikki näytteet ovat varmasti riittävän pitkiä). Testaaja voi antaa esimerkin suoritettavista tavutoistoista.

1) koehenkilö toistaa tavua /pa/ mahdollisimman nopeasti viiden sekunnin ajan.

2) koehenkilö toistaa tavua /ta/ mahdollisimman nopeasti viiden sekunnin ajan.

3) koehenkilö toistaa tavua /ka/ mahdollisimman nopeasti viiden sekunnin ajan.

4) koehenkilö toistaa tavuyhdistelmää /pa-ta-ka/ mahdollisimman nopeasti viiden sekunnin ajan.

3. Artikulaatiotarkkuuden tutkimusmenetelmät

1. Seuraavaksi kuulet tietokoneelta erilaisia sanoja, jotka eivät tarkoita mitään. Toista sana sen kuultuasi sitten kun olet valmis.

lyyve, entava, maijona, entolomi, pantto, puontisoki, sieskä, kuistale, nalu, makalone, peekusa, tummiteli, antu, miiste, sillova, tumila, käitäjoti, teiju, paasuvani, nolkkuvelo, kikko, konsseli, laastokelu, naastelo

2. Seuraavaksi kuulet tietokoneelta erilaisia lauseita. Toista lauseet kuultuasi sitten kun olet valmis.

Anna lukee.

Lumi sulaa.

Sataa vettä.

Talo palaa.

Mummo kutoo.

Pikkumyy juoksee nopeasti.

Hammaspeikot liikkuvat yöllä.

Appelsiini on terveellinen hedelmä.

Kuningatar on prinsessan äiti.

Nuuskamuikkunen soittaa huuliharppua.

3. Seuraavassa tehtävässä on tarkoitus toistaa edellisissä tehtävissä olleita sanoja ja lauseita mahdollisimman nopeasti. Toista sana tai lause esimerkin jälkeen sitten kun olet valmis.

lyyve, entolomi, puontisoki, kuistale, nalu, antu, käitäjoti, teiju, nolkkuvelo, kikko

Anna lukee.

Lumi sulaa.

Sataa vettä.

Talo palaa.

Mummo kutoo.

Pikkumyy juoksee nopeasti.

Hammaspeikot liikkuvat yöllä.

Appelsiini on terveellinen hedelmä.

Kuningatar on prinsessan äiti.

Nuuskamuikkunen soittaa huuliharppua.

LIITE 7

RYHMÄ 1

Teksti ”Aurinko ja pohjatuuli”

1. Lukeminen toistolla

Tutustu tekstiin Aurinko ja pohjatuuli hiljaa itsenäisesti

Lue teksti normaalisti ääneen

Lue sama teksti taas normaalisti ääneen

2. Oraalimotoriset tehtävät

3. Diadokkokinesia

”Seuraavassa tehtävässä on neljä osaa, joista kukin kestää noin seitsemän sekuntia. Näytän sinulle erilaisia tavuja, joita sinun tulee toistaa. Toista tavua niin pitkään, kunnes annan merkin. Toista tavut mahdollisimman nopeasti. Jos sanat menevät sekaisin tai tulee virhe, älä anna sen häiritä vaan jatka eteenpäin. Voit aloittaa sitten kun olet valmis ”

On tärkeää saada tallenne suorituksen alusta saakka ja suorituksen on kestettävä hieman yli 5 sekuntia (jotta kaikki näytteet ovat varmasti riittävän pitkiä). Testaaja voi antaa esimerkin suoritettavista tavutoistoista.

1) koehenkilö toistaa tavua /pa/ mahdollisimman nopeasti viiden sekunnin ajan.

2) koehenkilö toistaa tavua /ta/ mahdollisimman nopeasti viiden sekunnin ajan.

3) koehenkilö toistaa tavua /ka/ mahdollisimman nopeasti viiden sekunnin ajan.

4) koehenkilö toistaa tavuyhdistelmää /pa-ta-ka/ mahdollisimman nopeasti viiden sekunnin ajan.

4. Artikulaatiotarkkuuden tutkimusmenetelmät

1. Seuraavaksi näet tietokoneelta erilaisia sanoja, jotka eivät tarkoita mitään. Sano sana sitten kun olet valmis.

lyyve, entava, maijona, entolomi, pantto, puontisoki, sieskä, kuistale, nalu, makalone, peekusa, tummiteli, antu, miiste, sillova, tumila, käitäjoti, teiju, paasuvani, nolkkuvelo, kikko, konsseli, laastokelu, naastelo

2. Seuraavaksi sano näkemäsi lauseet sitten kun olet valmis.

Anna lukee.

Lumi sulaa.

Sataa vettä.

Talo palaa.

Mummo kutoo.

Kilpailija saapui maaliin hengästyneenä ja läpimärkänä.

Kiinalaisessa viuhkassa oli harvinainen timantti.

Jääkiekkoilijalle vihellettiin rangaistus pelin viivyttämisestä.

Sauli Niinistö on Suomen presidentti.

Pituushypyn maailmanennätys on melkein yhdeksän metriä.

3. Seuraavassa tehtävässä on tarkoitus sanoa edellisissä tehtävissä olleita sanoja ja lauseita mahdollisimman nopeasti. Sano sana tai lause lause niin nopeasti kuin pystyt, sitten kun olet valmis.

lyyve, entolomi, puontisoki, kuistale, nalu, antu, käitäjoti, teiju, nolkkuvelo, kikko

Anna lukee.

Lumi sulaa.

Sataa vettä.

Talo palaa.

Mummo kutoo.

Kilpailija saapui maaliin hengästyneenä ja läpimärkänä.

Kiinalaisessa viuhkassa oli harvinainen timantti.

Jääkiekkoilijalle vihellettiin rangaistus pelin viivyttämisestä.

Sauli Niinistö on Suomen presidentti.

Pituushypyn maailmanennätys on melkein yhdeksän metriä.

5. Lue Aurinko ja pohjatuuli -teksti niin nopeasti kuin pystyt.

LIITE 8

RYHMÄ 2

Teksti ”Aurinko ja pohjatuuli”

1. Lukeminen kiinnittäen erityistä huomiota tekstiin

Tutustu tekstiin Aurinko ja Pohjatuuli ensin hiljaa itsenäisesti

-Lue teksti normaalisti ääneen

-Lue sama teksti taas normaalisti ääneen erityisen huolellisesti

2. Oraalimotoriset tehtävät

3. Diadokkokinesia

”Seuraavassa tehtävässä on neljä osaa, joista kukin kestää noin seitsemän sekuntia. Näytän sinulle erilaisia tavuja, joita sinun tulee toistaa. Toista tavua niin pitkään, kunnes annan merkin. Toista tavut mahdollisimman nopeasti. Jos sanat menevät sekaisin tai tulee virhe, älä anna sen häiritä vaan jatka eteenpäin. Voit aloittaa sitten kun olet valmis ”

On tärkeää saada tallenne suorituksen alusta saakka ja suorituksen on kestettävä hieman yli 5 sekuntia (jotta kaikki näytteet ovat varmasti riittävän pitkiä). Testaaja voi antaa esimerkin suoritettavista tavutoistoista.

1) koehenkilö toistaa tavua /pa/ mahdollisimman nopeasti viiden sekunnin ajan.

2) koehenkilö toistaa tavua /ta/ mahdollisimman nopeasti viiden sekunnin ajan.

3) koehenkilö toistaa tavua /ka/ mahdollisimman nopeasti viiden sekunnin ajan.

4) koehenkilö toistaa tavuyhdistelmää /pa-ta-ka/ mahdollisimman nopeasti viiden sekunnin ajan.

4. Artikulaatiotarkkuuden tutkimusmenetelmät

1. Seuraavaksi näet tietokoneelta erilaisia sanoja, jotka eivät tarkoita mitään. Sano sana sitten kun olet valmis.

lyyve, entava, maijona, entolomi, pantto, puontisoki, sieskä, kuistale, nalu, makalone, peekusa, tummiteli, antu, miiste, sillova, tumila, käitäjoti, teiju, paasuvani, nolkkuvelo, kikko, konsseli, laastokelu, naastelo

2. Seuraavaksi sano näkemäsi lauseet sitten kun olet valmis.

Anna lukee.

Lumi sulaa.

Sataa vettä.

Talo palaa.

Mummo kutoo.

Kilpailija saapui maaliin hengästyneenä ja läpimärkänä.

Kiinalaisessa viuhkassa oli harvinainen timantti.

Jääkiekkoilijalle vihellettiin rangaistus pelin viivyttämisestä.

Sauli Niinistö on Suomen presidentti.

Pituushypyn maailmanennätys on melkein yhdeksän metriä.

3. Seuraavassa tehtävässä on tarkoitus sanoa edellisissä tehtävissä olleita sanoja ja lauseita mahdollisimman nopeasti. Sano sana tai lause lause niin nopeasti kuin pystyt, sitten kun olet valmis.

lyyve, entolomi, puontisoki, kuistale, nalu, antu, käitäjoti, teiju, nolkkuvelo, kikko

Anna lukee.

Lumi sulaa.

Sataa vettä.

Talo palaa.

Mummo kutoo.

Kilpailija saapui maaliin hengästyneenä ja läpimärkänä.

Kiinalaisessa viuhkassa oli harvinainen timantti.

Jääkiekkoilijalle vihellettiin rangaistus pelin viivyttämisestä.

Sauli Niinistö on Suomen presidentti.

Pituushypyn maailmanennätys on melkein yhdeksän metriä.

5. Lue Aurinko ja pohjatuuli -teksti niin nopeasti kuin pystyt.

LIITE 9

RYHMÄ 3

Teksti ”Aurinko ja pohjatuuli”

1. Tekstin lukeminen

-Tutustu tekstiin Aurinko ja pohjatuuli hiljaa itsenäisesti

-Lue teksti normaalisti ääneen

2. Oraalimotoriikka

1. Rentoutusharjoitukset (Liikkeiden aikana seistään!).

-Anna käsien olla rentoina vartalon molemmin puolin. Nosta olkapäät korkealle ylös. Lasken nyt hitaasti viiteen ääneen. Anna käsien pudota rennosti alas. Toistetaan.

-Kurota käsivarret suorina kohti kattoa niin ylös kuin saat. Lasken nyt hitaasti viiteen ääneen. Päästä käsivarret putoamaan rennosti alas. Toistetaan.

-Aseta kädet yhteen selän takana, vedä hartioita taaksepäin ja nosta käsivarsia ylöspäin. Lasken nyt hitaasti viiteen ääneen. Päästä käsivarret takaisin sivuille. Toistetaan.

-Kallista päätä hitaasti oikeaa olkapäätä kohden niin pitkälle kuin pystyt. Lasken nyt hitaasti viiteen ääneen. Kallista nyt päätä vasenta olkapäätä kohden. Lasken taas viiteen ääneen. Tuo pää takaisin keskelle. Ravistele hartioita ja käsivarsia rennosti (voidaan näyttää mallia).

-Aseta keski- ja etusormi korvannipukan juureen. Avaa suu isoksi. Korvan juureen syntyy pieni kuoppa, johon sormenpäät mahtuvat. Matki haukotusta. Voit päästää ääntäkin. Toistetaan.

2. Oraalimotoriset tehtävät

3. Luetaan teksti uudelleen

4. Diadokkokinesia

”Seuraavassa tehtävässä on neljä osaa, joista kukin kestää noin seitsemän sekuntia. Näytän sinulle erilaisia tavuja, joita sinun tulee toistaa. Toista tavua

niin pitkään, kunnes annan merkin. Toista tavut mahdollisimman nopeasti. Jos sanat menevät sekaisin tai tulee virhe, älä anna sen häiritä vaan jatka eteenpäin. Voit aloittaa sitten kun olet valmis ”

On tärkeää saada tallenne suorituksen alusta saakka ja suorituksen on kestettävä hieman yli 5 sekuntia (jotta kaikki näytteet ovat varmasti riittävän pitkiä). Testaaja voi antaa esimerkin suoritettavista tavutoistoista.

1) koehenkilö toistaa tavua /pa/ mahdollisimman nopeasti viiden sekunnin ajan.

2) koehenkilö toistaa tavua /ta/ mahdollisimman nopeasti viiden sekunnin ajan.

3) koehenkilö toistaa tavua /ka/ mahdollisimman nopeasti viiden sekunnin ajan.

4) koehenkilö toistaa tavuyhdistelmää /pa-ta-ka/ mahdollisimman nopeasti viiden sekunnin ajan.

5. Artikulaatiotarkkuuden tutkimusmenetelmät

1. Seuraavaksi näet tietokoneelta erilaisia sanoja, jotka eivät tarkoita mitään. Sano sana sitten kun olet valmis.

lyyve, entava, maijona, entolomi, pantto, puontisoki, sieskä, kuistale, nalu, makalone, peekusa, tummiteli, antu, miiste, sillova, tumila, käitäjoti, teiju, paasuvani, nolkkuvelo, kikko, konsseli, laastokelu, naastelo

2. Seuraavaksi sano näkemäsi lauseet sitten kun olet valmis.

Anna lukee.

Lumi sulaa.

Sataa vettä.

Talo palaa.

Mummo kutoo.

Kilpailija saapui maaliin hengästyneenä ja läpimärkänä.

Kiinalaisessa viuhkassa oli harvinainen timantti.

Jääkiekkoilijalle vihellettiin rangaistus pelin viivyttämisestä.

Sauli Niinistö on Suomen presidentti.

Pituushypyn maailmanennätys on melkein yhdeksän metriä.

3. Seuraavassa tehtävässä on tarkoitus sanoa edellisissä tehtävissä olleita sanoja ja lauseita mahdollisimman nopeasti. Sano sana tai lause lause niin nopeasti kuin pystyt, sitten kun olet valmis.

lyyve, entolomi, puontisoki, kuistale, nalu, antu, käitäjoti, teiju, nolkkuvelo, kikko

Anna lukee.

Lumi sulaa.

Sataa vettä.

Talo palaa.

Mummo kutoo.

Kilpailija saapui maaliin hengästyneenä ja läpimärkänä.

Kiinalaisessa viuhkassa oli harvinainen timantti.

Jääkiekkoilijalle vihellettiin rangaistus pelin viivyttämisestä.

Sauli Niinistö on Suomen presidentti.

Pituushypyn maailmanennätys on melkein yhdeksän metriä.

6. Lue Aurinko ja pohjatuuli -teksti niin nopeasti kuin pystyt.

LIITE 10

RYHMÄ 4

Teksti ”Aurinko ja pohjatuuli”

1.Tekstin lukeminen

Tutustu tekstiin Aurinko ja pohjatuuli ensin hiljaa itsenäisesti

Lue teksti normaalisti ääneen

2. Oraalimotoriset tehtävät

3. Puhemotoriset harjoitukset

1. Ampiainen

Päästetään “z -ääntä”. Tehdään 2 x 10 sekuntia, tarvittaessa pätkissä.

2. Lärpätys

-Lärpätä kieltä ylähuulta vasten, niin että ääntä kuuluu. Tehdään 2 x 10 sekuntia, tarvittaessa pätkissä.

3. Drillit

De-de-de…, di-di-di…, du-du-du,…,dy-dy-dy…, dö-dö-dö. Tehdään jokaista drilliä 10 sekuntia, tarvittaessa pätkissä.

4. Tavusarja

Ma- me- mi- mo 15 sekuntia

Mu- my- mä - mö 15 sekuntia

Hevosen päristely

- Mutrista huulia, tuo niitä eteen ja päästä ilmaa purskahtamaan huulten välistä. Tehdään 15 sekuntia tarvittaessa pätkissä

4. Lue teksti uudelleen

5. Diadokkokinesia

”Seuraavassa tehtävässä on neljä osaa, joista kukin kestää noin seitsemän sekuntia. Näytän sinulle erilaisia tavuja, joita sinun tulee toistaa. Toista tavua niin pitkään, kunnes annan merkin. Toista tavut mahdollisimman nopeasti. Jos sanat menevät sekaisin tai tulee virhe, älä anna sen häiritä vaan jatka eteenpäin. Voit aloittaa sitten kun olet valmis ”

On tärkeää saada tallenne suorituksen alusta saakka ja suorituksen on kestettävä hieman yli 5 sekuntia (jotta kaikki näytteet ovat varmasti riittävän pitkiä). Testaaja voi antaa esimerkin suoritettavista tavutoistoista.

1) koehenkilö toistaa tavua /pa/ mahdollisimman nopeasti viiden sekunnin ajan.

2) koehenkilö toistaa tavua /ta/ mahdollisimman nopeasti viiden sekunnin ajan.

3) koehenkilö toistaa tavua /ka/ mahdollisimman nopeasti viiden sekunnin ajan.

4) koehenkilö toistaa tavuyhdistelmää /pa-ta-ka/ mahdollisimman nopeasti viiden sekunnin ajan.

6. Artikulaatiotarkkuuden tutkimusmenetelmät

1. Seuraavaksi näet tietokoneelta erilaisia sanoja, jotka eivät tarkoita mitään. Sano sana sitten kun olet valmis.

lyyve, entava, maijona, entolomi, pantto, puontisoki, sieskä, kuistale, nalu, makalone, peekusa, tummiteli, antu, miiste, sillova, tumila, käitäjoti, teiju, paasuvani, nolkkuvelo, kikko, konsseli, laastokelu, naastelo

2. Seuraavaksi sano näkemäsi lauseet sitten kun olet valmis.

Anna lukee.

Lumi sulaa.

Sataa vettä.

Talo palaa.

Mummo kutoo.

Kilpailija saapui maaliin hengästyneenä ja läpimärkänä.

Kiinalaisessa viuhkassa oli harvinainen timantti.

Jääkiekkoilijalle vihellettiin rangaistus pelin viivyttämisestä.

Sauli Niinistö on Suomen presidentti.

Pituushypyn maailmanennätys on melkein yhdeksän metriä.

3. Seuraavassa tehtävässä on tarkoitus sanoa edellisissä tehtävissä olleita sanoja ja lauseita mahdollisimman nopeasti. Sano sana tai lause lause niin nopeasti kuin pystyt, sitten kun olet valmis.

lyyve, entolomi, puontisoki, kuistale, nalu, antu, käitäjoti, teiju, nolkkuvelo, kikko

Anna lukee.

Lumi sulaa.

Sataa vettä.

Talo palaa.

Mummo kutoo.

Kilpailija saapui maaliin hengästyneenä ja läpimärkänä.

Kiinalaisessa viuhkassa oli harvinainen timantti.

Jääkiekkoilijalle vihellettiin rangaistus pelin viivyttämisestä.

Sauli Niinistö on Suomen presidentti.

Pituushypyn maailmanennätys on melkein yhdeksän metriä.

7. Lue Aurinko ja pohjatuuli -teksti niin nopeasti kuin pystyt.

LIITE 11

5-vuotiaat				12-vuotiaat			
koehlö	**sp**	**SOM**	**NOT-S**	**koehlö**	**sp**	**SOM**	**NOT-S**
1	1	23	0	41	1	22	0
2	1	31	0	42	1	27	0
3	1	32	0	43	1	30	1
4	1	29	2	44	1	27	1
5	2	27	3	45	2	24	0
6	2	30	1	46	2	30	0
7	2	28	0	47	2	27	0
8	1	35	0	48	2	24	0
9	1	29	1	49	1	23	1
10	1	35	0	50	1	19	0
11	1	41	1	51	1	24	0
12	2	39	0	52	1	17	1
13	2	37	0	53	2	28	0
14	2	38	0	54	2	22	0
15	2	36	1	55	2	28	0
16	1	33	1	56	2	27	2
17	1	25	0	57	1	21	2
18	1	34	0	58	1	23	0
19	1	22	0	59	1	22	0
20	2	39	0	60	1	22	0
21	2	27	1	61	2	28	0
22	2	30	0	62	2	22	0
23	2	30	1	63	2	24	0
24	1	34	0	64	2	21	0
25	1	39	0	65	1	19	0
26	1	31	0	66	1	22	0
27	1	27	0	67	1	21	1
28	2	33	1	68	1	27	0
29	2	36	0	69	2	22	1
30	1	29	1	70	2	24	0
31	1	21	0	71	2	24	1
32	1	32	0	72	2	23	0
33	1	31	1	73	1	21	0
34	2	44	1	74	1	19	0
35	2	28	1	75	1	21	0
36	2	33	0	76	1	26	1
37	2	23	0	77	2	22	0
38	1	31	1	78	2	26	0
39	2	36	0	79	2	24	0
40	1	38	0	80	2	27	0

sp= sukupuoli (1=tyttö, 2=poika)
SOM=oraalimotoristen tehtävien summapistemäärä
NOT-S= Pohjoismaisen orofakiaalisen testiseurannan summapistemäärä