

**RESONAATTORIPUTKEN VÄLITTÖMÄT VAIKUTUKSET ÄÄNIOIREISTA
KÄRSIVIEN OPETTAJIEN JA OPETTAJAOPISKELIJOIDEN ÄÄNEEN**

Emmiina Räsänen
Pro gradu -tutkielma
Syyskuu 2016
Oulun yliopisto
Humanistinen tiedekunta
Logopedia

Pro gradu -tutkielma, elokuu 2016, 51 sivua + 4 liitettä

Oulun yliopisto, Humanistinen tiedekunta, Logopedia

RESONAATTORIPUTKEN VÄLITTÖMÄT VAIKUTUKSET ÄÄNIOIREISTA KÄRSIVIEN OPETTAJIEN JA OPETTAJAOPISKELIJOIDEN ÄÄNEEN

Tämän pro gradu -tutkielman tarkoituksena oli tarkastella, onko resonaattoriputkiharjoituksella välittömiä vaikutuksia äänioireista kärsivien opettajien ja opettajaopiskelijoiden ääneen. Tarkoituksena oli tarkastella välittömiä vaikutuksia kuulonvaraisen arvion, akustisen analyysin sekä koehenkilöiden itsearvioinnin avulla.

Tutkimukseen osallistui yhteensä 16 naishenkilöä, joista osa oli opettajia ($n = 7$) ja osa opettajaopiskelijoita ($n = 9$). Koehenkilöiltä äänitettiin fonaatio- ja lukunäytteet kolmeen kertaan: normaalilla puheäänellä, mahdollisimman hyvällä äänellä sekä resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen. Kaikki ääninäytteet arvioitiin kuulonvaraisen arvioinnin ja akustisen analyysin avulla sekä koehenkilöiltä pyydettiin oma arvio äänestään resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen. Kuulonvaraisen arvion toteutti kaksi Oulun yliopiston logopedian laitoksen puheterapeuttia CAPE-V-menetelmää soveltaen. Akustinen analyysi toteutettiin Analysis of Dysphonia in Speech and Voice -ohjelmalla (ADSV).

Tässä tutkimuksessa kuulonvaraisessa arvioinnissa erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen verrattuna sitä ennen otettuihin ääninäytteisiin. Arviot äänen yleisestä poikkeavuuden asteesta sekä äänen puristeisuudesta olivat kuitenkin pienentyneet resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen. Akustisissa analyysissä koehenkilöiden L/H-suhteen minimiarvot olivat tilastollisesti merkitsevästi nousseet ja kepstrihuipun perustaajuuden keskihajonta-arvot olivat tilastollisesti merkitsevästi pienentyneet resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen. Nämä muutokset voidaan tulkita äänenlaadun parantumisenä. Koehenkilöiden itsearvioinnin perusteella tuntemukset kurkun ja kaulan alueella olivat selvästi parantuneet resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen sekä äänen tuottaminen oli helpottunut.

Tutkimuksen perusteella voidaan päätellä, että resonaattoriputkella voi olla välittömiä positiivisia vaikutuksia ääneen. Erityisesti koehenkilöiden oma kokemus resonaattoriputkesta antoi hyviä tuloksia. Tämän tutkimuksen tuloksia voidaan kuitenkin pitää vain suuntaa-antavina. Aihetta olisi hyvä tutkia lisää suuremmilla koehenkilöjoukoilla sekä selvästi äänihäiriöstä kärsivillä henkilöillä.

Avainsanat: Analysis of Dysphonia in Speech and Voice, ADSV, kuulonvarainen arviointi, resonaattoriputki

ESIPUHE

Mielenkiintoinen ja opettavainen, mutta myös vaativa prosessi on tullut päätökseen ja pro gradu -tutkielmani on viimein valmis! Suuret kiitokset kaikille tutkimukseen osallistuneille koehenkilöille, jotka mahdollistivat tutkielmani toteutumisen. Kiitos professori Matti Lehtihalmekselle tutkielmani asiantuntevasta ohjauksesta sekä fonetiikan lehtori Pentti Kärkkölle avusta äänitysten suunnittelussa ja analyysiohjelmien käytössä. Kiitos yliopistonlehtori Leila Paavola-Ruotsalaiselle ja professori Matti Lehtihalmekselle tutkimukseni kuulonvaraisen arvioinnin toteuttamisesta. Suuri kiitos myös yliopisto-opettaja Helena Laukkalalle avusta tilastollisen analyysin tekemisessä.

Kiitos rakkaalle puolisololleni sekä ystäville, jotka olette jaksaneet kannustaa koko tämän projektin ajan. Rakkaimmat kiitokset pienelle iloiselle pojalleni, omalle auringolleni, joka tuot onnenhetkiä jokaiseen päivään.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ESIPUHE

| | |
|---|-----------|
| 1 JOHDANTO | 1 |
| 1.1 Terve ääni ja äänihäiriöt | 2 |
| 1.2 Äänen laadun arviointi..... | 3 |
| 1.2.1 Äänen kuulonvarainen arviointi | 3 |
| 1.2.2 Äänen akustinen analyysi | 4 |
| 1.3 Opettajien ja opettajaopiskelijoiden äänihäiriöt | 7 |
| 1.3.1 Opettajien ja opettajaopiskelijoiden äänihäiriöiden esiintyvyys | 7 |
| 1.3.2 Äänihäiriöille altistavat tekijät ja vaikutukset opettajan työhön | 8 |
| 1.4 Resonaattoriputken käyttö ääniterapiassa..... | 10 |
| 1.5 Ääniharjoitusten välittömät vaikutukset ääneen..... | 11 |
| 2 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET | 18 |
| 3 TUTKIMUSMENELMÄT | 19 |
| 3.2 Tutkittavat ja aineiston kerääminen..... | 19 |
| 3.3 Aineiston kuulonvarainen arviointi | 21 |
| 3.4 Aineiston akustinen analyysi | 23 |
| 3.5 Koehenkilöiden oma arvio äänestään | 24 |
| 4 TULOKSET | 25 |
| 4.1 Kuulonvarainen arviointi..... | 25 |
| 4.2 Akustinen analyysi | 25 |
| 4.3 Koehenkilöiden oma arvio äänestään | 28 |
| 5 POHDINTA..... | 33 |
| 5.1 Tutkimustulosten arviointi..... | 34 |
| 5.2 Tutkimuksen toteuttamisen ja luotettavuuden arviointi | 37 |
| 5.3 Johtopäätökset ja jatkotutkimusaiheet | 41 |
| LÄHTEET..... | 44 |

LIITTEET

1 JOHDANTO

Ääni on tärkeä työväline ammateissa, joissa ollaan paljon tekemisissä ihmisten kanssa ja ääntä käytetään päivittäin (Sala, Sihvo & Laine, 2011, s. 5). Ammattiäänenkäyttäjäksi voidaan luokitella henkilö, joka tarvitsee jatkuvaa ja hyvää äänenkäyttöä työssään (Hazlett, Duffy & Moorhead, 2011). Opettajat muodostavat yhden ääniammattilaisten ryhmän, joille kestävä ja terve ääni on edellytys työssä menestymiselle.

Opettajan työssä yhdistyvät vaativa äänenkäyttö sekä äänelle haasteellinen ympäristö. Tutkimukset ovatkin osoittaneet, että opettajilla on suurentunut riski saada äänihäiriö (Russel, Oates & Greenwood, 1998; Simberg, Sala, Laine & Rönnemaa, 2001; Smith, Lemke, Taylor, Kirchner & Hoffman, 1998). Äänihäiriöitä esiintyy opettajilla maailmanlaajuisesti ja opettajien äänenkäyttöön liittyvien ongelmien on havaittu lisääntyneen (Simberg, Sala, Vehmas & Laine, 2005). Opettajat muodostavat myös suuren osan puheterapeuttien äänihäiriöasiakkaista (Fritzell, 1996; Titze, Lemke & Montequin, 1997).

Opettajan työtä tekevien lisäksi myös opettajaksi opiskelevilla on todettu esiintyvän äänihäiriöitä (Simberg, Laine, Sala, Rönnemaa, 2000). Opettajakoulutukseen hakevat eivät ole välttämättä ammattia valitessaan ottaneet huomioon, että puhuminen ja äänenkäyttö ovat hyvin olennainen osa opettajan työtä. Opettajien koulutukseen sisältyvä äänenkäytön valmennus on myös hyvin vähäistä (Sihvo, 2006 s. 45).

Ammattiäänenkäyttäjien ääni on kiinnostanut tutkijoita, ja esimerkiksi opettajien äänihäiriöiden kuntoutuksesta löytyy runsaasti tutkimustietoa. Vähemmän on sen sijaan tutkittu ääniharjoitusten välittömiä vaikutuksia ääneen. Aihe on tärkeä, koska olisi hyvä löytää keinoja, joilla opettajat voisivat vaikuttaa välittömästi ääneen, esimerkiksi äänen palautumiseen työpäivän aikana ja sen jälkeen. Tärkeää on myös löytää sellaisia toimivia menetelmiä, jotka ovat helposti opittavissa ja joita on mahdollista suorittaa myös muualla kuin terapeutin vastaanotolla. Näin voitaisiin myös paremmin ennaltaehkäistä äänihäiriön syntymistä. Äänihäiriöiden ennaltaehkäisy olisi tärkeää myös opettajaksi opiskelevien kannalta, joilla on vielä koko pitkä ura äänenkäyttöä edessään. Ääniharjoitusten välittömistä vaikutuksista on raportoitu jonkin verran tutkimustuloksia ja tulokset ovat tähän asti olleet myönteisiä. Aiemmat tutkimukset ovat myös uusia, mikä kertoo, että aihe on tällä hetkellä ajankohtainen. Tämän tutkielman

tarkoituksena on selvittää kuulonvaraisen arvioinnin, akustisen analyysin sekä koehenkilöiden itsearvioinnin perusteella, onko resonaattoriputken avulla tehdyillä ääniharjoituksilla välitöntä vaikutusta opettajaksi opiskelevien naisten sekä naisopettajien ääneen.

1.1 Terve ääni ja äänihäiriöt

Terveen äänen tuotto tapahtuu puhe-elimistöä mahdollisimman vähän rasittaen, mahdollisimman helposti ja vähällä vaivalla (Laukkanen & Leino, 2001, s. 14–15). Hyvä ääni on kantava, se kestää hyvin eikä puhujan tarvitse ponnistella tuottaessaan ääntä. Boonen, MacFarlanen ja Von Bergin (2005, s. 12–13) määritelmän mukaan terve ääni on riittävän voimakas, jolloin normaalikuuloinen kuulee sen vaivatta. Äänentuottotavan ollessa puhujalle optimaalinen, se ei aiheuta äänihuuliin muutoksia eikä tee puhujalle kipeää. Terve ääni myös kuulostaa miellyttävältä ja se vastaa puhujan ikää ja sukupuolta, jolloin kuuntelija ei kiinnitä siihen erityistä huomiota.

Äänihäiriö on kyseessä silloin, jos ääni ei kestä käytössä (Sala ym., 2011, s. 14). Esimerkiksi pitkään ja yhtäjaksoisesti puhuminen voi olla hankalaa ja äänen laatu voi muuttua tarkoitukseen sopimattomaksi. Kurkussa saattaa esiintyä epämiellyttäviä tuntemuksia, kuten limaisuutta, palan tunnetta, kutinaa tai kipua. Puhetilanteet voivat oireiden myötä muuttua epämiellyttäväksi, kun joutuu jännittämään, että kestääkö ääni.

Äänihäiriöt voidaan luokitella toiminnallisiin ja elimellisiin äänihäiriöihin (Sala ym., 2011, s. 14). Elimellisissä eli orgaanisissa äänihäiriöissä ääniongelmia ei aiheuta itsessään väärä äänenkäyttötapa, vaan jonkinlainen rakenteellinen muutos äänihuulissa (Boone ym., 2005, s. 76). Orgaanisiin muutoksiin voi kuitenkin olla syynä jonkinasteinen väärä äänentuottotekniikka. Yleisimpiä muutoksia äänihuulissa ovat äänihuulikyhmyt ja äänihuulipolyypit (Sala ym., 2011, s. 15–16).

Toiminnallisella äänihäiriöllä tarkoitetaan äänihäiriötä, johon ei liity rakenteellista tai neurologista ongelmaa (Roy, 2003). Äänihuulet ovat siis terveet, mutta äänielimistön toiminnassa on puutteita (Sala ym., 2011, s. 15). Kurkunpää saattaa olla liian jännittynyt ja ääni kuulostaa käheältä (Syed, Daniels & Bleach, 2009). Käheys terminä on yläkäsite, joka voidaan jakaa tarkoittamaan tarkemmin esimerkiksi karheutta, heikkoutta, vuotoisuutta tai puristeisuutta (Sala & Sovijärvi, 1998). Toiminnallisen äänihäiriön

syntyyn voi liittyä kurkunpään rasituksen tai infektion jälkeistä puheentuoton mekanismin ylikompensointia (Hoffman-Ruddy, Lehman, Crandell, Ingram & Sapienza, 2001). Kompensatoriset strategiat, kuten sopimaton hengitystapa tai kurkunpään lihasten jännittäminen yhdistettynä ääntä rasittavaan käytökseen, kuten huutamiseen tai liian kovaan ääneen puhumiseen altistavat äänihäiriön synnylle.

1.2 Äänen laadun arviointi

Ääntä voidaan arvioida akustisia ja kuulonvaraisia menetelmiä käyttäen (Baken & Orlikoff, 2007, s.1-3). Molemmissa menetelmissä on sekä hyvät puolensa että heikkoutensa, mutta menetelmien yhtäaikaisella käytöllä voidaan paikata niiden puutteita ja saada luotettavampia tutkimustuloksia (Kent, 1996). Äänen akustista analyysia voidaan pitää arvokkaana menetelmänä täydentämään muiden tutkimusmenetelmien tuloksia ja se voi olla hyvä apu esimerkiksi niille puheterapeuteille, joilla ei vielä ole riittävästi kokemusta erottelemaan äänenlaatua pelkästään kuulonvaraisesti (Sellman, 2004).

1.2.1 Äänen kuulonvarainen arviointi

Kuulonvaraisen arvioinnin avulla äänenlaadusta voidaan havaita äänielimestön toimintahäiriöön viittaavia piirteitä (Sala ym., 2011, s. 17). Kuulonvarainen arviointi on pitkään ollut ainoa keino arvioida äänen laatua ja sen hyviä puolia on toteuttamisen helppous ja edullisuus (Simberg ym., 2001). Kuulonvaraisen arvioinnin heikkous puolestaan on sen alttius virheille ja ennakkoasenteille: kuulija voi esimerkiksi kuulla ääninäytteestä virheellistä tietoa tai olla kuulematta jotain oleellista (Kent, 1996). Kuulonvaraista arviointia pidetään kuitenkin melko luotettavana menetelmänä, jos se on harjaantuneen kuuntelijan suorittama ja perustuu standardoituihin luokitusmenettelyihin (Hammarberg & Fitzell, 1986).

Yksi käytetyimmistä menetelmistä kuulonvaraisessa arvioinnissa on GRBAS, jossa arvioidaan asteikolla nollasta kolmeen äänen poikkeavuutta (G, grade), karheutta (R, rough), vuotoisuutta (B, breathy), voimattomuutta (A, asthenic) ja puristeisuutta (S, strained) (Hirano, 1981). GRBAS-menetelmän lisäksi paljon käytetty kuulonvaraisen

arvioinnin menetelmä on The Consensus Auditory—Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V) (Kempster, Garret, Verdolini Abbott, Barkmeier-Kraemer & Hillman, 2009). CAPE-V on uudempi menetelmä, jossa äänen laadusta arvioidaan poikkeavuuden astetta, karheutta, vuotoisuutta, puristeisuutta, korkeutta ja voimakkuutta. Näiden piirteiden arviointiin käytetään VAS-janaa (*visual analogue scale*) (Wewers & Lowe, 1990). CAPE-V-menetelmässä on tarkasti määritetyt tehtävät ja niiden sekä VAS-janan ansiosta se erottelee tarkasti pienetkin erot verrattuna esimerkiksi GRBAS-menetelmään (Karnell ym., 2007).

1.2.2 Äänen akustinen analyysi

Akustisten mittausten käyttö kliinisessä työssä on lisääntynyt, koska ne mahdollistavat tiedon keräämisen isoilta koehenkilöjoukoilta (Sellman, 2004). Täytyy kuitenkin muistaa, että ihmistä tutkittaessa läsnä on paljon muuttujia, joiden huomiotta jättäminen voi johtaa täysin virheelliseen tulkintaan. Parasta onkin käyttää akustista analyysiä kuulohavainnon tukena.

Perustaajuus

Perustaajuuden muodostaa ääniaallon värähtelyjakson samanlaisena toistuva liike eli äänen periodiset osat (Suomi, 1990, s. 19–36). Perustaajuus kuvaa äänen aiheuttaman ilmanpaineen vaihtelun eli värähtelyn nopeutta ja värähtelytaajuuden yksikkönä käytetään hertsiä (Hz). Miehellä äänirako sulkeutuu ja avautuu keskimäärin noin 100 kertaa sekunnissa, eli frekvenssi on 100 Hz. Naisen puheäänien keskimääräinen perustaajuus on noin 200 Hz (Mäenniemi, 2000). Akustisessa analyysissä äänen perustaajuuden mittaustuloksia pidetään luotettavina ja yhdenmukaisina niin yhden päivän kuin eri päivinäkin suoritetuissa mittauksissa (Bough, Heuer, Sataloff, Hills & Cater, 1996; Higgins, Netsell & Schulte, 1994; Stone & Rainey, 1991).

Puhujan käyttämän keskimääräisen sävelkorkeuden mittaamisella on merkitystä äänen laadun ja ääniongelmien asteen selvittämisessä (Wolfe, Cornell & Palmer, 1991). Normaalin puheen aikana esiintyy aina perustaajuuden vaihtelua (Baken & Orlikoff, 2007, s. 171). Ääntä, joka vaihtelee vain vähän, pidetään monotonisena. Perustaajuuden vaihtelun alue ulottuu matalimmasta perustaajuudesta (F0 min) korkeimpaan (F0 max).

Miehillä keskimääräinen F0 min on noin 77 Hz ja naisilla 134 Hz. F0 max on miehillä noin 567 Hz ja naisilla 895 Hz (Mathieson, 2000).

Tutkimuksissa on todettu, että äänen rasittumisen seurauksena äänen perustaajuus usein nousee (Hunter & Titze, 2010; Laukkanen, Ilomäki, Leppänen & Vilkmán, 2008; Rantala, 2000; Rantala & Vilkmán, 1999; Takala, 1996). Esimerkiksi Hunterin ja Titzen (2010) tutkimuksen mukaan naisopettajien keskimääräinen äänen perustaajuus oli työaikana korkeampi kuin vapaa-aikana. Todennäköinen tekijä on se, että opettajat puhuvat työaikana voimakkaammalla äänellä, jolloin perustaajuus on korkeampi kuin vapaa-aikana tavanomaiseen tapaan puhuttaessa. Rantalan ja Vilkmánin (1999) sekä Rantalan (2000) tutkimuksissa on myös selvinnyt, että niillä koehenkilöillä, jotka raportoivat runsaasti ääniongelmia, oli korkeampi perustaajuus kuin vähän äänioireista kärsineillä koehenkilöillä. Rantalan (2000) tutkimustulosten mukaan perustaajuus myös nousi työpäivän aikana. Samoin Laukkasen ym. (2008) tutkimustulokset osoittivat, että työpäivän jälkeen perustaajuus oli naisopettajilla korkeampi kuin ennen työpäivää ja myös väsymyksen tunne kurkussa oli lisääntynyt.

Spektraalisiin ja kepsraalisiin menetelmiin perustuvat akustiset mittaukset

Perinteisesti äänenlaatua voidaan mitata muun muassa puhekorkeusanalyysillä, signaali-kohina-suhdemittauksella ja perturbaatioanalyysillä (Laukkanen & Leino, 2001, s. 159–179). Perinteisillä akustisilla mittauksilla on ollut merkitystä äänihäiriön todentamisessa sekä terapiatulosten seurannassa. Äänentuotto on kuitenkin moniulotteinen prosessi ja perinteisiä menetelmiä onkin kritisoitu niiden yksipuolisuudesta (Carson, Ryalls, Hardin-Hollingsworth, Le Normand & Ruddy, 2015). Tämä on johtanut uusien menetelmien kehittämiseen, joissa otetaan huomioon äänen monet muuttujat ja niiden yhteisvaikutus äänihäiriön vaikeusasteen arvioinnissa. Tällainen uusi menetelmä on muun muassa KayPENTAXin Analysis of Dysphonia in Speech and Voice (ADSV) -ohjelma (Awan, 2011). ADSV -ohjelma perustuu spektraalisiin ja kepsraalisiin menetelmiin ja se analysoi äänenlaatua moniparametrisesti. ADSV:n etu perinteisiin akustisen analyysin menetelmiin on, että sillä pystyy tekemään äänen laadun arviointia fonaationäytteiden lisäksi myös jatkuvan puheen näytteistä.

ADSV:llä saadaan seuraavat mittausarvot: kepstrihuippu (*cepstral peak prominence, CPP*), matala/korkeataajuisen spektrienergian suhde (*L/H Spectral Ratio*) sekä näiden

mittausten keskihajonta-arvot (*SD*). ADSV antaa lisäksi arvot kepstrihuipun perustajuudesta (*Mean CPP F0*) sekä keskihajonnasta (*Mean CPP F0 SD*) (Awan, Roy & Cohen, 2013).

Spektraalisiin ja kepraalisiin menetelmiin perustuvat mittaukset tunnistavat hyvin äänihäiriön tyypin ja vaikeusasteen sekä fonaationäytteistä että jatkuvan puheen näytteistä (Awan, Roy, Jette, Meltzner & Hillman, 2010). Erityisesti kepstrihuipun on osoitettu tutkimuksissa erottelevan hyvin äänihäiriön vaikeusasteen (Awan, 2011). Heman-Ackahin, Michaelin ja Codingin (2002) tutkimuksen mukaan kepstrihuippu ennustaa hyvin sekä jatkuvan puheen näytteissä, että fonaationäytteissä äänen yleistä äänihäiriöastetta. Fonaatioäännön sekä jatkuvan puheen suhteen kepstrihuipun arvon on todettu olevan suurempi normaalissa äänessä kuin häiriöisessä äänessä (Awan, 2011).

Myös kepstrihuipun keskihajonnan on todettu hyvin erottelevan terveen äänen äänihäiriöstä (Awan, 2011). Kepstrihuipun keskihajonta on fonaatiossa normaalissa äänessä pienempi kuin häiriöisessä äänessä, koska pidennetyssä fonaatiossa äänen laadun, korkeuden ja voimakkuuden odotetaan olevan vakaata ja yhtenäistä. Jatkuvassa puheessa sen sijaan äänen vaihtelevuus, kuten äänen korkeuden ja voimakkuuden vaihtelut, kertovat normaalista äänestä. Jatkuvassa puheessa siis kepstrihuipun keskihajonta on normaalissa äänessä suurempi kuin häiriöisessä äänessä.

L/H-suhde on suurempi normaalissa äänessä ja päinvastoin pienempi äänihäiriöstä kärsivällä henkilöllä sekä fonaatiossa että jatkuvassa puheessa (Awan, 2011). Samoin kuin kepstrihuipun keskihajonta, myös L/H-suhteen keskihajonta kertoo äänen jatkuvuudesta ja vakaudesta. L/H-suhteen keskihajonta on fonaatiossa normaalissa äänessä pienempi ja äänihäiriössä suurempi, kun taas jatkuvassa puheessa päinvastoin normaalissa äänessä keskihajonta on suurempi ja häiriöisessä äänessä pienempi. L/H-suhteen on todettu korreloivan heikommin äänihäiriön vaikeusasteen kanssa kuin kepstrihuipun, mutta se on kuitenkin hyvä lisä kepstrihuipun rinnalle.

Tieteellistä näyttöä ADSV-menetelmän soveltuvuudesta äänihäiriöiden erotteluun on saatu. Esimerkiksi Awanin ja Royn ja Dromeyn (2009) tutkimuksessa menetelmä erotteli fonaationäytteistä hyvin äänihäiriön vaikeusasteen naisilla, joilla oli toiminnallinen äänihäiriö. Radish Kumar, Bhat ja Prasad (2010) puolestaan raportoivat tutkimustuloksissaan, että äänihyilykyhmyistä kärsivät henkilöt saivat fonaationäytteissä selvästi alhaisempia kepstrihuippuarvoja kuin terveääniset verrokkit.

Myös jatkuvan puheen näytteissä ADSV-menetelmän on todettu hyvin erottelevan äänihäiriöitä (Laften, Lazarus & Amin, 2008; Lowell, Colton, Kelley & Hahn, 2011; Maryn, Corthals, Van Cauwenberge, Roy & De Bodt, 2010)

ADSV-menetelmän on myös todettu korreloivan hyvin kuulonvaraisen arvioinnin kanssa sekä jatkuvan puheen näytteissä että fonaationäytteissä (Awan ym., 2009; Awan, Roy, Zhang & Cohen, 2015; Awan ym., 2010). Myös Halberstamin (2004) tutkimuksen mukaan kepstrihuippuarvo ja perpektuaalisesti arvoitu äänen käheys korreloivat vahvasti keskenään.

1.3 Opettajien ja opettajaopiskelijoiden äänihäiriöt

Hyvin toimiva ääni on perusedellytys opettajan työssä (Ilomäki ym., 2009). Hyvä ääni auttaa muun muassa toimivaan kommunikointiin luokassa, se auttaa opettajaa olemaan itsevarmempi työssään sekä vähentää työpoissaolojen määrää ja ammattiavun tarvetta. Opettajan kestävä ääni auttaa oppilaita ymmärtämään ohjeita ja antaa näin ollen myös oppilaille parhaan oppimisympäristön.

Opettajan työ ja työympäristö altistavat kuitenkin monille ääntä rasittaville tekijöille (Rantala & Vilkmann, 1999). Äänen suuri rasittaminen tai väärinkäyttö voivat aiheuttaa erilaisia äänioireita, kuten äänen väsymistä, kipua ja palan tunnetta kurkussa, käheyttä sekä heikentynyttä äänenlaatua (Chen, Hsiao T., Hsiao, L., Chung, & Chiang, 2007; Williams, 2003). Lievät äänioireet voivat olla alussa ”varhainen varoitus”, jolloin on jo syytä kiinnittää huomiota äänenkäyttöön. Äänihäiriö tulisi hoitaa mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, mielellään jo ennen kuin henkilö valmistuu ääntä rasittavaan työhön (Simberg ym, 2001).

1.3.1 Opettajien ja opettajaopiskelijoiden äänihäiriöiden esiintyvyys

Opettajilla on todettu esiintyvän enemmän äänihäiriöitä verrattuna moniin muihin ammattiryhmiin (Mattiske, Oates & Greenwood, 1998; Pekkarinen, Himberg & Pentti, 1992; Roy, Merrill, Thibeault, Gray & Smith, 2004; Smith, Gray, Dove, Kirchner & Heras, 1997). Simbergin ym. (2005) tutkimuksessa selvitettiin suomalaisten opettajien äänihäiriöitä kyselytutkimuksella, johon opettajat vastasivat vuonna 1988 ja 2001.

Tutkimuksen mukaan ääniongelmat olivat selvästi lisääntyneet vuoteen 2001 mennessä, ja opettajat listasivat niille useita mahdollisia syitä, kuten luokkakokojen kasvamisen ja opetustilanteita häiritsevien oppilaiden määrän lisääntymisen.

Myös Smolanderin ja Huttusen (2006) tekemässä tutkimuksessa tarkasteltiin opettajien kokemia ääniongelmia. Tutkimuksen mukaan 42 prosenttia opettajista (N = 181) ilmoitti kärsivänsä äänioireista päivittäin tai viikoittain. Äänioireista kärsivistä opettajista 65 prosenttia kärsi kolmesta tai useammasta äänioireesta. Ilomäen ym. (2009) tutkimukseen osallistuneista opettajista (N = 78) 14 prosentilla löytyi selviä elimellisiä muutoksia kurkunpäästä ja 37 prosentilla löytyi lieviä muutoksia. Kolmasosa koehenkilöistä ilmoitti kärsivänsä viikoittain kahdesta tai useammasta äänioireesta. Saman suuntaisia tuloksia ovat saaneet myös Munier ja Kinsella (2008), jotka selvittivät tutkimuksessaan alakoulun opettajien äänihäiriöiden esiintyvyyttä ja vaikutusta työhön. Tutkimus toteutettiin kyselynä Dublinissa ja kyselyyn vastanneista opettajista (N = 243) 27 prosenttia kärsi ääniongelmista ja 53 prosenttia kärsi ajoittaisista ääniongelmista. Yleisin koettu äänioire oli kuiva kurkku ja äänen väsyminen.

Tutkimusten mukaan myös opettajaksi opiskelevilla henkilöillä esiintyy paljon ääniongelmia. Esimerkiksi Simbergin ym. (2000) tutkimuksessa kävi ilmi, että jopa yli 20 prosenttia suomalaisista opettajaksi opiskelevista henkilöistä kärsii äänihäiriöstä. Myös Ruotsissa on saatu samansuuntaisia tuloksia: Ohlssonin, Anderssonin, Söderstenin, Simbergin ja Barregårdin (2012) kyselytutkimukseen osallistui 1250 opettajaopiskelijaa, joista valtaosa oli naisia. Tutkimustulosten mukaan 17 prosenttia tutkimukseen osallistuneista opettajaopiskelijoista kärsi vähintään kahdesta äänioireesta viikoittain.

1.3.2 Äänihäiriöille altistavat tekijät ja vaikutukset opettajan työhön

Opettajan työ altistaa monille ääntä kuormittaville tekijöille. Yksi suurimmista äänihäiriöille altistavista tekijöistä on äänihuulten rasittuminen (Ilomäki ym., 2009). Opettajan työssä edellytetään voimakkaan äänen käyttöä ja äänen voimistamisen seurauksena myös sävelkorkeus usein nousee (Vilkman, 1999). Sävelkorkeus on merkittävä äänen kuormitustekijä, koska mitä korkeampi sävelkorkeus on, sitä suurempi on äänihuuliin kohdistuva mekaaninen rasitus. Äänen suuresta rasituksesta huolimatta,

opettajat eivät kuitenkaan yleensä saa riittävästi lepoa ja palautumista äänelle (Roy ym., 2003).

Opettajan työympäristön riskitekijöitä ovat myös luokkatilojen huono akustiikka, pitkät puhe-etäisyydet, huono ilmanlaatu ja huonot työasennot (Smolander & Huttunen, 2006; Vilkman, 2004). Äänihäiriölle altistavia riskitekijöitä ovat myös haitalliset elintavat, yksilöllinen terveydentila sekä psykososiaaliset tekijät, kuten stressi ja jännittäminen. Opettajat joutuvat puhumaan pitkiä aikoja kerrallaan stressaavissa tilanteissa ja esimerkiksi Holmqvistin, Santtilan, Lindströmin, Salan ja Simbergin (2013) tutkimuksessa stressioireilla ja äänihäiriöillä on havaittu olevan selvä yhteys.

Naissukupuoli lisää riskiä äänihäiriön syntymiselle ja naisopettajat raportoivatkin Smithin ym. (1998) tutkimuksen mukaan miesopettajia enemmän äänioireita. Lisääntynyt riski liittyy naisen korkeampaan äänen perustaajuuteen ja kurkunpään rakenteeseen (Leppänen, Ilomäki & Laukkanen, 2010). Naisilla äänihuulet ovat ohuempia ja lyhyemmät kuin miehillä ja perustaajuusero liittyykin juuri äänihuulten kokoeroon (Laukkanen & Leino, 2001, s. 41).

Äänihäiriöllä voi olla suuria vaikutuksia opettajan työkykyyn ja elämänlaatuun ja pahimmillaan se voi olla uhka koko työuralle (Ilomäki, Mäki & Laukkanen, 2005; Pasa, Oates & Dacakis, 2007; Smith ym., 1998; Smolander & Huttunen, 2006). Äänihäiriön vaikutus ei riipu ainoastaan oireista ja niiden vaikeusasteesta, vaan myös yksilön sopeutumisesta ongelmaan. Äänioireiden ilmaantuessa ne vaikuttavat yleensä ensin työskentelytapoihin, joita voivat olla esimerkiksi puhumisen välttäminen, työtehtävien valikoiminen ja työtehtävien siirtäminen (Sala ym., 2011, s. 28). Tästä puolestaan seuraa työkyvyn aleneminen.

Opettajan täytyy pystyä käyttämään ääntään hyvin, jotta opettaminen ja oppiminen onnistuisi optimaalisesti (Ilomäki, Laukkanen, Leppänen & Vilkman, 2008). Äänihäiriö voi vaikuttaa negatiivisesti opettajan päivittäiseen kommunikointiin, haitata tehokasta ja selkeää tiedonvälitystä oppilaille sekä aiheuttaa työpoissaoloja. Opettaja voi myös kokea epäpätevyiden tunteita ja turhautumista (Pasa ym., 2007).

1.4 Resonaattoriputken käyttö ääniterapiassa

Kurkunpään lihasjännityksen rentouttamiseen voidaan käyttää harjoituksia, joissa ääniväylä peitetään osittain (Andrade ym., 2013; Bele, 2005). Nämä harjoitukset ovat yleisesti käytettyjä ääniterapiassa ja niistä voidaan käyttää lyhennettä SOVTE (*semi-occluded vocal tract exercises*). Ääniväylän sulku voidaan tuottaa huuli- ja kielitäräilyllä, suu kädellä peittäen, hyräilyllä, bilabiaalisilla frikatiiveilla sekä erilaisiin putkiin ääntämällä (Andrade, 2013; Guzman ym., 2013; Paes, Zambon, Yamasaki, Simberg & Behlau, 2013; Titze, 2006).

Suomessa professori Antti Sovijärven kehittämä ja ääniterapiassa paljon käytetty resonaattoriputki perustuu myös ääniväylän osittaiseen sulkuun (Simberg & Laine, 2007). Lisäksi putki toimii ikään kuin ääniväylän jatkeena. Resonaattoriputki on 26–28 cm pituinen lasinen putki, johon tuotetaan vokaaliääntöä. Putken toinen pää pidetään vedessä noin 1-2 cm syvyydessä (Juvas, 1993; Simberg & Laine, 2007). Yleensä putkeen äännetään pidennettyä /bb/-ääntöä mahdollisimman tavanomaisella puheäänien korkeudella ja voimakkuudella. Resonaattoriputken myönteinen vaikutus perustuu siihen, että kurkunpää laskee tavuja äännettäessä ja kuplimisvärähtely heijastuu kurkun lihaksiin ja tiivistää ääniraon sulkua. Nämä seikat yhdessä pyrkivät rentouttamaan kurkun aluetta (Juvas, 1993). Resonaattoriputkea voidaan käyttää niin äänihäiriöiden hoidossa kuin terveidenkin äänien huoltamiseen (Simberg & Laine, 2007).

Äännön resonaattoriputkeen tulisi olla mahdollisimman tasainen ja hengitysrytmin luontainen ja miellyttävä (Simberg & Laine, 2007). Resonaattoriputken käyttö vaatii keskittymistä ja sen käyttöön liittyviä virheitä voivat olla esimerkiksi huono kehon asento, putken pitäminen liian syvällä vedessä, luontaisen hengitysrytmin unohtaminen tai liian korkealla/matalalla sävelkorkeudella ääntäminen. Myös äännön tuottaminen voi unohtua ja henkilö puhalttaa vain ilmaa putkeen.

Harjoitusten aikana kurkunpäässä yleensä tuntuu selvästi erottuvaa värähtelyä ja paineentunnetta (Simberg & Laine, 2007). Useimmiten nämä tuntemukset koetaan rentouttavina ja ikään kuin ”hierovina”. Joskus tuntemukset voivat kuitenkin aluksi olla jopa epämukavia ja voi esiintyä tarvetta esimerkiksi selvitellä kurkkua rykimällä. Veden juominen harjoitusten välillä tai harjoitusten jälkeen voi auttaa tähän. Missään tapauksessa harjoituksia tehdessä ei tulisi esiintyä kipua.

Kaikki SOVTE-menetelmään perustuvat harjoitukset tähtäävät parantamaan äänenlaatua ja helpottamaan äänentuottoa. Aikaisemmissa tutkimuksissa onkin saatu näyttöä, että esimerkiksi terveääniset henkilöt tuottavat harjoitusten jälkeen selkeämpää, kirkaampaa ja soinnikkaampaa ääntä (Andrade ym., 2013; Eflo, Sundberg, Romedahl & McAllister, 2013; Guzman ym., 2013). Titzen (2006) tutkimuksen mukaan SOVTE -harjoituksilla voi olla myönteisiä vaikutuksia äänenlaatuun, koska ne mahdollistavat tehokkaamman ja taloudellisemman äänentuoton.

Myös resonaattoriputkella näyttäisi aikaisempien tutkimusten perusteella olevan hyviä vaikutuksia ääneen (Bele, 2005; Enflo ym., 2013; Story, Laukkanen & Titze, 2000). Tutkimuksissa on havaittu äänen laadun parantumista kuulonvaraisilla sekä akustisilla menetelmillä mitattuna. Tieteellistä näyttöä vaikuttavuudesta tarvitaan kuitenkin edelleen.

1.5 Ääniharjoitusten välittömät vaikutukset ääneen

Ääniharjoitusten välittömistä vaikutuksista on tehty aiemmin tutkimuksia muun muassa opettajilla ja laulajilla. Vaikka tutkimustietoa ääniharjoitusten välittömistä vaikutuksista löytyy vielä suhteellisen vähän, niin muutamat tutkimukset antavat kuitenkin viitteitä, että kurkunpäästä rentouttavilla ääniharjoituksilla voisi olla välitöntä vaikutusta äänihäiriöstä kärsivien henkilöiden äänenlaatuun (Laukkanen, Leppänen, Tyrmi & Vilkmann, 2005; Ogawa ym., 2014; Pizolato ym., 2013; Rantala, Suurmäki-Lesonen & Kankare, 2011).

Ääniharjoitusten välittömiä vaikutuksia tutkittaessa on useimmiten käytetty SOVTE-menetelmään perustuvia harjoituksia. Positiivisia välittömiä vaikutuksia on saatu akustisella analyysillä, kuulonvaraisella arvioinnilla sekä koehenkilöiden itsearvioimana. Taulukkoon 1. on koottu tutkimustulokset, joissa on tarkasteltu ääniharjoitusten välitöntä vaikutusta ääneen. Taulukossa on kuvattu tutkimusten tekijät, tutkimusten tarkoitukset, koehenkilöt, käytetyt tutkimusmenetelmät ja tutkimusten päätulokset.

Taulukko 1. Ääniharjoitusten välittömät vaikutukset ääneen

| Tekijät | Tutkimuksen tarkoitus | Koehenkilöt | Tutkimusmenetelmät | Päätulokset |
|---|--|---|---|--|
| Laukkanen, Leppänen, Tyrmä & Vilkman, 2005 | VM-hoidon välittömät vaikutukset terveiden puhujien ääneen. | N = 10 tervettä puhujaa n = 5 naista n = 5 miestä | Äänentallennus toistetusta sanasta "paappa" ja tekstinluvusta ennen ja jälkeen VM-hoidon. Äänestä mitattiin perustaajuus, äänenpainetaso ja alfa ratio. Lisäksi toteutettiin kuulonvarainen arvio sekä koehenkilöiden itsearviointi. | VM-hoidolla ei ollut merkitsevää vaikutusta. Koehenkilöt raportoivat äänentuoton helpottumista, sekä lihasjännityksen vähentymistä kaulan, hartioiden ja selän alueella. |
| Ogawa ym., 2014 | Hyminäharjoitusten välittömät vaikutuksen MTD-potilaiden ääneen. | N = 41 n = 21 MTD-potilaat n = 20 terveääniset puhujat | Ääninäytteet kerättiin kolmesta fonaatiotehtävästä: fonaatio normaalilla äänellä, hyminä-fonaatio tasaisella äänellä sekä hyminä-fonaatio äänenkorkeutta vaihtelemalla. Ääninäytteille suoritettiin kuulonvarainen arvio sekä akustisen analyysi. | Välittömiä positiivisia vaikutuksia oli molemmilla ryhmillä. MTD-potilailla äänen karheus väheni kuulonvaraisesti arvioituna. Akustisessa analyysissä äänen perturbaatio väheni merkitsevästi. |
| Pizolato ym., 2013 | Ääniterapian välittömät vaikutukset ääneen. | N = 102 opettajaa n = 66 koehenkilöryhmä n = 36 kontrolliryhmä | Äänitallenteet perus äänentaajuudella tuotetusta pidennetyistä [i] vokaalista ennen ja jälkeen harjoitusten. Akustinen analyysi. | Perustaajuus ja signaali-kohinasuhde nousivat tilastollisesti merkitsevästi äänentuoton-, intensiteetin- ja sävelkorkeusharjoitusten jälkeen naisilla. |
| Rantala, Suurmäki- Lesonen & Kankare, 2011 | Toiminnallisten ääniharjoitusten välittömät vaikutukset ääneen. | N = 1 naispuolinen lastentarhanopettaja | Äänitallenteet puheäänenerkeudelta tuotetusta [a] vokaalista ennen ja jälkeen harjoitusten. Akustinen analyysi (alfa ratio) sekä koehenkilön itsearviointi. | Koehenkilö koki äänentuoton helpommaksi ääniharjoitusten jälkeen kuin ennen niitä. Alfasuhearvo laski yksittäisen terapiakerran aikana, mikä tulkittiin puristeisuuden vähenemisenä. |

MTD = Muscle tension dysphonia, VM = Voice massage

Akustisella analyysillä positiivisia välittömiä muutoksia on löytynyt esimerkiksi Ogawan ym. (2014) tutkimuksessa, jossa on tarkasteltu hyminäharjoitusten välittömiä vaikutuksia ääneen MTD-potilailla (*Muscle tension dysphonia*) sekä terveäänisillä puhujilla. Akustisessa analyysissä käytettiin elektrolottografiamittauksia, joiden mukaan äänen perturbaatioarvot laskivat MTD-potilailla tilastollisesti merkitsevästi. Rantalan ym. (2011) tapaustutkimuksessa puolestaan selvitettiin toiminnallisten ääniharjoitusten välitöntä vaikutusta ääneen. Välitöntä vaikutusta arvioitiin alfasuhteen, eli 1 kHz:n ylä- ja alapuolella olevan äänienergian erotuksen avulla ennen ja jälkeen jokaisen terapiakerran. Viidennestä terapiakerrasta eteenpäin alfasuhdearvo alkoi laskea ääniterapiakerran aikana, mikä tulkittiin puristeisuuden vähenemisenä.

Pizolato ym. (2013) puolestaan ovat tutkineet ääniterapian välitöntä vaikutusta käheästä äänestä kärsivien opettajien ääneen. Koehenkilöryhmän ääniharjoitukset sisälsivät seuraavia harjoituksia: (a) ryhti ja kaulan alueen rentoutus (b) hengitys (c) äänentuotto, intensiteetti, sävelkorkeus (d) resonanssi ja artikulaatio. Koehenkilöryhmän ääninäytteille suoritettu akustinen analyysi osoitti, että ryhdin ja kaulan alueen rentoutusharjoitukset laskivat perustaajuutta miehillä (Pizolato ym, 2013). Samanlaista eroa ei ollut havaittavissa naisilla. Sen sijaan naisilla perustaajuus sekä signaali-kohinasuhde nousivat tilastollisesti merkitsevästi äänentuoton-, intensiteetin- ja sävelkorkeusharjoitusten jälkeen. Hengitysharjoituksilla sekä resonanssin ja artikulaation harjoituksilla ei ollut tässä tutkimuksessa merkitsevää eroa ennen ja jälkeen harjoitusten.

Myös kuulonvaraisen arvioinnin perusteella on löytynyt ääniharjoituksilla olevan positiivisia välittömiä vaikutuksia. Esimerkiksi Ogawan ym. (2014) tutkimuksessa kuulonvaraisen arvioinnin suoritti kolme foniatria GRBAS-asteikkoa käyttäen. Erityisesti MTD-potilailla äänen karheus väheni kuulonvaraisesti arvioituna hyminäharjoitusten vaikutuksista välittömästi. Myös kontrolliryhmällä hyminäharjoitusten vaikutukset olivat positiivisia, vaikka eivät tilastollisesti merkitseviä.

SOVTE-menetelmiin perustuvien ääniharjoitusten lisäksi Suomessa on aiemmin tutkittu myös voice massage -hoidon välitöntä vaikutusta ääneen terveäänisillä henkilöillä (Laukkanen ym., 2005). Voice Massage-hoitoon kuuluu äänentuottoon osallistuvien lihasten manipulointia sekä ääni- ja hengitysharjoituksia. Koehenkilöiltä äänitettiin sana

”paappa” viisi kertaa toistettuna normaalilla äänellä sekä viisi kertaa mahdollisimman pehmeää ääntä tuottaen. Äänitykset suoritettiin ennen voice massage-hoitoa sekä tunti hoidon jälkeen. Akustisessa analyysissä mitattiin äänen perustaajuus, äänenpainetaso sekä alfasuhde. Kuulonvaraisessa arviossa seitsemän ääniammattilaista arvioivat äänen yleistä poikkeavuuden astetta. Myös koehenkilöt itse arvioivat tuntemuksia kurkun, niskan, hartioiden ja selän alueella sekä äänentuoton helppoutta/vaikeutta. Voice massage-hoidon jälkeen akustisen analyysin ja kuulonvaraisen arvioinnin perusteella ei ollut nähtävissä merkitseviä muutoksia. Sen sijaan koehenkilöt itse arvioivat helpottunutta äänentuottoa sekä parempia tuntemuksia kaulan, hartioiden ja selän alueella. Myös Rantalan ym. (2011) tapaustutkimuksessa koehenkilön itsearvioinnin mukaan äänentuotto oli toiminnallisten ääniharjoitusten jälkeen helpompaa ääniharjoitusten jälkeen kuin ennen niitä.

Resonaattoriputken/pillin välittömät vaikutukset ääneen

Resonaattoriputken/pillin välittömiä vaikutuksia on tutkittu aiemmin muun muassa laulajilla sekä opettajilla. Tutkimustulokset ovat tähän asti olleet lupaavia, vaikkakin vain suuntaa antavia. Taulukkoon 2. on koottu tutkimustulokset, joissa on tarkasteltu resonaattoriputken/pillin välitöntä vaikutusta ääneen.

Akustisella analyysillä arvioituna positiivisia välittömiä vaikutuksia on saatu muun muassa Paesin ym. (2013) tutkimuksessa. He ovat tutkineet resonaattoriputken välittömiä vaikutuksia keskivaikeasta toiminnallisesta äänihäiriöstä kärsivillä naisopettajilla. Tutkimuksessa koehenkilöt tuottivat pitkää vokaaliääntä 10 toiston verran kolmessa eri jaksossa resonaattoriputkeen, jonka toinen pää oli upotettuna veteen noin 2 cm syvyyteen. Toistot tehtiin intervalleina niin, että toistojen välillä pidettiin minuutin tauko. Koehenkilöt tuottivat äännön putkeen normaalilla äänen korkeudella ja voimakkuudella. Ennen ja jälkeen resonaattoriputkiharjoituksen äänitettiin pidennettyä vokaaliääntä sekä numeroiden laskentaa 1-10. Akustinen analyysi osoitti, että muun muassa äänen epätasaisuus väheni korkeilla taajuuksilla.

Taulukko 2. Resonaattoriputken/pillin avulla tehtyjen ääniharjoitusten välittömät vaikutukset ääneen.

| Tekijät | Tutkimuksen tarkoitus | Koehenkilöt | Tutkimusmenetelmät | Päätulokset |
|--|---|---|---|--|
| Enflo, Sundberg, Romdahl & McAllister, 2013 | Resonaattoriputken välittömät vaikutukset naislaulajien ääneen. | N = 12 naislaulajaa | Vokaaliääntöä tuotettiin kahden minuutin ajan resonaattoriputkeen. Äänitykset toistetusta tavusta /pa:/ ennen ja jälkeen resonaattoriputkiharjoituksen. Kuulonvarainen arviointi ja akustinen analyysi. | CTP-arvo nousi harjoituksen jälkeen merkittävästi. Kuulonvaraisen arvion perusteella äänenlaatu parani erityisesti vähemmän harjaantuneilla laulajilla. |
| Gaskill & Quinney, 2011 | Resonaattoriputken välittömät vaikutukset ääniammattilaisilla ja harjaantumattomilla äänillä. | N = 20 miestä n = 10 laulajaa n = 10 harjaantumaton ääni | Vokaaliääntöä 1 minuutin ajan resonaattoriputkeen. Ennen harjoitusta, harjoituksen aikana ja harjoituksen jälkeen tehtiin EGG-mittaukset /a/-vokaaliäännöstä. | CQ-arvoissa kasvua harjoituksen aikana. Harjoituksen jälkeen välittömiä muutoksia oli nähtävissä vain harjaantuneiden äänten ryhmässä. |
| Guzman ym. 2013 | Pillin avulla tehtävien ääniharjoitusten välittömät vaikutukset ääneen verrattuna ilman pilliä tehtäviin harjoituksiin. | N = 41 opettajaa n = 24 koehenkilöryhmä n = 17 kontrolliryhmä | Äänitallenteet lukunäytteestä ennen ja jälkeen harjoitusten. Akustinen analyysi: LTAS -menetelmä. | Pillin avulla tehdyt ääniharjoitukset tuottivat merkitsevän välittömän vaikutuksen ääneen. |
| Paes, Zambon, Yamasaki, Simberg & Behlau, 2013 | Resonaattoriputken avulla tehtävien ääniharjoitusten välittömät vaikutukset ääneen. | N = 25 naisopettajaa | Kuulonvarainen arviointi (VAS-jana), akustinen analyysi sekä koehenkilöiden itsearviointi. | Kuulovarainen arvio, akustinen analyysi ja koehenkilöiden itsearviointi osoittivat resonaattoriputkella olevan positiivia välittömiä vaikutuksia ääneen. |

EGG = Electroglottography, CTP = Collision threshold pressure, LTAS = Long term average spectrum, VAS = Visual analog scale

Resonaattoriputken lisäksi positiivisia välittömiä vaikutuksia akustisella analyysillä on saatu myös pillin avulla tehtävillä ääniharjoituksilla. Idea on sama kuin resonaattoriputkessa, mutta lasiputken sijaan käytetään muovipilliä. Esimerkiksi Guzmanin ym. (2013) tutkimuksessa selvitettiin pillin avulla tehtävien ääniharjoitusten välittömiä vaikutuksia lievästä äänihäiriöstä kärsivillä opettajilla. Ero muissa tutkimuksissa käytettyihin resonaattoriputkiharjoituksiin oli, että tässä tutkimuksessa pillin toinen pää oli ilmassa ääniväylän jatkeena. Harjoituksia oli neljä: vokaaliääntö pilliin normaalilla puhekorkeudella ja voimakkuudella, nouseva ja laskeva ääntäminen pilliin puhujalle luontaisella äänen vaihteluvälillä, äänen korkeuden ja voimakkuuden säätely hengityskontrollia apuna käyttäen sekä ”paljon onnea vaan”- sävelen hyräily pilliin. Akustinen analyysi osoitti, että pillin avulla tehdyt ääniharjoitukset tuottivat merkitsevän eron ennen harjoitusta ja harjoituksen jälkeen. Sekä tässä tutkimuksessa, että Paesin ym. (2013) tutkimuksessa ääniharjoitusten jälkeen oli havaittavissa myös perustaajuuden laskua, mutta tämä ei kuitenkaan yltänyt kummassakaan tutkimuksessa tilastollisesti merkitsevän tasolle.

Enflon ym., (2013) tutkimuksessa puolestaan selvitettiin resonaattoriputken välittömiä vaikutuksia terveäänisillä naislaulajilla. Tutkimuksessa tehtiin äänitykset toistetusta /pa:/-tavusta ennen ja jälkeen resonaattoriputkiharjoituksen. Koehenkilöt tuottivat resonaattoriputkeen kahden minuutin ajan /u:/ vokaaliääntöä itselleen sopivalla äänenkorkeudella. Akustisen analyysin tulokset osoittivat, että CTP-arvo (*Collision threshold pressure*) oli merkitsevästi noussut resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen, mikä viittaa subglottaalisen äänenpainetason kasvuun. Tutkijat esittivät, että mahdollinen syy tähän voi olla resonaattoriputken niin sanottu hierova vaikutus, joka voi muuttaa hetkellisesti äänielimistön biomekaanisia toimintoja.

Useimmissa tutkimuksissa koehenkilöt ovat olleet naispuolisia, mutta Gaskillin ja Quinneyn (2011) tutkimuksessa resonaattoriputken välittömiä vaikutuksia on tutkittu myös miehillä. Koehenkilöistä puolella oli äänenharjoitustaustaa (lauluharrastus) vähintään viiden vuoden ajalta ja puolella ei ollut minkäänlaista kokemusta äänenharjoittamisesta. EGG-mittaukset suoritettiin kaikille koehenkilöille /a:/-äännöstä ennen resonaattoriputkiharjoitusta, harjoituksen aikana sekä sen jälkeen. Resonaattoriputkeen tuotettiin vokaaliääntöä noin yhden minuutin ajan. Tulokset osoittivat pientä nousua CQ-arvoissa (*Glottal contact quotient, äänihuulten kontaktiosamäärä*) resonaattoriputkiharjoituksen aikana, mutta arvot palasivat

lähtötasolle heti harjoituksen jälkeen. Harjaantuneiden äänten ryhmässä myös resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen oli nähtävissä pieniä positiivisia muutoksia.

Koehenkilöiden itsearvioinnissa hyviä tuloksia saatiin Paesin ym. (2013) tutkimuksessa. Tutkimustulosten mukaan 68 prosenttia koehenkilöistä koki resonaattoriputken käytön jälkeen äänentuoton olevan helpompaa ja 52 prosenttia koehenkilöistä koki äänenlaatunsa paremmaksi.

2 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

Tämän pro gradu -tutkielman tavoitteena on tarkastella kuulonvaraisen arvioinnin, akustisen analyysin ja koehenkilöiden itsearvioinnin avulla, onko resonaattoriputkiharjoituksella välittömiä vaikutuksia naispuolisten opettajien ja opettajaksi opiskelevien henkilöiden ääneen. Tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

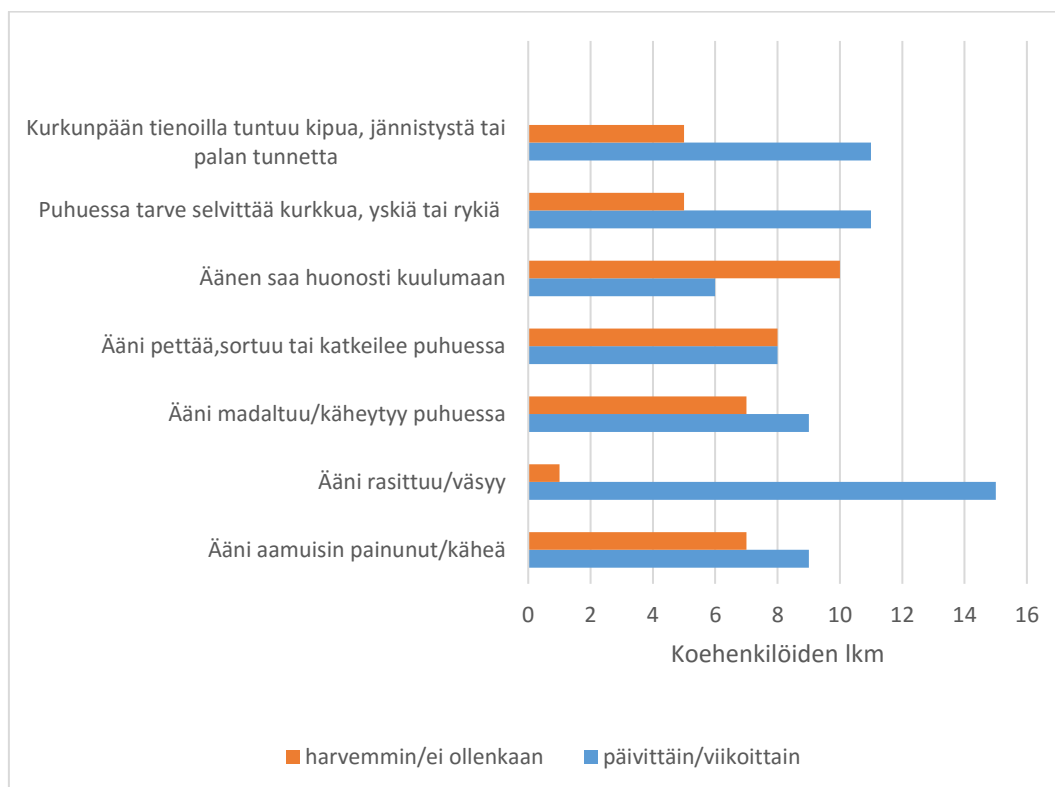
1. Onko resonaattoriputkiharjoituksella välitöntä vaikutusta ääneen kuulonvaraisesti arvioituna?
2. Onko resonaattoriputkiharjoituksella välitöntä vaikutusta ääneen akustisesti arvioituna?
3. Onko resonaattoriputkiharjoituksella välitöntä vaikutusta ääneen koehenkilön itsensä arvioimana?

3 TUTKIMUSMENELMÄT

3.1 Koehenkilöt

Tämän tutkimuksen koehenkilöt olivat naispuolisia opettajia sekä opettajaksi opiskelevia henkilöitä, joilla on esiintynyt äänioireita. Opettajaopiskelijat olivat sekä luokanopettaja- että aineenopettajaopiskelijoita Oulun yliopistosta. Opettajat olivat peruskoulun sekä lukion opettajia. Koehenkilöt kutsuin mukaan tutkimukseen luentovierailulla sekä tutkimustiedotteella sähköpostitse (LIITE 1). Tutkimushenkilöiksi valitsin naispuolisia henkilöitä, koska äänihäiriö on yleisempi nimenomaan naispuolisilla opettajilla. Sukupuolen lisäksi kriteerinä tutkimukseen osallistumiselle oli äänioireiden esiintyminen, jossa käytin oman äänen arviointilomaketta. Kriteerinä oli, että koehenkilöillä on esiintynyt viimeisen vuoden aikana vähintään kahta eri äänioiretta päivittäin/viikoittain (Simberg, 2000). Yhteensä 16 koehenkilöä suostui osallistumaan tutkimukseen. Yhdeksän koehenkilöistä oli opettajaksi opiskelevia henkilöitä ja seitsemän työssä olevaa opettajaa. Koehenkilöiden keski-ikä oli 32 vuotta ja vaihteluväli oli 22–60 vuotta. Kuviossa 1. esitetään koehenkilöillä viimeisen vuoden aikana esiintyneet äänioireet. Taulukosta nähdään, että yleisimmäksi äänioireeksi koettiin äänen rasittuminen ja väsyminen. Myös ikävät tuntemukset kurkunpään alueella sekä tarve selvittää kurkkua olivat yleisiä oireita.

Äänitystilanteessa tutkittavien ääneen on voinut vaikuttaa monet seikat. Ennen tutkimusta koehenkilöt täyttivät esitietolomakkeen (LIITE 2). Suurin osa tutkittavista oli tupakoimattomia. Yksi koehenkilö ilmoitti tupakoivansa säännöllisesti ja kaksi satunnaisesti. Yhdellä koehenkilöllä oli hengitystieallergia ja yhdellä koehenkilöllä oli rasisusastma. Kaksi koehenkilöistä arvioi, että flunssa saattaa tällä hetkellä vaikuttaa ääneen. Kyseisillä koehenkilöillä oireet olivat kuitenkin hyvin lieviä. Muiksi ääneen vaikuttaviksi tekijöiksi koehenkilöt arvioivat stressin, edellisten päivien aikana tapahtuneen normaalia runsaamman äänenkäytön, työpaikan huonon sisäilman sekä talviajan kuivan ilman. Yhdeksän koehenkilöistä arvioi, että heidän ääneensä ei äänityshetkellä vaikuttanut mikään erityinen seikka. Koehenkilöistä kolme oli aikaisemmin saanut ääniterapiaa. Yksi koehenkilö sai myös parhaillaan ääniterapiaa. Kaikki koehenkilöt, jotka olivat saaneet aikaisemmin ääniterapiaa, olivat tutustuneet terapiassa joko resonaattoriputken tai lax vox -letkun käyttöön.

Kuvio 1. Koehenkilöiden kokemat äänioireet

3.2 Tutkimuksen toteuttaminen

Ääninauhoitukset suoritettiin Oulun yliopistolla logopedian oppiaineen tiloissa kesäkuun 2015 aikana sekä helmi-maaliskuun 2016 aikana. Nauhoitukset toteutettiin äänieristetyssä tilassa. Äänentallennukset tein Dell Precision T3500 tietokoneella Audition 6 äänitysohjelmalla. Äänen näytteenottotaajuus oli 48 kHz ja amplitudiresoluutio 16 bittiä. Äänityksessä käytin HSP-2 head set -mikrofonia. Mikrofonisignaalin esivahvistuksen säädin vahvistimesta (SaffirePro40) erikseen jokaisen tutkittavan kohdalla puhujan äänen voimakkuuteen nähden sopivaksi.

Ennen tutkimuksen alkua annoin tutkittavalle ohjeet sanallisesti, jonka jälkeen hän siirtyi ikkunan taakse toiseen tilaan. Ohjeet annoin myös kirjallisesti paperilla. Tutkimushetkellä tutkittavat istuivat tuolilla ja heitä kehoitettiin istumaan mahdollisimman hyvässä asennossa ja välttämään ylimääräistä liikehdintää.

Tutkittavilta äänitettiin lukuteksti ”Nalle Puh ja elämisen taito” (Liite 3) sekä pidennetty /a:/-fonaatio. Pidennettyä /a:/-fonaatiota pyydettiin tuottamaan kolme kertaa peräkkäin noin 10 sekunnin ajan. Sekä lukuteksti että vokaaliääntö äänitettiin kolme kertaa: Ensimmäisellä kerralla ohjeena oli tuottaa ääni mahdollisimman normaalilla puheäänien korkeudella ja voimakkuudella. Toisella äänityskerralla koehenkilölle annettiin ohjeeksi käyttää mahdollisimman hyvää ja soinnikasta ääntä. Kolmas äänitys tehtiin resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen, jolloin koehenkilölle ei annettu muuta ohjetta kuin tarkkailla puheen aikana mahdollisia tuntemuksia kurkun alueella sekä äänen tuottamista ja äänen laatua.

Ääniharjoitus resonaattoriputken avulla

Resonaattoriputkiharjoitus tehtiin toisen ja kolmannen ääninäytteenoton välissä. Harjoituksessa käytettiin laakeaa vesiastiaa, sekä 27 cm pituista resonaattoriputkea, mikä on aikuiselle resonaattoriputken keskivertopituus (Simberg & Laine, 2007). Koehenkilölle annettiin ohje suullisesti sekä mallintamalla, miten harjoitus tehdään. Ohjeena oli istua hyvässä asennossa kyynärpäillä pöytään nojaten ja asettaa resonaattoriputki keskelle suuta siten, että hampailla pidetään kiinni putkesta sen ollessa hieman hampaiden sisäpuolella. Putken toinen pää asetettiin vedellä täytettyyn astiaan noin 1 cm vedenpinnan alapuolelle (Simberg & Laine, 2007). Harjoituksessa tarkoitus oli tuottaa omaan tahtiin pidennettyjä b-tavuja siten, että vesi alkaa kuplia /b/:n aikana. Ohjeena oli tuottaa ääni normaalilla äänen korkeudella ja voimakkuudella. Kun koehenkilö oli ymmärtänyt ohjeen ja osasi tehdä harjoituksen oikein, niin koehenkilö sai aloittaa varsinaisen harjoituksen, jota tehtiin kolmen minuutin ajan.

3.3 Aineiston analysointi

Resonaattoriputken välitöntä vaikutusta tutkin kolmella menetelmällä: kuulonvaraisella arvioinnilla, akustisella analyysillä sekä koehenkilöiden itsearvioinnilla.

Ääninäytteet editoin kuulonvaraista arviointia ja akustista analyysiä varten sopivan pituisiksi. Lukunäytteet leikkasin noin minuutin mittaisiksi kuulonvaraisen arvioinnin kuormittavuuden vähentämiseksi. Näytteitä editoidessa huomioin, että puhujan lause ei katkea kesken, joten pieniä eroja näytteiden pituuksissa esiintyi. Samaa minuutin

mittaista lukunäytettä käytettiin sekä kuulonvaraisessa arvioinnissa että akustisessa analyysissä. Pidennetyistä /a/-äänöistä valitsin kuulonvaraisesti arvioituna parhaan.

3.3.1 Kuulonvarainen arviointi

Ääninäytteiden kuulonvaraisen arvioinnin toteutti kaksi Oulun yliopiston logopedian laitoksen puheterapeuttia. Arviointi tehtiin sekä lukunäytteistä että fonaationäytteistä. Tutkimuksessa käytettiin CAPE-V-arviointilomaketta (Kempster ym., 2009). Mittaria täytyi soveltaa, koska CAPE-V-menetelmästä ei ole suomenkielistä versiota. Tämän vuoksi tässä tutkimuksessa käytetyt tehtävät eivät täysin vastaa CAPE-V-menetelmän tehtäviä. CAPE-V on myös suunniteltu toteutettavaksi luonnollisessa tilanteessa, mutta käytännön syistä arviointi toteutettiin ääninäytteiden pohjalta.

CAPE-V-menetelmässä arvioidaan äänestä kuutta laatupiirrettä: 1) Kokonaiskuvalla (*Overall severity*) tarkoitetaan äänen poikkeavuutta yleisesti ottaen. 2) Karheudella (*Roughness*) tarkoitetaan epäsäännöllisyyttä fonaatiossa 3) Vuotoisuudella (*Breathiness*) tarkoitetaan ilman karkaamista fonaation aikana 4) Puristeisuudella (*Strain*) tarkoitetaan sitä, kuinka paljon henkilö joutuu ponnistelemaan tuottaakseen fonaation 5) Äänen korkeus (*Pitch*) on subjektiivinen havainto äänen taajuudesta ja 6) Äänen voimakkuus (*Loudness*) on subjektiivinen havainto äänen intensiteetistä (Kempster ym., 2009). Näitä äänen laatupiirteitä arvioidaan 100 mm pitkän VAS-janan avulla. Janan vasen reuna kuvaa joko normaalia määrää kyseistä piirrettä (kokonaiskuva äänestä, äänen korkeus ja äänen voimakkuus) tai piirteen puuttumista (karheus, vuotoisuus ja puristeisuus). CAPE-V:ssä on myös kaksi määrittelemätöntä janaa, joita voidaan käyttää mittaamaan esimerkiksi äänen nasaalisuutta, narinaa tai vapinaa. Arvioija merkitsee VAS-janalle, kuinka paljon arvioitavaa piirrettä äänessä on. Arvioijan merkintä mitataan vasemmasta reunasta ja se merkitään millimetreinä janan oikealla puolella olevaan asteikkoon. Lisäksi arvioija merkitsee, esiintyykö piirre satunnaisesti vai jatkuvasti.

Kuulonvaraista arviointia varten ääninäytteiden järjestys oli satunnaistettu, joten arvioijat eivät tieneet, oliko arvioitava ääni normaalilla äänellä tuotettu, mahdollisimman hyvällä äänellä tuotettu vai resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen tuotettu ääni.

3.3.2 Akustinen analyysi

Tutkimusaineiston akustisessa analyysissä käytin KayPENTAXin Analysis of Dysphonia in Speech and Voice (ADSV) -ohjelmaa (Awan, 2011). ADSV -ohjelman valitsin siksi, että se on uusi menetelmä, jolla voi fonaationäytteiden lisäksi analysoida myös jatkuvan puheen näytteitä.

ADSV on tarkoitettu käytettäväksi yhdessä CAPE-V-menetelmän kanssa (Awan, 2011), joten ADSV:llä tehtävässä akustisessa analyysissä käytetään samoja ääninäytteitä mitä CAPE-V-protokolla edellyttää. Koska CAPE-V-menetelmästä ei ole olemassa suomenkielistä versiota, niin tämän vuoksi tässä tutkimuksessa tehtävät eivät vastaa täysin CAPE-V menetelmän tehtäviä.

Akustinen analyysi suoritettiin samoille editoiduille luku- ja fonaationäytteille, joille tehtiin kuulonvarainen arviointi. Fonaationäytteistä analysoitavaksi leikkasin vielä noin viiden sekunnin mittaisen pätkän äännön tasaisimmalta alueelta. Jatkuvan puheen näytteille suoritin kaksi analyysia: toinen koko minuutin mittaiselle näytteelle ja toinen niin, että ohjelma analysoi näytteestä vain soinnilliset äänteet.

Koehenkilöiden äänihäiriön asteen arvioimiseen käytin ADSV-ohjelmalla saatuja kepstrihuippuarvoja ja kepstrihuipun keskihajonta-arvoja, koska kyseiset arvot ovat tutkimusten mukaan selkeimmin korreloineet äänihäiriön vaikeusasteen kanssa. Tarkastelussa käytin ADSV-manuaalissa esitettyjä normiarvoja. Normiarvot on saatu testaamalla 50 englanninkielistä naista (Awan, 2011). Käytin CAPE-V-menetelmän soinnillisia äänteitä sisältävälle lauseelle (*"We were away year ago"*) määritettyjä normiarvoja vertailukohtana tämän tutkimuksen jatkuvan puheen soinnillisille äänteille. Myös pidennetylle fonaatiolle /a/ on määritetty normiarvot, joita käytin tässä tutkimuksessa vertailukohtana fonaationäytteille. Normiarvojen määrittelyyn on kuitenkin käytetty fonaation keskimmäistä sekuntia, kun taas tässä tutkimuksessa ADSV-ohjelmalla mitatun fonaation pituus oli noin 5 sekuntia. Tässä tutkimuksessa käytetyt ääninäytteet eivät siis täysin vastaa ADSV:n normiarvojen määrittelyssä käytettyjä ääninäytteitä.

3.3.3 Koehenkilöiden oma arvio äänestään

Kolmannen ääninäytteen jälkeen koehenkilöä pyydettiin antamaan oma arvio äänestään. Arvio toteutettiin lyhyellä kyselyllä (Liite 4), jossa tiedusteltiin, onko äänessä tapahtunut muutoksia resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen. Kyselyssä oli kolme kysymystä, joissa jokaisessa oli kolme vastausvaihtoehtoa (parempi/samanlainen/huonompi). Kyselyssä pyydettiin arvioimaan tuntemuksia kurkun ja kaulan seudulla, miltä äänen tuottaminen tuntui sekä millaiseksi koehenkilö koki äänenlaatunsa resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen

3.3.4 Aineiston tilastollinen tarkastelu

Aineiston tilastollisen tarkastelun tein IBM SPSS Statistics 22-ohjelmalla. Tilastollisissa testeissä käytin merkitsevyytason rajana viiden prosentin riskitasoa ($p < 0,05$). Kuulonvaraisesta arvioinnista kustakin ääneen piirteestä laskettiin kuulijoiden antamien arvioiden keskiarvo, jota käytettiin ääneen piirteen arvona. Sekä kuulonvaraisesta arvioinnista että akustisesta analyysistä tarkasteltiin mittausten välisiä keskiarvoja. Tässä tutkimuksessa käyttöedellytykset toistomittausten varianssianalyysille eivät täytyneet, koska varianssianalyysi edellyttää otoskeskiarvojen normaalijakautuneisuutta (Nummenmaa, 2009 s. 69–72). Tähän tutkimukseen valittiin tulosten merkitsevyyden mittaamiseen epäparametrinen Friedman-testi.

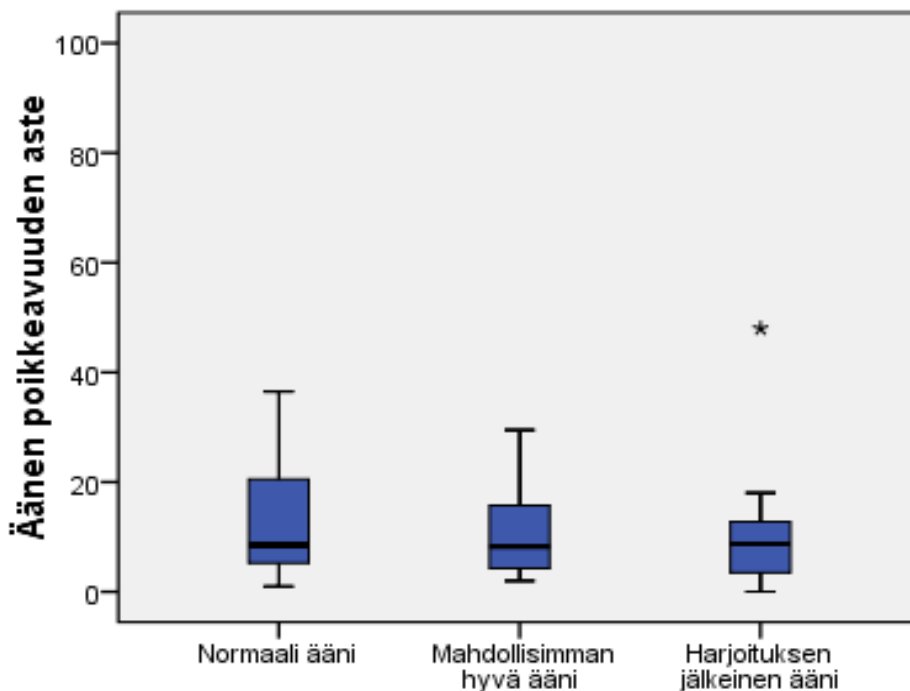
4 TULOKSET

Tämän luvun olen jaotellut tutkimuskysymysten mukaisesti. Kappaleessa 4.1 tarkastelen koehenkilöiden äänen laatua kuulonvaraisen arvioinnin perusteella. Tarkastelussa käyn läpi kolmesta mittauksesta (normaali puheääni, mahdollisimman hyvä ääni sekä resonaattoriputkiharjoituksen jälkeinen ääni) saatuja tuloksia. Kappaleessa 4.2 puolestaan tarkastelen koehenkilöiden äänen laatua akustisen analyysin perusteella. Kappaleessa 4.3 tarkastelen vielä koehenkilöiden arvioita äänestään resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen.

4.1 Kuulonvarainen arviointi

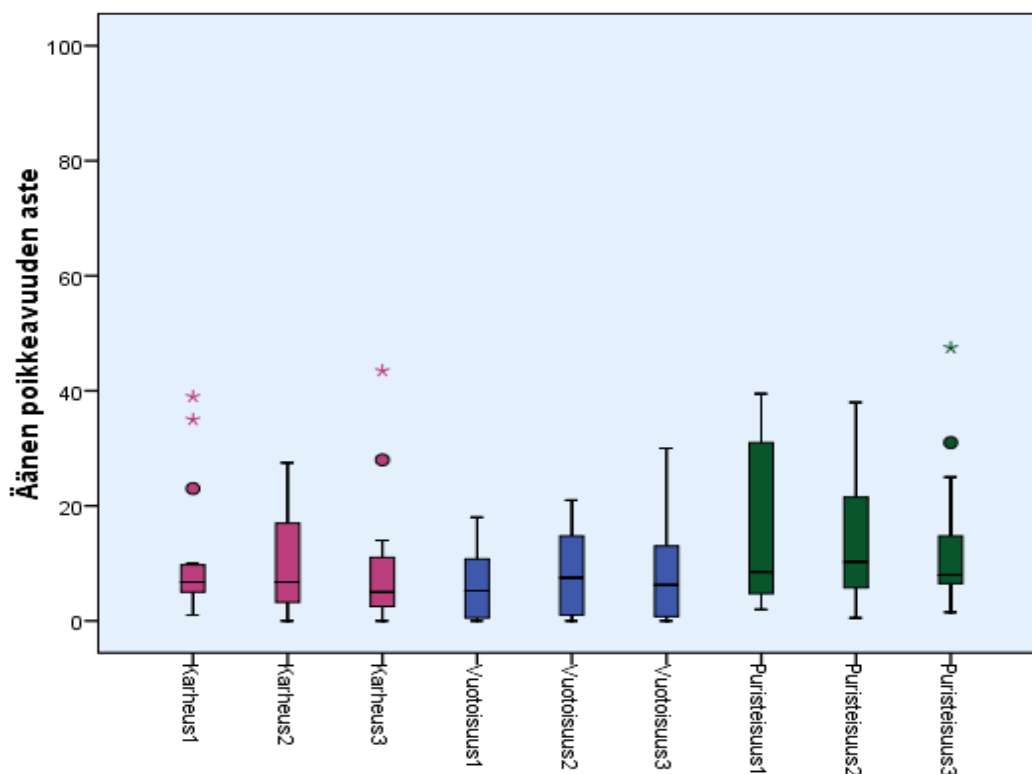
Kuulonvaraisen arvioinnin perusteella lähes kaikkien koehenkilöiden ääni oli joko lievästi häiriöinen tai normaali. Korkein äänen poikkeavuuden aste jatkuvan puheen näytteistä oli VAS-janalla arvioituna 48 mm ja fonaationäytteistä 31,5 mm. CAPE-V-protokollassa keskivaikean äänihäiriön raja on 50 mm (Kempster ym., 2009). Vain kolmella koehenkilöistä ylittyi äänihäiriöraja (34 mm) (Simberg ym., 2000) lukunäytteissä ja fonaationäytteissä se ei ylittynyt yhdelläkään koehenkilöllä. Suurin osa arvoista sijoittui lähelle normaalin ja lievän äänihäiriön rajaa. Koska äänihäiriöt olivat koehenkilöillä pääasiassa lieviä, voidaan siis jo etukäteen myös olettaa kaikkien tilastoissa ilmenevien erojen olevan pieniä.

Äänen keskiarvoinen poikkeavuuden aste koehenkilöiden välillä normaalilla äänellä tuotetuissa lukunäytteissä oli 13,41 mm, mahdollisimman hyvällä äänellä tuotetuissa lukunäytteissä 11,13 mm ja resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen tuotetuissa lukunäytteissä 10,47 mm (kuvio 2). Fonaationäytteissä vastaavat arvot olivat normaalilla äänellä 9,91 mm, mahdollisimman hyvällä äänellä 9,91 mm ja resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen 9,34 mm. Näiden tulosten perusteella voidaan siis todeta, että resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen tuotetuissa ääninäytteissä on havaittavissa arvojen laskua verrattuna normaalilla ja mahdollisimman hyvällä äänellä tuotettuihin ääninäytteisiin, mutta erot ovat kuitenkin hyvin pieniä eikä niissä ollut tilastollista merkitsevyyttä.



Kuvio 2. Äänen yleinen poikkeavuuden aste lukunäytteissä.

Äänen karheus väheni keskimäärin sekä luku että fonaationäytteissä resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen verrattuna normaalilla puheäänellä sekä mahdollisimman hyvällä äänellä tuotettuihin ääninäytteisiin. Samoin äänen puristeisuus väheni keskimäärin lukunäytteissä resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen. Fonaationäytteissä äänen puristeisuutta oli vähiten normaalilla äänellä tuotetuissa ääninäytteissä ja eniten mahdollisimman hyvällä äänellä tuotetuissa ääninäytteissä. Äänen puristeisuus laski kuitenkin resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen fonaationäytteissä lähes ensimmäistä mittausta vastaavalle tasolle. Äänessä esiintyvää vuotoisuutta oli lukunäytteissä vähiten normaalilla puheäänellä tuotetuissa näytteissä ja eniten mahdollisimman hyvällä äänellä tuotetuissa näytteissä. Päinvastoin fonaationäytteissä vuotoisuutta esiintyi vähiten mahdollisimman hyvällä äänellä tuotetuissa näytteissä ja eniten normaalilla äänellä tuotetuissa näytteissä. Kuvio 3 nähdään miten koehenkilöiden saamat arvot äänen karheudesta, puristeisuudesta ja vuotoisuudesta jakautuivat kolmen mittauksen välillä. Äänen korkeus ja voimakkuus olivat saaneet niin paljon nolla-arvoja, että jätettiin kokonaan pois tilastollisesta tarkastelusta. Taulukosta 2 nähdään kuulonvaraisen arvioinnin keskiarvot ja mittausten välisen eron tilastollinen merkitsevyys Friedman-testillä mitattuna.



Kuvio 3. Äänen karheuden, vuotoisuuden ja puristeisuuden aste lukunäytteissä.

Taulukko 2. Kuulonvaraisen arvioinnin keskiarvot ja mittausten välisen eron tilastollinen merkitsevyys Friedman-testillä mitattuna.

| Äänen piirre | Ääninäyte | Mittaus1 | Mittaus2 | Mittaus3 | Merkitsevyystaso |
|---|-----------|----------|----------|----------|------------------|
| Äänen yleinen poikkeavuuden aste | Luku | 13,406 | 11,125 | 10,469 | $p=0,399$ |
| | Fonaatio | 9,906 | 9,906 | 9,344 | $p=0,180$ |
| Karheus | Luku | 10,719 | 10,031 | 9,156 | $p=0,888$ |
| | Fonaatio | 4,219 | 4,531 | 3,719 | $p=0,401$ |
| Vuotoisuus | Luku | 6,313 | 8,406 | 8,250 | $p=0,088$ |
| | Fonaatio | 12,156 | 10,569 | 11,438 | $p=0,075$ |
| Puristeisuus | Luku | 15,469 | 13,781 | 12,719 | $p=0,953$ |
| | Fonaatio | 6,219 | 7,375 | 6,625 | $p=0,953$ |

4.2 Akustinen analyysi

Akustisessa analyysissä noin puolella koehenkilöistä ADSV:llä saadut kepstrihuippuarvot ja kepstrihuipun keskihajonta-arvot ylittivät tai alittivat normiarvot, mutta nämä erot olivat niin pieniä, että ne viittasivat korkeintaan erittäin lievästi häiriöiseen ääneen. Puolella koehenkilöistä arvot lukeutuivat normiarvoihin, joten heillä ei akustisen analyysin perusteella voitu todeta olevan äänihäiriötä. Näin ollen myös akustisen analyysin osalta voidaan jo etukäteen olettaa kaikkien tilastoissa ilmenevien erojen olevan pieniä.

Tässä tutkimuksessa ADSV:llä saadut kepstrihuippuarvot nousivat hieman resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen lukunäytteissä ja soinnillisissa äänteissä verrattuna normaalilla äänellä ja mahdollisimman hyvällä äänellä tuotettuihin ääninäytteisiin. Kuten jo aikaisemmin on todettu, korkeampi kepstrihuippu viittaa parempaan äänenlaatuun. Fonaationäytteissä puolestaan korkein kepstrihuippuarvo oli normaalilla puheäänellä tuotetuissa näytteissä ja matalin arvo oli mahdollisimman hyvällä äänellä tuotetuissa näytteissä. Tilastollista merkitsevyyttä ei kuitenkaan ollut.

Suurempi kepstrihuipun keskihajonta jatkuvan puheen näytteessä viittaa parempaan äänenlaatuun. Sekä lukunäytteiden että soinnillisten äänteiden osalta suurin kepstrihuipun keskihajonta oli normaalilla puheäänellä tuotetuissa näytteissä ja matalin resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen. Soinnillisissa äänteissä ero oli tilastollisesti merkitsevä normaalilla puheäänellä tuotetun ääninäytteen hyväksi. Fonaatiossa puolestaan arvot ovat pienemmät, mitä parempi äänenlaatu on. Tässä tutkimuksessa fonaationäytteissä kepstrihuipun keskihajonta oli pienentynyt resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen verrattuna normaalilla ja mahdollisimman hyvällä äänellä tuotettuihin ääninäytteisiin. Kepstrihuipun maksimi- ja minimiarvoissa ei tapahtunut mittausten välillä erityisiä muutoksia. Kepstrihuipun minimiarvoja ei otettu lukunäytteiden ja soinnillisten äänteiden osalta tilastollisessa tarkastelussa huomioon, koska lähes kaikki saivat nolla-arvoja.

Myös L/H-suhde oli mittausten välillä hyvin lähellä toisiaan kaikissa näytteissä. Suurempi arvo viittaa parempaan äänenlaatuun. Lukunäytteissä suurin arvo saatiin normaalilla äänellä ja pienin arvo mahdollisimman hyvällä äänellä. Sen sijaan soinnillisissa äänteissä suurin arvo saatiin mahdollisimman hyvällä äänellä ja pienin

arvo normaalilla äänellä. Fonaatiossa suurin arvo saatiin resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen ja pienin arvo normaalilla äänellä. L/H-suhteen keskihajonta sekä L/H-suhteen maksimiarvot eivät mittausten välillä merkitsevästi eronneet toisistaan. L/H-suhteen minimiarvoissa saatiin fonaationäytteiden osalta tilastollisesti merkitsevä tulos, jossa suurin arvo saatiin resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen ja pienin arvo normaalilla äänellä. Suurempi arvo viittaa parempaan äänenlaatuun. Lukunäytteiden ja soinnillisten äänteiden osalta merkitsevää eroa ei ollut.

Kepstrihuipun perustaajuus (F_0) oli tilastollisesti merkitsevästi pienempi normaalilla äänellä tuotetuissa fonaationäytteissä. Korkein perustaajuus oli mahdollisimman hyvällä äänellä tuotetuissa ääninäytteissä. Korkea perustaajuus liitetään usein rasittuneeseen ääneen. Vaikka normaalilla äänellä tuotetun fonaation arvot olivat matalimmat, niin resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen perustaajuus kuitenkin laski verrattuna mahdollisimman hyvällä äänellä tuotettuun ääneen. Lukunäytteiden ja soinnillisten äänteiden osalta merkitsevää eroa ei ollut.

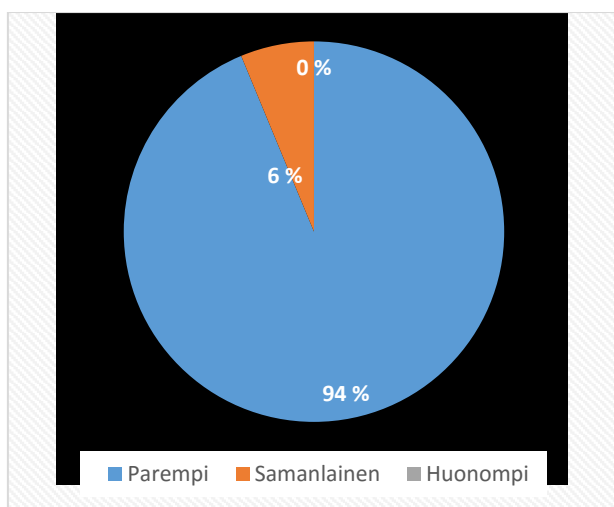
Kepstrihuipun perustaajuuden keskihajonta-arvoissa oli tilastollisesti merkitseviä eroja soinnillisissa äänteissä. Perustaajuuden keskihajonta-arvot olivat soinnillisten äänteiden osalta merkitsevästi pienempiä resonaattoriputkiharjoituksen jälkeisissä ääninäytteissä. Normiarvoksi naisen äänelle on määritetty 32,66 Hz (Awan, 2011), ja tässä tutkimuksessa resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen keskimääräinen koehenkilöiden arvo oli 32,52 Hz, kun normaalilla äänellä tuotetussa näytteessä se oli 35,34 ja mahdollisimman hyvällä äänellä 37,29 Hz. Toisaalta myös kahden ensimmäisen mittauksen arvot sijoittuvat kuitenkin normiarvojen vaihteluväliin. Fonaationäytteissä perustaajuuden keskihajonta-arvot olivat suurimpia mahdollisimman hyvällä äänellä tuotetuissa näytteissä ja pienimpiä normaalilla äänellä tuotetuissa näytteissä. Erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä. Taulukossa 3 on esitetty akustisen analyysin keskiarvot ja mittausten välisen eron tilastollinen merkitsevyys Friedman-testillä mitattuna.

Taulukko 3. Akustisen analyysin keskiarvot ja mittausten välisen eron tilastollinen merkitsevyys Friedman-testillä mitattuna.

| Akustinen analyysi | Ääninäyte | Mittaus1 | Mittaus2 | Mittaus3 | Merkitsevyystaso |
|--|--------------|----------|----------|----------|------------------|
| CPP (dB) | Luku | 5,043 | 5,041 | 5,123 | $p=0,646$ |
| | Soinnilliset | 7,245 | 7,350 | 7,482 | $p=0,829$ |
| | Fonaatio | 11,360 | 11,264 | 11,281 | $p=0,939$ |
| CPP Std Dev (dB) | Luku | 3,811 | 3,805 | 3,772 | $p=0,305$ |
| | Soinnilliset | 3,099 | 2,969 | 2,962 | $p=0,022$ |
| | Fonaatio | 0,532 | 0,530 | 0,418 | $p=0,269$ |
| CPP Max (dB) | Luku | 14,327 | 14,152 | 14,183 | $p=0,939$ |
| | Soinnilliset | 14,280 | 14,031 | 14,175 | $p=0,829$ |
| | Fonaatio | 12,571 | 12,524 | 12,405 | $p=0,144$ |
| CPP Min (dB) | Luku | - | - | - | - |
| | Soinnilliset | - | - | - | - |
| | Fonaatio | 9,806 | 9,797 | 10,039 | $p=0,939$ |
| L/H Spectral Ratio (db) | Luku | 26,495 | 26,240 | 26,240 | $p=0,185$ |
| | Soinnilliset | 35,582 | 36,064 | 36,053 | $p=0,570$ |
| | Fonaatio | 37,185 | 37,579 | 38,115 | $p=0,305$ |
| L/H Spectral Ratio Std Dev (dB) | Luku | 13,610 | 13,577 | 13,663 | $p=0,829$ |
| | Soinnilliset | 6,567 | 6,081 | 6,092 | $p=0,829$ |
| | Fonaatio | 1,449 | 1,550 | 1,366 | $p=0,269$ |
| L/H Spectral Ratio Max (dB) | Luku | 50,942 | 50,625 | 50,589 | $p=0,269$ |
| | Soinnilliset | 51,002 | 50,581 | 50,693 | $p=0,939$ |
| | Fonaatio | 40,943 | 41,207 | 41,750 | $p=0,444$ |
| L/H Spectral Ratio Min (dB) | Luku | -22,154 | -22,186 | -21,120 | $p=0,305$ |
| | Soinnilliset | -2,111 | -1,308 | -2,752 | $p=0,570$ |
| | Fonaatio | 33,178 | 33,257 | 34,377 | $p=0,050$ |
| Mean CPP F0 (Hz) | Luku | 205,740 | 211,021 | 205,363 | $p=0,570$ |
| | Soinnilliset | 194,037 | 196,349 | 193,034 | $p=0,444$ |
| | Fonaatio | 217,669 | 231,010 | 227,143 | $p=0,001$ |
| Mean CPP F0 Std Dev (Hz) | Luku | 43,850 | 44,846 | 42,161 | $p=0,829$ |
| | Soinnilliset | 35,342 | 37,289 | 32,524 | $p=0,039$ |
| | Fonaatio | 1,735 | 7,165 | 2,238 | $p=0,099$ |

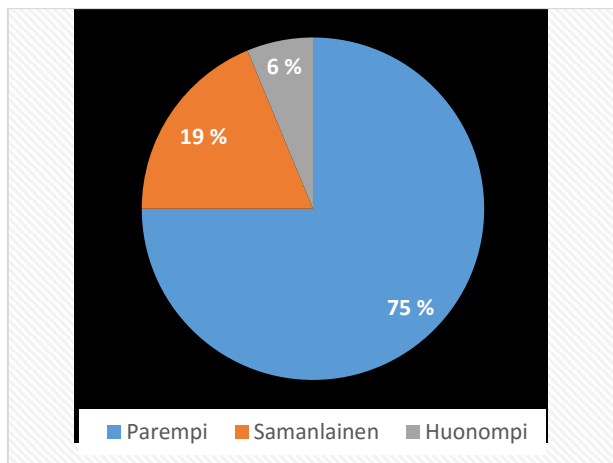
4.3 Koehenkilöiden oma arvio äänestään

Tutkimustulosten mukaan 15 koehenkilöä (94 %) koki, että kurkun ja kaulanseudulla tuntui paremmalta resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen kuin ennen sitä. Yksi koehenkilö (6 %) ei huomannut eroa parempaan tai huonompaan suuntaan ennen ja jälkeen harjoituksen. Kukaan koehenkilöistä ei ilmoittanut, että kurkun ja kaulanseudulla olisi tuntunut resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen huonommalta.



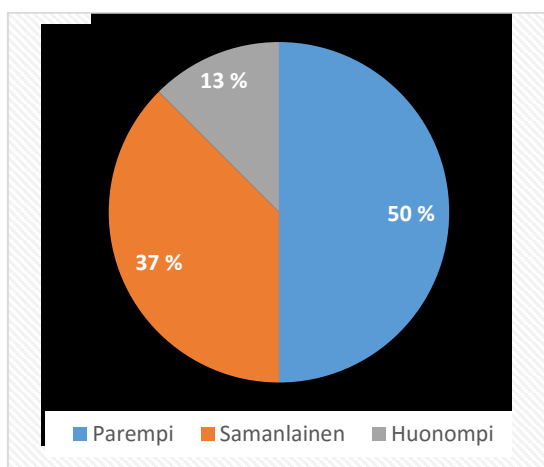
Kuvio 4. Koehenkilöiden oma arvio tuntemuksista kurkun ja kaulan alueella resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen.

Äänen tuottamisen suhteen 12 koehenkilöä (75 %) oli sitä mieltä, että äänen tuottaminen tuntui helpommalta resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen kuin ennen sitä. Kaksi koehenkilöä (19 %) koki, että äänen tuottaminen tuntui samanlaiselta ennen ja jälkeen harjoituksen ja yksi koehenkilö (6 %) oli sitä mieltä, että äänen tuottaminen tuntui vaikeammalta resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen.



Kuvio 5. Koehenkilöiden oma arvio äänen tuottamisesta resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen.

Äänen laadun arvioissa oli eniten vaihtelevuutta: kahdeksan koehenkilöä (50 %) koki, että äänenlaatu parani resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen, kolme koehenkilöä (37 %) ilmoitti äänenlaatunsa samanlaiseksi ja kaksi koehenkilöä (13 %) oli sitä mieltä, että äänenlaatu oli huonompi resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen. Ne koehenkilöt, jotka kokivat äänen tuottamisen tai äänenlaatunsa huonommaksi antaessaan ääninäytettä resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen, mainitsivat että vaikeampi äänentuotto tai huonompi äänenlaatu johtui siitä, että ääni oli rasittunut niin kovasti jo aiemmissa luku- ja fonaatiotehtävissä.



Kuvio 6. Koehenkilöiden oma arvio äänen laadusta resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen.

5 POHDINTA

Aiemmat tutkimukset ovat antaneet viitteitä, että ääniharjoituksilla voidaan välittömästi vaikuttaa ääneen (Laukkanen, Leppänen, Tyrmi & Vilkmán, 2005; Ogawa ym., 2014; Pizolato ym., 2013; Rantala, Suurmäki-Lesonen & Kankare, 2011). Tämän tutkielman tavoitteena oli tarkastella, onko resonaattoriputkiharjoituksella välitöntä vaikutusta äänioireista kärsivien opettajaksi opiskelevien naisten ja naisopettajien ääneen. Tarkoituksena oli saada suuntaa antavaa tietoa siitä, vaikuttaako resonaattoriputken käyttö välittömästi ääneen ja näin se voisi mahdollisesti toimia välittömänä apuna opettajien kokemiin äänioireisiin työpäivien aikana ja niiden jälkeen. Tässä tutkimuksessa vertasin resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen tuotettua ääntä normaalisti tuotettuun ääneen ja mahdollisimman hyvin tuotettuun ääneen.

Kaikki tutkimukseeni osallistuneet henkilöt raportoivat ennen tutkimusta kärsineensä viimeisen vuoden aikana vähintään kahdesta äänioireesta päivittäin/viikoittain. Kuulonvaraisen arvion ja äänen akustisen analyysin mukaan tutkituilla oli kuitenkin normaalivariaation mukainen ääni, tai äänihäiriön aste oli lievä. Näin ollen erot mittausten välillä olivat siis hyvin pieniä. Yhteenvedon voidaan siis todeta, että kaikki koehenkilöt olivat äänioireista kärsiviä henkilöitä, mutta vain osalla voitiin kuulonvaraisen ja akustisen analyysin perusteella todeta olevan lievä äänihäiriö.

Kuulonvaraisessa arvioinnissa äänen yleisessä poikkeavuuden asteessa saatiin resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen pienempiä arvoja verrattuna normaaliin ja mahdollisimman hyvään ääneen. Lukunäytteissä ero oli selkeämpi kuin fonaationäytteissä. Myös äänen karheus väheni resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen sekä luku että fonaationäytteissä ja äänen puristeisuus väheni lukunäytteissä. Erot eivät kuitenkaan kuulonvaraisessa arvioissa olleet tilastollisesti merkitseviä.

Akustisessa analyysissä erot mittausten välillä olivat myös hyvin pieniä. Tilastollisesti merkitseviä eroja resonaattoriputkiharjoituksen eduksi saatiin ainoastaan L/H-suhteen minimiarvojen muutoksissa fonaationäytteissä sekä kepstrihuipun perustaajuuden keskihajonnassa. L/H-suhteen minimiarvoissa suurin arvo saatiin resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen ja pienin arvo normaalilla äänellä. Suurempi arvo viittaa parempaan äänenlaatuun. Kepstrihuipun perustaajuuden keskihajonta-arvot

pienenivät tilastollisesti merkitsevästi resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen soinnillisissa äänneissä, mikä myös viittaa parempaan äänenlaatuun.

Koehenkilöiden oman arvion mukaan resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen suurin osa (94%) koki tuntemukset kurkun ja kaulan alueella paremmaksi. Myös äänen tuotossa oli koehenkilöiden oman arvion mukaan tapahtunut muutos parempaan suuntaan (75%). Puolella (50%) koehenkilöistä oli äänenlaadun suhteen tapahtunut muutos parempaan.

5.1 Tutkimustulosten arviointi

Tutkittavien äänenlaatu

Simberg ym. (2000) ovat asettaneet äänihäiriön rajan VAS-janalla 34 mm kohdalle. CAPE-V-protokollan mukaan (Kempster ym. 2009) keskivaikean äänihäiriön raja on 50 mm. On kuitenkin syytä pitää mielessä, että määrittelyt rajat ovat keinotekoisia ja todellista rajaa häiriintyneen ja normaalin äänen välille on mahdotonta vetää (Mathieson, 2000). Suurin äänen poikkeavuuden asteen keskiarvo tässä tutkimuksessa oli lukunäytteissä 48 ja fonaationäytteissä 31,5. Vain kolmella koehenkilöllä ylittyi lukunäytteissä 34 mm raja ja fonaationäytteissä raja ei ylittynyt yhdelläkään koehenkilöllä. Tässä tutkimuksessa monessa ääninäytteessä arvio äänen poikkeavuuden asteesta sijoittuikin juuri lähelle normaalin ja häiriintyneen äänen rajaa.

Akustisessa analyysissä tulosten tulkitsemista vaikeutti se, että koehenkilöiden äänihäiriöt olivat niin lieviä ja koska suomenkielisille puhujille ei ole ADSV-ohjelmalla määritetty normiarvoja. ADSV-ohjelma on tarkoitettu käytettäväksi yhdessä CAPE-V-protokollan kanssa ja normiarvot on määritetty jatkuvan puheen osalta CAPE-V-menetelmän englannin kielisille lauseille. Lukunäytteiden osalta tulosten tulkinta oli erityisen vaikeaa, koska CAPE-V menetelmässä ei ole tässä tutkimuksessa käytettyä lukutekstiä täysin vastaavaa lukutehtävää. CAPE-V-menetelmässä on kuitenkin yhtenä jatkuvan puheen tehtävänä pitkä virke, jonka normiarvoihin vertasin tässä tutkimuksessa lukutehtävässä saatuja arvoja. Sen sijaan soinnillisten äänneiden ja fonaationäytteiden osalta pystyin vertailemaan saamiani arvoja englanninkielisten puhujien normiarvoihin ja näiden perusteella tulokset viittaisivat siihen, että noin puolella koehenkilöistä äänihäiriön aste oli hyvin lievä ja puolella koehenkilöistä ei tämän tutkimuksen tulosten mukaan akustisen analyysin perusteella ollut äänihäiriötä.

Täytyy kuitenkin muistaa, että tässä tutkimuksessa saadut arvot eivät täysin ole vertailukelpoisia normiarvojen kanssa.

Mittausten väliset erot koehenkilöiden äänessä

Erot mittausten välillä olivat kuulonvaraisessa arvioinnissa pieniä, eikä niissä ollut tilastollista merkitsevyyttä. Lukunäytteissä äänen poikkeavuuden aste kuitenkin laski resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen, sen sijaan fonaationäytteissä se pysyi lähes samana. Tämä tutkimustulos on samansuuntainen Paesin ym. (2013) tutkimustulosten kanssa. Heidän tutkimuksessaan äänen poikkeavuuden aste väheni jatkuvan puheen näytteissä VAS-janalla kuulonvaraisesti arvioituna. Heidän tutkimustuloksensa oli tilastollisesti merkitsevä. Sen sijaan fonaationäytteissä äänen poikkeavuuden asteessa ei ollut eroja. Paesin ym. (2013) tutkimuksessa koehenkilöt olivat jo pidempään äänihäiriöstä kärsineitä naisopettajia, joilla keskiarvoinen äänen poikkeavuuden aste oli VAS-janalla arvioituna 61,6 mm, joka kuvaa keskivaiketta äänihäiriötä. Heidän tutkimuksessaan siis koehenkilöiden äänihäiriön aste oli vaikeampi kuin tämän tutkimuksen koehenkilöillä. Paesin ym. (2013) tutkimuksen tutkimusasetelmassa ääninäytteet kerättiin koehenkilöiltä ennen ja jälkeen resonaattoriputkiharjoituksen. Heidän tutkimuksessaan ei myöskään ollut verrokkiryhmää, joten he eivät pystyneet luotettavasti arvioimaan, olivatko positiiviset tulokset seurausta resonaattoriputken käytöstä vai koehenkilön taipumuksesta muuttaa äänenlaatuaan parempaan suuntaan. Tässä tutkimuksessa ei käytetty myöskään verrokkiryhmää, mutta käytettiin ylimääräistä ääninäytettä, jossa koehenkilöä pyydettiin tuottamaan mahdollisimman hyvää ääntä. Tällä pyrittiin todentamaan se, että mahdolliset erot ääninäytteissä ovat nimenomaan seurausta resonaattoriputkiharjoituksesta eikä siitä, että koehenkilö tiedostamattaan käyttäisi parempaa ääntä resonaattoriputkiharjoituksen jälkeisessä ääninäytteessä.

Tässä tutkimuksessa ADSV-ohjelmalla suoritettussa akustisessa analyysissä oli hyvin pieniä eroja normaalin puheäänien, mahdollisimman hyvällä tuotetun äänen ja resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen tuotetun äänen välillä. Toisaalta tulokset olivat myös joidenkin parametrien kohdalla ristiriitaisia, esimerkiksi kepstrihuipun keskihajonnat olivat sekä jatkuvan puheen näytteissä, että fonaationäytteissä laskeneet resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen. Jatkuvassa puheessa suuremmat arvot viittaavat

parempaan äänenlaatuun, koska normaalin äänen piirteenä pidetään vaihtelevuutta (Awan, 2011). Sen sijaan fonaatiossa pienemmät arvot viittaavat parempaan äänenlaatuun, koska normaalissa äänessä äännön odotetaan olevan mahdollisimman tasainen. Jatkuvan puheen näytteissä äänenlaatu siis hieman laski resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen, kun taas fonaationäytteissä se parani. Tilastollinen merkitsevyys löytyi kepstrihuipun perustaajuuden keskihajonta-arvoissa soinnillisissa äänneissä. Arvot pienenivät selkeästi resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen, mikä viittaa parempaan äänenlaatuun.

ADSV-ohjelmalla saatuja tuloksia on vaikea vertailla aiempiin SOVTE-harjoitusten välittömiä vaikutuksia mittaaviin tutkimuksiin, koska niissä on käytetty perinteisiä akustisia mittareita. Aiemmissä tutkimuksissa on muun muassa havaittu resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen perustaajuuden laskua (Guzman ym. 2013; Paes ym., 2013) sekä äänen epätasaisuuden vähenemistä korkeilla taajuuksilla (Paes ym. 2013). Lisäksi on havaittu alfasuhdearvon laskua (Rantala ym. 2011). Tässä tutkimuksessa selkeää kepstrihuipun perustaajuuden laskua resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen ei ollut.

Tässä tutkimuksessa resonaattoriputkiharjoitus tehtiin vain kerran ja sen välitöntä vaikutusta mitattiin. Kuitenkin esimerkiksi Rantalan ym. (2011) tapaustutkimuksessa sekä koehenkilön itsearvioimana, että akustisella arvioinnilla välitön vaikutus alkoi näkyä vasta useamman harjoituskerran jälkeen. Rantalan tutkimuksessa jokaisen terapiakerran alussa ja lopussa koehenkilö suoritti oman äänen arvioinnin sekä koehenkilölle tehtiin akustiset mittaukset. Ensimmäisillä kerroilla ääni oli toiminnallisten ääniharjoitusten jälkeen jopa väsyneempi kuin ennen harjoituksia ja positiiviset muutokset alkoivat näkyä vasta viidennen terapiakerran jälkeen. Viimeisillä kerroilla ääniharjoitukset tuottivat pelkästään positiivisia muutoksia ääneen. On siis mahdollista, että myös resonaattoriputkella tehtävät ääniharjoitukset alkavat toimia paremmin useamman harjoituskerran jälkeen, kun henkilö oppii harjoitustekniikan kunnolla.

5.2 Tutkimuksen toteuttamisen ja luotettavuuden arviointi

Äänen arviointimenetelmät ja tutkittaviin liittyvät seikat

Äänen luotettavaan arviointiin kuuluu huolellinen esitietojen keräys, äänielimistön tarkistaminen, kuulonvarainen arviointi ja akustinen analyysi (Milstein & Hicks, 2007, s. 60–68). Näin laajan arvioinnin tekeminen riittävän suurella otannalla vaatii kuitenkin enemmän resursseja, kuin mihin pro gradu -tutkielma mahdollistaa.

Aiemmin tehdyissä tutkimuksissa on määritetty useita tutkimuksesta poissulkevia tekijöitä. Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan ollut muita rajaavia tekijöitä, kuin se, että henkilöllä tuli olla tietty määrä äänioireita. Koehenkilöiden ääneen liittyvät taustatekijät olivat hyvin heterogeeniset, joten tulosten yleistämisessä on syytä olla varovainen. Koehenkilöiden saaminen tutkimukseen oli vaikeaa, joten pienen otoksen vuoksi ei ollut mahdollista tässä tutkimuksessa tehdä tarkempaa rajausta koehenkilöiden taustatekijöiden suhteen.

Tässä tutkimuksessa tutkittavien ääntöelimistöä ei ollut mahdollista tarkistaa, mikä olisi tuonut tietoa mahdollisista muutoksista kurkunpäässä. Tutkimukseen osallistuneet koehenkilöt täyttivät esitietolomakkeen, jolla pyrittiin selvittämään tutkimushetkellä mahdollisia ääneen vaikuttavia tekijöitä. Vain kaksi koehenkilöistä ilmoitti kärsivänsä hengitystieallergiasta/astmasta. Kukaan koehenkilöistä ei tupakoinut säännöllisesti ja vain kaksi ilmoitti flunssan mahdollisesti vaikuttavan ääneen, mutta heilläkään oireet eivät olleet selkeät. Muutama koehenkilö ilmoitti, että stressi ja tutkimusta edeltänyt runsas äänenkäyttö saattoivat vaikuttaa ääneen.

Mittaustuloksiin voivat vaikuttaa lukuisat eri tekijät kuten esimerkiksi äänentallennusolosuhteet, koehenkilön ominaisuudet, fonaatiotehtävä, harjoittelun määrä, analysointilaitteiston sekä analysointiohjelman ominaisuudet (Sellmann, 2004). Äänitystilanteessa näytteen tallennukseen liittyvien teknisten seikkojen lisäksi mittaustuloksiin voivat vaikuttaa muun muassa potilaan äänentuottotapa, testiolosuhteet, koehenkilön terveydentila, mahdollinen väsymys, testiä edeltäneet aktiviteetit, lääkitys, mielentila sekä ahdistus ja halukkuus testaukseen. On myös huomioitava, että esimerkiksi tehtävän jännittäminen äänitystilanteessa saattaa vaikuttaa koehenkilön fonaation tasaisuuteen (Mendoza & Carballo, 1998).

Lähes kaikilla tutkittavilla äänihäiriö oli hyvin lievä, mikä saattaa vaikuttaa tutkimustuloksiin. On havaittu, että ääniterapian tuloksia voi olla vaikeampi saada esiin mitä lievempi häiriö on kyseessä (Speyer, Wieneke & Dejonckere, 2003). Puolestaan mitä enemmän äänessä on poikkeavuutta ennen terapiaa, sitä paremmin terapian tulokset tulevat esille.

Tässä tutkimuksessa koehenkilöitä oli vähän, joten tutkimustuloksia ei voida yleistää. Tutkimuksessa käytettiin kuitenkin toistomittausasetelmaa, jossa tutkittavia tarvitaan huomattavasti vähemmän verrattuna riippumattomien otosten tutkimusasetelmaan. Toistomittausasetelman etu riippumattomien otosten tutkimusasetelmaan on myös se, että mittaukset suoritetaan samoille henkilöille eikä kahdelle eri ryhmälle, joten vältetään yhdeltä virhelähteeltä. Riippumattomien otosten asetelmassa havaittu ryhmien välinen ero voi johtua siitä, että koe- ja kontrolliryhmien tutkittavat eroavat sattumalta toisistaan mitattavan ominaisuuden suhteen. Lisäksi tässä tutkimuksessa käytettiin kahden mittauksen sijaan kolmea mittausta. Ensimmäinen ääninäyte pyydettiin antamaan normaalilla äänellä, toinen mahdollisimman hyvää ääntä käyttäen ja kolmas resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen normaalilla äänellä. Jos tutkimus olisi toteutettu kahdella mittauksella, olisi jäänyt epävarmuus siitä, oliko resonaattoriputkiharjoitus todella mahdollisten muutosten syynä vai olisiko kyseessä ollut vain koehenkilön taipumus muuttaa ääntään paremmaksi.

Tutkimustulosten luotettavuuden kannalta olisi ollut parempi toteuttaa tutkimus koehenkilöille samaan aikaan päivästä, koska osalla ääninauhoitukset toteutettiin heti aamulla ja osalla taas iltapäivästä, jolloin ääni oli huomattavasti enemmän rasittunut. Tämä ei kuitenkaan käytännön syistä ollut tässä tutkimuksessa mahdollista.

Kuulonvarainen arviointi

Kentin (1996) mukaan äänen arvioiminen on mahdollisesti luotettavampaa luonnollisessa tilanteessa kuuntelemalla kuin nauhoitetun äänen arvioiminen. Toisaalta puhujan ulkoiset piirteet sekä ennakkotiedot puhujan taustasta voivat vaikuttaa kuulijan arviointiin. Ihmiskorva voi herkästi kuulla väärin, minkä vuoksi luotettavien tilastollisesti merkitsevien tulosten saaminen on vaikeaa. Myös äänen voimakkuuden ja korkeuden suhdetta voi olla vaikea kuulonvaraisesti määrittellä ja tämä korostuu erityisesti, jos ääntä arvioidaan luonnollisen tilanteen sijaan nauhalta (Baken & Orlikoff, 2007, s. 146).

Tässä tutkimuksessa näytteiden arvioiminen nauhalta oli perusteltua siksi, että kuulijat eivät näin tienneet, onko kyseessä normaalilla puheäänellä, mahdollisimman hyvällä äänellä vai resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen tuotettu ääninäyte.

Kuulonvaraisessa arvioinnissa haasteina ovat muun muassa arvioinnin subjektiivisuus sekä standardien muuttuminen arvioijan mukaan (Gerrat, Kreiman, Antonanzas-Barroso & Berke, 1993). Tämän tutkimusasetelman luotettavuutta heikentää se, ettei kuulijoiden välistä eikä kuulijoiden sisäistä reliabiliteettia mitattu. Toisaalta tutkimuksen luotettavuutta parantaa se, että kuulijat eivät tienneet ääninäytteiden järjestystä. Normaalien äänten ja lievästi häiriöisten äänten vertailu keskenään on vaikeaa ja tässä tutkimuksessa variaatiot äänen eri häiriöisyyden asteessa olivat hyvin pieniä ja kuulijoiden arviot sijoittuvatkin pääosin melko kapealle asteikolle.

On todettu, että kuulijoiden välinen arviointi on yhdenmukaisempaa vokaaliääntönäytteissä kuin luentänäytteissä (Bele, 2005). On syytä myös ottaa huomioon, että kuulijoiden välinen luotettavuus voi olla heikompaa VAS-janalla toteutettuna kuin GRBAS-menetelmällä, koska neljäportaisella taulukolla on helpompaa saada yhdenmukaisia tuloksia kuin 100-portaisella janalla (Wuyts, De Bodt & Van De Heyning, 1999). VAS-janan laajan skaalan vuoksi myös arvioijien johdonmukaisuus voi kärsiä. Lisäksi arvioinnin toteuttaminen on kuormittavaa, kun ääninäytteitä on paljon. Toisaalta 100-portaisen janan etu on siinä, että se erottelee herkemmin pienetkin erot äänessä.

Akustinen analyysi

Keuhkoista tulevaa ilmavirtaa ja painetta kontrolloidaan useilla lihaksilla, joten puhuja voi saada aikaiseksi samanlaisen akustisen vaikutelman fysiologisesti erilaisilla tavoilla. Esimerkiksi perustaajuutta voidaan vaihdella joko subglottaalista painetta muuttamalla tai cricothyreoideus-lihasta supistamalla (Cooper ym., 1993). Akustiset mittaustulokset reagoivat ainoastaan äänen akustiseen laatuun, eivät tuottotapaan. Akustisella analyysillä on siis rajoituksensa ja onkin syytä pitää mielessä, että numeerisen arvon suureneminen tai pieneneminen ei välttämättä sinällään todista äänihäiriön parantumista tai pahenemista (Sellman, 2004).

Akustisessa analyysissä haasteita aiheutti akustisella analyysillä saatujen tulosten tulkinta. Akustinen analyysi toteutettiin ADSV-menetelmällä, josta on huomattavasti vähemmän tutkimustietoa kuin perinteisillä akustisilla menetelmillä toteutetuista tutkimuksista. Vertailukohtaa tämän tutkimuksen tulosten ja aiempien tutkimusten välillä on siis vähän. Tämän tutkimuksen akustisen analyysin tuloksia ei voida yleistää, vaan niitä voidaan pitää vain suuntaa-antavana tietona.

Koehenkilöiden oma arvio äänestään

Suurin osa koehenkilöistä huomasi joko positiivisia muutoksia tai ei muutoksia resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen. On mahdollista, että kaikki koehenkilöt eivät pystyneet tunnistamaan hienovaraisia eroja äänen tuottamisessa tai äänenlaadussa. Yksi mahdollinen selittävä tekijä voi olla äänihäiriön kroonistuminen, jolloin henkilö on adaptoitunut äänioireisiin ja on tottunut käyttämään epäsuotuisia äänenkäyttötapoja.

Pieni osa koehenkilöistä ilmoitti äänenlaatunsa tai äänen tuottamisen huonommaksi resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen. Kyseiset koehenkilöt kuitenkin mainitsivat, että heidän mielestään kolmannessa ääninäytteessä ääni oli jo niin rasittunut aiempien äänenkäyttöä vaativien tehtävien vuoksi, että siksi äänen tuottaminen tuntui vaikeammalta tai laatu huonommalta. He eivät niinkään kokeneet, että resonaattoriputkiharjoitus olisi huonontanut ääntä. On siis vaikea vetää johtopäätöstä, oliko näiden koehenkilöiden kohdalla äänen tuottamisen tai laadun heikentyminen seurausta resonaattoriputkiharjoituksesta vai muista tutkimuksen aikana ääntä rasittaneista tekijöistä. On myös mahdollista, että yksi harjoituskerta ei vielä riitä kaikille tuottamaan positiivisia vaikutuksia. Ensimmäinen ääniharjoituskerta voi tuntua väsyttävältä, kun harjoitusten suorittamista vasta harjoitellaan. Voi myös olla, että koehenkilöllä on tässä vaiheessa vielä puutteellinen harjoitustekniikka, jolloin harjoitus voi rasittaa kurkunpäättä. Äänen väsyminen ääniharjoituksen jälkeen sinänsä on normaalia (Rantala, Vilkmán & Bloigu, 2002). On myös mahdollista, että tutkittavan kokemaa äänen väsymistä johtui muista tekijöistä kuin harjoituksesta. Joillakin tutkittavilla oli takanaan jo pitkä äänenkäyttöä vaatinut työpäivä. Tässä tutkimuksessa harjoitus resonaattoriputkella tehtiin vain yhden kerran, joten on mahdollista, että kun harjoitus tulee henkilölle tutummaksi, hän myös kokee siitä olevan enemmän hyötyä.

Eniten positiivista vaikutusta resonaattoriputkella oli koehenkilöiden oman arvion mukaan kurkunpään ja kaulan alueen tuntemuksiin sekä äänen tuottamiseen. Tämä on erittäin tärkeä seikka ottaen huomioon, että äänen väsyminen, kipu ja jännitys kurkunpään alueella sekä kurkun selvittelyn tarve olivat juuri niitä oireita, joita koehenkilöillä eniten esiintyi. Tutkimustulokset tältä osin tukevat sitä, että resonaattoriputkea voisi käyttää opettajan työssä kurkunpään rentouttamiseen ja sitä kautta äänen palautumiseen työpäivän aikana ja sen jälkeen. Koska tässä tutkimuksessa ei käytetty kontrolliryhmää, ei voida vetää varmoja johtopäätöksiä siitä, että koehenkilöiden kokemat positiiviset vaikutukset olisivat seurausta resonaattoriputkiharjoituksesta. On mahdollista, että kyseessä on plaseboefekti tai koehenkilön halu miellyttää tutkijaa raportoimalla positiivisia muutoksia.

Tämän tutkimuksen tulokset ovat koehenkilöiden oman arvion suhteen hyvin yhteneväiset Paesin ym. (2013) sekä Laukkasen ym. (2005) tutkimusten kanssa. Paesin ym. (2005) tutkimuksessa 68 % koehenkilöistä ilmoitti parantumista äänen tuottamisessa, 24 % ei huomannut eroa ja 8 % ilmoitti äänen tuottamisen huonontuneen. 52 % ilmoitti äänenlaadun paremmaksi, 36 % samanlaiseksi ja 12 % huonommaksi resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen. Tämän tutkimuksen ero Paesin ym. (2013) tutkimukseen oli muun muassa, että heidän tutkimuksessaan oli vain kaksi mittausta: ennen ja jälkeen resonaattoriputkiharjoituksen ja äänenkäyttöä vaativat tehtävät olivat lyhempiä, joten tässä tutkimuksessa ääntä oli rasitettu enemmän ennen resonaattoriputkiharjoitusta. Laukkasen ym. (2005) tutkimuksessa voice massage -hoidolla ei saatu merkitseviä tuloksia akustisella analyysillä eikä kuulonvaraisella arviolla, mutta sen sijaan koehenkilöt itse raportoivat helpottunutta äänentuottoa sekä parempia tuntemuksia kaulan, hartioiden ja selän alueella. Tutkimuksen tekijät toteavatkin, että voice massage -hoidon vaikutukset voivat olla osittain myös psykologisia. Tämä mahdollisuus on otettava huomioon myös tässä tutkimuksessa.

5.3 Johtopäätökset ja jatkotutkimusaiheet

Tässä tutkimuksessa tutkittiin resonaattoriputken välitöntä vaikutusta ääneen. Kuulonvaraisessa arvioinnissa koehenkilöt saivat parempia tuloksia resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen lukunäytteistä arvioidusta äänen poikkeavuuden

asteesta ja puristeisuudesta. Erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä. Akustisessa analyysissä suurin osa mitattavista arvoista ei osoittanut merkitseviä muutoksia mittausten välillä. Kepstrihuipun minimiarvot nousivat merkitsevästi sekä kepstrihuipun perustaajuuden keskihajonta-arvot laskivat merkitsevästi resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen, mikä viittaa parantuneeseen äänenlaatuun. On kuitenkin syytä ottaa huomioon, että suurin osa tämän tutkimuksen koehenkilöistä kärsi lievistä äänihäiriöstä ja tarkastelun kohteena olivat ääniharjoituksen välittömät vaikutukset ääneen, joten lähtökohtaisesti suuria muutoksia ei ollut odotettavissakaan. Lisää tutkimusta tarvittaisiin ADSV-menetelmän käytöstä suomenkielisillä puhujilla sekä sen vastaavuudesta kuulonvaraisen arvion kanssa.

Koehenkilöiden itsearvioinnin perusteella tuntemukset kurkun ja kaulan alueella olivat selvästi parantuneet resonaattoriputkiharjoituksen jälkeen ja äänen tuottaminen oli helpottunut. Tämä on erityisen tärkeä havainto, koska opettajilla esiintyviin äänioireisiin kuuluu juuri äänentuottamisen epämukavuus ja vaikeus. Lisäksi ikävät tuntemukset kurkun ja kaulan alueella olivat äänen rasittumistuntemusten jälkeen yleisin äänioire tämän tutkimuksen koehenkilöillä.

Aiemmissä tutkimuksissa on selvinnyt, että resonaattoriputkella on välittömiä vaikutuksia ääneen (Enflo ym., 2013; Gaskill & Guzman ym., 2013; Paes ym., 2013). Vaikka tässä tutkimuksessa tulokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä, niin ne ovat kuitenkin samansuuntaisia aiempien tutkimustulosten kanssa. Olisikin mielenkiintoista tietää, että jos resonaattoriputkiharjoituksella on välitöntä vaikutusta ääneen, niin kuinka kauan nämä vaikutukset pysyvät.

Tämän sekä aiempien tutkimusten tulokset ovat vain suuntaa-antavia, joten niistä ei voida vetää suoria johtopäätöksiä. Tämän sekä aiempien tutkimusten puutteena ovat olleet erityisesti pienet koehenkilömäärät. Lisää tutkimusta aiheesta tarvitaan isommilla koehenkilöjoukoilla. Mielenkiintoista olisi myös tutkia, onko resonaattoriputkiharjoituksella suurempia vaikutuksia ääneen silloin, jos äänihäiriön aste on vaikeampi. Ainakin Paesin ym. (2013) tutkimustulos antoi viitteitä, että näin voisi olla. Tässä tutkimuksessa tehtiin resonaattoriputkiharjoitus vain yhden kerran, joten olisi mielenkiintoista tutkia välittömiä vaikutuksia myös niin, että harjoituksia tehtäisiin useampia kertoja pidemmällä aikavälillä ja mitattaisiin mahdolliset muutokset

äänessä ennen ja jälkeen jokaisen harjoituskerran. On mahdollista, että kun henkilö oppii kunnolla oikean harjoitustekniikan, niin myös välittömät hyödyt lisääntyvät.

Mielenkiintoista olisi myös tutkia resonaattoriputkiharjoitusten vaikutusta opettajilla työpäivien aikana. Opettajat voisivat käyttää resonaattoriputkea työpäivän aikana ja sen jälkeen. Ääninäytteitä voisi kerätä työpäivän alussa, ennen ja jälkeen harjoitusten sekä työpäivän jälkeen. Koska tutkimustilanteessa tutkittavat saattavat tiedostamattaankin käyttää itselleen epätyypillistä puhetapaa, ääninauhoitukset olisi hyvä toteuttaa aidoissa puhetilanteissa eikä pelkästään strukturoiduilla tehtävillä. Tämän kaltainen tutkimus voisi vielä lisää auttaa valottamaan resonaattoriputken vaikuttavuutta äänirasituksen välittömään hoitoon käytettävänä menetelmänä. Tässäkin työssä käytetty ADSV-menetelmä voisi antaa jatkotutkimuksille hyvät mahdollisuudet.

Tämän tutkimuksen kliininen merkitys on, että tutkimustulokset yhdessä aiempien tutkimusten kanssa vahvistavat käsitystä, että resonaattoriputkella voi olla välitöntä vaikutusta ääneen. Näin ollen resonaattoriputken käyttö osana ääniterapiaa on perusteltua.

LÄHTEET

Andrade, P.A., Wood, G., Ratcliffe, P., Epstein, R., Pijper, A. & Svec, J.G. (2013). Electroglottographic study of seven semi-occluded exercises: LaxVox, straw, lip-thrill, tongue-trill, humming, hand-over-mouth, and tongue-trill combined with hand-over-mouth. *Journal of Voice*, 28, 589–595.

Awan, S. (2011). *Analysis of dysphonia in speech and voice (ADSV). An application guide*. Montvale: KayPENTAX.

Awan, S., Roy, N. & Cohen, S. (2013). Exploring the relationship between spectral and cepstral measures of voice and the voice handicap index (VHI). *Journal of Voice*, 28, 430–439.

Awan, S., Roy, N. & Dromey, C. (2009). Estimating dysphonia severity in continuous speech: application of a multiparameter spectral/cepstral model. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 23, 825–841.

Awan, S., Roy, N., Zhang, D. & Cohen, S. (2015). Validation of the cepstral spectral index of dysphonia (CSID) as a screening tool for voice disorders: development of clinical cutoff scores. *Journal of Voice*, 30, 130–144.

Awan, S., Roy, N., Jettè, M., Meltzner, G. & Hillman, R. (2010). Quantifying dysphonia severity using a spectral/cepstral-based acoustic index: Comparisons with auditory-perceptual judgements from the CAPE-V. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 24, 742–758.

Baken, R.J. & Orlikoff, R.F. (2007). *Clinical measurement of speech and voice*, 2. painos. Clifton Park, NY: Delmar Cengage Learning.

Bele, I. (2005). Artificially lengthened and constricted vocal tract in vocal training methods. *Logopedics Phoniatics Vocology*, 30, 34–40.

Boone, D.R., Mcfarlane, S.C. & Von Berg, S.L. (2005). *The voice and voice therapy*. Boston: Allyn & Bacon.

Bough, D.Jr., Heuer, R.J., Sataloff, R.T., Hills, J.R. & Cater, J.R. (1996). Intrasubject variability of objective voice measures. *Journal of Voice*, 10, 166–174.

Carson, C., Ryalls, J., Hardin-Hollingsworth, K., Le Normand, M. & Ruddy, B. (2015). Acoustic analyses of prolonged vowels in young adults with Friedreich ataxia. *Journal of Voice*, 30, 272–280.

Chen, S., Hsiao, T., Hsiao, L., Chung, Y. & Chiang, S. (2007). Outcome of resonant voice therapy for female teachers with voice disorders: perceptual, physiological, acoustic, aerodynamic, and functional measurements. *Journal of Voice*, 21, 415–425.

Cooper, D.S., Partridge, L.D. & Alipour-Haghighi, F. (1993). Muscle energetics, vocal efficiency, and laryngeal biomechanics. Kirjassa: I.R. Titze (toim.), *Vocal fold physiology. Frontiers in basic science*. San Diego: Singular Publishing Group. s. 37–92.

Enflo, L., Sundberg, J., Romedahl, C. & McAllister, A. (2013). Effects on vocal fold collision and phonation threshold pressure of resonance tube phonation with tube end in water. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 56, 1530–1538.

Fritzell, B. (1996). Voice disorders and occupations. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 21, 7–11.

Gaskill, C. & Quinney, D. (2011). The effect of resonance tubes on glottal contact quotient with and without task instruction: a comparison of trained and untrained voices. *Journal of Voice*, 26, e79–e93.

Gerratt, B.R., Kreiman, J., Antonanzas-Barroso, N. & Berke, G.S. (1993). The multidimensional nature of pathologic vocal quality. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 36, 14–20.

Guzman, M., Higuera, D., Fincheira, C., Munoz, D., Guajardo, C. & Dowdall, J. (2013). Immediate acoustic effects of straw phonation exercises in subjects with dysphonic voices. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 38, 35–45.

Halberstam, B. (2004). Acoustic and perceptual parameters relating to connected speech are more reliable measures of hoarseness than parameters relating to sustained vowels. *Journal for Oto-Rhino-Laryngology and its related specialties*, 66, 70–73.

Hammarberg, B. & Fritzell, B. (1986). Acoustic and perceptual analysis of vocal dysfunction. *Journal of Phonetics*, 14, 533–547.

- Hazlett, D.E., Duffy, O.M. & Moorhead, S.S. (2011). Review of the impact of voice training on the vocal quality of professional voice users: Implications for vocal health and recommendations for further research. *Journal of Voice*, 25, 181–191.
- Heman-Ackah, Y.D., Michael, D.D. & Coding, G.S. (2002). The relationship between cepstral peak prominence and selected parameters of dysphonia. *Journal of Voice*, 16, 20–27.
- Higgins, M.B., Netsell, R. & Schulte, L. (1994). Aerodynamic and electroglottographic measures of normal voice production: Intrasubject variability within and across sessions. *Journal of Speech and Hearing Research*, 37, 38–45.
- Hirano, M. (1981). *Clinical examination of voice*. Disorders of human communication. Wien: Springer-Verlag.
- Hoffman-Ruddy, B., Lehman, J., Crandell, C., Ingram, D. & Sapienza, C. (2001). Laryngostroboscopic, acoustic, and environmental characteristics of high-risk vocal performers. *Journal of Voice*, 15, 543–552.
- Holmqvist, S., Santtila, P., Lindström, E., Sala, E. & Simberg, S. (2013). The association between possible stress markers and vocal symptoms. *Journal of Voice*, 27, 87.e1 - 787.e10.
- Hunter, E.J. & Titze, I.R. (2010). Variations in intensity, fundamental frequency, and voicing for teachers in occupational versus nonoccupational settings. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 53, 862 – 875.
- Ilomäki, I., Laukkanen, A-M., Leppänen K. & Vilkmán, E. (2008). Effects of voice training and voice hygiene education on acoustic and perceptual speech parameters and self-reported vocal well-being in female teachers. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 33, 83–92.
- Ilomäki, I., Leppänen, K., Kleemola, L., Tyrmi, J., Laukkanen, A-M. & Vilkmán, E. (2009). Relationship between self-evaluations voice and working conditions, background factors, and phoniatic findings in female teachers. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 34, 20–31.
- Ilomäki, I., Mäki, E. & Laukkanen, A-M. (2005). Vocal symptoms among teachers with and without voice education. *Logopedics Phoniatrics vocology*, 30, 171–174.

- Juvas, A. (1993). Ääniharjoituksia puheterapeuttien käyttöön. Suomen puheterapeuttiliiton julkaisuja. Helsinki: Yliopistopaino.
- Karnell, M.P., Melton, S.D., Childes, J.M., Coleman, T.C., Dailey, S.A. & Hoffman, H.T. (2007). Reliability of clinical-based (GRBAS and CAPE-V) and patient-based (V-RQOL and IPVI) documentation of voice disorders. *Journal of Voice*, 21, 576–590.
- Kempster, G.B., Garret, D.R., Verdolini Abbott, K., Barkmeier-Kraemer, J. & Hillman, R.E. (2009). Consensus auditory-perceptual evaluation of voice: Development of standardized clinical protocol. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 18, 7–23.
- Kent, R.D. (1996). Hearing and believing: Some limits to the auditory-perceptual assessment of speech and voice disorders. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 5, 7–23.
- Laften, J., Lazarus, C. & Amin, M. (2008). Pitch deviation analysis of pathological voice in connected speech. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, 117, 90–97.
- Laukkanen, A-M., Ilomäki, I., Leppänen, K. & Vikman, E. (2008). Acoustic measures and self-reports of vocal fatigue by female teachers. *Journal of Voice*, 22, 283–289.
- Laukkanen, A.-M. & Leino, T. (2001). Ihmeellinen ihmisääni. Helsinki: Gaudeamus.
- Laukkanen, A-M. Leppänen, K., Tyrmi, J. & Vilkmán, E. (2005). Immediate effects of 'voice massage' treatment on the speaking voice of healthy subjects. *Folia Phoniátrica et Logopeadica*, 57, 163–172.
- Leppänen, K., Ilomäki, I. & Laukkanen, A-M. (2010). One-year follow-up study of self-evaluated effects of voice massage, voice training, and voice hygiene lecture in female teachers. *Logopedics Phoniátrics Vocology*, 35, 13–18.
- Lowell, S., Colton, R., Kelley, R. & Hahn, Y. (2011). Spectral- and cepstral-based measures during continuous speech: capacity to distinguish dysphonia and consistency within a speaker. *Journal of Voice*, 25, 223–232.
- Mathieson, L. (2000). Normal-disordered continuum. Teoksessa R.D. Kent & M.J. Ball (toim.), *Voice quality measurement* (s.3-12). San Diego: Singular Publishing Group.

Mattiske, J.A., Oates, J.M. & Greenwood, K.M. (1998). Vocal problems among teachers: A review of prevalence, causes, prevention, and treatment. *Journal of Voice*, 12, 489–499.

Maryn, Y., Corthals, P., Van Cauwenberge, P., Roy, N. & De Bodt, M. (2010). Toward improved ecological validity in the acoustic measurement of overall voice quality: combining continuous speech and sustained vowels. *Journal of Voice*, 24, 540–555.

Milstein, C.F. & Hicks, D.M. (2007). Clinical and instrumental evaluation of the voice patient. Teoksessa: A. L. Merati., & S. A. Bielamowicz (toim.), *Textbook of voice disorders*. San Diego: Plural publishing inc.

Mendoza, E. & Carballo, G. (1998). Acoustic analysis of induced vocal stress by means of cognitive workload tasks. *Journal of Voice*, 12, 263–273.

Munier, C. & Kinsella, R. (2008). The prevalence and impact of voice problems in primary school teachers. *Occupational Medicine*, 58, 74–76.

Mäenniemi, R. (2000). *Suomalaisen naisäänen akustiset normiarvot*. Logopedian pro gradu –tutkielma. Oulun yliopisto, suomen ja saamen kielen ja logopedian laitos.

Nummenmaa, L. (2009). *Käyttätymistieteiden tilastolliset menetelmät*. Hämeenlinna: Tammi.

Ogawa, M., Hosokawa, K., Yoshida, M., Iwahashi, T., Hashimoto, M. & Inohara, H. (2014). Immediate effects of humming on computed electroglottographic parameters in patients with muscle tension dysphonia. *Journal of Voice*, 28, 733–741.

Ohlsson, A., Andersson, E., Södersten, M., Simberg, S. & Barregård, L. (2012). Prevalence of voice symptoms and risk factors in teacher students. *Journal of Voice*, 26, 629–634.

Paes, S.M, Zambon, F., Yamasaki, R., Simberg, S. & Behlau, M. (2013). Immediate effects of the finnish resonance tube method on behavioral dysphonia. *Journal of Voice*, 27, 717–722.

Pasa, G., Oates, J. & Dacakis, G. (2007). The relative effectiveness of vocal function exercises in preventing voice disorders in primary school teachers. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 32, 128–140.

- Pekkarinen, E., Himberg, L. & Pentti, J. (1992). Prevalence of vocal symptoms among teachers compared with nurses: A questionnaire study. *Scandinavian Journal of Logopedics and Phoniatics*, 17, 112–117.
- Pizolato, R.A., Rehder, M., Tadeu dos Santos Dias, C., Meneghim, M., Ambrosano, G., Mialhe, F. & Pereira, A. (2013). Evaluation of the effectiveness of a voice training program for teachers. *Journal of Voice*, 27, 603–610.
- Radish Kumar, B.R., Bhat, J.S. & Prasad, N. (2010). Cepstral analysis of voice in persons with vocal nodules. *Journal of Voice*, 24, 651–653.
- Rantala, L. (2000). Ääni työssä. Naisopettajien äänenkäyttö ja äänen kuormittuminen. Oulun yliopisto. Väitöskirja. Acta Universitatis Ouluensis, Humaniora, B 37.
- Rantala, L., Suurmäki-Lesonen, A. & Kankare, E. (2011). Toiminnalliset ääniharjoitukset tapaustutkimus. *Puhe ja kieli*, 31, 111–128.
- Rantala, L. & Vilkmán, E. (1999). Relationship between subjective voice complaints and acoustic parameters in female teachers' voices. *Journal of Voice*, 13, 484–495.
- Rantala, L., Vilkmán, E. & Bloigu, R. (2002). Voice changes during work: subjective complaints and objective measurements for female primary and secondary schoolteachers. *Journal of Voice*, 16, 344–355.
- Roy, N. (2003). Functional dysphonia. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*, 11, 144–148.
- Roy, N., Merrill, R.M., Thibeault, S., Gray, S.D. & Smith, E. (2004). Voice disorders in teachers and general population: effects on work performance, attendance, and future career choices. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 47, 542–551.
- Roy, N., Weinrich, B., Gray, S., Stemple, J. & Sapienza, C. (2003). Three treatments for teachers with voice disorders: A randomized clinical trial. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 46, 670–688.
- Russel, A., Oates, J. & Greenwood, K. (1998). Prevalence of voice problems in teachers. *Journal of Voice*, 12, 467–479.
- Sala, E., Sihvo, M. & Laine, A. (2011). Ääniergonomia: Toimiva ääni työvälineenä. Helsinki: Työterveyslaitos.

- Sala, E. & Sovijärvi, S. (1998). Kun ääni on käheä. *Suomen lääkärilehti*, 27, 2983.
- Sellman, J. (2004). Multi-dimensional voice program äänihäiriöiden arvioinnissa. *Puhe ja kieli*, 24, 17–30.
- Sihvo, M (2006). *Terve ääni*. Äänenhoidon ABC. Helsinki: Kirjapaja Oy.
- Simberg, S. & Laine, A. (2007). The resonance tube method in voice therapy: Description and practical implementations. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 32, 165–170.
- Simberg, S., Laine, A., Sala, E. & Rönnemaa, A-M. (2000). Prevalence of voice disorders among future teachers. *Journal of Voice*, 14, 231–235.
- Simberg, S., Sala, E., Vehmas, K. & Laine, A. (2005). Changes in the prevalence of vocal symptoms among teachers during a twelve-year period. *Journal of Voice*, 19, 95–102.
- Simberg, S., Sala, E., Laine, A. & Rönnemaa, A-M. (2001). A fast and easy screening method for voice disorders among teacher students. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 26, 10–16.
- Smith, E., Gray, S.D., Dove, H., Kirchner, L. & Heras, H. (1997). Frequency and effects of teachers' voice problems. *Journal of Voice*, 11, 81–87.
- Smith, E., Lemke, J., Taylor, M., Kirchner, L. & Hoffman, H. (1998). Frequency of voice problems among teachers and other occupations. *Journal of Voice*, 12, 480–488.
- Smolander, S. & Huttunen, K. (2006). Voice problems experienced by Finnish comprehensive school teachers and realization of occupational health care. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 31, 166–171.
- Speyer, R., Wieneke, G.H. & Dejonckere, P.H. (2003). Documentation of progress in voice therapy: Perceptual, acoustic and laryngostroboscopic findings pretherapy and posttherapy. *Journal of Voice*, 18, 325–340.
- Stone, R.E. & Rainey, C.L. (1991). Intra- and intersubject variability in acoustic measures of normal voice. *Journal of Voice*, 5, 189–196.
- Story, B., Laukkanen, A-M. & Titze, I. (2000). Acoustic impedance of an artificially lengthened constricted vocal tract. *Journal of voice*, 14, 455–469.

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

Syed, I., Daniels, E. & Bleach, N. R. (2009). Hoarse Voice in adults: an evidence-based approach to the 12 minute consultation. *Clinical Otolaryngology*, 34, 54–58.

Takala, T. (1996) *Äänen rasittumisen ja perustaajuuden muutosten välinen yhteys*. Logopedian pro gradu -tutkielma. Oulun yliopisto.

Titze, I., Lemke, J. & Montequin, D. (1997). Populations in the U.S. workforce who rely on voice as a primary tool of trade: A preliminary report. *Journal of Voice*, 11, 254–259.

Titze, I. (2006). Voice training and therapy with a semi-occluded vocal tract: rationale and underpinnings. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 49, 448–459.

Vilkman, E. (1999). Työperäiset äänihäiriöt: äänifysiologisia näkökohtia. Teoksessa J. Sellman, A-M. Korpijaakko-Huuhka, & T. Siirilä (toim.), *Äänen tutkimus ja äänihäiriön ennaltaehkäisy*. Suomen logopedis-foniatriksen yhdistyksen julkaisuja 31 (s. 50–57). Helsinki: Suomen logopedis-foniatriinen yhdistys ry.

Vilkman, E. (2004). Occupational safety and health aspects of voice and speech professions. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 56, 220–253.

Williams, N.R. (2003). Occupational groups at risk of voice disorders: a review of the literature. *Occupational Medicine*, 53, 456–460.

Wewers, M.E. & Lowe, N.K. (1990). A critical review of visual analogue scales in the measurement of clinical phenomena. *Research in Nursing & Health*, 13, 227–236.

Wolfe, V., Cornell, R. & Palmer, C. (1991). Acoustic correlates of pathologic voice types. *Journal of Speech and Hearing Research*, 34, 509–516.

Wuyts, F. L., De Bodt, M. S. & Van de Heyning, P. H. (1999). Is the reliability of a visual analog scale higher than an ordinal scale? An experiment with the GRBAS scale for the perceptual evaluation of dysphonia. *Journal of Voice*, 13, 508–517.

Tutkimustiedote

Hei,

Olen Oulun yliopiston logopedian opiskelija ja teen parhaillaan pro gradu-tutkielmaani, jossa tarkoituksena on tutkia resonaattoriputken välittömiä vaikutuksia naisopettajien ja opettajaksi opiskelevien naisten ääneen. Ohjaajani on professori Matti Lehtihalmes.

Aihe on tärkeä, koska opettajan työ ja työympäristö altistavat monille ääntä rasittaville tekijöille ja erityisesti naisopettajilla esiintyy enemmän äänihäiriöitä verrattuna moniin muihin ammattiryhmiin. Toimiva ääni on perusedellytys opettajan työssä ja olisikin tärkeää löytää keinoja, joilla opettajat voisivat vaikuttaa välittömästi ääneen, esimerkiksi äänen palautumiseen työpäivän aikana ja sen jälkeen. Resonaattoriputki on lasinen putki, johon tuotetaan vokaaliääntöä ja sitä voidaan käyttää niin äänihäiriöiden hoidossa kuin terveidenkin äänien huoltamiseen. Resonaattoriputken välittömiä vaikutuksia ääneen on tutkittu vielä vähän ja aiheesta tarvitaan lisää tutkimustietoa.

Tällä tutkimustiedotteella haetaan naisopettajia ja opettajaksi opiskelevia naisia, joilla on esiintynyt äänioireita. Olet soveltuva tutkimukseen, jos sinulla on **viimeisen vuoden aikana** esiintynyt **vähintään kaksi** seuraavista äänioireista **päivittäin/viikoittain**:

- Äänesi on aamuisin painunut tai käheä
- Äänesi rasittuu tai väsyy
- Äänesi madaltuu tai käheytyy puhuessa
- Äänesi pettää, sortuu tai katkeilee puhuessa
- Saat äänesi huonosti kuulumaan
- Puhuessa tulee tarve selvittää kurkkua, yskiä tai rykiä
- Kurkunpään tienoilla tuntuu kipua, jännitystä tai palan tunnetta

Tutkimus toteutetaan nauhoittamalla ja analysoimalla ääninäytteitä. Nauhoitukset toteutetaan Oulun yliopistolla logopedian ja fonetiikan tiloissa äänitysstudioissa. Yhden henkilön kohdalla aikaa menee noin 30 minuuttia. Mitään erityistaitoja ei tutkimuksessa edellytetä. Tutkimuksessa äänitetään lyhyitä ääninäytteitä (luenta ja vokaaliääne /a/) sekä tehdään ääniharjoitus resonaattoriputken avulla.

Tutkimusaineisto käsitellään nimettömänä, joten sinua ei voi tunnistaa valmiista tutkimuksesta. Tutkittavilla on myös oikeus vetäytyä tutkimuksesta missä vaiheessa tahansa syytä ilmoittamatta.

Olisin hyvin kiitollinen osallistumisestasi tutkimukseen ja tutkimustulosten luotettavuuden kannalta olisikin tärkeää, että mahdollisimman moni pystyisi osallistumaan. Pyydän ystävällisesti ottamaan yhteyttä minuun sähköpostitse mahdollisimman pian, niin varataan sopiva aika äänitykselle.

Ystävällisin terveisin,

Emmiina Räsänen, HuK

s-posti: erasanen@student oulu.fi

Tiedonkeruulomake

Ikä?

Tupakoitko?

Onko sinulla astma/hengitystieallergia?

Ääniharrastukset (laulaminen yms.)?

Muut seikat, jotka voivat mahdollisesti tällä hetkellä vaikuttaa ääneesi (esim.flunssa)?

Oletko saanut aikaisemmin ääniterapiaa?

Olen lukenut tutkimustiedotteen ja annan suostumukseni tutkimukseen osallistumisestani:

Paikka ja päivämäärä

Allekirjoitus ja nimenselvennys

Nalle puh ja elämisen taito

Eräänä päivänä Kani ja Nasu istuivat Puhin talon edessä kuuntelemissa Kania ja Puh istui heidän kanssaan. Unelias kesäinen iltapäivä täytti metsän lempeillä äänillä, joista jokainen houkutteli Puhia jotenkin näin: ”Älä kuuntele Kania, kuuntele minua”. Puh asettui mukavaan asentoon eikä kuunnellut Kania. Silloin tällöin hän avasi silmänsä ja sanoi ”Mmm” ja sulki ne sitten...

Jonkin ajan kuluttua Nasu tönäisee Nalle Puhia, sillä Kani on huomannut, ettei Puh kuuntele...

...Puh, josta alkoi yhä enemmän tuntua, että hän oli jossakin poissa, nousi hitaasti ylös ja alkoi etsiä itseään.

Tässä kiireisessä maailmassa on välttämätöntä välillä rauhoittua, nauttia hiljaisuudesta ja kuunnella luontoa – mehiläisten surinaa lämpimänä kesäpäivänä, lintujen liverrystä ja puunlehvien havinaa tai tuulen ujellusta myrskyisenä talviaamuna. Luonnonäänet auttavat vaimentamaan oman pään sisältä kuuluvan alituisen sorinan ja myllerryksen, tai niin kuin Puhin tapauksessa, Kanin loputtoman jaarituksen.

Luonnon satunnaiset hiljaiset äänet tynnyttävät ja virkistävät, päinvastoin kuin liikenteen jatkuva kumu ja täysillä pauhaavien radioiden, paineilmaporien ja ruohonleikkureiden aiheuttama urbaani melusaaste. Pelkkä lyhyt ruokatuntikävely saattaa virkistää kummasti, varsinkin jos sen avulla pääsee hetkeksi pois maisemakonttorin hälystä ja ylipuhelioiden työtoverien, ystävien tai perheenjäsenten keskeltä.

Me tarvitsemme kaikki aikaa mehiläisten ja lintujen kuuntelemiseen ja poissaoloon kaikesta. Kokeile, miltä tuntuu maata selällään puutarhassa tai puistossa ja katsella pilvien lipumista korkealla taivaalla tai kuunnella, miten rytmikkäästi rantaan loiskivat aallot pyörittävä hiekkaa ja pikkukiviä.

Kun olet löytänyt luonnosta lempiänesi, paina ne niin hyvin mieleesi, että voit kuulla ne korvissasi aina kun tarvitset omaa rauhaa tai et saa unta. Päästä itsesi vajoamaan siihen puolihypnoottiseen transsiin, joka on niin tyypillinen seisahtuneille kesäpäiville – samaan olotilaan, josta Nalle Puh nautti, ennen kuin Kanin kysymykset vaativat häntä valpastumaan ja palaamaan maan pinnalle.

Alleviivaa mielestäsi sopivin vaihtoehto:

1. Ääniharjoituksen jälkeen kurkun ja kaulan seudulla tuntui **paremmalta/ samanlaiselta/ huonommalta**, kuin ennen harjoitusta.
2. Ääniharjoituksen jälkeen äänen tuottaminen tuntui **helpommalta/ samanlaiselta/ vaikeammalta**, kuin ennen harjoitusta.
3. Ääniharjoituksen jälkeen äänenlaatu oli **parempi/ samanlainen/ huonompi**, kuin ennen harjoitusta.