

Riikka Järvi

KORKEATAAJUUKSINEN VÄRÄHTELYTEKNIikka ÄÄNEN HARJOITTAMISESSA

Yhteiskuntatieteiden tiedekunta
Logopedian pro gradu -tutkielma
Syyskuu 2021

TIIVISTELMÄ

Riikka Järvi: Korkeataajuuksinen värähtelytekniikka äänen harjoittamisessa
Pro gradu -tutkielma
Tampereen yliopisto
Logopedia
Syyskuu 2021

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, onko korkeataajuuksinen värähtelytekniikka hyvä menetelmä äänen harjoittamiseen. Äänen harjoittamisessa ja ääniterapiassa on käytetty perinteisesti erilaisia apuvälineitä. Tavanomaisia apuvälineitä ovat erilaiset putket, joilla äännetään veteen vesivastusta hyödyntäen. Korkeataajuinen värähtelytekniikka perustuu ilmanvastuksen luomiseen, ja sitä on alun perin käytetty ilman poistamiseen hengitysteistä. Viime vuosina korkeataajuiseen värähtelytekniikkaan perustuvia laitteita on alettu kokeilla myös äänen harjoittamisessa, sillä aiemmissa tutkimuksissa menetelmän on muun muassa havaittu vähentävän ääni- ja kurkunpään oireilua ja edistävän pehmeämpää äänihuulivärähtelyä.

Tutkimukseen osallistui 12 terveäänistä logopedian opiskelijaa, joista puolet (N = 6) teki ääniharjoituksia Shakeriksi kutsutulla korkeataajuuksiseen värähtelytekniikkaan perustuvalla välineellä. Loput osallistujat (N = 6) muodostivat kontrolliryhmän. Intervention kesto oli kuusi viikkoa. Interventiota edeltävästi sekä sen jälkeen kaikilta tutkimukseen osallistuneilta äänitettiin luentanäytteet tavallisella ja voimistetulla puhevoimakkuudella. Osallistujat täyttivät myös äänioirekyselyt ja arvioivat omaa äänenlaatuaan ja äänentuoton helppoutta. Interventioryhmän osallistujat täyttivät myös harjoituspäiväkirjaa. Kaksi äänialan ammattilaista arvioi luentanäytteitä perkeptuaalisesti yleisen äänenlaadun, äänen tiiviynen ja äänen narinan osalta ja koosti arvioistaan yhteisen konsensusarvion. Molempien ryhmien luentanäytteistä laadittiin ryhmäkeskiarvospektrit ja laskettiin yksilökohtaiset alfaratiot ja äänenpainetasot. Aineistoa analysoitiin tilastollisesti, akustisesti ja laadullisesti.

Narinan määrä väheni tilastollisesti merkitsevästi (Studentin t-testi, $p = .025$) kontrolliryhmässä. Alfaratio kasvoi Shaker-ryhmän molemmissa luentanäytteissä (tavallinen $p=.032$, voimistettu $p=.014$) sekä kontrolliryhmän voimistetun luennan näytteissä ($p=.031$). Lisäksi Shaker-ryhmän itsearviot äänen laadun paranemisesta olivat tilastollisesti merkitseviä ($p=.029$). Shaker-ryhmän keskiarvospektrissä oli havaittavissa kaltevuuden loiventumista ja puhujanformanttialueen vahvistumista. Yksilötasolla tarkasteltuna kahden Shaker-ryhmän tutkimushenkilön äänenlaatu arvioitiin perkeptuaalisesti paremmaksi, mikä näkyi myös alfaration kasvuna. Myös äänenvoimakkuus lisääntyi hieman. Näille tutkimushenkilöille kertyi Shaker-ryhmän sisällä myös eniten harjoituskertoja. Molemmat tutkimushenkilöt kokivat äänioireiden lisääntyneen, mikä on melko tavanomainen havainto ääniharjoittelun yhteydessä, kun ääntä käytetään aikaisempaa enemmän.

Tämän tutkimuksen perusteella vaikuttaa siltä, että korkeataajuuksiseen värähtelytekniikkaan perustuvalla säännöllisellä harjoittelulla voidaan kasvattaa alfaratiota, mikä voi tarkoittaa äänen voimakkuuden kasvua ja äännön tiiviynen ja äänihuulisulun tehostumista. Keskiarvospektrin muutokset viittaavat äänen kirkkauden ja kuuluvuuden lisääntymiseen. Suuremmilla harjoittelumäärillä äänenlaadussa voitiin havaita positiivisia muutoksia myös perkeptuaalisesti. Ääniharjoitusryhmässä raportoitiin hieman enemmän äänioireiden lisääntymistä. Tämä voi merkitä joko sitä, että harjoitus suoritettiin liian voimallisesti tai että harjoittelijat alkoivat kiinnittää enemmän huomiota ääneensä. Se voi myös liittyä äänenkäyttömäärien lisääntymiseen opintojen aikana. Tutkimuksen otoskoko oli pieni ja intervention kesto suhteellisen lyhyt, mutta siitä huolimatta voitiin havaita pieniä, positiivisia muutoksia. Lisätutkimuksia korkeataajuuksisen värähtelytekniikan mahdollisuuksista äänen harjoittamisessa tarvitaan.

Avainsanat: äänenlaatu, äänen tiiviys, äänen narina, perkeptuaalinen arvio, alfaratio, keskiarvospektri

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	1
2 KIRJALLISUUSKATSAUS	2
2.1 Ääni ja äänenlaatu	2
2.1.1 Hyvän äänen piirteitä	3
2.1.2 Äänen tiiviyn tarkastelua	5
2.1.3 Narina ja sen haitat	7
2.2 Korkeataajuinen värähtelytekniikka äänen harjoittamisen menetelmänä	10
2.3 Äänenlaadun arviointi ja mittaaminen	12
2.3.1 Perkeptuaalinen arviointi	12
2.3.2 Akustiset analyysit	13
2.3.3 Subjekttiivinen arviointi	14
3 TUTKIMUKSEN TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	15
4 TUTKIMUSMENETELMÄT	16
4.1 Tutkimushenkilöt	16
4.2 Aineiston keruu	16
4.3 Aineiston muodostuminen	17
4.4 Aineiston analysointi	18
4.4.1 Akustinen analyysi	18
4.4.2 Tilastollinen analyysi	18
4.4.3 Laadullinen analyysi	18
4.5 Tutkimuksen eettisyys	19
5 TULOKSET	20
5.1 Perkeptuaalisesta arvioinnista tehdyt havainnot	20
5.2 Keskiarvospektri	24
5.3 Alfaratio ja SPL	27
5.4 VFI- ja VAS -pisteet	28
5.5 Harjoittelupäiväkirjoissa esille nousseet huomiot	29
5.6 Parametrien väliset yhteydet	30
6 POHDINTA	32
6.1 Tulosten tarkastelu	32
6.1.1 Äänenlaatu, tiiviys ja narina	32
6.1.2 Keskiarvospektri, alfaratio ja SPL	34

6.1.3 Itsearvioissa tapahtuneet muutokset	35
6.2 Menetelmän pohdinta	35
6.3 Työn kliininen merkitys ja jatkotutkimusaiheita	37
LÄHDELUETTELO	38

Liitteet:

- Liite 1. Tavallisen luennan teksti *Moreeni*
- Liite 2. Voimistetun luennan teksti *Hemsöläiset*
- Liite 3. VFI-lomake
- Liite 4. VAS-lomake
- Liite 5. Ääniharjoituspäiväkirja
- Liite 6. Kuuntelulomake
- Liite 7. Tiedote ja tutkimuslupalomake

KÄSITTEET JA LYHENTEET

Alfaratio	Äänenpainetasoero 1–4 kHz:n ja 50 Hz -1 kHz alueiden välillä
Buzzer	Korkeataajuiseen värähtelytekniikkaan perustuva harjoitusväline hengitysteiden liman irrotukseen ja äänen harjoittamiseen
dB	Desibeli
EGG	Elektroglottografia
HFO	High-Frequency Oscillation
Hz	Hertsi
LaxVox	Vesivastusta hyödyntävä ääniterapiamenetelmä
LTAS	Long Term Average Spectrum
Shaker	Tässä työssä käytetyn Buzzerin tuotenimi (Shaker deLux™)
SPL	Sound Pressure Level
VAS	Visual Analog Scale
VF	Voice Fatigue
VFI	Vocal Fatigue Index

1 JOHDANTO

Häiriöiseksi koettu, vaikka sinällään terve ääni voi luoda negatiivisia mielikuvia esimerkiksi puhujan persoonallisuudesta, ulkonäöstä (Lukkarila, Laukkanen, & Palo, 2012) ja ammattitaidoista (Anderson, Klofstad, Mayew, & Venkatachalam, 2014). Fyysiset ominaisuudet luovat äänenlaatuun joitakin pysyviä piirteitä, mutta puhuja voi vaikuttaa lopputulokseen myös osittain itse (Abercrombie, 1967, 92). Usein kyseessä on kuitenkin opittu tapa eikä puhuja välttämättä itse edes tiedosta poikkeavansa optimaalisemmasta äänentuottotavasta. Esimerkiksi narisevalla äänellä puhuminen on nykyisin niin yleistä, että sitä ei enää yksinään voida pitää häiriöisen äänen piirteenä vaan määrättyissä sosiaalisissa konteksteissa tai kulttuureissa esiintyvänä omaksuttuna puhetapana (mm. Abdelli-Beruh, Wolk, & Slavin, 2014; Eskelinen, 2014, Laukkanen & Rantala, 2021; Wolk, Abdelli-Beruh, & Slavin, 2012). Epäoptimaalinen äänentuottotapa voi kuitenkin aiheuttaa äänioireita (Laukkanen & Leino, 1999, 105). Ääniharjoittelun tavoitteena on opetella sellainen äänentuottotapa, joka vaatii vain vähäistä lihastyötä, mutta tuottaa akustisesti hyvän lopputuloksen (Laukkanen, 1995).

Äänen harjoittamisessa ja ääniterapiassa on käytetty perinteisesti erilaisia apuvälineitä kuten putkia (esim. Guzman, 2017; Laukkanen, 2015; Simberg & Laine, 2007). Menetelmä perustuu vastukseen, joka syntyy, kun putkella äännetään veteen. Korkeataajuisessa värähtelytekniikassa hyödynnetään ilmanvastusta, ja sitä on alun perin käytetty poistamaan limaa hengitysteistä (dos Santos, Guimarães, de Carvalho, & Gastaldi, 2013). Viime vuosina korkeataajuisen värähtelytekniikkaan (HFO) perustuvia laitteita on alettu kokeilla myös äänen harjoittamisessa, sillä tutkimuksissa menetelmän on muun muassa havaittu vähentävän ääni- ja kurkunpään oireilua (Saters ym., 2018) ja edistävän pehmeämpää äänihuulivärähtelyä (Laukkanen, Horáček, & Radolf, 2021).

Korkeataajuuksinen värähtelytekniikka on tutkimusalueena uusi ja sen vaikutuksia ääneen on tutkittu vasta vähän. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, onko HFO hyvä menetelmä äänen harjoittamiseen. Jos harjoittelun myötä äänenlaatua voidaan parantaa tai äänentuottotapaa muuttaa optimaalisemmaksi, niin tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää kliinisessä työssä ääniterapiassa, jatkotutkimuksissa sekä omatoimisessa ääniharjoittelussa esimerkiksi äänialan ammattilaisten parissa. Harjoittelu on suhteellisen helppoa ja edullista toteuttaa kotioloissa, joten äänioireiset voisivat hyötyä tällaisesta omatoimisesta harjoitusmenetelmästä myös ääniterapian rinnalla.

2 KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1 Ääni ja äänenlaatu

Äänihuulivärähtelyyn perustuvaa äänentuottotapaa sanotaan fonaatioksi (Sundberg, 1987, 49). Keuhkoista tulevan ilmavirtauksen avulla fonaatio synnyttää lähdeäänien. Lähdeääni muovautuu edelleen ääntöväylässä akustisesti artikulaatioelimillä, ja se vaikuttaa syntyvään vaikutelmaan puhujan äänenväristä eli -laadusta (engl. timbre). Äänellä on kolme perusominaisuutta, jotka ovat kuulohavaintotermein ilmaistuina sävelkorkeus, voimakkuus ja äänenväri. Akustisesti samat asiat voidaan ilmaista termeillä perustajuus, amplitudi ja spektrirakenne. Sävelkorkeutta nostetaan lisäämällä äänihuulien värähtelynopeutta äänihuulia kontrolloivien lihasten avulla. Äänenvoimakkuutta säädellään subglottaalisella (ääniraon alapuolisella) ilmanpaineella. Äänihuulten adduktiota säädellään kurkunpään lihastoiminnalla sekä subglottaalisella paineella, mikä taas vaikuttaa edelleen äänenlaatuun.

Äänenlaatua voidaan määrittellä eri tavoin. Suppeamman näkemyksen mukaisesti se on vain äänihuulitasolla tapahtuvaa vaihtelua, mutta laajemman käsityksen mukaan siihen vaikuttavat myös ääntöväylän asetukset. Abercrombie (1967, 91) määrittelee äänenlaadun väljästi puhujan äänen niiksi suhteellisen pysyviksi piirteiksi, jotka ovat pääpiirteittäin läsnä kaiken aikaa puheessa ja äänessä. Näitä piirteitä voidaan esimerkiksi havaita kuiskatessa tai yskiessä, vaikka ne eivät varsinaista puheääntä olekaan. Abercrombie lukee siis äänenlaatuun mukaan paitsi fonaatiolaadun myös resonation. Myös Laver (1980, 1) lähestyy äänenlaatua laajassa mielessä ja määrittelee sen puhujan äänessä kuultavissa olevana värityksenä, johon vaikuttavat sekä äänihuulten toiminta että ääntöväylä.

Titzen mukaan (2000, 281) äänenlaatu on se jäljelle jäävä osa, kun äänestä on eroteltu pois sävelkorkeus, voimakkuus ja foneettiset piirteet eli vokaalit ja soinnilliset konsonantit. The Acoustical Society of American määritelmässä (n.d.) äänenväri (timbre) on moniulotteinen kuulohavainto kahdesta erilaisesta äänestä, jotka muutoin esitetään samalla tavalla ja joilla on sama äänenvoimakkuus, korkeus, alueellinen sijainti ja kesto. Laukkasen (1995, 12) mukaan puheäänien harjoittamisen yhteydessä puhuttaessa äänenlaatua on mielekästä tarkastella pitkäkestoisena puhujan yksilöllisenä piirteenä.

Äänenlaatu määräytyy osaksi ihmisen fyysisten ominaisuuksien perusteella, joihin ei voida vaikuttaa (Abercrombie, 1967, 92). Osa äänenlaatuun liittyvistä piirteistä on kuitenkin opittavissa: esimerkiksi sopivammalla kurkunpään asennolla ja kurkunpään lihaskontrollin

harjoittelulla voidaan optimoida myös äänihuulten värähtelytapaa. Usein kyseessä on opittu puhetapa, jota puhuja ei edes tiedosta.

Erilaiset äänirekisterit ovat yksi tapa kuvata äänenlaatua (Titze, 2000, 281). Äänirekisteri on fonaation taajuusvaihtelun alue, jossa kaikki sävelet tuotetaan samalla tavalla ja niillä on samanlainen äänenväri (Sundberg, 1987,49). Äänirekistereillä kuvataan äänihuulten erilaisia sävelkorkeusasteesta riippuvia värähtelytapoja (Laver 1980, 93–94) ja sävelkorkeuden ja voimakkuuden muutosten vaikutuksia äänenlaatuun (Titze, 2000, 281–282). Puhuja pystyy itse säätelemään fonaatiotapaansa ja siirtymään rekisteristä toiseen. Tahattomia ja tahallisia rekisterimuutoksia tapahtuu ja tällaisia siirtymiä myös tarvitaan, jotta äänenlaadun muutoksia voidaan havaita. Erilaiset tilanteet saattavat puheäännessäkin vaatia erilaisten äänirekisterien käyttämistä lyhytaikaisesti (Abercrombie 1967, 101). Puheäännessä on mahdollista käyttää modaalirekisteriä, narinarekisteriä ja falsettirekisteriä. Narinarekisterissä äänen perustaajuus on modaalirekisteriä alhaisempaa ja falsettirekisterissä vastaavasti modaalirekisteriä korkeampaa (Laver, 1980, 95).

Laverin luokittelun perustana on havainnot siitä, voiko fonaatiotapa esiintyä yksinään, ja voiko se esiintyä myös yhdessä jonkin toisen fonaatiotyypin kanssa (Laver, 1980, 111–113, 115). Tämän jaon perusteella Laver muodostaa kolme ryhmää, joista ensimmäiseen kuuluvat modaalirekisterissä tuotetut äänet (modal voice, falsetto), jotka voivat esiintyä yksinään ja jonkin toisen fonaatiotavan kanssa, mutta eivät koskaan yhdessä. Toinen ryhmä on kuiskaus (whisper) ja narina (creak). Ne voivat esiintyä rekisterinä yksinään sekä yhdessä muodostaen kuiskaavan narinan (whispery creak). Lisäksi ne voivat muodostaa yhteisen fonaatiotavan ensimmäisen ryhmän jäsenten kanssa (whispery voice, whispery falsetto, creaky voice, creaky falsetto, whispery creaky voice, whispery creaky falsetto). Kolmanteen kategoriaan Laver sijoittaa karheuden (harshness) ja vuotoisuuden (breathiness). Ne voivat esiintyä vain yhdessä toisen fonaatiotavan kanssa.

2.1.1 Hyvän äänen piirteitä

As was noted some time ago, one person's voice disorder might be another person's pho-neme (Gordon & Ladefoged, 2001; Ladefogedin, 1983, mukaan).

Hyvästä tai optimaalisesta äänenlaadusta ei ole olemassa mitään tyhjentävää määrittelyä. Hyväksi koettu äänenlaatu voi olla sopivaa yhdessä tilanteessa, mutta epäsopivaa jossakin muualla ja päinvastoin (Hollien, 2000, 13–15). Ääniharjoitteluun liittyvässä kirjallisuudessa äänenlaatu on yhdistetty fysiologisiin ja perseptuaalisiin havaintoihin äänen sopivuudesta

puhujalleen (Laukkanen, 1995,12–13). Perseptuaalisesti 'sopiva' ääni on riittävän voimakas ja kuuluva. Fysiologisesti taloudellinen äänentuotto vähentää äänen kuormittumista ja siten pienentää riskiä ääniongelmien syntymiseen. Vaivattominta äänentuotto on yleensä puhujalle luontaisimmalla äänenkorkeudella (Laukkanen, 1999). Äänioireisiin ja äänen väsymiseen liittyy usein epäoptimaalinen puhekorkeus.

Laukkanen & Leino (1999, 14, 190–191) lisäävät määritelmään mukaan vielä kommunikatiivisen näkökulman: hyvä ääni ilmaisee sitä, mitä puhuja sillä haluaa ilmaista. Äänen tulee olla viestinnältään selkeää. Lisäksi hyvää äänenlaadun vaikutelmaa tukevat vaivattomasti sujuvat sävelkorkeuden ja voimakkuuden vaihdokset, tahattomien rekisterivaihdosten poissaolo sekä puhujan ikää ja sukupuolta vastaava mielikuva äänestä.

Hollienin hyvään ääneen liittyvässä yhteenvedossa (2000, 22) todetaan, että puhujan fonaatio tapahtuu keskimääräisesti alhaisemmillä perustaajuuksilla. Äänenvoimakkuus (vocal intensity) on keskivertoa tai hieman pehmeämpää. Perustaajuuksissa ja äänenvoimakkuudessa on suurta vaihtelua. Puhujan puhenopeus on hieman keskivertoa hitaampaa. Puheäänien spektrissä äänienergia on jakautunut monipuolisesti eri taajuuksille eikä siinä ei ole hälyä. Lisäksi ääni on tilanteeseen sopiva.

Modaalirekisteriä pidetään fonaatiolle ideaalisimpana tai neutraalina vaihtoehtona, sillä siinä äänihuulten värähtely on säännöllistä ja periodista, tehokasta ja hälytöntä (Laver, 1980, 94, 112). Äänihuulet värähtelevät kauttaaltaan ja äänirako sulkeutuu tiiviisti. Modaalirekisterissä saadaan aikaan suuri äänenvoimakkuuden (SPL) vaihtelu pienellä subglottaalisella paineella (Titze, 2000, 248–252). Myös edellytykset sävelkorkeuden vaihtelulle ovat hyvät. Sundberg (1978, 80) on kuvaillut hyvää äänenlaatua nimellä *flow phonation*, mikä eroaa tavallisesta modaalirekisterissä tuotetusta äänestä siten, että subglottaalinen ilmanpaine on hieman pienempi ja virtaus hieman suurempaa. Ääni on ikään kuin virtaava.

Fonaation aikana äänihuulet tuottavat perustaajuuden lisäksi myös sen kerrannaisia, yläsäveliä (Raphael, Borden, & Harris, 2007). Spektrianalyysin avulla voi tällaisen syntyneen kompleksisen äänen jakaa osiinsa ja tarkastella niiden voimakkuutta suhteessa toisiinsa. Spektrin avulla voidaan siis tarkastella erilaisia äänenlaatuja (Sundberg, 1987, 76). Hyväksi havaitussa äänessä spektri on suhteellisen loiva eli yläsävelet ovat voimakkaita. Lisäksi siinä voidaan yleensä havaita selkeästi näkyvä energiakeskittymä, ns. puhujanformantti, noin 3500 Hz kohdalla (Leino, 1994; Leino, 2009). Puhujanformantti lisää äänen kirkkautta ja kuuluvuutta, mutta ääni voidaan arvioida hyväksi, vaikka selkeä formanttikeskittymä

puuttuisikin. Päinvastoin vahvan puhujanformantin sisältämä ääni voidaan arvioida huonoksi.

Hyvään äänenkäyttöön liitetään nykyisen tietämyksen valossa tehokkuus ja taloudellisuus. Tehokkuutta (glottal efficiency) on perinteisesti määritelty akustisen energian ja aerodynaamisen energian suhteena siten, että äänenvoimakkuus jaetaan subglottaalisen ilmanpaineen ja ilmavirtauksen tulolla ($SPL / \text{subglottaalinen ilmanpaine} \times \text{ilmavirtaus}$) (Schutte, 1980). Haasteena siinä on, että se suosii korkean sävelkorkeuden käyttämistä, jolloin tuloksena saattaa olla hieman pakotettu ääni, mikä taas kuormittaa äänihuulia (Titze, 2000, 271). Se ei siis huomioi äänen taloudellisuutta.

Titze (2006) on kehittänyt kaavan laskea äänen taloudellisuutta. Siinä äänihuuliperiodin aikainen maksimi-ilmavirtausnopeus (joka korreloi äänen akustisen voimakkuuden kanssa) jaetaan ääniraon sulkeutumisenopeudella (joka liittyy äänentuoton kuormittavuuteen, koska sulkeutumisenopeus korreloi äänihuulten törmäyspaineen kanssa) (maksimi ilmanvirtaus / glottiksen sulkeutumisenopeus). Taloudellisuuden määritelmä on siis yhteydessä ilmavirtaukseen ja kudokseen liittyviin äkillisiin nopeusmuutoksiin.

Taloudellisessa äännössä ns. äänihuulten törmäyspaine (paine / pinta-ala) pyritään pitämään pienenä. Törmäyspaine (impact stress) kasvaa subglottaalisen paineen ja äänihuulten venymisen ja adduktion seurauksena (Jiang & Titze, 1994). Suurin paine kohdistuu äänihuulten keskiosaan, mikä tukee aikaisempaa käsitystä siitä, että mekaaninen rasitus voi aiheuttaa äänihuulikyhmyjä ja sitä kautta dysfoniaa.

2.1.2 Äänen tiiviydän tarkastelua

Äänen tiivydellä viitataan tapaan, jolla äänihuulet ovat kontaktissa. Sitä tarkastellaan janana, jonka toisessa päässä on vuotoinen (breathy) ja toisessa puristeinen (pressed) fonaatio (Sundberg, 1987, 81). Ensimmäisessä äänihuulten adduktio jää vajaaksi ja jälkimmäisessä sitä on liikaa suhteessa ääniraon alapuoliseen ilmanpaineeseen (Titze, 2000, 275). Tähän väliin mahtuu paljon erilaisia asteita, ja janan keskivaiheilla äänen tiiviydän voidaan ajatella olevan neutraalia: ei puristeista eikä vuotoista. Esimerkiksi, jos äänen puristeisuuden todetaan vähentyneen, se ei välttämättä tarkoita äänen muuttuneen vuotoiseksi vaan vain vähemmän puristeiseksi tai neutraalimmaksi. Laver mainitsee äänen lihasjänteyden yhteydessä neutraalin, jännittyneen (tense) sekä löysän (lax) asetuksen (Laver, 1980, 141). Toinen yleisesti käytössä oleva jako on hypofunktionaalinen ja hyperfunktionaalinen äänentuottotapa (esim. Laukkanen & Leino, 1999, 107).

Vuotoisessa äänessä äänihuulet värähtelevät tehottomasti ja adduktio on heikkoa (Laver, 1980, 132; Sundberg, 1987, 80, 84). Äänirako pysyy koko pituudeltaan hieman avoinna siten, että äänihuulet eivät kosketa toisiaan keskilinjassa. Alhaisesta subglottaalisesta ilmanpaineesta ja korkeasta äänihuulten välisestä ilmanvirtauksesta johtuen ilmaa pääsee karkaamaan, mikä tekee äänestä hälyisen tai vuotoisen kuuloisen. Äänihuulten välinen resistanssi, äänenpaine, sävelkorkeus ja voimakkuus ovat alhaisia. Vajaasta äänihuulisulusta johtuen ilmavirtauksen määrä nousee korkeammaksi kuin modaaliäänessä, eikä se lakkaa missään vaiheessa kokonaan. Laver (1980, 149, 152–153, 155) mainitsee lisäksi pehmeän artikulaation ja kurkunpään hieman laskeutuneen sijainnin. Vuotoisen äänen tuottotapaa sanotaan hypofunktionaaliseksi tai Laverin määritelmässä löysäksi.

Vuotoisuuden aste voi vaihdella, mutta ominaista kaikille vuotoisille äänille on vajaa äänihuulisulku (Laver, 1980, 133, 146, 149). Laverin luokittelun mukaan vuotoista (breathy) ääntä voi pääasiassa esiintyä vain yhdessä modaaliäänien kanssa, sillä muut fonaatiotavat vaativat korkeampaa lihasjänteyttä. Vuotoisuus voi liittyä kuiskaavaan ääneen lievänä ominaisuutena, mutta vuotoinen ääni vaatii tyypillisesti keskinkertaista tai erittäin löysää lihasjänteyttä. Toisaalta Laver toteaa, että kuiskauksen ominaisuuksia on usein kirjallisuudessa yhdistetty vuotoisuuteen, ja niiden välillä on yhteys: molemmissa esiintyy hälyä, ja kuulonvaraisesti arvioituna siirtymä toisesta toiseen on häilyvä. Löysään ääneen voi liittyä myös nasaalisuutta.

Laverin luokittelussa vuotoisiin fonaatiotapoihin kuuluvat breathy, joka on hieman pehmeänkuuloinen modaali. Kuiskaavaan ääneen liittyvänä ominaisuutena sitä voidaan kuitenkin kuulla myös vuotoisena modaalina (whispery voice) sekä vuotoisena falsettina (whispery falsetto). Breathy-tavalle on ominaista tehottomuus ja hienoinen häly (Laver, 1980, 95). Kuiskaukseen yhdistyneenä häly on voimakkaampaa. Akustisesti tarkasteltuna vuotoisen äänen spektri on heikkojen yläsävelten takia jyrkästi kalteva (Laukkanen, 1999).

Vuotoinen äänenkäyttötapa ei yleensä rasita ääntä, mutta sillä ei saada tuotettua kantavaa ääntä: ääntä voidaan kuvailla henkäyksenomaisena. Eräiden tutkimusten mukaan vuotoinen ääni voi antaa kuulijoille vaikutelman tunteellisuudesta ja epäuskottavuudesta (Lukkarila ym., 2012). Toisaalta samassa tutkimuksessa miehet kokivat vuotoisen äänen vähemmän epämiellyttävänä piirteenä kuin naiset ja liittivät siihen innokkuuden mielikuvan. Miesten vuotoista ääntä on arvioitu kriittisemmin kuin naisten (Pittam, 1987).

Puristeisesta äänestä käytetään kirjallisuudessa monia eri nimiä (esim. pressed, tense, metallic, harshness, harsh voice) (Laver, 1980, 49, 126–127, 141). Puristeinen ääni syntyy, kun korkea subglottaalinen paine yhdistyy voimakkaaseen äänihuulikontaktiin (Sundberg, 1987, 80). Äänihuulien välinen ilmanvirtaus on silloin vähäistä, ja syntynyt ääni on puristeinen tai kireä. Ääniraon sulku ja avautuminen tapahtuu nopeasti, mutta se pysyy kiinni suhteellisen pitkään (Laukkanen, 1999). Laverin mukaan (1980, 126, 128–129, 153–154) puristeisella (harsh) äänellä on epäperiodinen perustaajuus. Ääni kuulostaa hälyiseltä ja kovalta, ja artikulaatio on korostunutta (segmentaalista). Kurkunpää on jännityksen takia hieman koholla ja äänihuulten adduktio on liiallista. Äänenvoimakkuus ja sävelkorkeus ovat modaaliääntä korkeampia ja taajuusvaihtelu on suurempaa. Tällaista äänentuottotapaa sanotaan hyperfunktionaaliseksi tai Laverin luokittelussa jännittyneeksi (tense).

Laverin luokittelussa puristeisiin fonaatiotapoihin kuuluvat harsh, joka kuulostaa hälyiseltä, ponnisteiselta modaaliääneltä. Ponnisteisen kuuloinen falsettiääni on harsh falsetto. Kuiskaava ääni voi liittyä myös jännittyneeseen ääneen (Laver, 1980, 146, 152). Jännittyneeseen ääneen liittyy segmentoivaa artikulaatiota, mikä voi osaltaan selittää puristeiseen tai jännittyneeseen ääneen liittyviä mielikuvia. Akustisesti tarkasteltuna puristeinen ääni tuottaa voimakkaita yläsäveliä, mikä näkyy loivana spektrinä (Laukkanen, 1999). Perussävelen amplitudi jää kuitenkin tavallista pienemmäksi.

Puristeinen äänentuottotapa on epätaloudellista, sillä siinä suureen voimankäyttöön yhdistyy suhteessa vähäinen akustinen voimakkuus (Sundberg, 1987, 80–81). Puristeinen äänentuottotapa rasittaa äänihuulia, ja se on yleinen äänioireiden ja orgaanisten kudosvaurioiden aiheuttaja (Fawkus, 2013). Kuulijat voivat myös assosoida puhujan epämiellyttäväksi, epäviehättäväksi, epäystävälliseksi ja jäykäksi ihmiseksi (Lukkarila ym., 2012). Tosin myös päinvastaisia tuloksia on raportoitu, joten mielikuvien muodostumiseen saattavat vaikuttaa sekä maailmanlaajuiset että kulttuuriset tekijät. Miesten puristeinen puhetapa koetaan paremmin hyväksyttävämpänä kuin naisten (Pittam, 1987).

2.1.3 Narina ja sen haitat

Kirjallisuudessa äänen narinaan viitataan monilla erilaisilla termeillä kuten creaky voice, vocal fry, creak, pulse, glottal fry tai laryngealization (Hollien, 1974; Laver, 1980, 112–113, 122–126). Laverin luokittelun mukaan narina voi esiintyä omana fonaatiotapana narinarekisterissä (creak) tai yhdistelmänä muiden fonaatiotapojen (modaali, falsetti, kuiskaus, puristeinen, vuotoinen) kanssa. Sille on tunnusomaista äänihuulten voimakas adduktio ja modaaliääntä matalampi subglottaalinen ilmanpaine. Perustaajuus on

tyypillisesti matala, yleensä alle 100 Hz, ja sävelkorkeuden laskiessa narinan esiintyminen on todennäköisempää. Kuulohavaintona narina kuulostaa sarjalta napautuksia, jotka vaimenevat välillä. Myös Bele (2005) kuvaa narinaa sarjaksi nopeita napautuksia. Äänihuulivärähtely voi olla säännöllistä tai epäsäännöllistä. Äänihuulet ovat hyvin lähellä toisiaan, joten äänihuulten liike jää pieneksi. Sulkuvaihe on pitkä, jonka jälkeen energia purkautuu ikään kuin pulssimaisesti luoden narinaa muistuttavan äänen. Narinan matalan perustaajuuden takia (noin 70 Hz tai vähemmän) ääni ei voi ikinä olla kovin voimakas. Narisevassa äänessä spektrin kaltevuus on loivempi kuin muissa fonaatiotavoissa, mutta matalan perustaajuuden vuoksi äänienergia jakautuu siinä modaaliäänen tavoin (Monsen & Engebretson, 1977, 989). Narinan aallonmuoto on hyvin epäsäännöllinen. Narisevan äänen spektrissä voi esiintyä ns. narinahuippu noin 3500 Hz kohdalla (Leino, 1994; Leino & Kärkkäinen, 1995; Nolan, 1983). Syynä saattaa olla myös äänen puristeisuus tai nasaalisuus (Bele, 2006).

Nariseva ääni ei ole ominaisuuksiltaan aina samanlaista, eikä ole olemassa yhtä yhdistävää ominaisuutta, jota löytyisi kaikista narinan lajeista (Keating, Garellek, & Kreiman, 2015). Yhteistä on lähinnä kuulohavainto narisevuudesta. Toisenlaisissa narisevissa äänissä perustaajuus ei ole matala eikä äänihuulivärähtely ole epäsäännöllistä tai niihin ei liity ääniraon konstriktiota. Siispä narinaa ei voida määritellä akustisesti vain tyypillistä narinaa mittaavilla akustisilla parametreillä. Erilaiset akustiset mittaustulokset voivat antaa erilaisia tuloksia narinan esiintymisestä samassa ääninäytteessä. Tällöin tulokset itseasiassa antavat kokonaisuutena tärkeää tietoa äänen narinan laadusta.

Äänen narinan esiintymistä puheessa ovat tutkineet mm. Wolk ym. (2012). Tutkimuksessa havaittiin, että lähes kaksi kolmasosaa nuorista amerikkalaisista naisista käytti narinaa puheessaan. Narina ilmeni useimmiten lauseen lopussa. Lisäksi tutkimuksessa havaittiin tilastollisesti merkitseviä eroja narinarekisterin ja modaalirekisterin välillä muun muassa perustaajuuden minimissä, maksimissa ja keskiarvossa; narinassa nämä tunnusluvut olivat matalampia. Myös Eskelinen (2014) havaitsi, että perustaajuusparametrit keskiarvo ja minimi olivat matalampia narisevassa kuin normaalissa puheessa. Abdelli-Beruh ym. (2014) ovat tutkineet narinan esiintymistä myös amerikkalaisilla miehillä. Miehilläkin narinaa ilmeni eniten lauseiden lopussa, mutta kokonaisuudessaan narinaa esiintyi kuitenkin miehillä merkitsevästi vähemmän kuin naisilla.

Narinaa esiintyy laajasti myös suomalaisnaisilla kaikissa ikäryhmissä (Eskelinen, 2014). Laukkasen ja Rantalan tutkimuksen (2021) mukaan jopa 73 % suomalaisista naispuolisista

yliopisto-opiskelijoista käytti vähän tai kohtalaisesti narinaa tekstiluennassa. Narina on nykyisin niin yleistä, että sitä ei enää yksinään voida pitää dysfonisena piirteenä, vaan kyseessä on opittu puhetapa, jota käytetään määrättyissä sosiaalisissa konteksteissa tai kulttuureissa. Jo Boone (1983, 34, 98) mainitsi, että jotkut ihmiset voivat tarkoituksella käyttää matalaa äänenkorkeutta ollakseen uskottavampia työelämässä. Suomessa on ollut myös tapana suosia matalaa puhekorkeutta (Valo, 1994). Puhuja voi myös käyttää tietämättään liian matalaa puhekorkeutta. Toisinaan siis pelkkä äänenkorkeuden hienoinen nosto auttaa pääsemään narinasta eroon (Boone, 1983, 34, 98). Puhujalle epäsopeva puhekorkeus voi toisinaan olla vaikuttavana tekijänä äänihäiriön syntymiseen.

Narina voi hankaloittaa viestin perille menoa (Imhof, Välikoski, Laukkanen, & Orlob, 2014), sillä narisevan äänen kuuntelemisen on todettu kuormittavan kuuntelijoiden kognitiivista kapasiteettia tavallista ääntä enemmän, ja heikentävän siten kuulijoiden suoriutumista kuuntelun aikaisesta tehtävästä. Myös tiedon säilyttäminen oli heikompaa, kun instruktioit annettiin narisevalla äänellä.

Häiriöisiksi koetut äänet voivat luoda terveitä ääniä enemmän negatiivisia mielikuvia puhujan persoonallisuudesta ja ulkonäöstä (Lukkarila ym., 2012). Kuten aikaisemmin havaittiin vuotoisen ja puristeisen äänen kohdalla, myös narinaa arvioitiin useilla negatiivisilla huomioilla. Koska nariseva ääni tuotetaan mahdollisimman vähäisellä subglottaalisella paineella, se saattaa antaa vaikutelman apaattisuudesta tai mielenkiinnon puutteesta. Tutkimuksessa narinaan liitettiin myös mielikuvia epämiellyttävyydestä, epäviehättävyydestä, julmuudesta ja epäystävällisyydestä. Tutkimuksen negatiiviset arviot voivat osaltaan selittyä ääninäytteiden liioitellulla narinan määrällä. Verrattuna aikaisempiin tai muissa maissa tehtyihin vastaaviin tutkimuksiin löytyi sekä vastaavia että eriäviä tuloksia. Tästä voidaan päätellä, että äänenlaadun arviointiin ja stereotyyppien muodostumiseen vaikuttavat sekä universaalit että kulttuurisidonnaiset tekijät.

Myös Venkatraman ja Sivasankar (2018) havaitsivat, että kokemattomat kuuntelijat arvioivat narisevan puheäänien normaalia puheääntä huonommaksi. Narisevalla äänellä puhuvia arvioitiin huomattavasti heikommin työllistyviksi, vähemmän luonnollisiksi, ja äänen kuunteleminen vaati kuulijoilta paljon enemmän keskittymistä. Andersonin ym. tutkimuksessa (2014) narisevalla äänellä puhuvia nuoria naisia pidettiin vähemmän pätevinä, huonommin kouluttautuneina, vähemmän luotettavina, vähemmän viehättävinä ja epätodennäköisemmin palkattavina verrattuna tavallisella äänellä puhuviin naisiin. Ennakkoluulot kohdistuivat voimakkaammin naisiin kuin miehiin. Saman havainnon

negatiivisemmasta suhtautumisesta nariseviin naisääniin teki aikoinaan myös Pittam (1987).

Narinaan liittyvä liiallinen kurkunpään jännittyminen voi myötävaikuttaa äänen väsymiseen (Stemple, Glaze, & Klaben, 83–140). Laukkanen ja Rantala (2021) tutkivat äänen narinan ja äänioireiden yhteyttä suomalaisilla naisopiskelijoilla ja havaitsivat, että narina ja kuulohavainto äänen puristeisuudesta korreloivat keskenään. Vaikka narinan aikaisen vahvan äänihuuliadduktion voisi olettaa lisäävän äänioireiden ja äänen väsymisen mahdollisuutta, mitään tilastollisesti merkitsevää yhteyttä ei kuitenkaan löytynyt. Havaintoon saattoi vaikuttaa tutkimushenkilöiden nuori ikä, sillä opiskelijoille ei ole ehtinyt kertyä kovin paljon äänenkäyttökuormitusta.

2.2 Korkeataajuinen värähtelytekniikka äänen harjoittamisen menetelmänä

Ääniharjoittelun tavoitteena on tuottaa akustisesti paras lopputulos minimaalisella lihastyöllä. Toisin sanoen äänentuottotapaa pyritään muokkaamaan paremmaksi vaikuttamalla äänentuottoon osallistuvien lihasten toimintaan, jolloin myös äänenlaatu kohentuu. Ääniharjoittelussa on perinteisesti käytetty erilaisia apuvälineitä kuten putkia, joilla äännetään veteen (Laukkanen, 2015). Ns. vesivastusterapiaa on käytetty laajasti äänihäiriöiden kuntoutusmenetelmänä (ks. esim. Guzman, 2017; Simberg & Laine, 2007). Uutena välineenä ääniharjoitusten kentälle on tullut erilaiset 'buzzerit', jotka hyödyntävät nk. korkeataajuuksista värähtelytekniikkaa. Korkeataajuisista värähtelytekniikkaa on alun perin käytetty poistamaan limaa hengitysteistä (dos Santos ym., 2013), mutta viime aikoina näitä laitteita on alettu kokeilla myös äänen harjoittamisessa (Saters ym., 2018).

Korkeataajuiseen värähtelytekniikkaan perustuvia välineitä eli 'buzzereita' on erilaisia. Tässä tutkimuksessa käytetään laitetta nimeltä Shaker DeLuxe, jota kutsutaan jatkossa lyhyesti Shakeriksi (kuva 1). Shaker koostuu suukappaleesta, kartiomaisesta runko-osasta ja pyöreästä, rei'itetystä kuvusta, jonka sisällä on metallipallo. Suukappaleeseen puhaltaminen tai ääntäminen riittävän voimakkaasti liikuttaa metallipalloa, joka vuoroin sulkee ja avaa kuvun reikiä. Ilmavirtausvastus siis vuorotellen suurenee ja pienenee, mikä aktivoi keuhkojen pienemmät ilmatiet ja irrottaa limaa ilmäteiden seinämistä. Hengitysharjoittelun näkökulmasta Shakerin aikaansaama ilmanpaineen vaihtelu parantaa keuhkojen kapasiteettia ja tehokkuutta ja vähentää hengästyneisyyttä ja väsymyksen tunnetta (POWERbreathe, n.d.). Ääniharjoittelun välineenä Shakerin on todettu vähentävän ääni- ja kurkunpään oireilua dysfonisilla ja normaaleilla puhujilla välittömästi harjoittelun

jälkeen (Saters ym., 2018). Normaaleilla puhujilla harjoittelun on havaittu myös muun muassa nostavan äänen perustajuutta.



Kuva 1. Shaker.

Laukkasen, Horáčekin ja Radolfin tutkimuksessa (2019) vertailtiin Shakerilla tehtyjä ääniharjoituksia ja resonaattoriputkella veteen äännettyjä harjoituksia ja havaittiin, että menetelmillä on samankaltaisia vaikutuksia ääneen. Tutkimushenkilöt kokivat myös, että puristeinen äänentuotto ei olisi mahdollista Shakerillä, koska siihen ääntäminen vaatii paljon ilmavirtausta. da Silva Antonetti, Ribeiro, Moreira, Brasolotto, ja Silverio (2019) havaitsivat, että HFO- ja LaxVox -menetelmillä (resonaattoriputken tapaan vesivastusta hyödyntävä terapiamenetelmä) oli samankaltaisia positiivisia vaikutuksia tutkimushenkilöiden ääni- ja kurkunpään oireisiin. HFO-menetelmän välittömät positiiviset vaikutukset näkyivät enemmän miehillä kuin naisilla. Silvan ym. tutkimuksessa (2020) HFO-harjoittelulla oli LaxVox-menetelmää positiivisempi vaikutus äänenlaatuun ja tutkimushenkilöiden kokemiin äänioireisiin välittömästi harjoittelun jälkeen.

Myöhemmässä tutkimuksessa Laukkanen ym. (2021) raportoivat, että suun sisäinen ilmanpaineenvaihtelu fysikaalisella mallilla tutkittuna oli isompaa resonaattoriputkella pulputtelussa kuin Shakerilla harjoiteltaessa. Toisin sanoen pulputuksella näyttäisi olevan mahdollista saada tuotettua isompi hierontaefekti. Myös äänihuulten toiminta oli erilaista: Shakeriin äännettäessä äänihuulten ala- ja yläpuolisen ilmanpaineen erotus eli ns. transglottaalinen paine (äänihuulivärähtelyn käyttövoima) ja äänihuulivärähtelyn

avaumalaajuus olivat pienempiä, ja glottis (äänirako) sulkeutui hitaammin kuin resonaattoriputkella pulputtelussa. Metallipallon liikkeelle saamiseen tarvitaan veteen pulputtelua enemmän ilmavirtausta, mikä saa äänihuulet värähtelemään pehmeämmin, jolloin myös mekaaninen kuormitus on vähäisempää. Tästä syystä Shaker saattaisi soveltua erityisesti puristeisen äänen ja narinan vähentämiseen, sillä nariseva ääni tuotetaan maksimaalisen pienellä ilmavirtauksella.

2.3 Äänenlaadun arviointi ja mittaaminen

Äänenlaatua voidaan tarkastella perkeptuaalisesti ja instrumentaalisesti (Kent & Ball, 2000). Instrumentaaliset menetelmät voivat olla joko akustisia tai fysiologisia: akustisesti voidaan esimerkiksi tarkastella äänienergian jakautumista spektrissä ja laatia siitä erilaisia akustisia tunnuslukuja. Fysiologisesti voidaan esimerkiksi mitata äänihuulitason toimintaa. Tässä työssä ei ole käytetty fysiologisia menetelmiä, joten ne jätetään tarkastelun ulkopuolelle.

2.3.1 Perkeptuaalinen arviointi

Perkeptuaalisella tai auditiivis-perkeptuaalisella arviolla tarkoitetaan kuuloaistin varassa tehtävää arviota, jossa kokeneet arvioijat kuuntelevat ja pisteyttävät sokkoutetusti aikaisemmin äänitettyjä luentanäytteitä. Kuuntelu voidaan tehdä joko kuulokkeilla tai kuunnella kaiuttimista kuuntelulle varatussa hiljaisessa tilassa. Keskiarvospektriä analysoitaessa luentanäytteen on hyvä olla riittävän pitkä, jotta spektri saadaan yksittäisten ääniteiden korostumisen sijaan kuvaamaan äänenlaatua yleensä (Laukkanen, 1999). Sopiva pituus vaihtelee puolesta minuutista ylöspäin (esim. Majewski, Rothman, & Hollien, 1977; Nolan, 1983). Kuuntelussa on tärkeää pystyä erottamaan toisistaan patologinen, sairas ääni ja huonosti tuotettu normaali ääni. Hyper- ja hypofunktionaaliset äänentuottotavat heikentävät normaalin äänen laatuarviota, kuten edellä jo todettiin.

Perkeptuaalisen arvioinnin subjektiivisen (kuuntelijasta riippuvan) luonteen takia kuuntelija-arvioiden yhdenmukaisuus on hyvä todentaa tilastollisesti (Shrivastav, 2011, 317). Tämä tehdään yleensä tavoittelemalla lineaarista korrelaatiota äänen laatuun liittyvien mittareiden ja kuulija-arvioiden välille. Belen äänen laadun perkeptuaalisen arvioinnin luotettavuutta selvittäneessä tutkimuksessa (2005) saavutettiin korkea kuulijoiden välinen luotettavuus useimmille perkeptuaalisille arviointimittareille. Luentanäytteet arvioitiin vokaaliääntöjä luotettavammiksi. Kokeneet kuuntelijat olivat arvioissaan systemaattisempia kuin kokemattomat kuuntelijat.

Häiriöisen äänen perkeptuaalisessa arvioinnissa suositetaan usein joko GRBAS- tai CAPE-V -nimisiä arviointimenetelmiä (Shrivastav, 2011, 314). GRBAS arvioi äänenlaatua viidellä eri piirteellä (häiriön aste, äänen karheus, äänen vuotoisuus, äänen voimattomuus, äänen puristeisuus) ja CAPE-V kuudella eri piirteellä (yleinen häiriön vakavuus, äänen karheus, äänen vuotoisuus, äänen puristeisuus, sävelkorkeus ja äänenvoimakkuus). Monet tutkimukset aikaisemmin ovat keskittyneet häiriöisen äänen arviointiin, mutta myös tavallisten puheäänien perkeptuaaliselle arvioinnille on tarvetta niin ammattiäänenkäyttäjien kuin tavallisen äänen tutkimuskentällä (Bele, 2005). Tässä tutkimuksessa kaikki tutkimushenkilöt ovat terveäänisiä, joten edellä mainittujen piirteiden sijaan heiltä arvioidaan perkeptuaalisesti vain äänen narinaa, äänen tiiviyttä sekä äänenlaatua yleisesti. Kyseistä kolmijakoista asteikkoa käytetään tavallisesti puhetekniikan puolella, eikä se ota kantaa siihen, onko ääni häiriintynyt vai ei.

2.3.2 Akustiset analyysit

Arvioinnin luotettavuus lisääntyy, kun kuuntelemisen lisäksi käytetään objektiivisia mittaussuomenetelmiä (Baken & Orlikoff, 2000, 2). Niillä voidaan tarkentaa perkeptuaalista arviota, ja interventiotilanteissa muutosten vertailu on helpompaa. Tavallisimmista akustista analyysimenetelmistä tässä työssä on käytetty äänenlaatua kuvaavaa keskiarvospektriä sekä siitä laskettavaa alfaratiota.

Keskiarvospektri eli LTAS on tavallisesti noin minuutin pituisesta luentanäytteestä otettujen yksittäisten spektrien keskiarvo (Baken & Orlikoff, 2000, 279), joka kuvaa äänienergian jakautumista eri taajuusalueiden kesken (Laukkanen & Leino, 1999, 170–176). Tavallisesti puheäänissä on enemmän energiaa matalammilla ja vähemmän energiaa korkeammilla taajuuksilla. Hyväksi havaitussa äänissä spektri on suhteellisen loiva ja siinä voidaan yleensä havaita selkeä energiakeskittymä noin 3500 Hz kohdalla, ns. puhujanformantti (Bele, 2006; Leino, 1994 & 2009). Puhujanformantti yleensä lisää äänen kuuluvuutta, kirkkautta ja soinnikkuutta.

Säännöllinen äänen harjoittaminen vahvistaa yläsäveliä ja muuttaa ääntöväyläasetusta ja siten resonaatiota, mikä ilmenee yleensä spektrin loiventumisena ja puhujanformantin taajuusalueen vahvistumisena (Leino & Kärkkäinen, 1995; Nawka, Anders, Cebulla & Zurakowski, 1997). Heikoksi arvioidun puheäänien keskiarvospektri on tavallisesti jyrkästi kalteva ja siitä puuttuvat selkeät formanttihuiput (Bele, 2006; Leino, 1994 & 2009). Ääni voidaan kuitenkin arvioida perkeptuaalisesti hyväksi, vaikka selkeää formanttikeskittymää ei

olisikaan, ja päinvastoin puheääni, jonka spektrissä näkyy puhujanformantti, voidaan silti arvioida huonoksi.

Alfaratiolla tarkoitetaan ääninäytteen 1000 Hz ylä- ja alapuolelle jäävien äänenpainetasojen (SPL) erotusta (Frökjaer-Jensen & Prytz, 1973; Ilomäki, 2008). Se ilmaisee spektrin kaltevuuden, ja luku on yleensä negatiivinen: itseisarvoltaan suurin luku on silloin pienin. Vuotoisessa äänessä eli hypofunktionaalisessa äänentuottotavassa alfaratio on pienempi ja tiiviissä tai puristeisessa äänessä eli hyperfunktionaalisesti tuotetussa äänessä tavallista suurempi. Alfaratiosta voidaan siis tehdä päätelmiä puhujan puhetapaan liittyvästä lihasjänteystydestä. Äänen voimakkuuden (SPL) lisääntyminen loiventaa spektriä ja kasvattaa alfaratiota (Sundberg & Nordenberg, 2006).

2.3.3 Subjektiiivinen arviointi

Perkeptuaalisen ja akustisen arvioinnin lisäksi myös puhuja itse voi arvioida ääntään. Tässä tutkimuksessa itsearviointiin käytetään kahta tapaa: standardoitua Vocal Fatigue Index -äänioirekyselyä (VFI-lomake) sekä mitataan äänenlaatua ja äänentuoton helppoutta käyttämällä visuaalis-analogista asteikkoa (VAS-jana). VFI-lomakkeella voidaan luotettavasti tunnistaa äänioireista (VF) kärsivät ihmiset ja vertailla oireiden kehittymistä ennen ja jälkeen intervention (Nanjundeswaran, Jacobson, Gartner-Schmidt, & Verdolini, 2015). Kyselyllä voidaan myös tarkastella erilaisten interventiotapojen vaikutuksia äänen väsymiseen. VFI-lomakkeen pistemääriä ei kuitenkaan ole normitettu, joten dysfonisten ja terveiden puhujien seulominen kyselyllä on toistaiseksi enemminkin suuntaa antavaa. VAS-janaa käytetään erilaisiin äänenlaadun perkeptuaalisiin arviointeihin (Bele, 2005), mutta tässä tutkimuksessa sitä käytetään itsearviointiin. Lisäksi interventiotutkimuksiin voi kuulua tehtyjen harjoituskertojen ja sanallisten arvioiden raportointi harjoituspäiväkirjaan, kuten tässä tutkimuksessa.

3 TUTKIMUKSEN TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, onko korkeataajuuksinen värähtelytekniikka hyvä menetelmä äänen harjoittamiseen. Korkeataajuuksisen värähtelytekniikan on todettu lieventävän dysfonioireita ja edistävän pehmeämpää äänihuulivärähtelyä, jossa ilmavirtaus on suurempaa. Tutkimusalue on uusi ja HFO:n vaikutuksia ääneen on tutkittu vasta vähän. Epäoptimaaliset fonaatiotavat voivat aiheuttaa äänioireita ja antaa virheellisen vaikutelman puhujan persoonallisuudesta. Jos harjoittelun myötä äänenlaatua voidaan parantaa, äänentuottotapaa muuttaa optimaalisemmaksi tai narinaa vähentää tai jopa poistaa se kokonaan, niin tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää kliinisessä työssä ääniterapiassa, jatkotutkimuksissa sekä omatoimisessa ääniharjoittelussa esimerkiksi äänialan ammattilaisten parissa. Oletuksena on, että Shaker-harjoittelu vaikuttaa positiivisesti interventioon osallistuvien äänenlaatuun.

Tutkimuskysymykset ja hypoteesit ovat seuraavat:

- i. Tapahtuuko tutkimushenkilöiden äänenlaadussa, äänen tiiviudessa ja narinassa muutoksia intervention tai kontrollijakson jälkeen perkeptuaalisesti arvioituna?

Hypoteesi 1: Shaker-ryhmässä äänenlaatu arvioidaan paremmaksi, vuotoiset ja puristeiset äänet arvioidaan vähemmän vuotoisiksi tai puristeisiksi, äänen narina vähenee. Kontrolliryhmässä ei tapahdu muutoksia.

- ii. Muuttuvatko tutkimushenkilöiden äänen keskiarvospektrit, alfaratiot ja äänen voimakkuudet intervention tai kontrollijakson myötä?

Hypoteesi 2: Shaker-ryhmäläisten keskiarvospektri muuttuu loivemmaksi ja alfaratio kasvaa. Äänen voimakkuus (SPL) kasvaa. Kontrolliryhmässä ei tapahdu muutoksia.

- iii. Antavatko tutkittavat itse äänistään positiivisempia arvioita intervention tai kontrollijakson jälkeen?

Hypoteesi 3. Shaker-ryhmäläisten äänioireet vähenevät, äänenlaatu koetaan paremmaksi ja äänentuotto helpommaksi. Kontrolliryhmässä ei tapahdu havaittavia muutoksia.

4 TUTKIMUSMENETELMÄT

Aineisto tähän tutkimukseen saatiin Tampereen yliopiston yhteiskuntatieteiden tiedekunnan vokologian ja logopedian oppiaineissa vuonna 2019 käynnistyneestä tutkimushankkeesta, joka jatkuu vuoteen 2025. Hankkeen tarkoituksena on selvittää harjoitusten vaikutusta äänenlaatuun. Tutkimustulokset liittyvät äänentuoton ja äänihäiriöiden tutkimuskentälle ja niitä tullaan hyödyntämään opinnäytetöissä, tieteellisissä artikkeleissa, yliopisto-opetuksessa sekä ääniterapiassa ja äänen harjoittamisessa. Tutkimus toteutettiin vuonna 2019 ja siinä oli mukana 18 terveäänistä Tampereen yliopiston logopedian oppinaineen opiskelijaa. Kaikki tutkittavat osallistuivat tutkimukseen vapaaehtoisesti ja heidät jaettiin sattumanvaraisesti kolmeen ryhmään. Yksi ryhmä (N = 6) teki kuusi viikkoa kestäneen intervention aikana ääniharjoituksia vesivastuksella (resonaattoriputki) ja toinen ryhmä (N = 6) ilmanvastuksella (Shaker). Kolmas ryhmä (N = 6) oli kontrolliryhmä. Osallistujat olivat iältään 19–44-vuotiaita (keskiarvo 25,7 vuotta ja keskihajonta 8,3 vuotta).

4.1 Tutkimushenkilöt

Tämän tutkimuksen tutkimushenkilöiksi valittiin ilmavastusryhmän (N=6) ja kontrolliryhmän (N=6) jäsenet eli yhteensä 12 henkilöä, joiden iän vaihteluväli oli 19–44 vuotta (keskiarvo 27,7 vuotta ja keskihajonta 9,5 vuotta). Kontrolliryhmässä osallistujien keskiarvo oli 30 ½ vuotta (keskihajonta 12 vuotta) ja Shaker-ryhmässä 25 vuotta (keskihajonta 6 vuotta). Kontrolliryhmässä oli yksi mies, kaikki muut osallistujat olivat naisia.

4.2 Aineiston keruu

Tutkittavat osallistuivat interventiota edeltävästi sekä sen jälkeen äänityksiin, jotka tehtiin vaimennetussa äänitysstudioissa KayPentaxin CSL-laitteistolla (Computerized Speech Lab, tyyppi 4500). Mikrofonina/äänenpainemittarina oli Bruel & Kjaer Mediator 2238, mikä asetettiin 40 cm päähän koehenkilön huulista. Näytteenottotaajuus oli 44.1 kHz ja bittisyvyys 16. Akustiset näytteet kalibroitiin BK:n kalibraattorilla äänenpainetason mittauksia varten. Tutkittavilta äänitettiin maksimaalinen äännönkesto /o/- ja /s/-äänneillä ja /paa/-tavun toisto neljällä erilaisella voimakkuudella. Tutkimushenkilöt saivat äänitysten alussa itse määritellä itselleen sopivan puhekorkeuden. /Paa/-tavutoisto taltioitiin akustisen signaalin lisäksi myös elektrogloggografialla (EGG), jotta saatiin mitattua äänihuulten kontaktin vaihtelua äänihuulivärähtelyn aikana. Lisäksi tutkimushenkilöt antoivat luentanäytteet tavallisella puhevoimakkuudella (luentatekstinä *Moreeni*), voimistetulla äänellä (luentatekstinä *Hemsöläiset*) ja huutaen (luentatekstinä *Lear*). Osallistujilta mitattiin myös ilmanpaine ja -

virtaus kokeessa, jossa virtausmaski kasvoilla ja painepilli suupielessä tuotettiin /paa/ -tavutoistoa.

Kaikki tutkimukseen osallistuneet arvioivat äänenkäyttöään ennen ja jälkeen interventiojakson kahdella itsearviointilomakkeella. Ilmavastus- ja vesivastusryhmät täyttivät lisäksi harjoittelupäiväkirjaa, johon kirjattiin tehdyt ja tekemättä jääneet harjoituskerrat sekä annettiin numeerinen arvio jokaisen harjoittelukerran aikaisesta tuntemuksesta asteikolla -5 +5. Lisäksi harjoittelupäiväkirjaan sai kirjata sanallisia huomioita harjoittelusta. Kaikkien ryhmien jäsenet osallistuivat lisäksi tavanomaiseen äänen analysoinnin ja harjoittamisen kurssiin, jossa käytiin läpi hyvän äänenkäytön periaatteet ja tehtiin kahdeksan tuntia ääniharjoituksia.

Shaker- ja vesivastusharjoituksia tehneille ryhmille annettiin harjoitteluohjeet videolla. Ilmavastusryhmässä harjoitukset ohjeistettiin tekemään Shakerin kapealla suukappaleella. Harjoitellessa hartiat neuvottiin pitämään rentoina, huulet tiiviisti suukappaleen ympärillä ja Shaker vaakatasossa suun edessä. Harjoittelu aloitettiin hakemalla mahdollisimman tasaista pulputtavaa ääntä normaalilla puhekorkeudella. Sen jälkeen siirryttiin liukuihin, joita tehtiin ylös ja alas mahdollisimman hitaasti ja tasaisesti. Välillä pidettiin pieni tauko, ja sen jälkeen liukuharjoitus toistettiin uudelleen. Videolla annettu ohjeellinen harjoittelumäärä oli noin viisi minuuttia kerrallaan vähintään kahdesti päivässä koko harjoittelujakson ajan.

4.3 Aineiston muodostuminen

Tämän tutkimuksen tarkastelun kohteeksi valittiin ilmavastus- ja kontrolliryhmien tavallisella ja voimistetulla äänellä annetut luentanäytteet (liitteet 1 ja 2), itsearvioinnin lomakkeet (liitteet 3 ja 4) ja Shaker-ryhmäläisten harjoituspäiväkirjat (liite 5).

Kaksi kokenutta äänialan ammattilaista arvioi luentanäytteitä ensin perkeptuaalisesti puhetekniikan puolella käytössä olevan asteikon mukaisesti. Näytteistä annettiin arvosanat äänen laadulle asteikolla 0-10 (0=huono, 5 = tavanomainen, 10 = erinomainen), tiivydelle asteikolla 0-10 (0 = hyvin vuotoinen, 5 = sopiva, 10 = erittäin puristeinen) ja narinalle asteikolla 0-4 (0=ei ole, 4=hyvin paljon). Kuuntelut tehtiin kuuntelijoiden omilla tietokoneilla ja hyvälaatuisilla kuulokkeilla (SONY MDR V-700 ja AKG Reference Headphones). Kuuntelu toteutettiin satunnaistetusti siten, että kuulijat eivät tieneet näytteiden äänitysjärjestystä. Arviot kirjattiin Excel-lomakkeelle (liite 6). Tämän jälkeen kuulijat tekivät yhteisen konsensus-arvion näytteissä, joissa oli vähäisiä eroja kuulijoiden arvioinnissa.

Itsearvioinnin lomakkeista äänioirekyselyn (VFI-lomake) pisteet laskettiin yhteen. VAS-janan tulokset muunnettiin valmiiksi numeeriseen muotoon siten, että asteikon vasemmassa reunassa olevasta vastauksesta sai nolla pistettä, keskikohdasta viisi ja oikeasta reunasta kymmenen.

4.4 Aineiston analysointi

4.4.1 Akustinen analyysi

Kaikista tutkimushenkilöiden luentanäytteistä laadittiin Praat-ohjelmalla (versio 6.1.16) keskiarvospektrit (25 Hz kaistanleveys) ja laskettiin alfaratiot (yläraja 1500–5000 Hz, alaosa 50 Hz-1500 Hz) ja SPL-luvut. Yksilökohtaisista keskiarvospektreistä laadittiin vielä molemmille ryhmille ryhmäkeskiarvospektrit. Ryhmäkeskiarvospektreistä tarkasteltiin eri taajuusalueiden välillä tapahtuneita voimakkuuden muutoksia, spektrin kaltevuudessa tapahtuneita muutoksia sekä mahdollisten formanttihuippujen esiintymistä. Yläsävelien vahvistuminen kertoo ääniraon aikaisempaa nopeammasta ja tiiviimmästä sulkeutumisesta, mikä taas näkyy spektrin loiventumisena. Formanttihuippujen ilmaantuminen tai vahvistuminen hyväksi arvioidussa äänessä kertoo äänen muuttumisesta kuuluvammaksi (mm. Leino, 1994 & 2009; Leino & Kärkkäinen, 1995; Nawka ym., 1997). Narisevan puhettavan lisääntyminen voi näkyä narinahuippuna (Leino, 1994; Nolan, 1983).

Myös alfaratiossa tapahtuneita muutoksia tarkasteltiin, sillä se voi kertoa äänen tiiviydessä ja laadussa tapahtuneista muutoksista (Frökjaer-Jensen & Prytz, 1976; Leino & Kärkkäinen, 1995). Äänen voimakkuuden (SPL) lisääntyminen loiventaa spektriä ja silloin alfaratio kasvaa (Sundberg & Nordenberg, 2006).

4.4.2 Tilastollinen analyysi

Perseptuaalisen arvioinnin tulokset, VFI- ja VAS -janojen pistemäärät, luentanäytteistä lasketut alfaratiot sekä SPL-tasot olivat numeerisessa muodossa. Tämä numeerinen aineisto testattiin ensin SPSS-tilasto-ohjelman (versio 27) Kolmogorov-Smirnov -testillä ja todettiin, että parametrien jakaumat eivät olleet vinoja. Varsinainen analyysi tehtiin sen jälkeen Studentin parillisella t-testillä.

4.4.3 Laadullinen analyysi

Shaker-ryhmän harjoituspäiväkirjoista tarkasteltiin harjoitusmääriä, harjoituksista annettuja numeerisia arvioita sekä sanallisesti kuvattuja kokemuksia harjoittelusta.

Harjoittelupäiväkirjoista saatua tietoa hyödynnettiin tutkimuksen pohdintaosiossa sekä yksilötason muutosten tarkastelussa.

4.5 Tutkimuksen eettisyys

Tutkimuksessa noudatettiin hyvää tieteellistä käytäntöä. Kaikki tutkittavat osallistuivat tutkimukseen vapaaehtoisesti ja heille tiedotettiin, että tutkimuksesta voi kieltäytyä tai jättäytyä pois missä vaiheessa tahansa ilman seuraamuksia. Tutkittavat saivat tiedotteen tutkimuksesta ja heiltä pyydettiin kirjallinen suostumus tutkimukseen osallistumisesta (liite 7). Tutkittavilla oli myös oikeus saada lisätietoja tutkimuksesta missä vaiheessa tahansa.

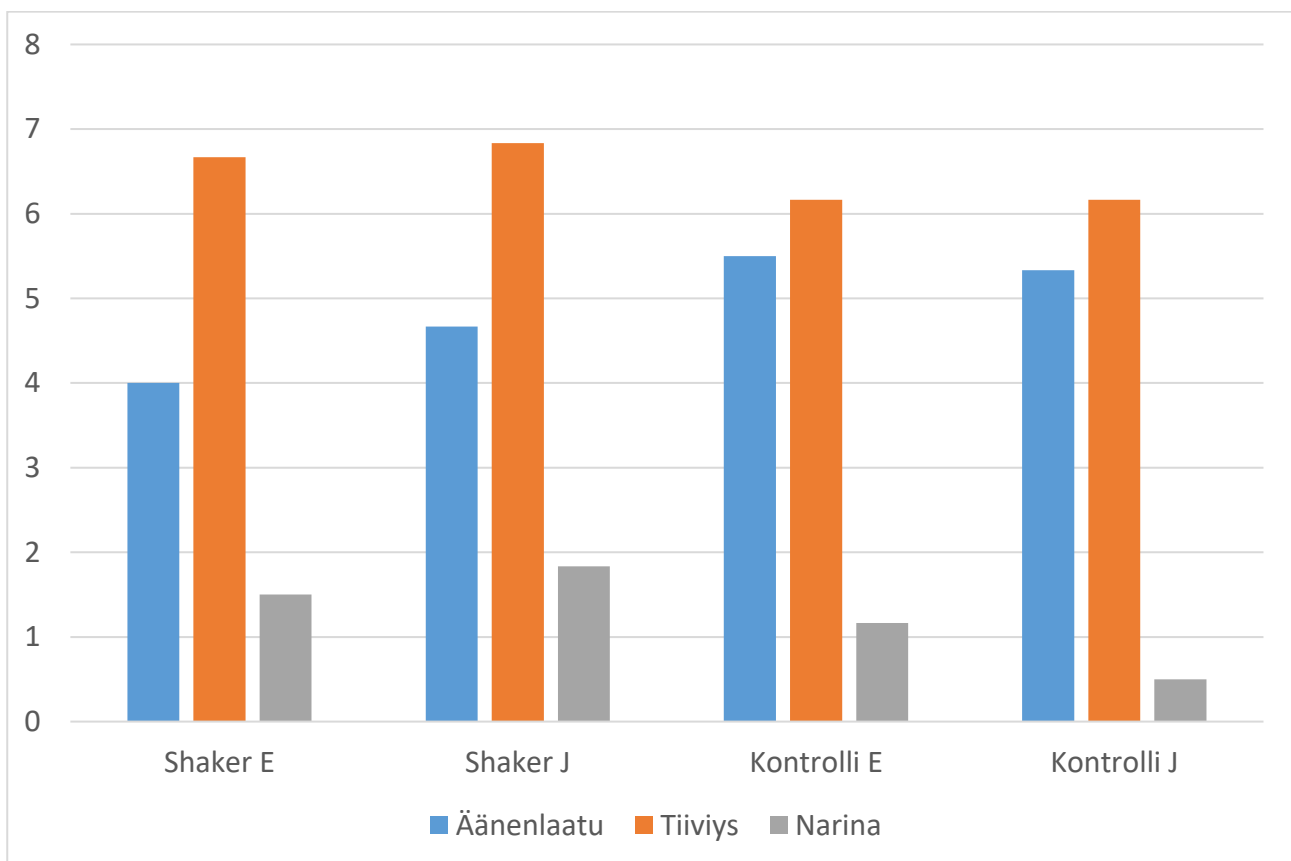
Aineisto kerättiin digitaalisina äänitiedostoina, jotka tallennettiin salasanasuojatulle kovalevyille. Tutkimusaineisto anonymisoitiin siten, että tutkittavat henkilöt eivät olleet tunnistettavissa missään vaiheessa. Tutkimuksen aikana aineistoon oli pääsy ainoastaan tutkimusta tekevällä tutkijalla, opinnäytteentekijällä ja hänen ohjaajallaan tutkimusta koskevien eettisten sääntöjen ja tutkimusluvan määrittelemällä tavalla.

Aineistoa säilytetään Tampereen yliopistolla Puheen ja äänen tutkimuksen laboratoriossa lukitussa kaapissa. Tutkimuksen päätyttyä digitaaliset äänitiedostot hävitetään. Osallistujan antamalla luvalla ääninäytteet tallennetaan tutkimuksen päätyttyä laboratorion digitaaliseen äänitearkistoon mahdollista jatkokäyttöä varten myöhemmissä tutkimuksissa. Mikäli osallistuja ei ole antanut tähän lupaa, myös anonymisoidut tallenteet hävitetään tutkimuksen päätyttyä.

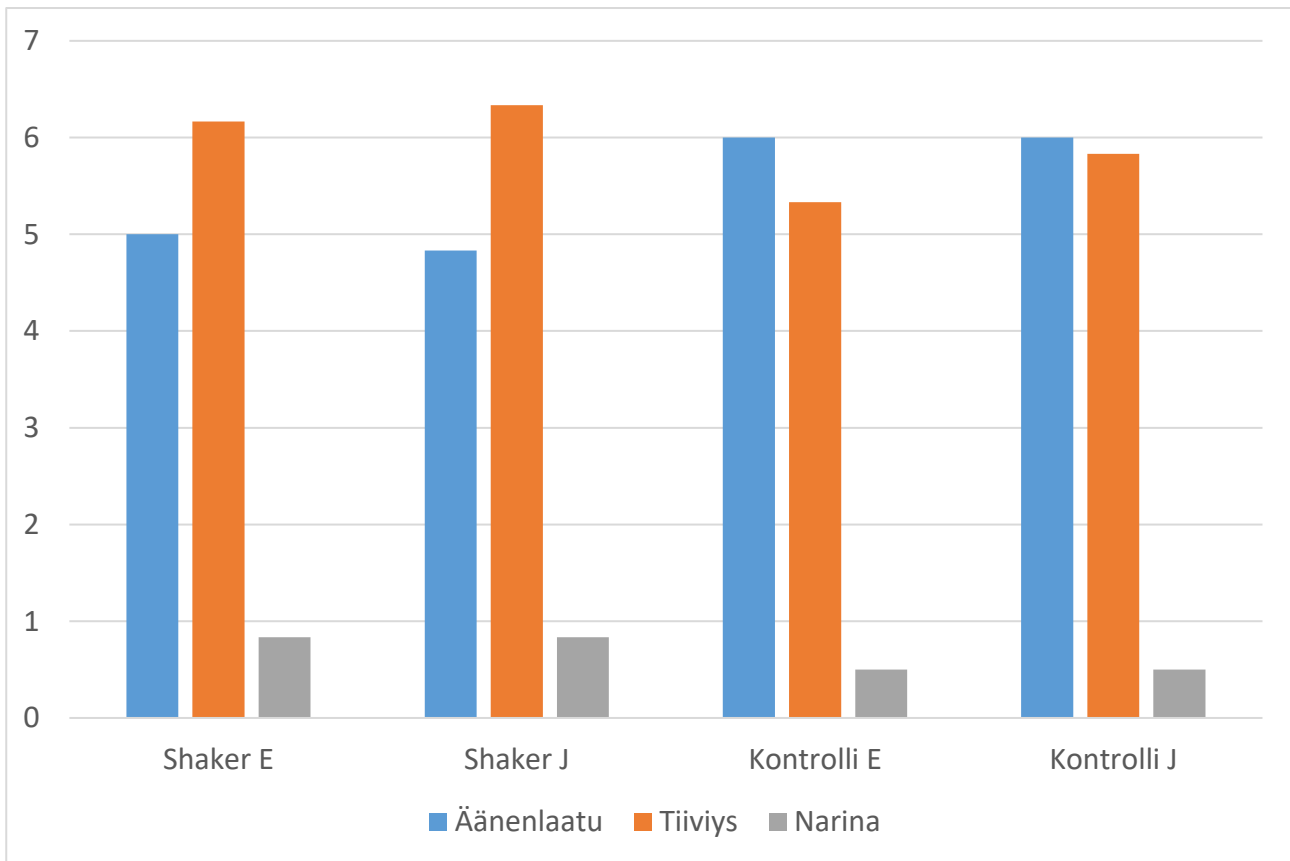
5 TULOKSET

5.1 Perkeptuaalisesta arvioinnista tehdyt havainnot

Kahden henkilön kuulijaraati arvioi tutkimukseen osallistuneiden henkilöiden luentanäytteistä äänenlaatua, tiiviyyttä ja narinaa. Parillisen t-testin perusteella ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa Shaker-tutkimusryhmän ennen ja jälkeen intervention annetuissa luentanäytteissä. Kontrolliryhmässä sen sijaan havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero ($p = .025$) tavallisen luennan narinan määrässä. Narinan määrä väheni ryhmässä keskimääräisesti 1,2 pisteestä 0,5 pisteeseen. Voimistetun luennan osalta kontrolliryhmässä ei havaittu tilastollisesti merkitseviä muutoksia. Sekä äänenlaadun että narinan osalta ryhmän keskiarvot pysyivät täysin samoina alku- ja loppuarvioinneissa. Tulokset on esitetty kuvioissa 1 ja 2.



Kuvio 1. Perkeptuaalisesti havaitut ryhmätason muutokset tavallisen luennan näytteissä ennen harjoitusjaksoa (E) ja sen jälkeen (J). Tutkimushenkilöiden $N = 12$ (Shaker-ryhmä $N = 6$, kontrolliryhmä $N = 6$).



Kuvio 2. Perceptuaalisesti havaitut ryhmätason muutokset voimistetun luennan näytteissä ennen harjoitusjaksoa (E) ja sen jälkeen (J). Tutkimushenkilöiden N = 12 (Shaker-ryhmä N = 6, kontrolliryhmä N = 6).

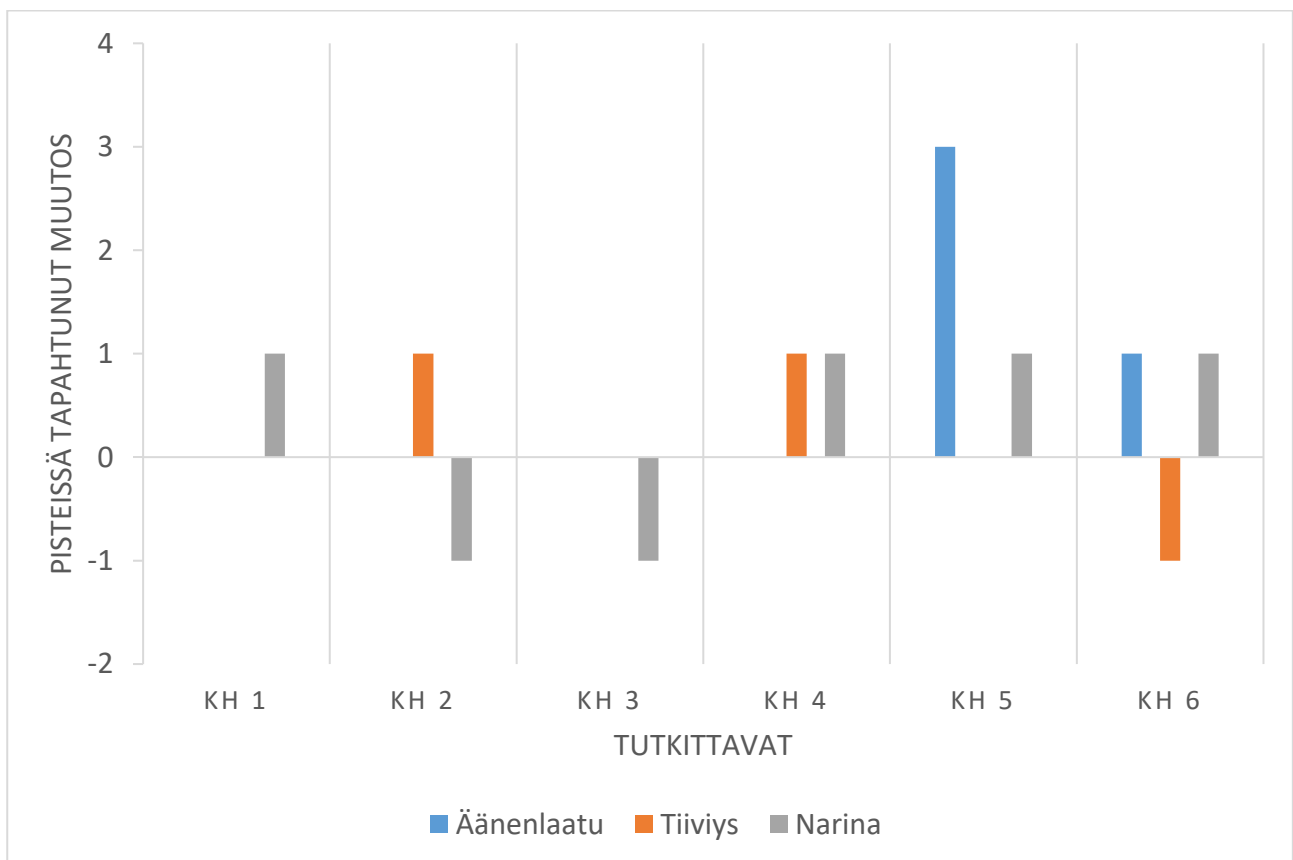
Kun tarkastellaan äänenlaatua yksilötasolla, voidaan todeta, että kuulijaraati arvioi tavallisen luennan äänen laadun pysyneen Shaker-ryhmässä neljällä henkilöllä samana. Kahdella henkilöllä laatu parani, joista toisella muutos oli huomattava (kolmen pisteen nousu). Kontrolliryhmässä kuulijaraati arvioi kolmen henkilön äänenlaadun samanlaiseksi kuin lähtötilanteessa. Kaksi henkilöä sai alkukuuntelua huonomman arvion, joista toisella lasku oli huomattava (kolme pistettä). Yhdellä henkilöllä arvio parani yhtä paljon kuin Shaker-ryhmässä (kolmella pisteellä). Muutoin muutokset olivat pieniä. Shaker-ryhmässä voimistetun luennan näytteissä kolmen henkilön äänenlaatu arvioitiin alkuäänitystä huonommaksi. Kahdella äänenlaadun arvio parani ja yhdellä pysyi samana. Muutokset olivat pieniä. Kontrolliryhmässä kaikkien henkilöiden äänenlaatu arvioitiin samanlaiseksi kuin lähtötilanteessa.

Tavallisen voimakkuuden luentanäytteissä kolmen henkilön äänen tiiviysarvio pysyi samana Shaker-ryhmässä. Yksi henkilö sai alkutilannetta pienemmän arvion, ja kahdella henkilöllä arvion luku suureni. Kontrolliryhmässä kahden henkilön äänen tiiviys arvioitiin alkutilanteen

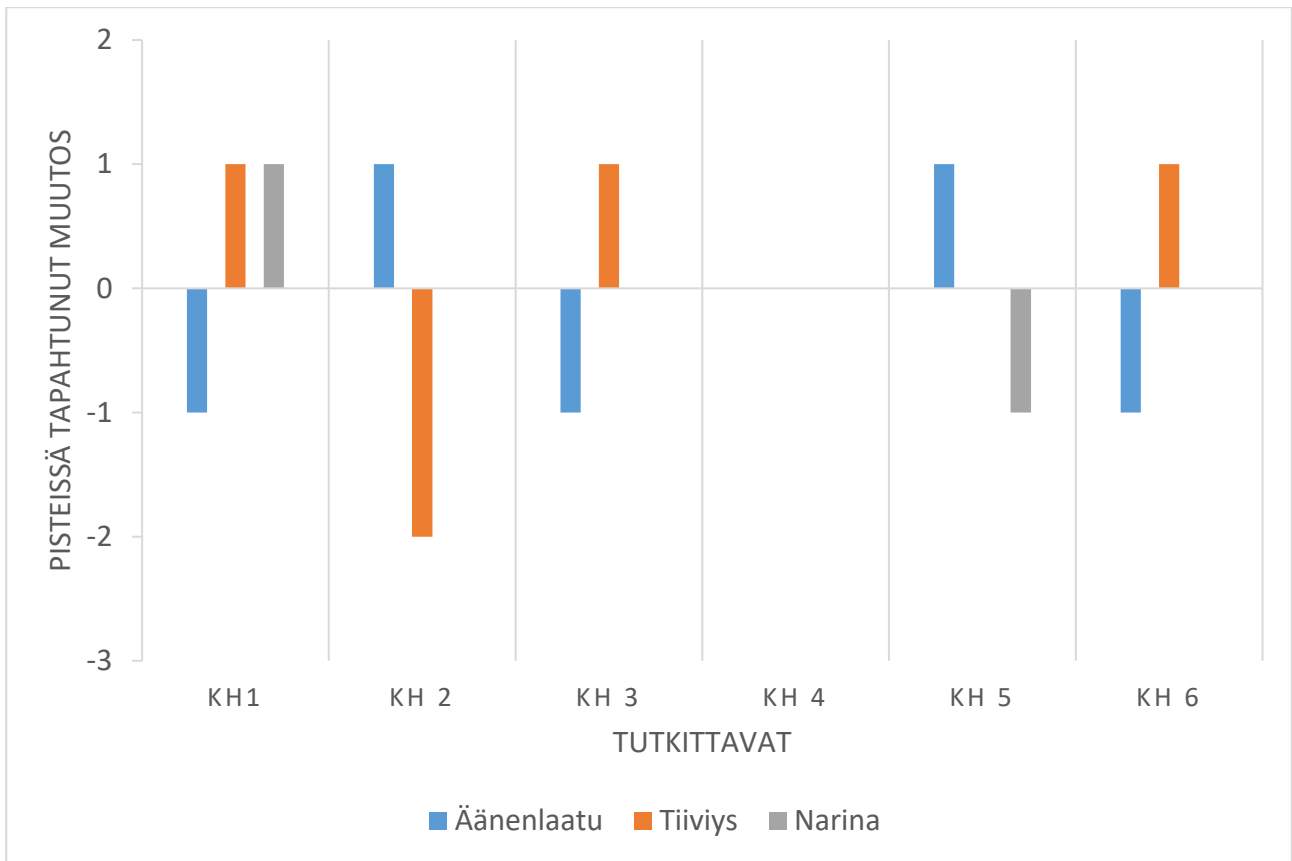
kaltaiseksi. Kaksi henkilön saama arvio kasvoi ja kahden pieniä. Muutokset olivat pieniä. Voimistetussa luennassa Shaker-ryhmässä kolmen henkilön äänen arvioitiin hieman tiivistyneen. Kahdella tiiviys säilyi samana ja yhdellä henkilöllä arvio laski kahdella pisteellä. Kontrolliryhmässä kolmella henkilöllä tiiviys kasvoi ja kolmella pysyi samana. Muutokset olivat pieniä.

Shaker-ryhmässä narinan määrän arvioitiin lisääntyneen neljällä henkilöllä tavallisessa luennassa. Kahdella henkilöllä narinan määrä väheni. Kontrolliryhmässä narinan määrä laski kuuloarvion mukaan neljällä henkilöllä. Kahdella narinan määrä pysyi samana (mutta heillä ei havaittu narinaa edes alkuääniyksessä). Muutokset olivat pieniä. Shaker-ryhmässä neljän henkilön äänen narinan arvioitiin pysyneen samana voimistetussa luennassa. Yhdellä narinan määrä lisääntyi ja yhdellä väheni. Muutokset olivat pieniä. Kontrolliryhmässä kaikki henkilöt saivat samanlaisen arvion kuin lähtötilanteessa.

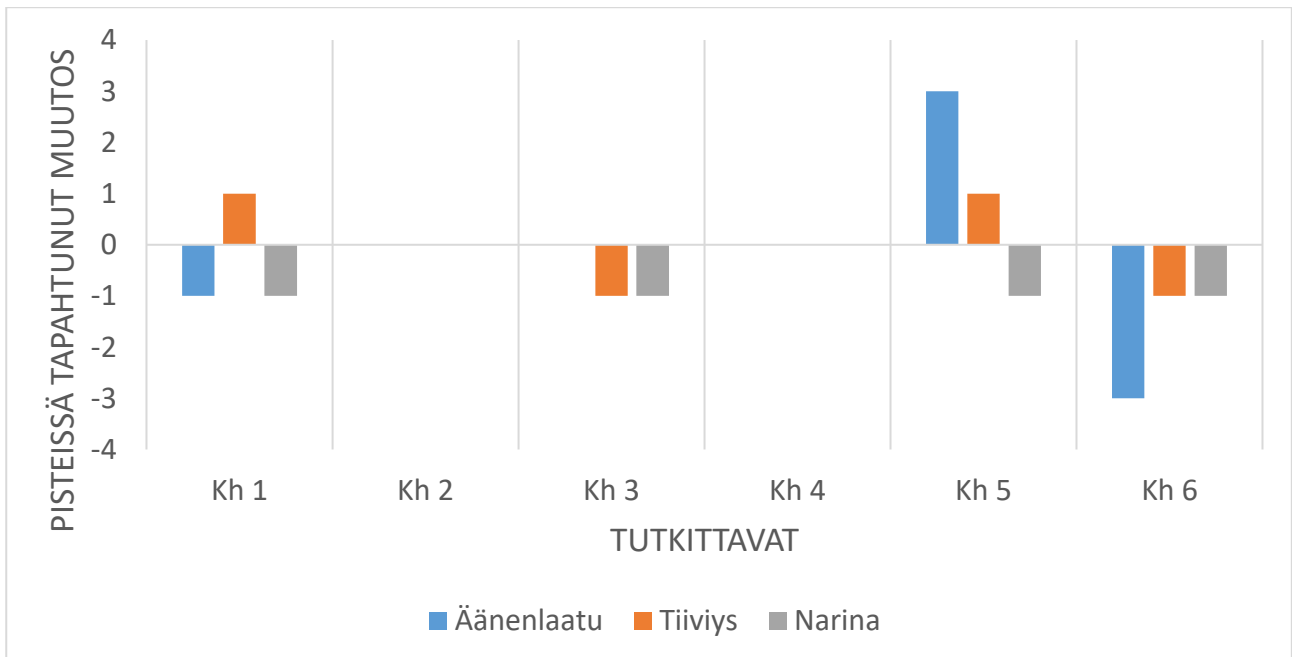
Äänen parametreissa tapahtuneita muutoksia on havainnollistettu Shaker-ryhmän osalta yksilötasolla kuvioissa 3 ja 4 ja kontrolliryhmän osalta kuvioissa 5 ja 6. Ylöspäin oleva pylväs kuvaa pisteiden lisääntymistä ja alaspäin oleva pylväs pisteiden vähentymistä. Pylvään puuttuminen tarkoittaa, että muutosta ei ole tapahtunut.



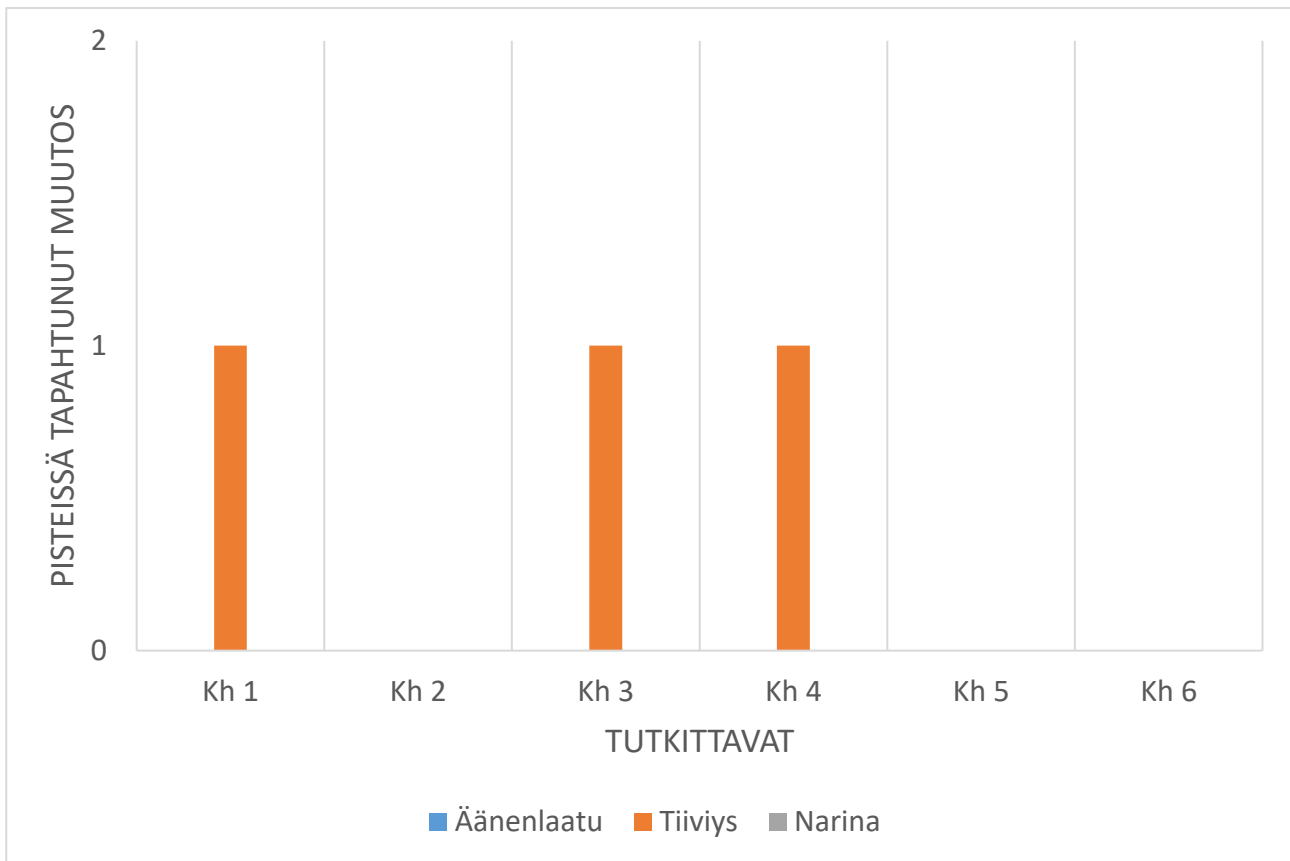
Kuvio 3. Tavallisessa luennassa yksilötasolla tapahtuneet muutokset, Shaker-ryhmä.



Kuvio 4. Voimistetussa luennassa yksilötasolla tapahtuneet muutokset, Shaker-ryhmä.



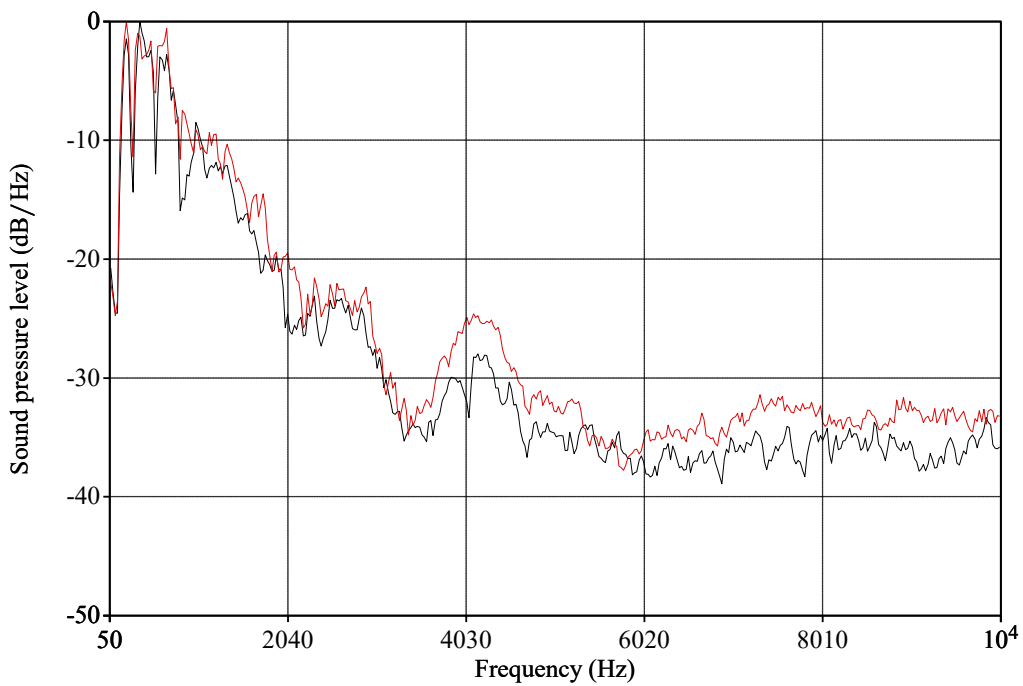
Kuvio 5. Tavallisessa luennassa yksilötasolla tapahtuneet muutokset, Kontrolliryhmä.



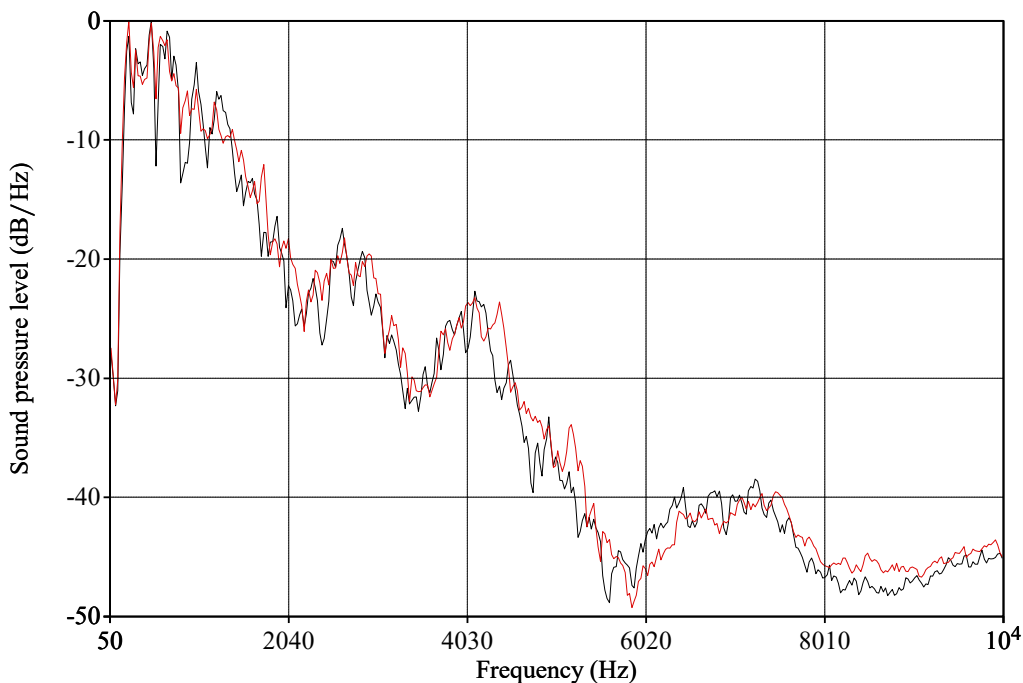
Kuvio 6. Voimistetussa luennassa yksilötasolla tapahtuneet muutokset, Kontrolliryhmä.

5.2 Keskiarvospektri

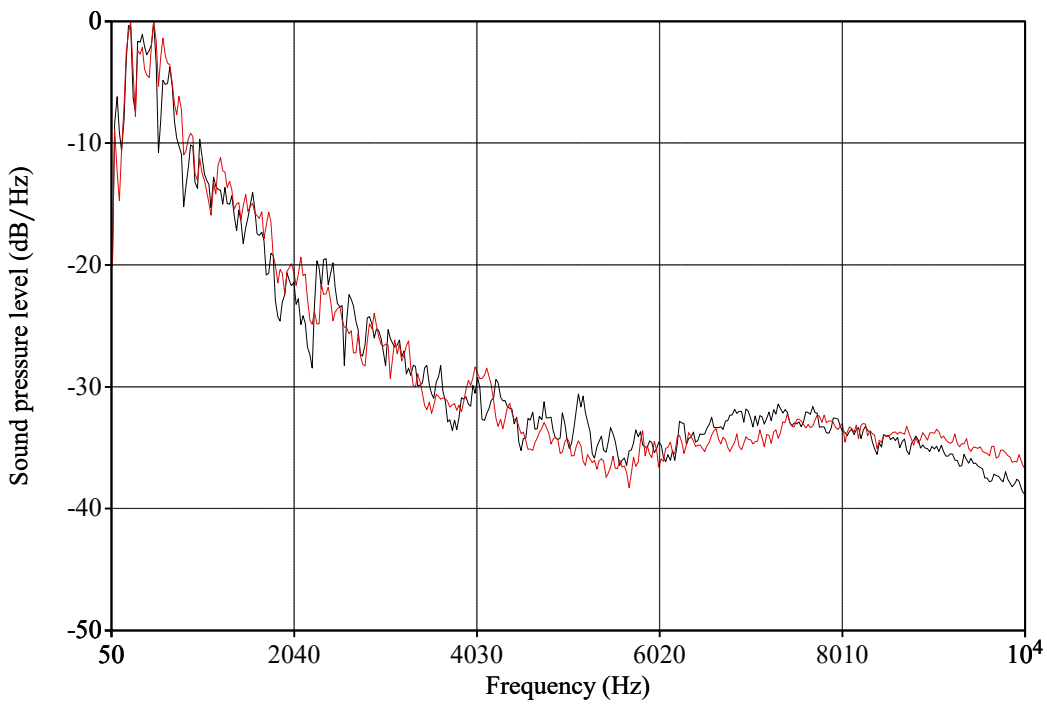
Kaikkien tutkimukseen osallistuneiden henkilöiden luentanäytteistä saaduista keskiarvospektreistä laadittiin ryhmien sisäisesti ryhmäkeskiarvospektrit, joista vertailtiin spektrissä tapahtuneita muutoksia alku- ja lopputilanteen välillä. Kuviosta 7 voidaan havaita, että Shaker-ryhmän tavallisella äänenvoimakkuudella tehdyn luennan noin 4000 Hz kohdalla oleva pieni formanttihuippu vahvistui loppuäänityksessä. Myös yläsävelissä tapahtui pientä voimistumista. Voimistetun luentavoimakkuuden spektrit (kuvio 8) olivat tavallista luentaa kaltevampia ja myös niissä erottui formanttihuippu noin 4000 Hz kohdalla. Ero voimistetun luennan alku- ja loppuäänityksen välillä oli vähäinen. Kontrolliryhmässä tavallisen luentavoimakkuuden keskiarvospektri loiveni hieman (kuvio 9), mutta muutos oli pieni. Voimistetun luentanäytteen spektrissä (kuvio 10) 4000 Hz kohdalla oleva formanttihuippu sekä yläsävelet vahvistuivat hieman.



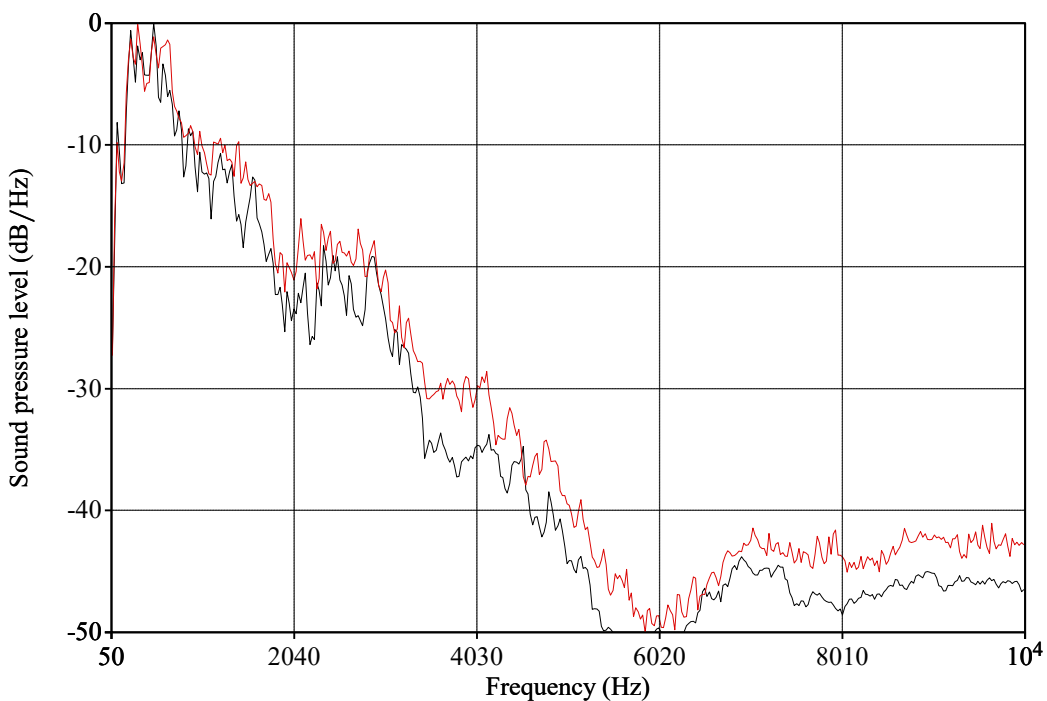
Kuvio 7. Shaker-ryhmän ryhmäkeskiarvospektrit tavallisella luentavoimakkuudella äänitetyissä näytteissä ennen harjoittelua (musta viiva) ja sen jälkeen (punainen viiva).



Kuvio 8. Shaker-ryhmän ryhmäkeskiarvospektrit voimistetulla luentavoimakkuudella äänitetyissä luentanäytteissä ennen harjoittelua (musta viiva) ja sen jälkeen (punainen viiva).



Kuvio 9. Kontrolliryhmän ryhmäkeskiarvospektrit tavallisella luentavoimakkuudella äänitetyissä näytteissä ennen harjoittelujaksoa (musta viiva) ja sen jälkeen (punainen viiva).



Kuvio 10. Kontrolliryhmän ryhmäkeskiarvospektrit voimistetulla luentavoimakkuudella äänitetyissä näytteissä ennen harjoittelujaksoa (musta viiva) ja sen jälkeen (punainen viiva).

5.3 Alfaratio ja SPL

Shaker-ryhmässä havaittiin tilastollisesti merkitsevä muutos alfaratiossa sekä tavallisen ($p = .032$) että voimistetun luennan ($p = .014$) näytteissä. Kontrolliryhmässä havaittiin tilastollisesti merkitsevä muutos voimistetun luennan näytteissä ($p = .031$). Taulukossa 1 esitetään tavallisen ja voimistetun luennan alfaratiot alku- ja loppuäänityksissä sekä alfaratiossa tapahtuneet muutokset. Korostetut luvut ovat tilastollisesti merkitseviä. Tavallisen luennan alfaratio kasvoi viidellä tutkimushenkilöllä kuudesta Shaker-ryhmässä. Sama tapahtui myös kontrolliryhmässä. Kaikkien tutkimushenkilöiden alfaratio kasvoi voimistetussa luennassa sekä Shaker- että kontrolliryhmässä.

Taulukko 1. Tavallisen ja voimistetun luennan alfaratiot (dB) ja niissä tapahtuneet muutokset ryhmän keskiarvona.

	Alkutilanne dB	Lopputilanne Db	Muutos dB
Tavallinen luenta			
Shaker	-18,45	-16,97	+1,48*
Kontrolli	-18,82	-18,03	+0,79
Voimistettu luenta			
Shaker	-17,17	-15,85	+1,32*
Kontrolli	-18	-16	+2,00*

* $p < 0,05$, parittainen Studentin t-testi

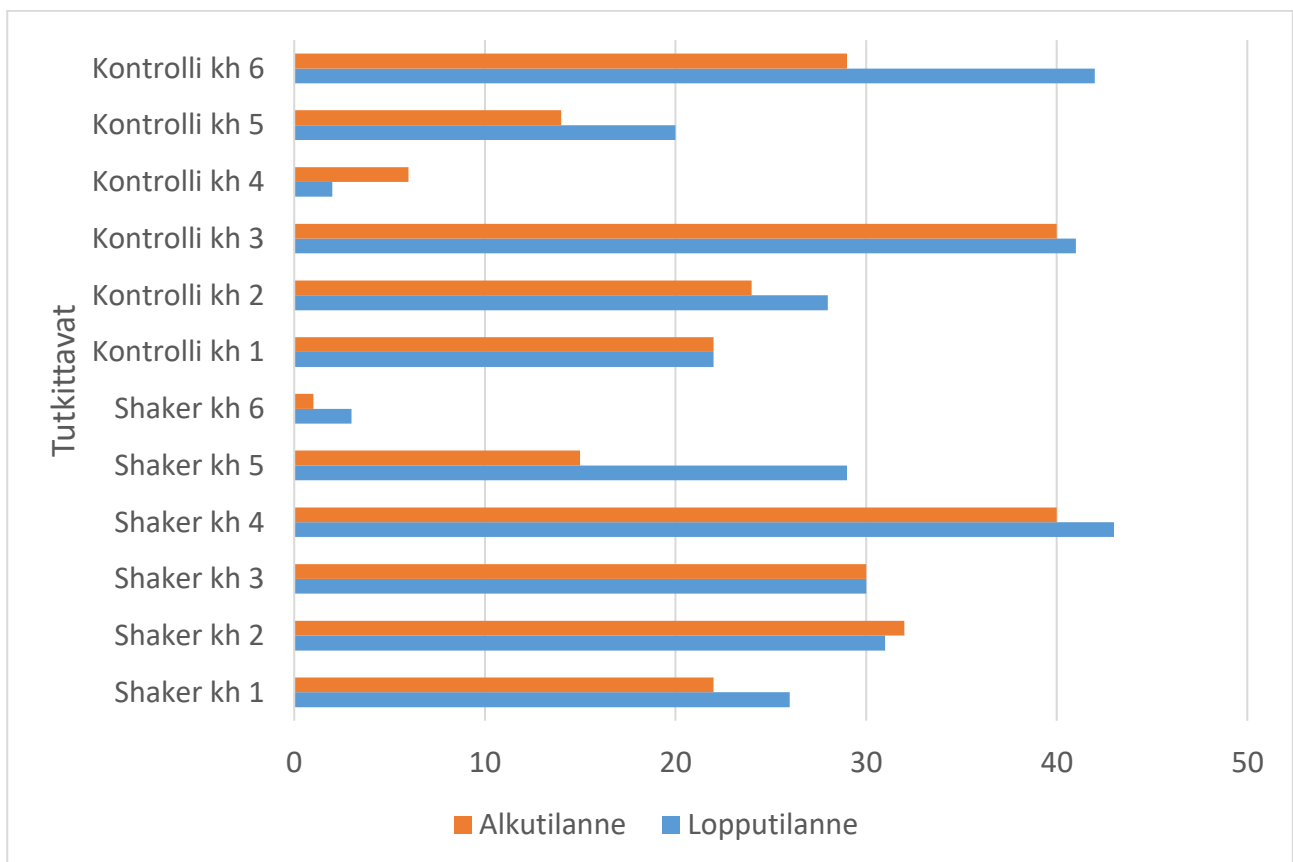
SPL-luvuissa ei löytynyt tilastollisesti merkitseviä muutoksia kummassakaan ryhmässä, vaikka keskiarvoisesti tarkasteltuna molempien ryhmien molemmissa näytteissä SPL hieman nousi (taulukko 2). Shaker-ryhmässä neljällä henkilöllä SPL nousi ja kahdella laski tavallisessa luennassa. Kontrolliryhmässä viidellä henkilöllä SPL nousi ja vain yhdellä laski. Voimistetussa luennassa Shaker-ryhmäläisistä neljän SPL nousi ja kahden laski. Kontrolliryhmässä kolmella henkilöllä SPL nousi ja kolmella laski.

Taulukko 2. Tavallisen ja voimistetun luennan SPL:t (dB) ja niissä tapahtuneet muutokset ryhmän keskiarvona.

	Alkutilanne dB	Lopputilanne dB	Muutos dB
Tavallinen luenta			
Shaker	67,96	68,72	+0,76
Kontrolli	69,98	70,79	+0,81
Voimistettu luenta			
Shaker	74,31	74,52	+0,21
Kontrolli	75,52	75,77	+0,25

5.4 VFI- ja VAS -pisteet

VFI-pisteissä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää muutosta kummassakaan ryhmässä. Shaker-ryhmässä neljä henkilöä raportoi äänioireidensa lisääntyneen. Yhdellä pisteet pysyivät samoina ja vain yhdellä henkilöllä pisteet vähenivät. Yhdellä henkilöllä oireipisteet lähes tuplaantuivat ($15 < 29$). Myös kontrolliryhmässä neljä henkilöä raportoi lisääntyneistä äänioireista. Yhdellä henkilöllä pisteet vähenivät ja yhdellä pysyivät samoina. Shaker-ryhmän tavoin myös kontrolliryhmästä erottui yksi henkilö, jolla oireiden lisääntyminen oli muita ryhmäläisiä suurempaa ($29 > 42$). VFI-pisteet on esitetty kuviossa 11.



Kuvio 11. Shaker- ja kontrolliryhmäläisten VFI-pisteet. Minimi 0, maksimi 84 pistettä.

VAS-itsearvion pisteissä tilastollisesti merkitsevä muutos löytyi Shaker-ryhmän äänen laadun arvioissa ($p = .029$). Laadun ryhmäkeskiarvo nousi 3,6 pisteestä 4,6 pisteeseen. Kaikki Shaker-ryhmäläiset arvioivat oman äänenlaatunsa joko parantuneen tai pysyneen samana. Ne kaksi henkilöä, jolla muutosta ei tapahtunut, olivat jo alkutilanteessa arvioineet äänensä tavanomaiseksi. Kontrolliryhmässä yksi henkilö arvioi äänenlaatunsa huonontuneen. Kaikki muut osallistujat arvioivat äänenlaatunsa joko parantuneen tai

pysyneen samanlaisena. Äännön helppouden tai työläyden osalta Shaker-ryhmässä kaksi arvioi tilanteensa huonontuneen. Muilla arvio parani tai pysyi samana. Myös kontrolliryhmässä kaksi henkilöä arvioi äännön aikaisempaa työläämmäksi. Tulokset on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. VAS-pisteet ja niiden muutokset ryhmän keskiarvona. Asteikko 0–10 pistettä.

	Alkutilanne	Lopputilanne	Muutos
Äänenlaatu			
Shaker	3,63	4,59	+0,96*
Kontrolli	4,46	5,74	+1,28
Äännön helppous tai työläys			
Shaker	4,89	4,69	-0,2
Kontrolli	4,43	4,69	+0,26

* $p < 0,05$, parittainen Studentin t-testi

5.5 Harjoittelupäiväkirjoissa esille nousseet huomiot

Viisi kuudesta tutkimushenkilöstä palautti harjoituspäiväkirjan. Kuuden viikon harjoittelujakson täysimääräinen harjoitusmäärä oli 84, kun harjoitus tehtiin kahdesti päivässä. Raportoidut harjoitusmäärät vaihtelivat henkilöstä riippuen 18 ja 70 harjoituksen välillä. Keskimääräinen harjoittelumäärä viidelle henkilölle oli noin 43 kertaa. Kaikilla tutkimushenkilöillä oli harjoittelussa taukoa, ja harjoittelun määrä väheni yleisesti jakson loppua kohden. Numeeriset arviot harjoituksista vaihtelivat -3:n ja +4:n välillä (asteikko -5 +5). Vain yksi henkilö arvioi kaikki suorituksensa huonoksi tai neutraaliksi. Viidestä tutkimushenkilöstä neljä antoi sanallista palautetta. Useimmin mainittuina huomioina kolme tutkimushenkilöä raportoi aran tai karheen tuntuista kurkusta harjoittelun yhteydessä. Lisäksi kolme henkilöä mainitsi, että harjoittelussa oli välillä teknisiä ongelmia, sillä metallikuulan tasaista ja säännöllistä liikettä oli hieman haastavaa saada ylläpidettyä. Kaksi tutkimushenkilöä otti esille enemmän havaintoja. Positiivisina huomioina mainittiin, että harjoittelun jälkeen on hyvä olo, harjoittelu tuntuu mukavalta tai hauskalta, ja että harjoittelu on alkanut sujua teknisesti paremmin. Negatiivisina huomioina mainittiin harjoittelun tuntuva epämiellyttävältä, raskaalta ja pyörryttävältä. Lisäksi harjoittelun ja päiväkirjan täytön koettiin vievän liikaa aikaa eikä aina muistettu, jaksettu tai ehditty.

Tutkimushenkilöiden harjoittelupäiväkirjoissa korostuivat seuraavat huomiot:

- harjoittelu tuntui raskaalta, mutta harjoittelun jälkeen olo oli hyvä ja puhuminen tuntui helpommalta (kh1)
- harjoittelu pyörrytti, mutta sai aikaan kivan tunteen kurkussa (kh2)
- harjoittelu oli aikaa vievää ja pyörryttävää. Keho kuitenkin tottui harjoitteluun ja siitä jäi mukava olo (kh4)
- ääni muuttui harjoittelun myötä hieman kirkkaammaksi, tietoisuus oman äänen tarkkailusta saattoi kuitenkin vaikuttaa havaintoon. Ääni petti herkästi, jos arjen tilanteissa ääntä oli joutunut käyttämään tavallista enemmän (kh5)

5.6 Parametrien väliset yhteydet

Shaker-ryhmästä kahden henkilön (kh5 ja kh6) äänenlaatu arvioitiin perseptuaalisesti paremmaksi intervention jälkeen. Seuraavassa tarkastellaan näiden kahden henkilön kaikkia tuloksia hieman tarkemmin.

Tutkimushenkilön 5 äänenlaadun arvosana nousi perseptuaalisessa arvioinnissa kolmella pisteellä (ennen 4; jälkeen 7). Alfaratio kasvoi hieman molemmissa luentanäytteissä (tavallisessa luennassa ennen -19,50; jälkeen -18,40 ja voimistetussa luennassa ennen -17,90; jälkeen -16,20). Myös äänenvoimakkuus kasvoi (tavallinen luenta ennen 64,82 dB / jälkeen 66,69 dB ja voimistettu ennen 69,32 dB / jälkeen 74,30 dB). VFI-pisteiden perusteella tutkimushenkilön äänioireet lisääntyivät huomattavasti (ennen 15, jälkeen 29). Tutkimushenkilö arvioi kuitenkin äänenlaatunsa parantuneen (ennen 1,81; jälkeen 3,64) ja äänentuoton muuttuneen helpommaksi (ennen 3,50; jälkeen 4). Tutkimushenkilö antoi harjoittelupäiväkirjassaan runsaasti sanallista palautetta. Useimmin toistuvat huomiot liittyivät kurkun kipeytymiseen tai äänen pettämiseen, sillä tutkimushenkilö joutui käyttämään ääntä paljon myös vapaa-ajalla. Myös pulputtelutekniikan oppimiseen meni hieman aikaa. Positiivisena vaikutuksena tutkimushenkilö arvioi äänen olevan toisinaan hieman kirkkaampi. Intervention aikana tehtyjä harjoituksia kertyi yhteensä 70, joita tutkimushenkilö arvioi numeerisesti -1 ja +2 välillä.

Tutkimushenkilön 6 äänenlaadun arvosana nousi perseptuaalisessa arvioinnissa edellistä tutkimushenkilöä maltillisemmin yhdellä pisteellä (ennen 3; jälkeen 4). Alfaratio kasvoi molemmissa luentanäytteissä (tavallisessa luennassa ennen -18,00; jälkeen -15,60 ja voimistetussa luennassa ennen -17,40; jälkeen -15,00) melko selvästi. Myös äänenvoimakkuus kasvoi (tavallinen luenta ennen 67,20 dB / jälkeen 68,56 dB ja voimistettu

ennen 71,24 dB / jälkeen 73,27 dB). Tutkimushenkilön VFI-pisteiden perusteella hän ei kärsinyt äänioireista oikeastaan ollenkaan, mutta intervention myötä pisteissä tapahtui pieni nousu (ennen 1; jälkeen 3). Tutkimushenkilö arvioi äänenlaatunsa pysyneen samanlaisena (ennen ja jälkeen 5), mutta äänentuoton muuttuneen hieman työläämmäksi (ennen 6,12; jälkeen 5). Tutkimushenkilö ei antanut harjoittelupäiväkirjassaan sanallista palautetta, mutta numeeriset arviot harjoittelusta vaihtelivat -2 ja 0 välillä. Tutkimushenkilö teki intervention aikana 53 harjoitusta Shakerilla.

6 POHDINTA

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, onko korkeataajuuksinen värähtelytekniikka hyvä menetelmä äänen harjoittamiseen. Yleisenä oletuksena oli, että Shaker-harjoittelulla on positiivisia vaikutuksia äänenlaatuun. Tätä selvitettiin tarkastelemalla äänen parametreissa (äänenlaatu, äänen tiiviys, äänen narina) tapahtuneita muutoksia, akustisia muutoksia (LTAS, alfaratio, SPL) sekä tutkimushenkilöiden itsestään antamia arvioita (VFI-kysely, VAS-janan arviot äänenlaadusta ja äännön helppoudesta sekä Shaker-ryhmäläisillä harjoittelupäiväkirjojen arviot). Tutkimuksessa vertailtiin interventioon osallistunutta ryhmää (N = 6) ja kontrolliryhmää (N = 6) toisiinsa. Narinan määrä väheni merkitsevästi ($p = .025$) kontrolliryhmässä. Alfaratio kasvoi merkitsevästi Shaker-ryhmän molemmissa luentanäytteissä (tavallinen $p=.032$, voimistettu $p=.014$) sekä kontrolliryhmän voimistetun luennan näytteissä ($p=.031$). Lisäksi Shaker-ryhmän itsearviot äänen laadun paranemisesta olivat tilastollisesti merkitseviä ($p=.029$). Yksilötasolla kahden Shaker-ryhmän tutkimushenkilön äänenlaatu arvioitiin paremmaksi, mikä näkyi myös alfaration kasvuna. Myös molempien tutkimushenkilöiden äänenvoimakkuus kasvoi. Toinen tutkimushenkilö arvioi äänenlaatunsa parantuneen ja äänentuoton muuttuneen helpommaksi, toinen arvioi äänenlaadun pysyneen samana, mutta ääntäminen oli muuttunut työlämmäksi. Molemmat tutkimushenkilöt kokivat äänioireiden lisääntyneen.

6.1 Tulosten tarkastelu

6.1.1 Äänenlaatu, tiiviys ja narina

Hypoteesina oli, että Shaker-ryhmässä äänenlaatu arvioidaan paremmaksi, vuotoiset ja puristeiset äänet arvioidaan vähemmän vuotoisiksi tai puristeisiksi, ja äänen narina vähenee. Kontrolliryhmässä ei arvioitu tapahtuvan muutoksia. Hypoteesi ei toteutunut. Ainoa tilastollisesti merkitsevä muutos havaittiin kontrolliryhmässä: narinan arvioitiin vähentyneen loppuäänityksessä kaikilla niillä henkilöillä, joilla oli havaittu narinaa alkuäänityksessä. Lisäksi ryhmässä oli kaksi tutkimushenkilöä, joilla ei esiintynyt narinaa kummallakaan äänityshetkellä. Shaker-ryhmässä kaikilla tutkimushenkilöillä esiintyi narinaa molemmilla äänityshetkillä, ja neljällä narinan määrä lisääntyi ja vain kahdella väheni. Laukkasen ja kumppaneiden (2021) päätelmä siitä, että Shaker-harjoittelun vaatima suurempi ilmanvirtauksen määrä vähentäisi narinaa, ei siis tässä tutkimuksessa toteutunut. Narinan lisääntyminen Shaker-ryhmässä voi olla seurausta harjoittelun jälkeisestä äänen väsymisestä. Se voi myös selittyä jollakin yleiseen elämäntilanteeseen liittyvällä asialla

kuten mahdollisella äänenkäyttömäärän lisääntymisellä. Kontrolliryhmässä narinan väheneminen voi selittyä äänitystehtävien tutuksi tulemisella. Tutkimukseen osallistuneet ovat voineet myös tarkoituksella pyrkiä äänityksissä parempaan äänenlaatuun.

Yksilötasolla tarkasteltuna äänenlaadun osalta huomattava muutos havaittiin Shaker-ryhmän kh:lla 5, jonka äänenlaatu arvioitiin tavallisessa luentavoimakkuudessa kolme pistettä paremmaksi kuin alkutilanteessa. Narina lisääntyi yhdellä pisteellä, tiiviydessä ei tapahtunut muutosta. Voimistetun luennan näytteessä äänenlaatu arvioitiin yhtä pistettä paremmaksi ja narina väheni yhdellä pisteellä. Äänen tiiviydessä ei havaittu muutosta kummassakaan luentanäytteessä. Shaker-harjoittelu vaikuttaa siis parantaneen kh5:n yleistä äänenlaatua. Myös putkiharjoittelun (esim. Guzman, ym., 2013) on todettu tuottavan perkeptuaalisesti parempia äänenlaadun arvioita. Toisaalta tutkimushenkilö raportoi harjoittelupäiväkirjassaan tavallista runsaammasta äänen käytöstä vapaa-ajalla, mikä on saattanut yhdessä Shaker-harjoittelusta seuranneiden äänioireiden kanssa lisätä narinaa tavallisessa puhevoimakkuudessa. Äänen voimakkuuden lisääminen on sen sijaan vähentänyt narinan määrää, kuten voimakkuuden lisääminen ja perustaajuuden nousu usein saavat aikaan (ks. esim. Bele, 2005; Boone, 1983, 34).

Yhden Shaker-ryhmäläisen (kh 2) äänen puristeisuuden arvioitiin vähentyneen voimistetun luennan näytteissä kahdella pisteellä. Voimistetun luennan äänenpainetaso pysyi kuitenkin lähes samana, joten puristeisuuden väheneminen ei selity tässä tapauksessa äänenvoimakkuuden laskemisella. Harjoituspäiväkirjan mukaan kyseinen tutkimushenkilö harjoitteli vain 18 kertaa, mikä tarkoittaa keskimäärin kolmea harjoitusta viikossa. Ääniterapiassa ideaalisen harjoittelumäärän määrittely on haastavaa (Roy, 2012). liian vähäinen harjoittelu ei tuo toivottavaa tulosta, mutta toisaalta liian suurella harjoittelumäärällä voidaan aiheuttaa kudosisvähinkoa ja estää äänen palautumista rasituksesta. Kolme kertaa viikossa tapahtunut harjoittelu on kuitenkin muihin tutkimuksiin verrattuna (ks. esim. Bovo, Galceran, Petruccelli, & Hatzopoulos, 2007; Leppänen, Ilomäki, & Laukkanen, 2010) määrältään hyvin vähäistä.

Kontrolliryhmässä äänenlaatu muuttui huomattavasti tavallisessa luennassa kahdella henkilöllä: kh 5:lla arvio parani kolmella ja kh 6:lla huononi kolme pistettä. Kh 6 oli myös raportoinut selvästi lisääntyneistä äänioireista, joka voi olla yhteydessä huonontuneeseen äänenlaadun arvioon.

Ryhmätasolla tarkasteltuna hypoteesi äänen perkeptuaalisten parametrien paranemisesta ei toteutunut Shaker-ryhmässä. Vain yhdellä tutkimushenkilöllä havaittiin erityisesti yhden

tutkimushenkilön huomattava positiivinen muutos äänenlaadussa. Laukkanen ja Rantala (2021) ovat raportoineet narinan ja puristeisuuden välisestä korrelaatiosta, mutta tässä tutkimuksessa sellaista yhteyttä ei havaittu.

6.1.2 Keskiarvospektri, alfaratio ja SPL

Hypoteesina oli, että Shaker-ryhmän keskiarvospektri muuttuu loivemmaksi ja alfaratio suurenee. Äänen voimakkuus (SPL) otettiin mukaan tarkasteluun havaintojen tueksi, sillä sen lisääntyminen loiventaa spektriä, jolloin alfaratio kasvaa (Sundberg & Nordenberg, 2006). Kontrolliryhmässä ei oletettu tapahtuvan muutoksia.

Shaker-ryhmän tavallisella äänenvoimakkuudella tehdyn luennan ryhmäkeskiarvospektrissä noin 4000 Hz kohdalla oleva pieni formanttihuippu muuttui selvemmäksi ja yläsävelissä tapahtui pientä voimistumista, mikä on todennäköisesti seurausta äänen säännönmukaisesta harjoittamisesta (Leino & Kärkkäinen, 1995; Nawka ym., 1997). Puhujanformantin korostumisen voisi olettaa merkitsevän sitä, että tutkimushenkilöiden äänet ovat muuttuneet aikaisempaa kuuluvammiksi ja kirkkaammiksi (Leino, 1994 & 2009). Shaker-ryhmän voimistetun luentavoimakkuuden spektrissä ei tapahtunut suurta muutosta, mutta myös siinä erottui formanttihuippu noin 4000 Hz kohdalla. Ero alku- ja loppuäänityksen välillä oli kuitenkin vähäinen. Kontrolliryhmässä tavallisen luentavoimakkuuden ryhmäkeskiarvospektrin yläsävelet loivenivat hieman, mutta muutos oli pieni. Voimistetun luentanäytteen spektrissä 4000 Hz kohdalla erottui hyvin pieni formanttihuippu. Yläsävelissä tapahtui selkeämpää vahvistumista, mikä voi liittyä myös äänen voimakkuuden lisääntymiseen.

Alfaratio kasvoi merkitsevästi Shaker-ryhmän molemmissa luentanäytteissä sekä kontrolliryhmän voimistetun luennan näytteissä, mikä viittaa äänen tiiviiden lisääntymiseen (Sundberg & Nordenberg, 2006). Ryhmätasolla äänen voimakkuudessa (SPL) tapahtui hyvin pientä kasvua molempien ryhmien molemmissa luentanäytteissä, mutta muutokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Hypoteesi toteutui pääosin Shaker-ryhmässä. Shaker-ryhmän LTAS muuttui erityisesti tavallisessa luennassa hieman loivemmaksi ja puhujanformantin alue korostui. Alfaratiot kasvoivat molemmilla luentatavoilla. Kontrolliryhmässä ei odotettu muutoksia, mutta voimistetun luennan alfaratio kasvoi tilastollisesti merkitsevästi. Äänenvoimakkuudessa ei kuitenkaan tapahtunut huomattavia ryhmätason muutoksia.

6.1.3 Itsearvioissa tapahtuneet muutokset

Hypoteesina oli, että Shaker-ryhmäläisten äänioireet vähenevät, äänenlaatu koetaan paremmaksi ja äänentuotto helpommaksi. Kontrolliryhmässä ei oletettu tapahtuvan havaittavia muutoksia.

VFI-kyselyn pisteet kasvoivat eli äänen väsymisoireet lisääntyivät molemmissa ryhmissä enemmistöllä. Eniten Shaker-harjoituksia tehneellä tutkimushenkilöllä (kh 5) äänioireet lähes tuplaantuivat. Oireiden lisääntymistä ääniharjoittelun yhteydessä on raportoitu aikaisemminkin (esim. Ilomäki, 2008). Harjoittelupäiväkirjassa useampi tutkimushenkilö kuvaili kaksi kertaa päivässä tapahtuvaa harjoittelua työlääksi niin teknisesti kuin ajankäytönkin kannalta. Ääniharjoitteluun tottumattomalle työläyden tunne voi heijastua äänentuottoon. Harjoittelun myötä harjoittelija voi myös alkaa kiinnittää enemmän huomiota äänentuottoonsa ja tulla itsekriittisemmäksi. Satersin ym. tutkimuksessa (2018) Shaker-harjoittelun todettiin sen sijaan vähentävän kurkunpään ja äänen oireita. Kyseisessä tutkimuksessa äänioireita kartoitettiin tosin kolme minuuttia ennen Shaker-harjoittelua ja kolme minuuttia sen jälkeen, joten erilaisilla mittausajankohdilla voi olla merkitystä lopputuloksen kannalta. Äänioireiden lisääntyminen on toisaalta voinut kummassakin ryhmässä johtua esimerkiksi vapaa-ajalla lisääntyneestä äänirasituksesta tai fyysiseen tai psyykkiseen hyvinvointiin vaikuttavista tekijöistä. Myös kontrolliryhmä on voinut arvioida äänioireitaan lähtötilannetta kriittisemmin. On huomattava, että molemmat ryhmät osallistuivat samaan aikaan myös kurssille, joka käsitteli äänihygieniaa ja johon sisältyi 8 tuntia tavanomaisia ääniharjoituksia.

Shaker-ryhmässä havaittiin yhdenmukainen, tilastollisesti merkitsevä äänenlaadun paraneminen. Ääntämisen helppouden tunne sen sijaan väheni, mutta tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Kontrolliryhmässä molemmat parametrit saivat alkutilannetta paremman arvion, mutta tulokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Hypoteesi toteutui siis siltä osin, että Shaker-ryhmässä äänenlaadun koettiin muuttuneen paremmaksi.

6.2 Menetelmän pohdinta

Tutkimushenkilöiden olotilalla saattoi olla vaikutusta ääniaineistoon. Väsymys, jännitys tai muut fyysiset tai ympäristöön liittyvät tekijät heijastuvat herkästi äänenkäyttöön. Myös äänitystilanne studiossa on kaukana luonnollisesta puhetilanteesta. Tutkimushenkilöt ovat olleet tietoisia siitä, Shaker-harjoittelulla tutkitaan menetelmän vaikutuksia ääneen, joten he

ovat voineet myös itse (tietoisesti tai tiedostamatta) vaikuttaa äänenkäyttöön äänitystilanteessa.

Tutkimushenkilöiden harjoittelu väheni jakson loppua kohden. Motivaation vähenemiseen saattoi vaikuttaa se, että kaikilla tutkimushenkilöillä oli terve ääni. Äänipotilailla tai ääniammattiin tähtäävillä kuten näyttelijöillä kuuluvan ja taloudellisen äänentuoton merkitys voi korostua, mikä voisi näkyä myös tiiviimpänä harjoitteluna. Tässä tutkimuksessa harjoitusmäärät vaihtelivat 18 ja 70 kerran välillä tutkimushenkilöstä riippuen. Niillä kahdella henkilöllä (kh 5 ja kh 6), jolla äänenlaadun arvioitiin muuttuneen paremmaksi, oli myös suurimmat harjoittelumäärät (70 ja 53). Täsmällisellä, koko harjoittelujakson kattavalla harjoittelulla olisi siis voinut olla enemmän vaikutusta tuloksiin.

Shakerin käyttöohjeet annettiin tutkimushenkilöille etukäteen lyhyellä videolla, jonka perusteella harjoittelu toteutettiin itsenäisesti eikä intervention aikaista seuranta tapahtunut lainkaan. Se ei välttämättä ollut tutkimushenkilöiden näkökulmasta riittävää, vaan ohjeistusta olisi saatettu tarvita enemmän. Harjoittelun aikainen, esimerkiksi kerran viikossa tapahtunut seuranta olisi todennäköisesti sekä motivoinut tutkimushenkilöitä tekemään kaikki harjoitukset koko jakson loppuun saakka että varmistanut myös harjoitusten oikein tekemisen. Toisaalta positiivisia tuloksia havaittiin suhteellisen lyhyellä jaksolla jo ilman seurantaakin, mikä voi olla ääniterapiaan ja äänen harjoittamiseen kohdistuvat resurssihaasteet huomioon ottaen suotuisa havainto, sillä tuloksia toivotaan tapahtuvan minimaalisella ohjaukseen käytetyllä ajalla. Toisaalta opittujen taitojen yleistyminen ja vakiintuminen puheeseen voi vaatia pitkäjänteistä, vaiheittaista harjoittelua siten, että harjoituksen aikana koettu tuntemus harjoitellaan ensin siirtämään vokaaliääntöön, sitten yksittäisiin sanoihin ja lopulta lausetasoiseen puheeseen. Kuusi viikkoa kestänyt interventiojakso ei myöskään välttämättä ollut riittävän pitkä aika muutosten syntymiseen tai niiden yleistymiseen puheessa, vaan olisi tarvittu pitempi tarkastelujakso.

Puolentoista vuoden pituisessa opettajaopiskelijoiden äänioireita ennaltaehkäisevässä tutkimuksessa tarkasteltiin ääniharjoittelun tehokkuutta ja havaittiin positiivisia muutoksia interventioon osallistuneiden äänenlaadussa (Richter, Nusseck, Spahn, & Echternach, 2016). Kuormitustestissä interventioon osallistuneiden ääni myös kesti kontrolliryhmää paremmin. Toisaalta myös äänioireet lisääntyivät. Bovon ja kumppaneiden (2007) tutkimuksessa tutkittavat osallistuivat kahdelle luennolle, saivat lyhyen jakson ääniterapiaa ryhmässä, ja tekivät sen jälkeen kolmen kuukauden ajan joko ääniharjoituksia tai kiinnittivät huomiota äänihygieniaan ja -ergonomiaan. Tulokset kolmen kuukauden pituisesta

harjoittelusta olivat positiivisia, ja 12 kuukauden kuluttua tapahtuneessa seurannassa saavutetuissa tuloksissa oli tapahtunut vain pientä heikentymistä. Tällainen kolmen kuukauden pituinen jakso alun ohjeistuksineen voisi siis olla yksi varteenotettava ja kustannustehokas tapa äänioireiden ehkäisyyn ja suhteellisen pysyvien tulosten saavuttamiseksi myös korkeataajuuksisen värähtelytekniikan osalta.

6.3 Työn kliininen merkitys ja jatkotutkimusaiheita

Pienestä otoskoosta ja lyhyestä kestosta huolimatta korkeataajuuksisella värähtelyllä vaikuttaa tämän tutkimuksen perusteella olevan suotuisia vaikutuksia äänenlaatuun. Otsokokoa kasvattamalla, intervention kestoa pidentämällä ja valitsemalla tutkimushenkilöiksi terveiden puhujien sijaan dysfonisia tai ääniammattiin suuntautumassa olevia puhujia harjoittelun mahdolliset hyödyt voitaisiin saada selkeämmin ja luotettavammin näkyviin. Lisäksi jatkotutkimuksissa olisi hyvä kiinnittää huomiota riittävään harjoittelun aikaiseen seurantaan, jolla voitaisiin varmistaa harjoitusten oikein tekeminen, lisätä osallistujien harjoittelumotivaatiota ja ohjeistaa tutkimushenkilöä harjoittelun etenemisessä. Shakerilla on suhteellisen helppoa ja edullista harjoittaa ääntä kotioloissa, ja tähän mennessä saatujen tutkimustulosten perusteella korkeataajuuksinen värähtelytekniikka vaikuttaa potentiaaliselta äänen harjoittamismenetelmältä. Aihetta on kuitenkin tutkittu vielä suhteellisen vähän, joten lisää tutkimustuloksia tarvitaan.

LÄHDELUETTELO

- Abdelli-Beruh, N. B., Wolk, L., & Slavin, D. (2014). Prevalence of Vocal Fry in Young Adult Male American English Speakers. *Journal of Voice*, 28(2), 185–190.
<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2013.08.011>
- Abercrombie, D. (1967). *Elements of General Phonetics*. Edinburgh University Press.
- The Acoustical Society of America (n.d.). Timbre. New York: The Acoustical Society of America. Haettu 19.8.2021 osoitteesta <https://asastandards.org/Terms/timbre/>
- Anderson, R. C., Klofstad, C. A., Mayew, W. J., & Venkatachalam, M. (2014). Vocal Fry May Undermine the Success of Young Women in the Labor Market. *PloS one*, 9(5), e97506. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097506>
- Baken, R. J., & Orlikoff, R. F. (2000). *Clinical Measurement of Speech and Voice* (2. painos). San Diego (Calif.): Singular/Thomson Delmar.
- Bele, I. V. (2005). Reliability in Perceptual Analysis of Voice Quality. *Journal of Voice*, 19(4), 555–573. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2004.08.008>
- Bele, I. V. (2006). The Speaker's Formant. *Journal of Voice*, 20(4), 555–578.
<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2005.07.001>
- Boone, D. R. (1983). *The Voice and Voice Therapy* (3. painos). Englewood Cliffs (N.J.): Prentice-Hall.
- Bovo, R., Galceran, M., Petruccelli, J., & Hatzopoulos, S. (2007). Vocal Problems Among Teachers: Evaluation of a Preventive Voice Program. *Journal of Voice*, 21(6), 705–722. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2006.07.002>
- da Silva Antonetti, A. E., Ribeiro, V. V., Moreira, P., Brasolotto, A. G., & Silverio, K. (2019). Voiced High-frequency Oscillation and LaxVox: Analysis of Their Immediate Effects in Subjects With Healthy Voice. *Journal of voice*, 33(5), 808.e7–808.e14. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.02.022>
- dos Santos, A. P., Guimarães, R. C., de Carvalho, E. M., & Gastaldi, A. C. (2013). Mechanical behaviors of Flutter VRP1, Shaker, and Acapella devices. *Respiratory care*, 58(2), 298–304. <https://doi.org/10.4187/respcare.01685>
- Eskelinen, A. (2014). *Äänen narinan esiintyminen naisilla eri ikäryhmissä*. Pro gradu -tutkielma. Oulu: Oulun yliopisto.

- Fawcus, M. (2013). *Voice Disorders and Their Management*. Springer.
- Frøkjær-Jensen, B., & Prytz, S. (1976). Registration of Voice Quality. *Brüel & Kjaer Technical review*, 3, 3–17.
- Gordon, M., & Ladefoged, P. (2001). Phonation types: a Cross-Linguistic Overview. *Journal of Phonetics*, 29(4), 383–406. <https://doi.org/10.1006/jpho.2001.0147>
- Guzman, M., Laukkanen, A.-M., Krupa, P., Horacek, J., Svec, J. G., & Geneid, A. (2013). Vocal Tract and Glottal Function During and After Vocal Exercising with Resonance Tube and Straw. *Journal of Voice*, 27(4), 305-311. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2013.02.007>
- Guzman, M. (2017). *Semioccluded Vocal Tract Exercises: a Physiologic Approach for Voice Training and Therapy*. Väitöskirja. Tampere University Press.
- Hollien, H. (1974). On Vocal Registers. *Journal of Phonetics*, 2(2), 125–143. [https://doi.org/10.1016/S0095-4470\(19\)31188-X](https://doi.org/10.1016/S0095-4470(19)31188-X)
- Hollien, H. (2000). The Concept of Ideal Voice Quality. Teoksessa R. D. Kent & M. J. Ball (toim.), *Voice Quality Measurement* (s.13 – 24). San Diego (Calif.): Singular.
- Ilomäki, I. (2008). *Opettajien ääneen liittyvä työhyvinvointi ja äänikoulutuksen vaikutukset*. Väitöskirja. Tampere: Tampere University Press.
- Imhof, M., Välikoski, T.-R., Laukkanen, A.-M., & Orlob, K. (2014). Cognition and Interpersonal Communication: The Effect of Voice Quality on Information Processing and Person Perception. *Studies in Communication Sciences*, 14(1), 37–44. <https://doi.org/10.1016/j.scoms.2014.03.011>
- Jiang, J. J., & Titze, I. R. (1994). Measurement of Vocal Fold Intraglottal Pressure and Impact Stress. *Journal of Voice*, 8(2), 132–144. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(05\)80305-4](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(05)80305-4)
- Keating, P., Garellek, M., & Kreiman, J. (2015). Acoustic Properties of Different Kinds of Creaky Voice. 18th International Congress of Phonetic Sciences, Glasgow. Saatavilla https://www.researchgate.net/publication/281119746_Acoustic_properties_of_different_kinds_of_creaky_voice
- Kent, R. D., & Ball, M. J. (2000). *Voice Quality Measurement*. San Diego (Calif.): Singular.

- Laukkanen, A.-M. (1995). *On Speaking Voice Exercises. A Study on the Acoustic and Physiological Effects of Speaking Voice Exercises Applying Manipulation of the Acoustic-Aerodynamic State of the Supraglottic Space and Artificially Modified Auditory Feedback*. Väitöskirja. Tampere: Tampereen yliopisto.
- Laukkanen, A.-M. (1999). Ääniharjoitusten tavoitteita ja vaikutusperusteita. Teoksessa J. Sellman, A.-M. Korpijaakko-Huuhka, & T. Siirilä (toim.), *Äänen tutkimus ja äänihäiriöiden ennaltaehkäisy* (s. 29–40). Suomen logopedis-foniatrisen yhdistyksen julkaisuja no 31, Helsinki.
- Laukkanen, A.-M. (2015). Katsaus putkiin ja pilleihin ääntämisen vaikutusperusteisiin äänen harjoittamisessa ja terapiassa. *Puhe ja kieli*, 35(3), 105–114. Saatavilla <https://journal.fi/pk/article/view/53119>
- Laukkanen, A.-M., & Leino, T. (1999). *Ihmeellinen ihmisääni*. Helsinki: Gaudeamus.
- Laukkanen, A.-M., Horáček, J., & Radolf, V. (2019). Shaker: Preliminary Observations of a Potential Device for Voice Training and Therapy. Proceedings of MAVEBA, Firenze.
- Laukkanen, A.-M., Horáček, J., & Radolf, V. (2021). Buzzer Versus Water Resistance Phonation Used in Voice Therapy. Results Obtained with Physical Modeling. *Bio-medical Signal Processing and Control*, 66. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2021.102417>
- Laukkanen, A. M., & Rantala, L. (2021). Relations between Creaky Voice and Vocal Symptoms of Fatigue. *Folia phoniatica et logopaedica: official organ of the International Association of Logopedics and Phoniatrics (IALP)*, 73(2), 146–154. <https://doi.org/10.1159/000506901>
- Laukkanen, A.-M., Rantala, L., & Waaramaa, T. (2020). Increased Prevalence of Vocal Fry in Finnish Female Speakers During the Last Two Decades. Manuscript in progress.
- Laver, J. (1980). *The Phonetic description of Voice Quality*. Cambridge University Press.
- Leino, T. (1994). Long-Term Average Spectrum Study on Speaking Voice Quality in Male Actors. Teoksessa A. Friberg, J. Iwarsson, E. Jansson, & J. Sundberg (toim.), *SMAC93, Proceedings of the Stockholm Music Acoustics Conference, July*

28-August 1, 1993, (s. 206–210). Stockholm, Sweden: The Royal Swedish Academy of Music.

- Leino, T. (2009). Long-Term Average Spectrum in Screening of Voice Quality in Speech: Untrained Male University Students. *Journal of Voice*, 23(6), 671–676.
<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2008.03.008>
- Leino, T., & Kärkkäinen, P. (1995). On the Effects of Vocal Training on the Speaking Voice Quality of Male Student Actors. Teoksessa K. Elenius, & P. Branderud (toim.), *Proceedings of the XIIIth International Congress of Phonetic Sciences, Stockholm, Sweden 13–19 August, 1995, Vol. 3 of 4*, (s. 496–499). Stockholm, Sweden: Department of Speech Communication and Music Acoustics, Royal Institute of Technology, and the Department of Linguistics, Stockholm University.
- 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, phoniatrics, vocology*, 35(1), 13–18.
<https://doi.org/10.3109/14015430903552360>
- Lukkarila, P., Laukkanen, A. M., & Palo, P. (2012). Influence of the intentional voice quality on the impression of female speaker. *Logopedics, phoniatrics, vocology*, 37(4), 158–166. <https://doi.org/10.3109/14015439.2012.687762>
- Majewski, W., Rothman, H. B., & Hollien, H. (1977). Acoustic comparisons of American English and Polish. *Journal of Phonetics*, 5(3), 247–251.
[https://doi.org/10.1016/S0095-4470\(19\)31138-6](https://doi.org/10.1016/S0095-4470(19)31138-6)
- Master, S., De Biase, N., Chiari, B. M., & Laukkanen, A.-M. (2008). Acoustic and Perceptual Analyses of Brazilian Male Actors' and Nonactors' Voices: Long-term Average Spectrum and the "Actor's Formant." *Journal of Voice*, 22(2), 146–154.
<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2006.09.006>
- Monsen, R. B., & Engebretson, A. M. (1977). Study of variations in the male and female glottal wave. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 62(4), 981–993. <https://doi.org/10.1121/1.381593>

- Nanjundeswaran, C., Jacobson, B. H., Gartner-Schmidt, J., & Verdolini Abbott, K. (2015). Vocal Fatigue Index (VFI): Development and Validation. *Journal of voice: official journal of the Voice Foundation*, 29(4), 433–440.
<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2014.09.012>
- Nolan, F. (1983). *The phonetic bases of speaker recognition*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pittam, J. (1987). Listeners' Evaluations of Voice Quality in Australian English Speakers. *Language and Speech*, 30(2), 99–113.
<https://doi.org/10.1177/002383098703000201>
- POWERbreathe, (n.d.). Shaker Deluxe. Southam: POWERbreathe. Haettu 19.8.2021 osoitteesta <https://www.powerbreathe.com/product/shaker-deluxe/>
- Raphael, L. J., Borden, G. J., & Harris, K. S. (2007). *Speech science primer: physiology, acoustics, and perception of speech* (5. painos). Lippincott Williams & Wilkins.
- Richter, B., Nusseck, M., Spahn, C., & Echternach, M. (2016). Effectiveness of a Voice Training Program for Student Teachers on Vocal Health. *Journal of Voice*, 30(4), 452-459. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2015.05.005>
- Roy, Nelson. (2012). Optimal Dose-Response Relationships in Voice Therapy. *International Journal of Speech-Language Pathology*, 14 (5), 419-423.
<https://doi.org/10.3109/17549507.2012.686119>
- Saters, T. L., Ribeiro, V. V., Siqueira, L., Marotti, B. D., Brasolotto, A. G., & Silverio, K. (2018). The Voiced Oral High-frequency Oscillation Technique's Immediate Effect on Individuals With Dysphonic and Normal Voices. *Journal of voice: official journal of the Voice Foundation*, 32(4), 449–458.
<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.06.018>
- Shrivastav, R. (2011). Evaluating Voice Quality. Teoksessa E. P.-M. Ma, & E. M.-L. Yiu (toim.), *Handbook of Voice Assessments* (s. 314 – 330). San Diego: Plural Publishing. Print.
- Silva, R. L. F., da Silva Antonetti, A. E., Ribeiro, V. V., Ramos, A. C., Brasolotto, A. G., & Silverio, K. (2020). Voiced High-Frequency Oscillation or Lax Vox Technique? Immediate Effects in Dysphonic Individuals. *Journal of Voice*.
<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2020.05.004>.

- Simberg, S., & Laine, A. (2007). The resonance tube method in voice therapy: Description and practical implementations. *Logopedics, Phoniatrics, Vocology*, 32(4), 165–170. <https://doi.org/10.1080/14015430701207790>
- Stemple, J.A., Glaze K.B., & Klaben, B.K. (2018). Pathologies of the Laryngeal Mechanism. Teoksessa J.C. Stemple, N. Roy, & B.K. Klaben (toim.), *Clinical Voice Pathology: Theory and Management* (s. 83-140). Plural Publishing, Incorporated.
- Sundberg, J. (1987). *The Science of the Singing Voice*. Northern Illinois University Press.
- Sundberg, J., & Nordenberg, M. (2006). Effects of Vocal Loudness Variation on Spectrum Balance as Reflected by the Alpha Measure of Long-Term-Average Spectra of Speech. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 120(1), 453–457. <https://doi.org/10.1121/1.2208451>
- Titze, I. R. (2000). *Principles of Voice Production*. Iowa City: National Center for Voice and Speech.
- Titze, I. R. (2006). Theoretical Analysis of Maximum Flow Declination Rate Versus Maximum Area Declination Rate in Phonation. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 49(2), 439–447. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2006/034\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2006/034))
- Titze, I. R. & Laukkanen, A.-M. (2007). Can Vocal Economy in Phonation Be Increased With an Artificially Lengthened Vocal Tract? A Computer Modeling Study, *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 32(4), 147-156. <https://doi.org/10.1080/14015430701439765>
- Valo, M. (1994). *Käsitykset ja vaikutelmat äänestä: kuuntelijoiden arviointia radiopuheen äänellisistä ominaisuuksista*. Väitöskirja. Jyväskylän yliopisto.
- Venkatraman, A., & Sivasankar, M. P. (2018). Continuous Vocal Fry Simulated in Laboratory Subjects: A Preliminary Report on Voice Production and Listener Ratings. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 27(4), 1539–1545. https://doi.org/10.1044/2018_AJSLP-17-0212
- Wolk, L., Abdelli-Beruh, N. B., & Slavin, D. (2012). Habitual Use of Vocal Fry in Young Adult Female Speakers. *Journal of Voice*, 26(3), e111–e116. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2011.04.007>

2. Lauri Viita Moreeni

...vaarojen, kumpujen, harjujen välitse, louhujen lomitse, oksien alitse, mökistä mökkiin ja kartanoon, lehdosta lettoon ja ojasta allikkoon – alaspäin veti kalteva kamara, etelään vietti mahtava graniittikynnös. Polut liittyivät polkuihin, purot yhtyivät puroihin.

Eteenpäin, alaspäin! Tiet levenivät, virrat vahvistuivat. Yhä isompia, yhä raskaampia kuormia ne kykenivät kuljettamaan. Yhä enemmän puuta, leipää, perunaa, voita lihaa, kansaa ja hautakiviä, valtavia lohkareita, vuoria ne uomat nielivät, ja nälkä yltyi vain. Salmesta salmeen, tunnista tuntiin matoivat lotjajonot, päivästä päivään viettivät laajat lautat unetonta kesäänsä Näsijärven pitkällä, sinisellä saralla. Kuusta, mäntyä, koivua, haapaa – erilaisina paloina erilaisiin tarkoituksiin. Miten suunnattomasti sitä tavaraa oli ja tarvittiin! Kulkivat kuut ja päivät, kerroksittain vaelsivat pilvien, laivojen, kasvojen hahmot järven uumenissa.

Järven alapäässä oli vihdoinkin se solmu, joka satoi tiet ja reitit, polut ja purot yhdeksi kimpuksi. Sitä solmua ei voinut kiertää eikä avata; kerran virtaan joutuneen oli käytävä armottoman paineen läpi, joka väänsi ja vaivasi uhrinsa uuteen muotoon, ellei ilman muuta upottanut syöverinsä jäteliejuun. Se oli teknillis-sosiaalinen hiidenkirnu, jota nimitettiin myös tehdaskaupungiksi.

Tekstin luentaohje: Moreeni

Kuten edellä : lue **ajatuksella, välitä sisältöä kuulijallesi** – omalla puhetekniikalla, omana itsenä, ei pikaroolissa tms.

3. August Strinberg: Hemsöläiset Harjoitusteksti 720909 (ilman s:ää)

Niin valkeni häöpäivä. Kaikki olivat pahalla tuulella kovan rehkinän jälkeen, ja kun vieraat tulivat liian varhain, kukaan ei huomionnut heitä, vaan he hortoilivat noloina pitkin mäkiä kuin kuokkimaan tulleina.

Tupa oli lehvitetty ja kaikki huonekalut kannettu pihalle piiloon niin että näytti hyvin tyhjältä. Pihalla oli lipputanko, johon oli vedetty tullilippu. Tuvan oven yläpuolella riippui puolukanvarpuja ja päivänkakkaroita ja oven kummallakin puolella oli koivuja.

Ikkunoihin oli ladottu värikkäimmillä nimilapuilla laputettuja pulloja, niin että ne näkyivät pihalle kuin viinakauppa. Oven molemmilla puolilla vartioi kuudenkymmenen kannun tynnyri kuin pari järeää karhua, ja niiden taa oli pinottu röykkiöihin olutpulloja. Näky oli komea.

Tekstin luentaohje: Hemsöläiset

a) lue teksti ensin kertaalleen hyvin **hiljaa** (mutta ei kuiskaten); ajattele pientä tilaa ja esim. kahdenkeskistä kertovaa asiapuhetta

b) lue sama teksti sitten toiseen kertaan **luentosalivoimakkuudella** ; ajattele isoa luentosalia, (esim. Pääatalon D10, Pinni B 1100, Linnan iso luentosali, Virran auditorio tms.), jossa tarvitaan helposti voimistettua puheääntä, jota kuulijan on miellyttävä kuunnella

VOCAL FATIGUE INDEX

Alla on joitakin oireita, joita tavallisesti liittyy ääniongelmiin. Ympyröi se vaihtoehto, joka kuvaa sitä, miten usein koet kyseistä oiretta.

asteikko: 0 = ei koskaan, 1 = ei juuri koskaan, 2 = joskus, 3 = melkein aina, 4 = aina

1. **Minun ei tee mieli puhua käytettyäni ääntä jonkin aikaa.**

0 = ei koskaan, 1 = ei juuri koskaan, 2 = joskus, 3 = melkein aina, 4 = aina

2. **Minulla on kipua kaulassa, kun olen puhunut päivän aikana.**

0 = ei koskaan, 1 = ei juuri koskaan, 2 = joskus, 3 = melkein aina, 4 = aina

3. **Minulla on kipua kurkussa, kun olen puhunut päivän aikana.**

0 = ei koskaan, 1 = ei juuri koskaan, 2 = joskus, 3 = melkein aina, 4 = aina

4. **Ääneni käheytyy, kun puhun tavallista enemmän.**

0 = ei koskaan, 1 = ei juuri koskaan, 2 = joskus, 3 = melkein aina, 4 = aina

5. **Ääneni väsyä, kun puhun tavallista enemmän.**

0 = ei koskaan, 1 = ei juuri koskaan, 2 = joskus, 3 = melkein aina, 4 = aina

6. **Minusta tuntuu, että joudun ponnistelemaan puhuessani.**

0 = ei koskaan, 1 = ei juuri koskaan, 2 = joskus, 3 = melkein aina, 4 = aina

7. **Ääneni käheytyy, kun käytän sitä.**

0 = ei koskaan, 1 = ei juuri koskaan, 2 = joskus, 3 = melkein aina, 4 = aina

8. **Äänen käyttäminen tuntuu työläältä.**

0 = ei koskaan, 1 = ei juuri koskaan, 2 = joskus, 3 = melkein aina, 4 = aina

9. **Vältän yleensä puhumista käytettyäni ääntäni jonkin aikaa.**

0 = ei koskaan, 1 = ei juuri koskaan, 2 = joskus, 3 = melkein aina, 4 = aina

10. **Kurkuuni sattuu, kun käytän ääntäni.**

0 = ei koskaan, 1 = ei juuri koskaan, 2 = joskus, 3 = melkein aina, 4 = aina

11. **Kaulassani tuntuu epämiellyttävältä, kun käytän ääntäni.**

0 = ei koskaan, 1 = ei juuri koskaan, 2 = joskus, 3 = melkein aina, 4 = aina

12. **Minulta loppuu ilma, kun puhun.**

0 = ei koskaan, 1 = ei juuri koskaan, 2 = joskus, 3 = melkein aina, 4 = aina

13. **Vältän sosiaalisia tilanteita, joissa tiedän joutuvani puhumaan enemmän.**

0 = ei koskaan, 1 = ei juuri koskaan, 2 = joskus, 3 = melkein aina, 4 = aina

14. **Minusta tuntuu, etten voi puhella perheeni kanssa työpäivän jälkeen.**

0 = ei koskaan, 1 = ei juuri koskaan, 2 = joskus, 3 = melkein aina, 4 = aina

15. **Ääneni tuntuu paremmalta levon jälkeen.**

0 = ei koskaan, 1 = ei juuri koskaan, 2 = joskus, 3 = melkein aina, 4 = aina

16. **Äänentuotto tuntuu työläältä käytettyäni ääntäni jonkin aikaa.**

0 = ei koskaan, 1 = ei juuri koskaan, 2 = joskus, 3 = melkein aina, 4 = aina

17. **Äänentuoton työläys vähenee levon myötä**

0 = ei koskaan, 1 = ei juuri koskaan, 2 = joskus, 3 = melkein aina, 4 = aina

18. **Hengästyminen puhuessa vähenee levon myötä.**

0 = ei koskaan, 1 = ei juuri koskaan, 2 = joskus, 3 = melkein aina, 4 = aina

19. **Minun on vaikea saada ääntäni kuulumaan, kun olen käyttänyt sitä jonkin aikaa.**
0 = ei koskaan, 1 = ei juuri koskaan, 2 = joskus, 3 = melkein aina, 4 = aina
20. **Ääneni tuntuu heikolta käytettyäni sitä jonkin aikaa.**
0 = ei koskaan, 1 = ei juuri koskaan, 2 = joskus, 3 = melkein aina, 4 = aina
21. **Käheys vähenee, kun annan ääneni levätä.**
0 = ei koskaan, 1 = ei juuri koskaan, 2 = joskus, 3 = melkein aina, 4 = aina

Liite 4. VAS-lomake

MERKITSE ALLA OLEVALLE JANALLE ARVIOSI ÄÄNENLAADUSTASI JA
ÄÄNEN TUOTTAMISEN HELPPOUDESTA TÄLLÄ HETKELLÄ

Äänenlaatu

Huono-----Tavanomainen-----
Hyvä

Äänen tuotto

Työlästä-----Tavanomaista-----
Vaivatonta

Liite 5. Ääniharjoituspäiväkirja

Nimi:

Kommentoi harjoittelukokemustasi: arvioi numeroilla, joka sijoittuu välille -5 – + 5; selitys: 0 = ei vaikutusta, -5 tuntuu erittäin huonolta, +5 tuntuu erittäin hyvältä.

Kommentoi kokemustasi mielellään **myös sanallisesti**

VIIKKO 1				
päivä	harjoitus tehty: aamu	kommentti	harjoitus tehty: ilta	kommentti
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
Kommentteja:				

Liite 6. Kuuntelulomake

Luenta	Laatu 0-10, 0 = huono, 10 = erinomainen; Narina 0-4 (0 ei ole, 4 hyvin paljon)	Luenta	
tavallisella voimakkuudella	Tiiviyks 0-10, 0 = vuotoinen, 10 hyvin puristeinen	luentosalivoimakkuudella	
NIMI	LAATU A LAATUB TIIVIYSA TIIVIYSB NARINA A NARINA B	LAATU A LAATUB TIIVIYSA TIIVIYSB NIMI	NARINA A NARINA B

Liite 7. Tiedote ja tutkimuslupalomake

Tutkimuksen nimi: *Ääniharjoitusten vaikutus*

TIEDOTE TUTKITTAVILLE JA SUOSTUMUS TUTKIMUKSEEN OSALLISTUMISESTA

Tutkijoiden yhteystiedot

Professori Anne-Maria Laukkanen

Sähköposti: anne-maria.laukkanen@tuni.fi

FT, dosentti Leena Rantala, logopedian yliopistonlehtori

Sähköposti: leena.rantala@tuni.fi

Puhelin: 050 3186 193

FM Tero Ikävalko

Sähköposti: tero.ikavalko@tuni.fi

Tutkimuksen taustatiedot: Tutkimus toteutetaan Tampereen yliopiston yhteiskuntatieteiden tiedekunnassa vokologian ja logopedian oppiaineessa vuosina 2019–2025. Tutkimusaineistoa hyödynnetään opinnäytetöissä ja näiden pohjalta laadittavassa tieteellisessä artikkelissa. Tutkimuksen anonymisoituja tuloksia voidaan myös hyödyntää yliopisto-opetuksessa.

Tutkimuksen tarkoitus, tavoite ja merkitys: Tutkimuksessa selvitetään harjoitusten vaikutusta äänenlaatuun. Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää äänen hoidossa (ääniterapia ja äänipedagogiikka). Tulokset liittyvät laajemmin osaksi äänentuoton ja äänihäiriöiden tutkimuskenttää.

Tutkimusaineiston käyttötarkoitus, käsittely ja säilyttäminen: Yliopiston opinnäyte-työntekijä/tutkija saa hankitun aineiston tutkimuskäyttöön tutkimusta koskevien eettisten sääntöjen ja tutkimusluvan puitteissa. Tutkimusaineisto anonymisoidaan siten, että tutkittavat henkilöt eivät ole tunnistettavissa. Aineisto kerätään digitaalisina äänitiedostoina, jotka tallennetaan salasanasuojatulle kovalevyllle. Tutkimuksen aikana aineistoon on pääsy ainoastaan tutkimusta tekevällä tutkijalla, opinnäyteentekijällä ja hänen ohjaajallaan. Aineistoa säilytetään Tampereen yliopistolla logopedian tai vokologian oppiaineen tiloissa lukitussa kaapissa. Tutkimuksen päätyttyä digitaaliset äänitiedostot hävitetään. Mikäli osallistujat antavat luvan, ääninäytteet tallennetaan tutkimuksen päätyttyä Yhteiskuntatieteellisen Tietoarkiston digitaaliseen portaaliin mahdollista jatkokäyttöä varten myöhemmissä tutkimuksissa. Tietoarkisto arvioi tutkijan tekemän anonymisoinnin, tekee tarvittaessa lisää poistoja ja muokkaa aineiston pitkäaikaissäilytykseen ja jatkokäyttöön soveltuvaksi. Mikäli osallistujat eivät anna tähän lupaa, myös anonymisoidut tallenteet hävitetään tämän tutkimuksen päätyttyä.

Menettelyt, joiden kohteeksi tutkittavat joutuvat: Tutkimusaineisto koostuu luentanäytteistä, pidennetyistä fonaatiosta ja tutkittavien ääniharjoitusjakson aikana pitämästään päiväkirjasta. Aineiston kerää tämän tutkimuksen tutkijaryhmä.

Tutkittavien oikeudet: Osallistuminen tutkimukseen on täysin vapaaehtoista. Tutkittavilla on tutkimuksen aikana oikeus kieltäytyä tutkimuksesta ja keskeyttää tutkimukseen osallistuminen missä vaiheessa tahansa ilman, että siitä aiheutuu heille mitään seuraamuksia. Tutkimuksen järjestelyt ja

tulosten raportointi ovat luottamuksellisia. Tutkimuksesta saatavat tutkittavien henkilökohtaiset tiedot tulevat ainoastaan tutkimuksen tekijöiden käyttöön ja tulokset julkaistaan opinnäytetyössä ja tutkimusraportissa siten, ettei yksittäistä tutkittavaa voi tunnistaa. Tutkittavilla on oikeus saada lisätietoa tutkimuksesta missä vaiheessa tahansa.

TUTKITTAVAN SUOSTUMUS TUTKIMUKSEEN OSALLISTUMISESTA

Olen perehtynyt tämän tutkimuksen tarkoitukseen ja sisältöön, kerättävän tutkimusaineiston käyttöön sekä tutkittavien oikeuksiin. Suostun osallistumaan tutkimukseen annettujen ohjeiden mukaisesti. Voin halutessani peruuttaa tai keskeyttää osallistumiseni tai kieltäytyä tutkimukseen osallistumisesta missä vaiheessa tahansa. Tutkimustuloksiani ja kerättyä aineistoa saa käyttää ja hyödyntää sellaisessa muodossa, jossa yksittäistä tutkittavaa ei voi tunnistaa.

Annan suostumuksen aineiston ja tutkimustulosten käyttöön yllä kuvatulla tavalla tässä tutkimuksessa:

kyllä ei

Annan lisäksi suostumuksen anonymisoitujen ääniaineistojen tallentamiseen Yhteisuntatieteellisen tietoarkiston digitaaliseen portaaliin mahdollista jatkokäyttöä varten myöhemmissä tutkimuksissa.

kyllä ei

Päiväys

Tutkittavan allekirjoitus

Päiväys

Tutkijan allekirjoitus