

Niko Tattari

NHS-VESIPIIPUN TEHO ÄÄNENHUOLLOSSA

Vaikutuksia terveiden henkilöiden puheääneen akustisella äänenlaatuindeksillä (AVQI v03.01) ja kurkun kuivuuden tuntemuksilla mitattuna

Yhteiskuntatieteiden tiedekunta (SOC)

logopedian pro gradu -tutkielma

Helmikuu 2021

TIIVISTELMÄ

Niko Tattari: NHS-vesipiipun teho äänen huollossa: Vaikutuksia terveiden henkilöiden puheääneen akustisella äänenlaatuindeksillä (AVQI v03.01) ja kurkun kuivuuden tuntemuksilla mitattuna

Pro gradu -tutkielma

Tampereen yliopisto

Logopedia

Helmikuu 2021

Äänihuulikudoksen riittävä nestetasapaino on edellytys toimivalle äänihuulivärähtelylle. Aina kehon omat kostutuksen mekanismit eivät kuitenkaan riitä, jolloin saatetaan tarvita ulkoisia apuvälineitä ylläpitämään limakalvojen pinnallista kostutusta. Kostutukseen käytettyjen apuvälineiden toimintaperiaatteet vaihtelevat, joten niiden kostuttavasta tehosta tarvitaan näyttöä käytön suosittelun tueksi.

Tässä pro gradu -tutkielmassa tarkasteltiin, kuinka NHS-vesipiipun käyttö kuumasta vesihauteesta tai ilman kuumaa vesihaudetta vaikuttaa terveiden puhujien äänenlaatuun ja -tuottoon yhdellä käyttökerralla. Vaikutuksia tarkasteltiin akustisella äänenlaatuindeksillä (AVQI v03.01) sekä subjektiivisella kurkun kuivuuden tuntemuksella, jota mitattiin 10 cm:n VAS-janalla. Tutkimushenkilöt (N = 34) jaettiin kolmeen ryhmään (L⁺, L⁻ ja kontrolli), joissa interventiot olivat: vesipiipun käyttö kuumasta vesihauteesta (L⁺), vesipiipun käyttö ilman vesihaudetta lämmittämättömällä nesteellä (L⁻) ja äänilepo (kontrolli). Vesipiipussa käytettiin nesteenä 0,9 % suolaliuosta. Mittauspisteitä oli kolme: alkumittaus, välittömästi intervention jälkeinen mittaus sekä interventiota seuranneen 15 minuutin hiljaisuuden jälkeinen mittaus. Tuloksia analysoitiin tilastollisilla menetelmillä.

Molemmissa vesipiippuryhmissä AVQI:n tilt-arvo kasvoi merkitsevästi ($p < ,05$) kostuttavan hoidon jälkeen. Lisäksi HNR-arvo erotteli vesipiippuryhmiä viimeisessä mittauksessa – arvot olivat merkitsevästi ($p < ,05$) matalampia kuumasta hauteen ryhmässä. AVQI-luku, CPPs sekä Shimmer % osoittivat keskiarvoisia muutossuuntia ($p > ,05$) seuraavasti. Ryhmässä L⁺ AVQI-luku nousi, CPPs laski ja shimmer % nousi intervention myötä. Ryhmässä L⁻ AVQI-luku laski, CPPs nousi ja shimmer % pysyi samana. Kurkun kuivuuden tuntemukset lievittyivät vesipiippua käyttäneissä ryhmissä merkitsevästi. Muutos oli suurin ryhmässä, joka käytti vesipiippua ilman kuumaa vesihaudetta.

Tilt- ja HNR-tulokset sekä keskiarvojen muutossuunnat antavat viitteitä siitä, että NHS-vesipiippu kuljettaa nestettä äänihuulitasolle. Kostutus näyttäisi olevan tehokkaampaa, kun vesipiippua käytetään kuumasta vesihauteesta. Myös huoneenlämpöisen piipun käyttö näyttäisi kostuttavan limakalvoja ja vaikuttavan etenkin kokemukseen kurkun kuivuudesta. Vesipiipun tarve ja hyöty tulee kuitenkin aina arvioida yksilöllisesti ja hoidon tehoa tulee seurata.

Avainsanat: äänenhuolto, pinnallinen kostutus, limakalvojen kostutus, ääniterapia

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	1
2	KIRJALLISUUSKATSAUS	2
2.1	Äänentuoton fysiologia	2
2.2	Äänihuulten rakenne	2
2.3	Nestetasapaino ja kudosiskositeetti	4
2.4	Äänihuulten kuivuminen	6
2.5	Limakalvojen pinnallinen kostutus	8
2.6	NHS-Vesipiippu – muovinen inhalaattori limakalvojen kostuttamiseen	12
3	TUTKIMUKSEN TARKOITUS	13
4	TUTKIMUSMENETELMÄT	14
4.1	Tutkimusasetelma	14
4.2	Tutkimushenkilöt	15
4.3	Aineistonkeruu	15
4.3.1	Interventio	16
4.3.2	Kerätyt näytteet	16
4.3.3	Näytteiden tallennus	18
4.4	Aineiston analysointi	18
4.4.1	Akustinen äänenlaatuindeksi (AVQI) v03.01	18
4.4.2	Aineiston rajaus	21
4.4.3	Tilastollinen analysointi – ääninäytteet	23
4.4.4	Tilastollinen analysointi – subjektiiviset kokemukset	23
4.4.5	Satunnaismuuttujien kontrollointi	24
4.5	Tutkimuksen eettisyys ja tutkittavien turvallisuus	25
5	TULOKSET	26
5.1	Intervention vaikutus AVQI-tuloksiin ryhmien sisällä	28

5.2	Tutkimusryhmien väliset erot AVQI-tuloksissa	31
5.3	Subjektiiiviset kokemukset	32
6	POHDINTA	35
6.1	Tulosten pohdinta.....	35
6.1.1	Vesipiipun vaikutus äänenlaatuun.....	35
6.1.2	Vesipiipun vaikutus kurkun kuivuuden tunteeseen.....	41
6.2	Menetelmän pohdinta.....	43
6.3	Jatkotutkimusaiheita.....	46
	LÄHDELUETTELO.....	48

LIITTEET

Liite 1. Tutkimuslupa

Liite 2. Esitietolomake

Liite 3. VAS-janat

Liite 4. Tulostaulukko

1 JOHDANTO

Riittävä äänihuulikudoksen nesteytys on edellytys sille, että kudosis kykenee ääntä synnyttävään värähtelyliikkeeseen (Titze, 2000, s. 114). Äänihuulten pinnallinen kostutus tapahtuu pääosin kurkunpään ja hengitysteiden eritystoiminnan avulla (Cracco & Kahane, 1989; Nakagawa Fukuda, Kawaida, Shiotani, & Kanzaki, 1998), ja eritetty neste kulkeutuu äänihuulitasolle suojaamaan ja kostuttamaan limakalvoa (Fukuda ym., 1988). Mikäli äänihuulikudos kuivuu, sen värähtelyominaisuudet heikkenevät, mikä heijastuu myös ääneen (Chan & Tayama, 2002; Mahalingam & Boominathan, 2016). Kuivumista ja siitä aiheutuvia äänioireita voidaan hoitaa pinnallisen kostutuksen menetelmillä (Stemple, Roy, & Klaben, 2020, s. 238).

Äänihuulten pinnallisen kostutuksen menetelmiä on tutkittu jo jonkin verran ja tuloksista on myös kirjoitettu kattava kirjallisuuskatsaus (Alves, Krüger, Pillay, van Lierde, & van der Linde, 2019). Kostuttavilla menetelmillä pyritään muokkaamaan äänihuulen pinnan peitettä joustavammaksi eli vähentämään viskositeettia, jolloin kudoksen värähtelyominaisuudet paranevat ja äänentuotto helpottuu (Jiang, Ng, & Hanson, 1999; Verdolini, Titze, & Fennell, 1994). Huoneilmankostuttimien sekä erilaisten inhalaattoreiden ja höyryhengityslaitteiden tehoa äänihuulten pinnallisessa kostutuksessa on tutkittu, ja niiden tehosta on saatu lupaavia tuloksia (Alves ym., 2017). Erilaisia apuvälineitä on kehitetty runsaasti. Ne kuitenkin eroavat toimintaperiaatteiltaan, jonka vuoksi niiden tehoa on myös tarkasteltava yksittäin. Suomessa käytetyn NHS-vesipiipun (Yliopiston Apteekki, 2017) toiminta poikkeaa yleisimmistä kostuttavista nebulisaattoreista ja höyrystimistä, jolloin näiden laitteiden tutkimustuloksia ei voida sellaisenaan yleistää NHS-vesipiipun käyttöön. Jotta äänenhuollon ammattilaiset voisivat toteuttaa näyttöön perustuvaa hoitoa, tarvitaan näyttöön perustuvaa tietoa apuvälineen tehosta.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tarjota äänenhuollon ammattilaisille ja kaikille äänenhuollosta kiinnostuneille tietoa NHS-vesipiipun (Yliopiston apteekki, 2017) tehosta limakalvojen pinnallisessa kostutuksessa. Tutkimuksessa selvitetään, kuinka vesipiippu kahdella eri tavoin käytettynä vaikuttaa terveiden puhujien äänenlaatuun sekä kokemuksiin kurkun kuivuudesta.

2 KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1 Äänentuoton fysiologia

Äänentuottoon liittyy kolme toiminnallista kokonaisuutta – keuhkot, kurkunpää sekä kurkunpään yläpuolinen ääntöväylä (Stemple ym., 2020, s. 15; 65). Varsinainen akustinen äänisignaali syntyy fonaation aikana kurkunpäässä, kun keuhkoista tuleva uloshengitysilma saa lähennetyt äänihuulet värähtelemään (Sala, Rantala, & Simberg, 2019, s. 6). Äänihuulivärähtelyyn ja sen ylläpitoon vaikuttavat myös hengitysilman tuottamat ääniväylän ilmanpainevaihtelut sekä ilmassa hitausominaisuus eli inertia (Titze, 2000, s. 100–101). Kun keuhkoista tuleva ilmavirta kohtaa lähennetyt äänihuulet, niihin kohdistuva paine pakottaa äänihuulet etäämmälle toisistaan (Titze, 2000, s. 100–101). Ilmavirta kulkee ääniraon läpi muodostaen imun, joka vetää äänihuulet yhteen. Tämän jälkeen keuhkojen ilmavirta jälleen työntää lähennetyt äänihuulet etäämmälle toisistaan. Samalla ääntöväylän inertia ylläpitää äänihuulivärähtelyn passiivista jatkumista hidastamalla ääniraon avautumista ja toisaalta nopeuttamalla sen sulkeutumista. Jotta äänihuulikudoksen passiivinen värähtely olisi mahdollista, äänihuulten tulee olla rakenteeltaan riittävän elastiset (Stemple ym., 2020, s. 41) ja kudoksen riittävän nesteytetty (Chan & Tayama, 2002).

2.2 Äänihuulten rakenne

Äänihuulikudos voidaan jakaa mikrorakenteensa perusteella viiteen kerrokseen, jotka ovat pinnalta syvempiin kerroksiin esitettynä epiteeli eli päällyskerros, lamina propria kolme kerrosta sekä äänihuulen sisäinen lihas (Titze, 2000, s. 16–17). Lisäksi epiteelin päällä on nesteestä ja värekarvoista koostuva mukosilaarinen peite (Stemple ym., 2020, s. 41–46). Kullakin äänihuulikudoksen kerroksella on erilaiset elastiset ominaisuudet, ja kudosten jäykkyys kasvaa syvempiin kerroksiin siirryttäessä. Kerroksista etenkin uloimmat – epiteeli ja lamina propria pintakerros – vaikuttavat elastisilla ominaisuuksillaan olennaisesti äänihuulten värähtelykykyyn (Stemple ym., 2020, s. 41–45).

Epiteelin päällä oleva mukosilaarinen peite koostuu kahdesta kerroksesta (Stemple ym., 2020, s. 41–46). Peitteen pintakerros on limapitoinen eli mukoottinen, kun taas sisempi kerros on nestemäinen eli seroottinen. Sisempi kerros kuljettaa nestettä epiteelin pinnalla värekarvatoiminnan avulla ja säätelee siten äänihuulikudoksen nestetasapainoa. Ulompi limakerros taas estää sisempää kerrosta

kuivumasta. Peite toimii myös epiteeliä suojaavana kerroksena esimerkiksi hengitysilman mukana kulkeutuvia ulkoisia ärsytystekijöitä vastaan (Samuels ym., 2008).

Äänihuulikudoksen epiteeli on rakenteeltaan kerrostunutta levyepiteeliä, joka suojaa syvempiä kudoksia ulkoisia ärsykeitä vastaan (Levendoski, Leydon, & Thibeault, 2014; Sivasankar, Erickson, Rosenblatt, & Branski, 2010). Yhdessä lamina proprian pintakerroksen kanssa se myös ylläpitää äänihuulten muotoa (Young, Matsuzaki & Sasaki, 2015, s. 4–7). Epiteeli läpäisee vettä (Boucher, 1999), ja sen läpi kulkevat ionikanavat kuljettavat nestettä kudoksesta sisään ja ulos (Leydon, Sivasankar, Falciglia, Atkins, & Fisher, 2009). Nesteen kuljetuksen avulla se säätelee äänihuulikudoksen pinnallista sekä sisäistä nestetasapainoa.

Lamina propria on epiteelin alainen kerros, joka on jaettu elastisten ominaisuuksiensa mukaan kolmeen kerrokseen – pinnalliseen, keskimmäiseen ja syvään lamina propriaan (Young ym., 2015, s. 7). Kuten epiteeli, myös lamina propria sisältää kudoksen nestetasapainoa sääteleviä tekijöitä (Stemple ym., 2020, s. 44). Näistä esimerkiksi solujen välisessä tilassa sijaitseva hyaluronihappo houkuttelee vettä kudokseen, mikä vaikuttaa kudoksen paksuuteen ja joustavuuteen. Pinnallinen lamina propria on rakenteeltaan geelimäinen joustava kerros, jonka elastiset ominaisuudet vaikuttavat merkittävästi äänihuulivärähtelyyn (Noordzij & Ossoff, 2006). Lamina proprian kaksi syvintä kerrosta taas ovat jäykempiä ja muodostavat yhdessä äänijänteen. Syvin kerros kiinnittyy äänihuulen sisäiseen lihakseen.

Anatomisen jaon lisäksi äänihuulten kudokset voidaan luokitella myös niiden toiminnan mukaan. Tällöin puhutaan esimerkiksi kolmesta kudostasosta, joita ovat pintakudos, siirtymäkudos sekä äänihuulen runko (Young ym., 2015, s. 4–7). Pintakudos kattaa epiteelin ja lamina proprian uloimman kerroksen, siirtymäkudos kaksi lamina proprian syvempää kerrosta ja runko äänihuulen sisäisen lihaksen. Runko tarjoaa kudoserakenteellaan tuen, jonka avulla pintakerros voi värähdellä vapaasti. Lisäksi rungon lihas säätelee äänihuulen pituutta ja kudoksen pintakerroksen paksuutta vaikuttaen värähtelyominaisuuksiin. Siirtymäkerros taas turvaa kitkattoman liikkeen kudosten välillä, jolloin vaurioitumisen riski minimoituu. Pintakudos mahdollistaa kudoksen värähtelyn elastisilla ominaisuuksillaan. Jotta pintakudos voisi värähdellä vapaasti, sen tulee olla riittävän nesteytetty (Chan & Tayama, 2002).

2.3 Nestetasapaino ja kudosiskositeetti

Äänihuulten nestetasapainoon ja äänentuottoon vaikuttavat systeeminen nestetilalla (Stemple ym., 2020, s. 46) sekä kudoksen pinnallinen kosteus (Fuduka ym., 1988). Systeemisellä nestetilalla tarkoitetaan nesteen määrää kehon ja kudoksen sisässä, kun taas pinnallisella kosteudella viitataan kurkunpään limakalvojen pinnalla oleviin nesteisiin (Sivasankar & Leydon, 2010) – esimerkiksi mukosiliaariseen peitteeseen ja sen ominaisuuksiin. Äänihuulikudoksen riittävä nesteytys on edellytys sille, että äänihuulet kykenevät normaaliin aaltomaiseen liikkeeseen värähtelyn aikana (Titze, 2000, s. 114).

Äänihuulten nestetasapainon vaikutus kudoksen värähtelyominaisuuksiin selittyy viskositeetin avulla. Stemple ja kumppanit (2020, s. 44) määrittelevät kudosiskositeetin kudoksen jäykkyydeksi tai notkeudeksi. Nesteiden, kuten limakalvojen eritteiden, kohdalla viskositeetti taas viittaa nesteen juoksevuuteen tai sakeuteen. Merriam-Webster määrittelee viskositeetin nestepitoisen materiaalin sisäiseksi virtauksen vastukseksi (Merriam-Webster, viscosity), jolloin voidaan puhua myös sisäisestä kitkasta. Käytännössä matalan viskositeetin kudosiskositeetti on joustava ja värähtelee vapaasti, kun taas korkean viskositeetin kudosiskositeetti vastustaa värähtelyä (Stemple ym., 2020, s. 44). Saman periaatteen mukaisesti matalan viskositeetin neste on juoksevaa, kun taas korkean viskositeetin neste on sitkeämpää.

Jo vuosikymmeniä on ajateltu, että äänihuulten viskositeetti määrittyy pitkälti sen mukaan, millainen vesipitoisuus kudoksessa on (Finkelhor, Titze, & Durham, 1988). Finkelhorin ja kumppaneiden (1988) mukaan voidaankin olettaa, että nesteen lisääntyminen äänihuulikudoksessa pienentää sisäistä kitkaa ja kudosiskositeettia. Heidän mukaansa ilmiö selittyy sillä, että veden viskositeetti on kudoksen viskositeettia huomattavasti matalampi. Kun kudokseen lisätään vettä, kudoksen yhteen laskettu viskositeetti eli kokonaisviskositeetti pienenee. Tämä heijastuu myös siihen, kuinka herkästi kudosiskositeetti värähtelemään (Finkelhor ym., 1988). Myös Jiang kollegoineen (1999) kuvaavat, että nesteen lisääminen kudokseen vähentää kokonaisviskositeettia ja parantaa värähtelyominaisuuksia.

Samalla periaatteella voidaan olettaa, että äänihuulten mukosiliaarisen peitteen viskositeetti vaikuttaa kudoksen kokonaisviskositeettiin ja edelleen värähtelyominaisuuksiin. Myös tutkimukset tukevat tätä näkemystä. Kun äänihuulten limapeitteen viskositeetti kasvaa, äänihuulten liike rajoittuu (Nakagawa ym., 1998) ja pintajännitys lisääntyy (Ayache, Ouaknine, Dejonkere, Prindere & Giovanni, 2004). Tämä voidaan nähdä kokonaisviskositeetin kasvuna. Toisaalta, kun äänihuulten pinnalle lisätään

matalan viskositeetin nestettä, äänihuulikudoksen kokonaisviskositeetti pienenee ja värähtelyominaisuudet paranevat (Jiang ym., 1999). Tähän perustuneen myös limakalvoja kostuttavien hoitojen vaikutus. Finkelhorin ja kumppaneiden (1988) jälkeen kudoksen nestetasapainon ja viskositeetin yhteys on osoitettu myös muissa laboratoriotutkimuksissa (Chan & Tayama, 2002; Hemler, Wieneke, Leback, & Dejonckere, 2001; Witt, Regner, & Jiang, 2011).

Äänihuulten nestetasapainoa ja näin myös kokonaisviskositeettia säätelevät yhdessä kehon systeeminen nestetila (Stemple ym., 2020, s. 46), kurkunpään pinnallisen kostutuksen mekanismit (Fuduka ym., 1988) sekä epiteelin ionikanavat (Leydon ym., 2009). Systeemisestä nesteytyksestä huolehtii pääosin verenkierto, joka kuljettaa nestettä ja ravintoaineita äänihuuliin ulomman kaulavaltimon kautta (Stemple ym., 2020, s. 46). Kurkunpään limakalvojen eritystoiminta taas turvaa riittävän pinnallisen nestetasapainon (Stemple ym., 2020, s. 46). Äänihuulten kontaktipinnalla ei kuitenkaan sijaitse limaa erittäviä rauhasia, joten tarvittava pinnallinen nesteytyminen on saatava muualta kurkunpään rakenteista (Noordzij & Ossoff, 2006).

Jo pitkään on tiedetty, että muualla kurkunpäässä sijaitsee laajalti limaa erittäviä rauhasia (Carcco & Kahane, 1989; Fukuda ym., 1988), ja näistä etenkin taskuhuulten eritystoiminta on merkittävä äänihuulten pinnalliselle kostutukselle (Leydon ym., 2009). Myös alemmat hengitystiet erittävät limaa (Birk ym., 2017; Nakagawa ym., 1998), joka kulkeutuu kurkunpäähän kostuttamaan, suojaamaan ja liukastamaan äänihuulten epiteeliä (Fukuda ym., 1988). Muualla kurkunpäässä ja hengitysteissä eritetyn nesteen kuljetuksesta vastaa pääosin hengitysteiden mukosiliaarisen peitteen värekarvatoiminta, jonka tehtävänä on kuljettaa ylimääräiset ainekset pois limakalvoilta ja huolehtia limakalvojen kunnosta (Levendoski, Leydon & Thibeault, 2014). Lisäksi nenän rakenteet auttavat kurkunpään pinnallisen nestetasapainon ylläpidossa kostuttamalla hengitysilman kurkunpään limakalvoille sopivaksi (Sivasankar, Erickson, Schneider, & Hawes, 2008).

Äänihuulikudoksen pinnallista sekä sisäistä nestetasapainoa säätelevät myös epiteelin ionikanavat, joiden avulla neste kulkee kudoksen ja sen pinnan välillä (Fisher, Telser, Phillips, & Yeates, 2001; Leydon ym., 2009). Fisherin ja kollegoiden (2001) mukaan tällainen säätely on välttämätöntä, jotta epiteeli kykenisi vastaamaan hengitysilman jatkuvasti muuttuviin olosuhteisiin. Yhtenä kuljetuksen mekanismina toimii osmoottinen paine (mm. Jiang ym., 1999).

Hengitysteiden epiteeli läpäisee vettä (Boucher, 1999), minkä vuoksi neste kulkee epiteelin pinnan ja kudoksen välillä osmoottisen paineen mukana (Jiang ym., 1999; Leydon ym., 2009). Osmoosilla

tarkoitetaan aineen (yleisimmin veden) kulkeutumista puoliläpäisevän kalvon läpi kohti tilaa, jossa veteen liuenneen aineen (kuten suolojen) pitoisuus on korkeampi (Merriam-Webster, n.d., Osmosis). Näin osmoottisella paineella tarkoitetaan tässä kehon pyrkimystä tasapainottaa pitoisuuseroja kehon eri tilojen välillä kuljettamalla vettä tilasta toiseen. Luonnollisessa tilassa äänihuuliepiteelin pinnan nestekerros jää veden kulkeutumisen seurauksena isotoniseksi – neutraaliksi – jolloin osmoottinen paine kudoksessa ja sen pinnalla ovat yhtä suuret (Boucher, 1999). Toisaalta, kun epiteelin pinta kuivuu, se jää hypertoniseksi (vähemmän vettä ja enemmän suoloja) suhteessa kudokseen. Tällöin syntyy osmoottinen paine.

Tutkimusten mukaan epiteelin kuivuessa sen läpäisevyys kasvaa (Cannes do Nascimento, dos Santos, Sivasankar, Cox, & Jette, 2020; Sivasankar ym., 2010) ja vettä kulkeutuu osmoottisen paineen mukana limakalvon pinnalle ylläpitämään nestetasapainoa (Sivasankar & Fisher, 2007). Tähän perustuu myös hypertonisten nesteiden käyttö pinnallisessa kostutuksessa. Hypertonisen nesteen uskotaan lisäävän nesteen kulkeutumista kudoksesta limakalvon pinnalle ja kostuttavan äänihuulen pintaa (esim. Roy, Tanner, Gray, Blomgren, & Fisher, 2003). Sivasankarin ja Fisherin (2007) tutkimuksessa kävi kuitenkin ilmi, että limakalvon pinnan kuivumisesta aiheutuva nesteen spontaani kulkeutuminen saattaa olla melko vähäistä. Heidän mukaansa se ei välttämättä yksinään riitä palauttamaan nestetasapainoa. Tällöin äänihuulten limakalvo saattaa kuivua.

2.4 Äänihuulten kuivuminen

Kurkunpään limakalvojen kuivuminen voi johtua systeemisistä tai ulkoisista tekijöistä, mutta mekanismista riippumatta kuivuminen heikentää äänihuulivärähtelyä (Hemler ym., 2001; Taylor, Regner, & Jiang, 2011; Witt ym., 2011). Systeeminen kuivuminen viittaa useimmiten nautittujen nesteiden vähäiseen määrään (Verdolini ym., 2002; Yiu & Chan, 2003), kun taas pinnalliseen kuivumiseen liittyy useita ulkoisia tekijöitä. Ulkoisten tekijöiden vaikutus johtuu suurelta osin siitä, että kurkunpään rakenteet altistuvat suoraan hengitysilman ominaisuuksille (Sala & Rantala, 2019, s. 55–58), ja limakalvo reagoi näihin herkästi (Stemple ym., 2020, s. 41). Yksi tällaisista tekijöistä on suhteellinen ilmankosteus.

Matala suhteellinen ilmankosteus kuivattaa äänihuulia (Jiang ym., 1999; Witt ym., 2011). Suhteellisella ilmankosteudella (*RH*, *relative humidity*) tarkoitetaan ilmassa olevan vesihöyryn suhdetta siihen vesihöyryn määrään, joka olisi suurin mahdollinen kyseisessä lämpötilassa (Wolkoff,

2018). RH vaihtelee Suomessa vuodenaikojen mukaan, ja esimerkiksi Hengitysliiton (2020) mukaan se on talvella sisätiloissa noin 20–40 prosenttia ja kesällä 50–70 prosenttia. Matalampi RH talviaikaan johtuu Sisäilmayhdistyksen (2008) mukaan siitä, että kylmän ilman kyky sitoa vettä on heikompi kuin lämpimän ilman. Matala RH voi vaikuttaa ääneen, sillä kylmässä ja kuivassa ilmassa kurkunpään limakalvot saattavat menettää nestettä kostuttaessaan epiteelin pintaa (mm. Wolkoff, 2018). Tämä johtaa herkästi värähtelyominaisuuksien heikkenemiseen (Chan & Tayama, 2002).

Äänihuulten pinnallinen kuivuminen lisää myös epiteelin läpäisevyyttä, jolloin sen kudosta suojaava toiminta häiriintyy (Cannes do Nascimento ym., 2020; Sivasankar ym., 2010). Tällöin haitallisia aineita voi kulkeutua limakalvon pinnalta kudokseen. Kuivuminen voi myös aiheuttaa kurkkutuntemuksia, kuten palantunnetta, jolloin äänelle haitallinen rykiminen saattaa lisääntyä (Stemple ym., 2020, s. 64). Erilaisten limakalvoja kostuttavien apuvälineiden käyttö on siis perusteltua.

Kuivan ilman hengittämisen vaikutuksia äänihuulivärähtelyn biomekaniikkaan on tutkittu laboratoriokeissa eläinten kurkunpäillä (Chan & Tayama, 2002; Hemler ym., 2001; Witt ym., 2011). On esimerkiksi osoitettu, että limakalvot menettävät kokonaan kykynsä värähdellä, kun äänihuulten välistä puhalletaan riittävästi kuivaa ilmaa (Jiang ym., 1999; Witt, ym., 2011). Lisäksi pelkkä pinnallinen kuivattaminen riittää häiritsemään normaalia värähtelytoimintaa silloinkin, kun systeeminen nesteytys on turvattu (Hemler ym., 2001). Limakalvojen nestetasapainolla on siis huomattava merkitys äänentuotolle. Tutkimusten mukaan äänihuulikudoksen altistaminen kuivalle ilmalle lisää merkittävästi kudoksen viskositeettiä, mikä heikentää kudoksen värähtelyominaisuuksia (Chan & Tayama, 2002). Lima saattaa myös herkemmin tarttua epiteelin pintaan kiinni, kun epiteelin pinnan mukosiliaarisen peitteen seroottinen kerros kuivuu (Leydon ym., 2009; Randell & Boucher, 2006).

Äänihuulten kuivumista on tutkittu myös ihmisillä (Levendoski, Sundarrajan & Sivasankar, 2014; Mahalingam & Boominathan, 2016; Sivasankar ym., 2008; Tanner ym., 2016). Koska ihmisillä limakalvon kudostason toimintaa on hankala tutkia suoraan, useimmissa tutkimuksissa on käytetty epäsuoria menetelmiä. Kuivumisen vaikutusta ääneen on tarkasteltu sekä subjektiivisesti kokemusten perusteella että objektiivisesti akustisilla mittauksilla. Kuivan ilman hengittämisen on todettu aiheuttavan epämiellyttäviä kurkkutuntemuksia sekä subjektiivisesti koettua äänentuoton vaikeutumista (Tanner ym., 2016; Tanner ym., 2010). Äänenlaadun on todettu myös akustisesti mitattuna heikentyvän kuivan ilman hengittämisen jälkeen (Mahalingam & Boominathan, 2016; Zou

ym., 2019). Tutkimuksissa on lisäksi havaittu, että kuivan ilman hengittämisen jälkeen äänihuulivärähtelyn aloittamiseen tarvittava kynnyksilmanpaine kasvaa etenkin korkeilla taajuuksilla (Levendoski, Sundarrajan & Sivasankar, 2014; Sivasankar ym., 2008; Tanner ym., 2010).

Äänihuulten kuivumisesta aiheutuva värähtelyominaisuuksien heikentyminen saattaa Hemlerin ja kumppaneiden (2001) mukaan johtaa liialliseen kurkunpään lihasten jännittämiseen äänentuotossa. Tällöin puhuja kompensoi virheellisesti limakalvojen kuivumisesta heikentynyttä äänihuulivärähtelyä (Sivasankar ym., 2008). Pitkään jatkuvana kohonnut lihastonus voi myös aiheuttaa uusia ääniongelmia (esim. Altman, Atkinson, & Lazarus, 2005). Limakalvojen kuivumisesta aiheutuvia ongelmia on kuitenkin mahdollista ennaltaehkäistä äänenhuollon keinoin esimerkiksi pinnallisen kostutuksen menetelmillä (Vermeulen ym., 2020).

2.5 Limakalvojen pinnallinen kostutus

Yksi tyypillinen puheterapeuttinen äänenhuollon keino on ohjata asiakasta huolehtimaan riittävästä hengitysilman kostuttamisesta (Mahalingam & Boominathan, 2016; Verdolini ym., 1994). Tähän soveltuvia menetelmiä ovat esimerkiksi kostutetun ilman hengittäminen suoraan apuvälineen avulla tai huoneilmankostutus (Roy, Tanner, Gray, Blomgren, & Fisher, 2003). Limakalvoja pinnallisesti kostuttavilla menetelmillä pyritään muokkaamaan äänihuulten pinnalla lepäävää mukosiliaarista peitettä juoksevammaksi, jolloin kudoksen kokonaisviskositeetti vähenee ja äänentuotto helpottuu (Jiang ym., 1999; Verdolini ym., 1994).

Äänihuulikudoksen kostutusta systeemisesti ja pinnallisesti sekä näiden vaikutusta ääneen on tutkittu sekä yhdessä että erikseen. Systeemiset hoidot sisältävät usein riittävän nesteensaannin, jonka on todettu viivästyttävän äänen rasittumista verrattuna heikkoon nesteensaantiin (Solomon & DiMattia, 2000; Yiu & Chan, 2003). Pinnallisesti kostuttavat hoidot taas hyödyntävät huoneilmankostuttimia (esim. Levendoski ym., 2014) tai erilaisia inhalaattoreita ja höyryhengityslaitteita, joista kostutettu ilma hengitetään sisään suukappaleen läpi (esim. Huttunen & Rantala, 2019; Zou ym., 2019). Laitteet, joista kostutettua ilmaa hengitetään suukappaleen avulla suoraan, voidaan jakaa karkeasti kahteen ryhmään: höyrystäviin ja nebulisoiviin laitteisiin. Höyrystävissä laitteissa vesi lämpiää ja muuttaa olomuotoaan höyryksi (esim. WellO₂, Huttunen & Rantala, 2019). Nebulisoinnilla taas tarkoitetaan nesteen mekaanista hajottamista hengitettäväksi sumuksi (Merriam-Webster, Nebulization; esim. Micro Mist Nebulizer, tutkineet Tanner ym., 2016), jolloin lämmitystä ei tarvita.

Taulukko 1. Tutkimuksia kurkunpään limakalvojen pinnallisesta kostutuksesta ja sen vaikutuksesta äänenlaatuun ja -tuottoon akustisesti, fysiologisesti ja subjektiivisesti arvioituna.

Tutkimus	N	Tarkoitus	Menetelmät	Mittarit	Tulokset
Mahalingam & Boominathan, 2016	45	Höyryhengityksen vaikutus äänenlaatuun akustisesti mitattuna	Höyryhengitys, 3 min Kuivattavan suuhengityksen jälkeen	Jitter, Shimmer, HNR	Jitter* ↓ Shimmer* ↓ HNR* ↑
Tanner ym., 2016	20	Kurkunpään limakalvojen pinnallisen kostutuksen vaikutus äänentuottoon	Nebulisointi, 3–9 ml 0,9 % suolaliuos Kuivan ilman hengittämisen jälkeen	PTP, CSID, Koettu Äänentuoton työläys, Koettu suun ja kurkun kuivuus	Koettu äänentuoton työläys* ↓ Koettu suun ja kurkun kuivuus* ↓ PTP:ssä tai CSID:ssä ei muutoksia
Santana ym., 2017	27	Kurkunpään limakalvojen pinnallisen kostutuksen vaikutus äänenlaatuun	Nebulisointi, 5 ml, 0,9 % suolaliuos 4 viikon aikana, 5 min, 1–2 x pvä	CAPE-V, f0, Jitter, Shimmer, Häly, GNE, Epäsäännöllisyys, Intensiteetti	CAPE-V ↑ f0 (vokaali)* ↑ Puheen intensiteetti* ↓ Jitter ↓ Shimmer ↓ Hälyisyys ↓ Epäsäännöllisyys ↓
Vermeulen ym., 2020	24	Kurkunpään limakalvojen pinnallisen kostutuksen vaikutus äänenlaatuun, kun systeeminen nesteytys kontrolloitu	Nebulisointi, 3 ml 0,9 % suolaliuos Ennen lauluharjoituksia, niiden välissä sekä jälkeen.	GRBASI, Jitter, Shimmer, f0, MPT, f0 min ja max, SPL min ja max VFI	MPT* ↑ Shimmer* ↑ DSI* ↑ Minimaalisin intensiteetti* ↓ Maksimaalisin intensiteetti* ↓ Äänen väsyminen ↓
Zou ym., 2019	48	Äänihuulten pinnallisen kostutuksen vaikutus äänenlaatuun	Nebulisointi, 10 min, 0,9 % ja 5 % suolaliuos sekä steriili vesi	Jitter Shimmer APQ	Jitter* ↓ Shimmer* ↓ APQ* ↓

Selite: Nebulisointi = neste hajotettu apuvälineen avulla sumuksi, jota hengitetään suukappaleella; * = tulos tilastollisesti merkitsevä ($p < ,05$); ↑↓ = havaittu muutossuunta; NHR = kohina-signaali-suhde; HNR = signaali-kohina-suhde; PTP = kynnyspaine (pienin fonaation aloittamiseen ja ylläpitoon tarvittava ilmanpaine); PPE = koettu äänentuoton työläys (perceived phonatory effort); CSID = Cepstral Spectral Index of Dysphonia; f0 = perustaajuus; MPT = maksimaalinen fonaatioaika (maximum phonation time); DSI = Dysphonia Severity Index; CAPE-V = The Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice; GNE = Glottal-to-noise excitation ratio; APQ = Amplitude perturbation quotient.

Kuten taulukosta 1 havaitaan, pinnallisesta kostutuksesta on saatu suotuisia tuloksia ääneen sekä lyhyen (Mahalingam & Boominathan, 2016) että pidemmän käyttöjakson aikana (Santana, vaz Masson, & Araújo, 2017). Joissain tutkimuksissa tuloksia on saatu näkyviin akustisissa äänen mittauksissa (Santana ym., 2017; Zou ym., 2019), kun taas toisissa tulokset ovat näkyneet vain subjektiivisissa kokemuksissa (Tanner ym., 2016). Menetelmäkirjo on laaja, ja intervention kestoa on määritelty sekä käytetyn nesteen määrällä että ajallisesti. Tästä huolimatta voidaan todeta, että apuvälineet, joiden avulla kostutettua ilmaa hengitetään suukappaleen avulla suoraan sisään, ovat tehokkaita äänenhuollossa (Huttunen & Rantala, 2019; Santana ym., 2017; Tanner ym., 2016; Zou ym., 2019). Pinnallisesta kostutuksesta voivat hyötyä niin äänihäiriöpotilaat äänioireiden hoidossa (Huttunen & Rantala, 2019) kuin terveäänisetkin puhujat terveen äänen ylläpidossa (Vermeulen ym., 2020).

Näyttäisi siltä, että perturbaatioarvot, hälyisyyttä mittaavat parametrit, maksimaalinen fonaatioaika sekä subjektiiviset kokemukset äänentuotosta saattavat reagoida herkimmin sekä äänihuulten kuivumisen että pinnallisen kostutuksen aiheuttamiin kudosiskositeetin muutoksiin (Taulukko 1; Mahalingam & Boominathan, 2016; Santana ym., 2017; Zou ym., 2019). Samoihin tuloksiin on päätyntä myös Alves ja kollegat (2017) kirjallisuuskatsauksessaan, jossa he tarkastelivat kahtakymmentä limakalvojen kuivumista ja kostutusta koskevaa tutkimusta. Akustisista arvoista perturbaatiolla tarkoitetaan äänihuulten värähtelysykliä epäsäännöllisyyksiä (Titze, 2000, s. 313–316). Näistä shimmer kuvaa äänihuulivärähtelyn värähtelylaajuuden ja jitter värähtelytaajuuden vaihtelua syklistä toiseen. Hälyisyyttä taas mitataan usein signaali-kohina-suhteen avulla (*HNR, harmonics-to-noise ratio*), joka mittaa ääninäytteen harmonisen energian ja epäharmonisen hälyenergian välistä eroa (Stemple ym., 2020, s. 191). Maksimaalinen fonaatioaika (*MPT, mean phonation time*) kuvaa muun muassa äänihuulisulun tiiviyyttä, ja fonaatioaika on yleensä sitä pidempi, mitä tiiviimpi äänihuulisulku saadaan aikaan (mm. Stemple ym., 2020, s. 155). Kokemusta äänentuotosta, kuten äänen tuoton koettua työläyttä ja kurkun kuivuutta, mitataan yleensä 10 senttimetrin visuaalis-analogisella janalla (VAS-jana). Koska kuvatut muuttujat reagoivat taulukon 1 tutkimusten mukaan herkästi limakalvojen kuivumiseen ja kostutukseen, niiden voidaan olettaa heijastavan epäsuorasti myös äänihuulten värähtelyominaisuuksia ja kudostasolla tapahtuvia nestetasapainon muutoksia.

Limakalvojen pinnallista kostutusta koskevien tutkimustulosten tulkinnassa on syytä ottaa huomioon seuraavaa. Ensinäkin useissa aiheita käsittelevissä tutkimuksissa on käytetty limakalvojen

kuivattamista ennen kostuttavaa interventiota (ks. Taulukko 1). Näissä tutkimuksissa kuitenkin mitataan äänihuulten toiminnan palautumista, jolloin saadut tulokset voivat korostua. Toiseksi on hyvä ottaa huomioon, että limakalvoja kostuttavat hoidot saattavat antaa vain lyhytaikaisen vaikutuksen. Esimerkiksi Roy ja kollegat (2003) toteavat, että hengitysteiden värekarvatoiminta (ks. Levendoski, Leydon & Thibeault, 2014) poistaa tehokkaasti limakalvoilta ylimääräisen nesteen. He havaitsivat, että pinnallisen kostutuksen vaikutus kestää alle 20 minuuttia.

Lyhyt vaikutus saattaa selittyä värekarvatoiminnan lisäksi myös sillä, että terveen ihmisen kurkunpäässä nestetila on jo optimaalinen (Roy ym., 2003). Tällöin vähäinen nesteen lisääminen ei merkittävässä määrin muuta jo valmiiksi hyviä värähtelyominaisuuksia. Lisäksi kun tiedetään, että epiteeli läpäisee vettä (Boucher, 1999), täytyy muistaa myös mahdollinen nesteen imeytyminen kudokseen (Ray ym., 2003). Toisaalta on myös havaittu, että subjektiiviset kokemukset eivät aina vastaa akustisella mittauksella saatuja tuloksia, ja tulokset voivat olla jopa ristiriitaisia (Sivasankar & Fisher, 2002; Tanner, Roy, Merrill, & Elstad, 2007). Tämän vuoksi on tärkeä kiinnittää huomiota sekä akustisiin mittaustuloksiin että subjektiivisiin kokemuksiin.

Myös se, mitä nestettä pinnallisen kostutuksen interventioissa käytetään, on herättänyt keskustelua. Useissa pinnallisen kostutuksen tutkimuksissa on käytetty steriiliä vettä (Tanner ym., 2010) tai eri vahvuisia suolaliuoksia (Tanner ym., 2010; Tanner ym., 2007; Zou ym., 2019). Tutkimusten perusteella suolaliuoksen käyttö olisi pinnallisessa kostutuksessa steriiliä vettä tehokkaampaa (Alves ym., 2017; Tanner ym., 2007; Zou ym., 2019). Myös suolaliuoksen vahvuuden vaikutusta limakalvojen kostutukseen ja ääneen on tutkittu. Muun muassa Zou kollegoineen (2019) havaitsivat, että 0,9 prosenttinen liuos saattaa olla tehokkain (Zou ym., 2019). Tämä voi johtua siitä, että se vastaa neutraaliudessaan kudoksen sisäisiä nesteitä eli on isotoninen suhteessa kehon nesteisiin (Tanner ym., 2007). Tällöin sen ei pitäisi häiritä kurkunpään limakalvojen tasapainotilaa tai muokata ionikanavien nesteen kuljetusta (Tanner ym., 2010). Myös Hanson, Zhang ja Jiang (2011) toteavat 0,9 prosenttisen suolaliuoksen vastaavan parhaiten kehon limakalvojen normaalia fysiologista kostuttamista. Toisaalta myös väkevemmän hypertonisien (vahvuus > 0,9 %) liuoksen käytöstä on saatu hyviä tuloksia (esim. Roy ym., 2003).

2.6 NHS-Vesipiippu – muovinen inhalaattori limakalvojen kostuttamiseen

Äänihuulten pinnalliseen kostutukseen tavallisimmin käytettyjä apuvälineitä Suomessa ovat WellO₂ (Hapella Ltd, Kuopio, Suomi), erilaiset huoneilmankostuttimet sekä muovinen inhalaattori eli NHS-vesipiippu (Oy Nordic Health Systems Ab, Hyvinkää). Näistä NHS-vesipiippu on apteekista ostettava inhalaattori, joka on tarkoitettu kurkunpään limakalvojen kostuttamiseen sekä yleiseen äänenhuoltoon (Yliopiston apteekki, 2017). Suomessa esimerkiksi yliopistollisissa sairaaloissa työskentelevät ääniammatillaiset ohjaavat käyttämään sitä äänenhuollossa (mm. HUS-videot, 2012; TYKS, 2019).

Vesipiipun tuoteselosteen mukaan piippuun laitetaan viisi millilitraa 0,9-prosenttista suolaliuosta tai puhdasta vettä, jonka jälkeen sitä käytetään lämmittämättömänä tai kuumasta vesihauteesta. Käyttöohjeen mukaan piipun rakenne hajottaa nesteen pisaroiksi, minkä vuoksi se toimii myös lämmittämättömällä nesteellä. Tällöin toimintamekanismi lähenee nebulisoivia laitteita, joissa neste hajoaa mekaanisesti sumuksi tai pisaroiksi ilman lämmittämistä. Kuumasta hauteesta käytettynä mekaniikka vastaa taas enemmän höyrystymistä – joskin myös pisaroitumista oletettavasti tapahtuu. Vesipiipun toiminnassa on siis yhtäläisyyksiä sekä nestettä nebulisoiviin (Santana ym., 2017; Tanner ym., 2016; Vermeulen ym. 2020) että höyrystäviin laitteisiin (Huttunen & Rantala, 2019), joita äänenhuollon kentällä on jo jonkin verran tutkittu.

Suomessa puheterapeutit ohjaavat yleensä käyttämään vesipiippua lämpimästä vesihauteesta (mm. HUS-videot, 2012; TYKS, 2019). Tuoteselosteen mukaan piipun pitäisi toimia myös lämmittämättömällä nesteellä, joten tämäkin mahdollisuus olisi hyvä ottaa huomioon. Kumpakaan menetelmää ei kuitenkaan ole kyseisen apuvälineen kohdalla tutkittu. Kun tiedetään, että useilla limakalvoja pinnallisesti kostuttavilla apuvälineillä on suotuisia vaikutuksia äänenlaatuun (Alves ym., 2017), on tarpeen tutkia myös vesipiipun tehoa äänenhuollossa. Toimiessaan se saattaa olla muita vastaavia apuvälineitä halvempi ja helppokäyttöisempi vaihtoehto äänenhuoltoon.

3 TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Kurkunpään limakalvojen kuivuminen heikentää äänihuulten värähtelyominaisuuksia (Chan & Tayama, 2002), mikä voi johtaa kompensatoriseen kurkunpään lihastonuksen nostamiseen (Hemler ym., 2001). Lisäksi limakalvojen kuivuminen voi aiheuttaa kurkkutuntemuksia ja äänelle haitallista rykimistä (Stemple ym., 2020, s. 64) sekä limakalvojen kudosta suojaavan toiminnan häiriintymistä (Cannes do Nascimento ym., 2020). Pinnallisen kostutuksen avulla voidaan ennaltaehkäistä limakalvojen kuivumisesta aiheutuvia ongelmia (Vermeulen ym., 2020) ja hoitaa kuivuneista limakalvoista aiheutuneita ääniongelmia (Alves ym., 2017).

Suomessa yksi kurkunpään limakalvoja pinnallisesti kostuttava apuväline on apteekista ostettava NHS-vesipiippu (Oy Nordic Health Systems Ab, Hyvinkää). Puheterapeutit ohjaavat käyttämään vesipiippua lämpimästä vesihauteesta (HUS-videot, 2012; TYKS, 2019), mutta tuoteselosteen mukaan laite toimii myös ilman haudetta. Käytön ohjaus perustuu useimmiten kliiniseen kokemukseen ja tietoon muista vastaavia apuvälineitä hyödyntäneistä tutkimuksista. Tämän vuoksi tarvitaan näyttöön perustuvaa tietoa juuri tämän laitteen tehosta äänenhuollossa.

Tämän pro gradu -tutkielman tarkoitus on selvittää, kuinka NHS-vesipiippu kahdella eri tavalla käytettynä vaikuttaa terveiden puhujien äänenlaatuun akustisella äänenlaatuindeksillä (AVQI v03.01) ja subjektiivisella kurkun kuivuuden tuntemuksella mitattuna. Mittaukset tehdään kolmessa pisteessä: ennen interventiota, välittömästi intervention jälkeen, ja interventiota seuraavan 15 minuutin tauon jälkeen. Tutkimuksessa ryhmä L⁺ käyttää vesipiippua kuumasta vesihauteesta, ryhmä L⁻ ilman haudetta lämmittämättömällä nesteellä ja kontrolliryhmän interventiona on äänilepo. Tutkimushypoteesit ovat:

1. Ryhmissä L⁺ ja L⁻ AVQI ja sen osaparametri shimmer pienenevät, kun taas osaparametrit CPPs, HNR, slope sekä tilt kasvavat intervention seurauksena. Kontrolliryhmässä tulokset pysyvät samana.
2. AVQI ja sen osaparametrit muuttuvat ryhmässä L⁺ muita ryhmiä enemmän ja kontrolliryhmässä muita ryhmiä vähemmän.
3. Tutkimusryhmien AVQI-tulokset eroavat merkitsevästi toisistaan intervention seurauksena.
4. Subjektiiviset tuntemukset kurkun kuivuudesta pienenevät ryhmässä L⁺ muita ryhmiä enemmän ja kontrolliryhmässä muita ryhmiä vähemmän.

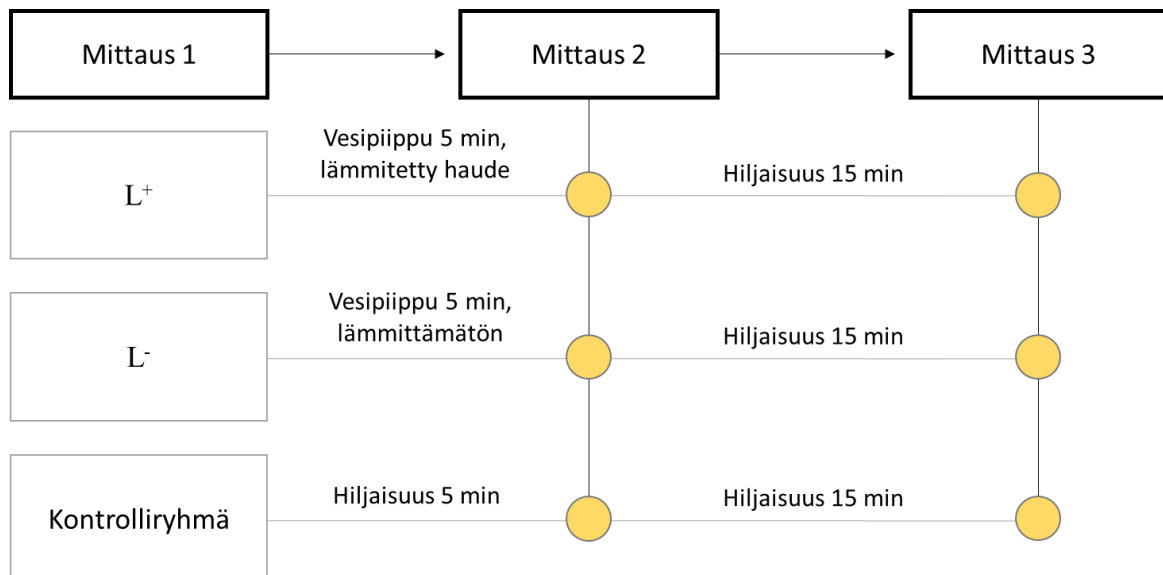
4 TUTKIMUSMENETELMÄT

4.1 Tutkimusasetelma

Tutkimus noudatti kvantitatiivista tutkimusperinnettä, jossa käytettiin klassista kontrolloitua koeasetelmaa (ks. KvantiMOTV, 2009). Asetelman avulla oli mahdollista tuoda esiin kausaalisuhteita intervention vaikutuksista sekä kontrolloida satunnaismuuttujia (Nummenmaa, 2004, s. 27), ja se mahdollistaa aineiston monipuolisen jatkokäytön.

Tutkimushenkilöt satunnaistettiin arvonnalla tutkimusaikojen varausjärjestyksessä kolmeen tutkimusryhmään, joita tutkittiin kolmessa mittauspisteessä (kuvio 1). Peruutuksen vuoksi jouduimme manuaalisesti vaihtamaan yhden koehenkilön tutkimusryhmää, jotta ryhmien koko pysyisi lähtötilanteessa samana. Ensimmäinen koeryhmä (ryhmä L^+) käytti vesipiippua 0,9-prosenttisella suolaliuksella kuumaan vesihauteeseen upotettuna, ja toinen koeryhmä (ryhmä L^-) käytti vesipiippua 0,9-prosenttisella suolaliuksella lämmittämättömänä ilman vesihaudetta. Kolmas ryhmä toimi kontrolliryhmänä, jonka interventio oli äänilepo. Tuloksissa koeryhmistä käytetään nimityksiä L^+ , L^- ja kontrolliryhmä.

Kuvio 1. Tutkimusasetelman ryhmät, interventiot ja mittauspisteet.



Kuvio 1: L^+ = kuumasta vesihauteesta suolaliuosta käyttävä ryhmä; L^- = ilman vesihaudetta suolaliuosta käyttävä ryhmä

4.2 Tutkimushenkilöt

Tampereen yliopisto myönsi hakemusta vastaan tutkimusluvan rekrytoida opiskelijoita tutkimukseen. Tutkimukseen ilmoittautui Tampereen yliopistolta 36 naisopiskelijaa, joista suurin osa ($n = 23$) oli logopedian tutkinto-ohjelman opiskelijoita. Analysointivaiheen rajausten jälkeen lopullinen otoskoko oli 34 tutkittavaa (rajauksesta ks. luku 4.4.2). Tutkimushenkilöiden rekrytointi tapahtui mukavuusotannalla (Salkind, 2010), mikä rajoittaa hieman tulosten yleistettävyyttä, mutta on toisaalta riittävä menetelmä opinnäytetyön laajuuteen nähden. Lisäksi mukavuusotanta sopii hyvin esitutkimukseen (Salkind, 2010), jollainen tämäkin tutkimus on.

Lopulliset tutkittavat ($N = 34$) olivat iältään 19–45-vuotiaita ($ka = 24,2$, $sd = 6,2$). Heiltä kartoitettiin ääneen mahdollisesti vaikuttavia terveydellisiä tekijöitä sekä aikaisempia ääniongelmia (ks. esitietolomake, liite 2), ja lisäksi he täyttivät VHI-kyselyn (Voice Handicap Index, Jacobson ym., 1997). Esitietojen mukaan 23,5 prosentilla tutkittavista oli todettu hengitysteihin liittyviä allergioita ja tutkimushetkellä 6 tutkittavaa käytti allergia- tai astmalääkkeitä. Tutkittavista kukaan ei raportoinut tupakoivansa. Astma oli todettu kahdella tutkittavalla. Viimeisen kahden tunnin aikana nesteitä oli nauttinut 85,3 prosenttia tutkittavista. Osa ($n = 6$) raportoi ääniharrastuksesta ja osa ($n = 7$) oli saanut äänenkäyttöön liittyvää koulutusta. Lisäksi seitsemän tutkittavaa raportoi aikaisemmin koetusta ääniongelmasta. Tämä näkyi myös VHI-pisteissä, joiden vaihteluväli oli 1–38 pistettä ($ka = 15,3$, $sd = 9,6$). Näiden tietojen perusteella tutkittavia ei kuitenkaan rajattu pois. Tähän päädyttiin, jotta tutkimusryhmät pysyisivät riittävän suurina.

4.3 Aineistonkeruu

Aineistonkeruu toteutettiin Tampereen yliopistossa Puheen ja äänen tutkimuksen laboratoriossa syksyllä 2020. Mukana aineistonkeruussa oli myös toinen pro gradu -tutkielman tekijä. Hän tutki vesipiipun käytön vaikutusta fonaation aloittamiseen tarvittavaan kynnyspaineeseen, mikä vaikutti tutkimusprotokollaan (taulukko 3). Aineistonkeruu suunniteltiin molempien tutkielmien tarpeiden pohjalta.

4.3.1 Interventio

Koeryhmäläiset (L^+ ja L^-) käyttivät interventiossa NHS-vesipiippua (Oy Nordic Health Systems Ab, Hyvinkää), joka on limakalvojen kostutukseen ja äänenhuoltoon käytettävä muovinen inhalaattori (Yliopiston apteekki, 2017). Vesipiippuun laitettiin tuoteselosteen ohjeen mukaan 5 millilitraa 0,9-prosentista suolaliuosta (NaCl 0,9 %, B, Braun Melsungen AG, Saksa). Isotonisen (0,9 %) suolaliuoksen käyttöön päädyttiin molemmissa interventioryhmissä, sillä tämänhetkisen tutkimusnäytön mukaan se on äänenhuollossa esimerkiksi hypertonisia (vahvuus > 0,9 %) liuoksia ja steriiliä vettä tehokkaampaa (Alves ym., 2017). Ryhmä L^+ käytti vesipiippua kuumasta vesihauteesta, ja hauteen vesi lämmitettiin lämpötilasäädettävällä vedenkeitimellä 100-asteiseksi. Piippu asetettiin vesihauteeseen, ja tutkittavia ohjattiin hengittämään sen läpi viisi minuuttia suun kautta sisään ja nenän kautta ulos. Intervention aikana piipun käyttöä ei valvottu. Ryhmä L^- käytti samalla tavoin vesipiippua, mutta ilman lämmintä vesihautetta huoneenlämpöisellä suolaliuoksella. Kontrolliryhmän interventio oli äänilepo.

Viiden minuutin interventioaikaan päädyttiin vesipiipun kokeiluvaiheessa, sillä viisi millilitraa suolaliuosta kesti lämpimästä hauteesta käytettynä noin viisi minuuttia, jonka jälkeen neste haihtui piipusta. Näin estettiin, etteivät tutkittavat hengitä piipusta pelkkää ilmaa suun kautta, mikä vastaisi suuhengitystä ja oletettavasti kuivattaisi kurkunpään limakalvoja vaikuttaen tuloksiin (esim. Mahalingam & Boominathan, 2016). Viidentoista minuutin hiljaisuustauko mittauspisteiden 2 ja 3 välillä valittiin, sillä tutkimuksissa on osoitettu pinnallisen kostutuksen vaikutusten kestävän korkeintaan noin 20 minuuttia yksittäisellä käyttökerralla (esim. Roy ym., 2003).

4.3.2 Kerätyt näytteet

Laboratoriossa äänitetyt näytteet on esitetty järjestyksessään taulukossa 2. Järjestys mukailee Tannerin ja kollegoiden (2016) tutkimuksessa käytettyä protokollaa, ja näytteet kerättiin jokaisessa kolmessa mittauspisteessä. Ennen laboratoriossa tehtävää tutkimusta tutkittavat täyttivät tutkimusluvan (liite 1), esitietolomakkeen (liite 2) sekä Voice Handicap Index (VHI) -kyselyn (Jacobson ym., 1997), ja koeryhmäläisille opastettiin vesipiipun käyttö. Kaikille tutkittaville etsittiin optimaalinen puheäänienkorkeus toista tutkielmaa varten (taulukko 2, näytteet 1 ja 3).

Protokollan kaksi viimeistä näytettä (näytteet 5 ja 6) kerättiin käsillä olevaa tutkielmaa varten. Näytteet pyydettiin kullakin mittauskerralla tuottamaan itselle tyypillisellä puhekorkeudella ja -voimakkuudella, eikä tarkempia tavoitetasoja määritetty eri mittauspisteissä. [a:] -vokaaleihin haettiin tavallista puhekorkeutta hymähtämällä luonnollisesti kahdella eri korkeudella, joista vokaalia ohjattiin tuottamaan jälkimmäiseltä korkeudelta. Tätä käytettiin myös joidenkin tutkittavien kohdalla palautumiseen edeltävästä korkealla äänellä tuotetusta näytteestä (näyte 4) takaisin puhekorkeudelle, mikäli tutkittava tuotti [a:] -vokaalin kuulonvaraisesti arvioituna aikaisempaa korkeammalta. Ohjeistus saattoi siis hieman vaihdella tutkittavien välillä riippuen suoriutumisesta. Äänenpainetasoa ei pyydetty korjaamaan mittauspisteiden välillä.

Taulukko 2. Tutkimuksessa äänitetyt näytteet protokollan mukaisessa järjestyksessä.

Näyte	
1.	[paa]-tavusarja tavallisella puhekorkeudella, hiljaisimmalla mahdollisella voimakkuudella
2.	[paa]-tavusarja korkeammalla puhekorkeudella, hiljaisimmalla mahdollisella voimakkuudella
3.	[paa]-tavusarja tavallisella puhekorkeudella, tavallisella voimakkuudella
4.	[paa]-tavusarja tavallista korkeammalla puhekorkeudella, tavallisella voimakkuudella
5.	3 kpl 5 sekunnin mittaisia [a:] -vokaaliääntöjä
6.	luenta: Pohjantuuli ja Aurinko -teksti

Tutkittavat arvioivat subjektiivisia tuntemuksiaan kolmessa mittauspisteessä 10 senttimetrin mittaisilla visuaalis-analogisilla janoilla (liite 3). Tässä tutkielmassa käytettiin Tannerin ja kollegoiden (2016) mukaisesti janaa ”Arvioi kurkkusi kuivuutta tällä hetkellä”, jonka he havaitsivat reagoivan limakalvoja pinnallisesti kostuttavaan hoitoon. Kysymys kurkun kuivuudesta valittiin tutkittavaksi siksi, että Suomessa sisäilman suhteellinen kosteus usein laskee talvisaikaan (Hengitysliitto, 2020), ja matalampi ilmankosteus saattaa aiheuttaa kurkkutuntemuksia, kuten kurkun kuivuutta (mm. Wolkoff, 2018). Näin oli mielenkiintoista selvittää, voisiko vesipiipun käyttö lievittää myös näitä oireita. Lisäksi subjektiiviset kokemukset saattavat tuoda myös vesipiipun tehon

paremmin esille kuin akustiset parametrit (esim. Tanner ym., 2016). Tutkittavia ohjeistettiin merkkamaan janalle senhetkinen tuntemuksensa kurkun kuivuudesta jokaisessa kolmessa mittauspisteessä ääninäytteiden keruun jälkeen. Janan ääripäät olivat *0 = ei lainkaan kuiva – 100 = todella kuiva*.

4.3.3 Näytteiden tallennus

Aineisto tallennettiin näytteenottotaajuudella 44,1 kHz käyttäen Computerized Speech Lab -järjestelmää (CSL, Model 4500, Kay Elemetrics Corp., Lincoln Park, N.J.). CSL-ohjelmalla tallennettiin kolmea kanavaa samanaikaisesti. Kanavalle 1 tallennettiin äänenpainetasoa B&K 2238 Mediator -mittauslaitteistolla (Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S, Tanska), jonka mikrofoni asetettiin tutkittavan suun korkeudelle 30 senttimetrin päähän huulista. Luenta- ja vokaalinäytteitä mitattaessa B&K-laitteen vaihtelualue säädettiin välille 20–100 desibeliä. Analysoitavat puhenäytteet tallennettiin kanavalle 2 AKG C 544 L -pääpantamikrofonilla (AKG Acoustics, Austria, Vienna), joka asetettiin edestä katsottuna neljän senttimetrin päähän huulikulmasta ja sivusta katsottuna suupielen korkeudelle. Kanavalle 3 tallennettiin kynnyksilmanpainetta toista tutkielmaa varten Glottal Enterprises PT-25-paineanturilla.

4.4 Aineiston analysointi

Aineistoa analysoitiin PRAAT[©]-ohjelmalla (Boersma & Weenink, 2019), jossa akustinen äänenlaadun analysointi tehtiin Akustisen äänenlaatuindeksin eli AVQI:n (Maryn, Corthals, van Cauwenberge, Roy, & De Bodt, 2009) versiolla 03.01. Tilastolliseen analysointiin käytettiin IBM SPSS Statistics Windowsin versiota 26 (IBM, Armonk, New York).

4.4.1 Akustinen äänenlaatuindeksi (AVQI) v03.01

Akustinen äänenlaatuindeksi (AVQI) on moniparametrinen äänenlaadun mittari, joka on kehitetty mittaamaan objektiivisesti äänen häiriöisyyttä ja erottelemaan häiriintyneet äänet terveistä äänistä (Maryn ym., 2009). Se mittaa äänestä kuutta parametria jatkuvan puheen ja pidennetyn vokaalin

perusteella, ja antaa yleisimmin tuloksen väliltä 0–10. Sen osaparametrit ovat tasoitettun kepstrihuipun erottuvuus (*CPPs*, *Smoothed Cepstral Peak Prominence*), signaali-kohinasuhde (*HNR*, *Harmonics-to-Noise-ratio*), kaksi perturbaatioarvoa (*shimmer local %* ja *shimmer local dB*) sekä spektristä mitattavat kaltevuus (*slope*) ja kallistuminen (*tilt*) (termit suomennettu Kankare, Rantala, Ikävalko, Barsties v. Latoszek, & Laukkanen, 2020 mukaan). AVQI antaa näistä arvot erikseen ja laskee parametreista äänenlaadun indeksin painottaen kepstristä mitattua CPPs-arvoa. AVQI:n version 03.01 yleisarvon laskukaava on:

$$\text{AVQI } 03.01 = (4.152 - (0.177 \times \text{CPPs}) - (0.006 \times \text{HNR}) - (0.037 \times \text{Shimmer local}) + (0.941 \times \text{Shimmer local dB}) + (0.01 \times \text{Slope}) + (0.093 \times \text{Tilt})) \times 2.8902.$$

Parametreista CPPs kuvaa ääninäytteestä tehdyn kepstrin ensimmäisen tasoitettun huipun eli ensimmäisen harmonisen erottuvuutta äänisignaalin taustahälystä (mm. Hillenbrand & Houde, 1996). Sen voidaan sanoa kuvaavan myös äänisignaalin yleistä hälyisyyttä (Englert, Lopes, Vieira & Behrlau, 2020a). CPPs reagoi herkästi äänen huokoisuuteen, karheuteen sekä käheyteen (Awan & Roy, 2006; Hillenbrand & Houde, 1996), ja on tarkka yksinäänkin tunnistamaan häiriöisiä ääniä (Englert ym., 2020a). Mitä suurempi CPPs-arvo on, sitä hälyttömämpi on yleensä kuulohavainto äänestä (Kankare ym., 2020).

HNR-arvo kuvaa äänisignaalin esiintyvän periodisen äänen ja epäperiodisen hälyn suhdetta, ja shimmer-arvot mittaavat amplitudin vaihtelua syklistä toiseen (Barsties & Maryn, 2016). Kuulovaikutelmin kuvattuna matala HNR-arvo vastaa hälyistä ääntä ja korkea shimmer-arvo karheaa ääntä (Kankare ym., 2020). Spektriä hyödyntävistä parametreista spektrin kaltevuus (*slope*) kuvaa näytteistä mitatun spektrin yleistä jyrkkyyttä laskemalla eron pitkäaikaisspektrin äänienergiasta 0–1000 ja 1000–10 000 hertsin välillä (Barsties & Maryn, 2016). Kallistuminen (*tilt*) taas kuvaa edellä mainittujen taajuuksien välillä keskiarvospektriin piirretyn regressiosuoran kallistumista. Suuremmat kaltevuus- ja kallistumisarvot kuvaavat äänen voimakkaampia yläsäveliä, mikä voi viitata äänen puristeisuuteen tai voimistamiseen (esim. Kankare ym., 2020). Lisäksi tilt-arvo näyttäisi reagoivan myös muuhun äänisignaalin esiintyvään korkeataajuuksiseen hälyyn (Laukkanen, Ikävalko, Rantala, Kankare, 2020).

Akustisen äänenlaatuindeksin uusimman version 03.01 validiteetti on osoitettu useissa tutkimuksissa (Barsties & Maryn, 2016; Kankare ym., 2020; Hernández, Gómez, Jiménez, Izquierdo, & Barsties von Latoszek, 2018; Kim, Lee, Bae, Park, Lee, & Kwon, 2020). Validointia on tehty myös useille kielille (esim. Hernández ym., 2018; Kankare ym., 2020; Kim, Barsties von Latoszek, & Lee, 2019; Pommée, Maryn, Finck, & Morsomme, 2018). Koska menetelmä käyttää juoksevaa puhetta ja kielten erot voivat vaikuttaa mitattaviin parametreihin, mittari on validoitava aina kielikohtaisesti. Suomessa äänenlaatuindeksistä on validoitu versiot 02.02 (Kankare ym., 2018) ja 03.01 (Kankare ym., 2020). Mittarin diagnostinen tarkkuus on korkea (Barsties & Maryn, 2016; Englert, Lima, Behlau, 2020), ja reliabiliteetti vaihtelee kohtuullisesta korkeaan (Barsties & Maryn, 2016; Hernández, 2018; Kim ym., 2020; Kim ym., 2019). On kuitenkin havaittu, että äänenlaatuindeksin reliabiliteetti (Faham ym., 2019) ja herkkyys (Batthyany ym., 2019) heikkenevät, kun sillä pyritään erottelemaan vain hieman häiriöisiä ääniä terveistä. Ikä tai sukupuoli eivät merkittävästi vaikuta AVQI-lukuun (Barsties von Latoszek, Ulozaité-Staniené, Maryn, Petrauskas, & Uloza, 2019; Batthyany ym., 2019). Suomessa Kankare kollegoineen (2020) ovat määrittäneet äänenlaatuindeksin version 03.01 raja-arvoksi 1,83, jonka ylittävät tulokset saattavat viitata äänen häiriöisyyteen.

Äänenlaatuindeksi valittiin tämän tutkielman mittariksi, sillä sitä käytetään Suomessa yhä enemmän äänen tutkimuksessa (Faham ym., 2019; Huttunen & Rantala, 2019; Kankare ym., 2018). Lisäksi Kankare ja kumppanit (2020) suosittelivat sen käyttöä äänihäiriöpotilaiden kliinisessä arvioinnissa ja terapian tuloksellisuuden seurannassa. Äänenlaatuindeksin onkin havaittu reagoivan herkästi intervention aiheuttamiin muutoksiin äänessä (Hosokawa ym., 2016; Maryn, De Bodt, & Roy, 2010), jolloin sillä voidaan luotettavasti mitata hoidon tehokkuutta. Toisaalta sen käytössä on otettava huomioon, että esimerkiksi ääninäytteissä käytetty äänenpainetaso vaikuttaa mittarin antamiin tuloksiin (Laukkanen ym., 2020).

Tässä tutkielmassa äänenlaatuindeksin analyysiin käytettiin standardin luentatekstin ”Pohjantuuli ja aurinko” 31 ensimmäistä tavua sekä kolmesta viiden sekunnin mittaisesta [a:] -fonaatiosta keskimmäistä. Mikäli tutkittava tuotti useamman kuin kolme vokaalia tai osa vokaaliyryksistä selvästi epäonnistui, analyysiin valittiin ensimmäisen onnistuneen kolmen sarjan keskimäinen vokaali. Menetelmä vastasi Kankareen ja kollegoiden (2020) käyttämää validointiprotokollaa version 03.01 normittamisessa suomen kielelle.

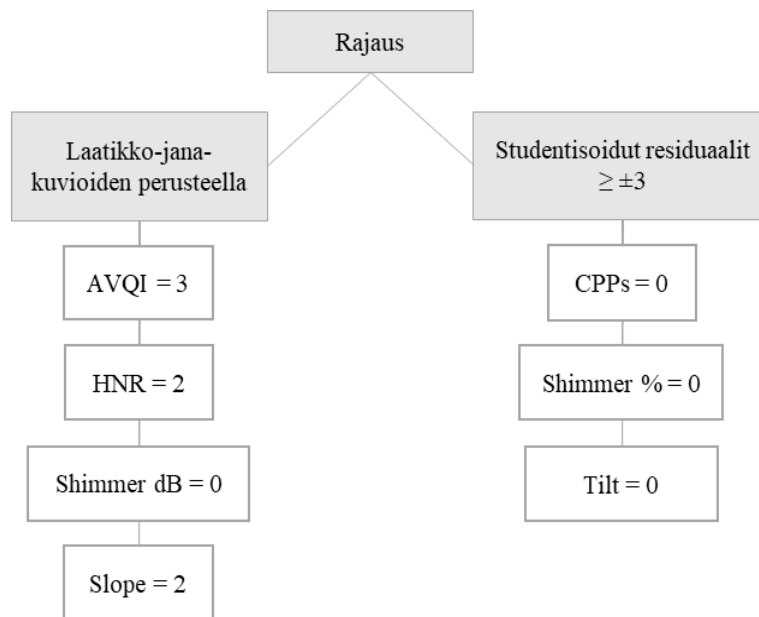
4.4.2 Aineiston rajaus

Parametriset testit ja varianssianalyysi edellyttävät, että tarkasteltava aineisto on normaalisti jakautunut eikä sisällä merkitsevästi poikkeavia arvoja (Laerd Statistics, n.d., ANOVA). Poikkeavat arvot voivat vääristää tuloksia merkittävästi etenkin pienissä aineistoissa (Nummenmaa, 2004, s. 24), minkä vuoksi rajauksen tarve on tarkistettava. Aineiston hajontaa, jakautumista ja mahdollisia poikkeavia arvoja voidaan tutkia laatikko-janakuvioilla, joka merkitsee poikkeavat arvot (KvantiMOTV, 2004). Normaalijakautuneisuutta taas voidaan testata esimerkiksi Shapiro-Wilkin testillä, jota suositellaan käytettäväksi etenkin alle 50 tutkimushenkilön aineistoissa (Laerd Statistics, n.d., Normality). Kun alkuperäistä aineistoa ($N = 36$) tarkasteltiin SPSS-ohjelmassa laatikko-janakuvioilla, havaittiin, että kaksi tutkittavaa oli saanut huomattavan poikkeavia arvoja. Nämä tutkittavat rajattiin pois aineistosta, jonka jälkeen Shapiro-Wilkin testi (W) osoitti kunkin parametrin normaalijakautuneeksi ($p > ,05$) kussakin ryhmässä ja mittauspisteessä. Tässä vaiheessa aineiston koko oli 34 tutkittavaa, ja VAS-tuloksia analysoitiin tästä otoskoosta.

AVQI-tulosten kohdalla laatikko-jana-kuvio näyttivät edelleen poikkeavia arvoja, vaikka normaalijakautuneisuus toteutui ($W = p > ,05$). Tämän vuoksi otoksesta ($N = 34$) rajattiin kunkin parametrin kohdalla erikseen pois ne tutkittavat, jotka olivat saaneet kyseisessä parametrissa poikkeavia arvoja. Mikäli kävi niin, että poistamalla laatikko-jana-kuvioissa poikkeavia arvoja saaneet henkilöt 1) SPSS syötti jatkuvasti uusia poikkeavia arvoja, 2) jonkin ryhmän koko pieneni alle kymmeneen tutkittavaan tai 3) varianssianalyysin edellytykset (ks. Laerd Statistics, ANOVA, n.d.) eivät täytyneet, tutkittavien rajausta varten luotiin varianssianalyysin avulla studentisoidut residuaalit -muuttuja.

Studentisoidut residuaalit kuvaavat, kuinka poikkeavan arvon muuttuja on saanut keskihajonnan näkökulmasta, ja se on yksi vaihtoehtoinen tapa tunnistaa poikkeavia arvoja aineistosta (Eberly College of Science, n.d.). Jos muuttujan tulos saa studentisoidun residuaalin arvoksi suuremman kuin 3, tulosta voidaan pitää poikkeavana. Tässä tutkielmassa raja-arvoksi asetettiin $\geq \pm 3$, ja kunkin parametrin kohdalla tämän arvon ylittäneet tulokset rajattiin analyysistä pois. Rajausprosessi on esitetty kuviossa 2 ja lopulliset analysointiin päätyneet otoskoot kunkin ryhmän kohdalla taulukossa 3.

Kuvio 2. Pois rajattujen tutkittavien määrä AVQI:ssa ja sen parametreissa.



Taulukko 3. Lopulliset otoskoot ryhmissä ja parametreissa.

	L ⁺	L ⁻	kontrolli
AVQI (n = 31)	10	11	10
CPPs (n = 34)	11	11	12
HNR (n = 32)	10	11	11
Shimmer % (n = 34)	11	11	12
Shimmer dB (n = 34)	11	11	12
Slope (n = 32)	10	10	12
Tilt (n = 34)	11	11	12
VAS-jana (n = 34)	11	11	12

4.4.3 Tilastollinen analysointi – ääninäytteet

Lähtötilanteessa aineiston normaalijakautuneisuus testattiin Shapiro-Wilkin testillä ($W = p > ,05$) ja ryhmien välinen tasavertaisuus yksisuuntaisella varianssianalyysillä (ANOVA = $p > ,05$). Poikkeavia arvoja etsittiin laatikko-jana-kuvioiden sekä studentisoitujen residuaalien avulla (ks. luku 4.4.1).

Ryhmien tulosten sisäisten muutosten tilastollista merkitsevyyttä testattiin kolmen mittauksen välillä toistomittausten sekamuotoisella kaksisuuntaisella varianssianalyysillä (two-way mixed ANOVA), josta katsottiin mittauspisteen päävaikutus tuloksiin. Mikäli mittauspisteiden päävaikutus tuloksiin oli merkitsevä, kunkin ryhmän muutosta testattiin yksitellen toistomittausten varianssianalyysillä (repeated measures ANOVA). Testistä katsottiin pareittaiset post hoc-vertailut mittauspisteiden välillä usean vertailun Bonferroni-korjauksen avulla.

Ryhmien välisiä eroja mitattiin sekamuotoisella kaksisuuntaisella varianssianalyysillä (two-way mixed ANOVA). Varianssianalyysin oletukset – ryhmien normaalijakautuneisuus ($W = p > ,05$), tasavertaiset varianssit (Levenen testi, $p > ,05$, Boxin M-testi, $p > ,001$) ja sfäärisyys (Mauchlyn sfäärisyystesti, $p > ,05$) – tarkistettiin ennen tulosten tarkastelua. Mikäli oletus sfäärisyydestä ei toteutunut, käytettiin Greenhouse-Geisser-korjausta ja raportoitiin käytetty korjausarvo (epsilon, ϵ). Tuloksista tarkistettiin ryhmän ja mittauspisteen kaksisuuntainen vaikutus (mittauspiste*ryhmä) mittaustuloksiin sekä tutkimusryhmän päävaikutus. Tilastollisen merkitsevyyden raja kaikissa testeissä oli $p < ,05$.

4.4.4 Tilastollinen analysointi – subjektiiviset kokemukset

Subjektiivinen arvio kurkun kuivuudesta analysoitiin mittaamalla merkattu piste VAS-janalta 0,1 senttimetrin tarkkuudella. Kurkun kuivuudessa käytetty kysymyksenasettelu oli käänteinen muihin kysymyksiin nähden (liite 3), joten mittaus tehtiin janan loppupäästä. Saatu tulos muunnettiin millimetreiksi analysoinnin helpottamiseksi, jolloin tulos oli väliltä 0–100.

VAS-janojen analysoinnista on käyty keskustelua koskien pääosin sitä, tulisiko janat analysoida järjestys- vai jatkuva-asteikollisina (Price, Staud, & Robinson, 2012; Kersten, Kükükdeveci, & Tennant, 2012). Tässä tutkimuksessa kurkun kuivuutta koskeva jana nähtiin jatkuvana, ja oletus oli, että muutos janalla on saman arvoinen riippumatta siitä, missä kohdassa janaa se tapahtuu.

Shapiro-Wilkin testin mukaan VAS-janojen tulokset eivät noudattaneet normaalijakaumaa ryhmässä L^+ ($p < ,05$). Lisäksi laatikko-jana-kuvioiden perusteella jokaisessa ryhmässä oli poikkeavia arvoja. Koska useampaa edellytystä varianssianalyysin (ANOVA) käyttöön rikottiin, VAS-janojen tilastollisia muutoksia päädyttiin analysoimaan ei-parametrisilla testeillä. Ryhmien sisäisen muutoksen tilastolliseen analyysiin käytettiin Friedmanin testiä ja ryhmien välisten erojen analysointiin Kruskal-Wallis H-testiä. Tuloksista esitettiin sovitetut p -arvot, ja pareittaisissa post hoc-vertailuissa käytettiin usean mittauksen Bonferroni-korjausta.

4.4.5 Satunnaismuuttujien kontrollointi

Laboratorio-olosuhteita kontrolloitiin mittaamalla huoneilman lämpötila (tarkkuus ± 1 °C) sekä suhteellinen huoneilman kosteus (tarkkuus ± 4 % alueella 20–85 % RH) digitaalisella Lämpö- ja kosteusmittarilla (Suomen Lämpömittari Oy, Helsinki). Mittaus tehtiin kunkin tutkittavan kohdalla erikseen. Vesipiipun haudeveden lämpötila ryhmässä L^+ sekä vesipiippuun laitettavan suolaliuoksen lämpötila ryhmässä L^- mitattiin kunkin tutkittavan kohdalla ruokalämpömittarilla (Suomen Lämpömittari 4011 ruokalämpömittari, Suomen Lämpömittari Oy, Helsinki, tarkkuus ± 1 °C).

Huoneilman lämpötila oli keskimäärin 22,8 celsiusastetta ($\nu = 2,8$ °C, $sd = 0,78$), ja se korreloi Pearsonin korrelaatiokertoimen mukaan ainoastaan CPPs-muutokseen mittausvälillä 1–2 ryhmässä L^+ ($r = -.68$, $p = ,02$). Suhteellinen sisäilmankosteus vaihteli enemmän ($\nu = 16,0$ % RH, $ka = 42,4$ %, $sd = 3,7$), mutta Pearsonin korrelaatiokertoimen perusteella äänen mittaustulosten muutokset eivät korreloineet ilmankosteuteen ($p > ,05$). Ryhmässä L^+ vesipiipun haudeveden lämpötila vaihteli välillä 80–85,5 celsiusastetta ($ka = 83,3$ °C, $sd = 1,88$) ja ryhmässä L^- suolaliuoksen lämpötila välillä 21,3–22,1 celsiusastetta ($ka = 21,8$, °C $sd = 0,25$). Pearsonin korrelaatiokerroin ei osoittanut näiden kohdalla yhteisvaihtelua akustisiin mittaustuloksiin ($p > ,05$).

Näytteissä käytettyä äänenpainetasoa (SPL) mitattiin kunkin tutkittavan kohdalla, sillä äänenpainetason on todettu vaikuttavan merkittävästi CPPs-arvoihin (Brockmann-Bauser, van Stan, Sampaio, Bohlender, Hillman, & Mehta, 2019) sekä äänestä mitattuun perturbaatioon ja hälyisyyteen (Brockmann-Bauser, Bohlender, & Mehta, 2018). Lisäksi on havaittu, että CPPs ja HNR-arvot laskevat hiljaisessa äänentuotossa ja nousevat, kun ääntä voimistetaan (Laukkanen ym., 2020). Hiljaisella äänellä tuotettu näyte antaa myös korkeamman AVQI-tuloksen, kun taas

voimakkaammalla äänellä tuotettu näyte laskee tulosta. SPL vaikuttaa myös spektristä mitattuihin arvoihin siten, että äänen voimistaminen saattaa kasvattaa slope- ja tilt-arvoja (Kankare ym., 2020).

Äänenpainetason kontrolloinnissa käytettiin B&K 2338 Mediator -mittauslaitteiston (Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S, Tanska) kalibraattoria, jolla tallennettiin 94 desibelin ääninäyte jokaisena tutkimuspäivänä. Näytteestä katsottiin PRAAT-ohjelman antama SPL-arvo. Ohjelman antaman desibeliarvon ja kalibraattorin 94 desibelin väliltä laskettiin erotus, joka lisättiin jokaisen tutkittavan vokaalinäytteestä mitattuun SPL-arvoon. Näin saatiin uusi muuttuja, korjattu SPL. Tutkittavien vokaalinäytteiden äänenpainetaso mitattiin ensimmäisen onnistuneen kolmen sarjan keskimmäisestä näytteestä, sen keskimmäisestä kolmesta sekunnista. Tutkittavia ohjeistettiin tuottamaan vokaalia itselle tyypillisellä äänenvoimakkuudella, ja lukemaan luentateksti itselle tyypillisellä äänellä.

Korjattu SPL oli keskiarvoltaan ensimmäisessä mittauksessa 70,1 dB SPL ($sd = 3,31$, $vv = 64,0-79,1$ dB SPL), toisessa mittauksessa 70,7 dB SPL ($sd = 3,20$, $vv = 65,7-78,0$) ja kolmannessa mittauksessa 71,2 dB SPL ($sd = 2,81$, $vv = 66,7-78,5$). Muutos oli mittausten 1–2 välillä keskimäärin +0,66 dB SPL ($sd = 2,11$, $max = +5,40$, $min = -2,80$) ja mittausten 1–3 välillä keskimäärin +1,07 dB SPL ($sd = 2,35$, $max = +6,40$, $min = -4,00$). Yksisuuntaisen varianssianalyysin (ANOVA) mukaan tutkimusryhmien välillä ei ollut merkitseviä eroja äänenpainetason muutoksissa mittausten 1–2 ($F(2, 31) = 0,39$, $p = ,680$) tai 1–3 ($F(2, 31) = 0,87$, $p = ,431$) välillä.

4.5 Tutkimuksen eettisyys ja tutkittavien turvallisuus

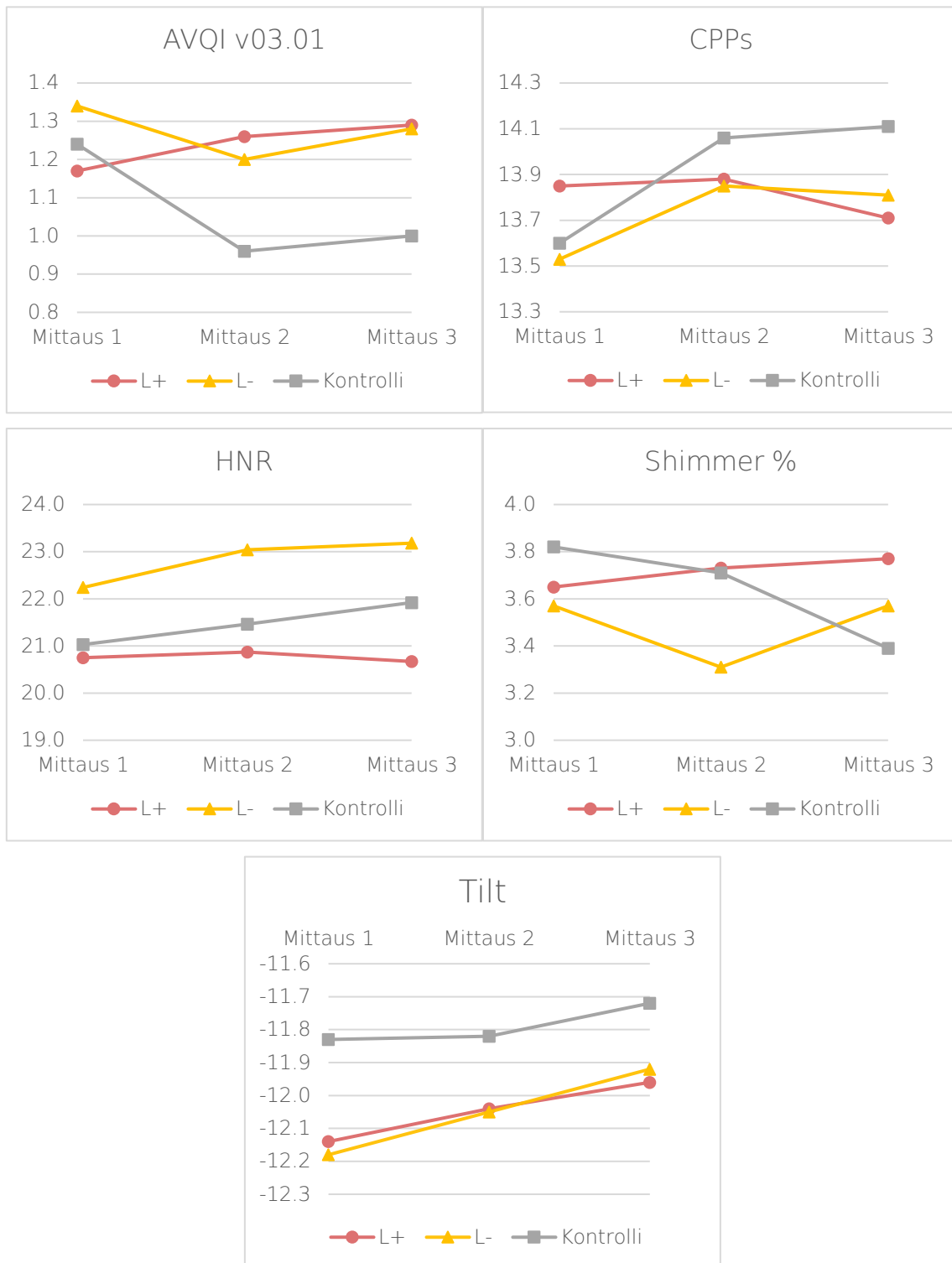
Tutkimuksen suunnittelussa ja toteutuksessa noudatettiin Suomen Tutkimuseettisen lautakunnan (2012, s. 6) kuvaamia hyvän tieteellisen käytännön periaatteita. Lupa rekrytoida opiskelijoita haettiin Tampereen yliopistolta yhteiskuntatieteiden tiedekunnan dekaanilta, ja henkilötietojen keräämistä varten Tampereen yliopistolle tehtiin tietosuojailmoitus rekisterinpitoa varten. Tutkittaville kerrottiin rekrytointivaiheessa tutkimuksen yleinen tarkoitus, ja tarkempi tutkimusasetelma paljastettiin välittömästi tutkimuksen jälkeen. Tutkimuksesta ei aiheutunut tutkittaville fyysisistä tai psyykkistä haittaa, ja heillä oli oikeus keskeyttää tutkimus missä vaiheessa tahansa. Tutkimustilanteessa tutkittavat täyttivät tutkimusluvan (liite 1), johon oli kirjattu tietoa anonymiteetistä, tietosuojasta sekä aineistonhallinnasta.

5 TULOKSET

Ryhmien tulokset parametreissa olivat normaalisti jakautuneita ($W, p > ,05$) lukuun ottamatta kontrolliryhmän AVQI-tulosta mittauspisteessä 2 ($W(10) = ,812, p = ,02$). Koska jakauma oli vino vain yhden ryhmän kohdalla yhdessä mittauspisteessä, kaikkien tulosten muuntaminen ei tullut kyseeseen. Varianssianalyysin mukaan (one-way ANOVA) ryhmät olivat tasavertaisia lähtötilanteessa seuraavien parametrien tuloksissa: AVQI ($F(2, 28) = .30, p = .746$), CPPs ($F(2, 31) = .28, p = .759$), HNR ($F(2, 29) = 2,32, p = .117$), shimmer % ($F(2, 31) = .46, p = .634$), shimmer dB ($F(2, 31) = 1.35, p = .274$) sekä tilt ($F(2, 31) = .87, p = .430$). Sen sijaan ryhmät eivät olleet tasavertaisia slope-arvojen tuloksissa ($F(2, 29) = 3.56, p = .041$).

AVQI-tulokset tunnuslukuineen sekä tulokset kurkun kuivuuden arvioista ovat kootusti nähtävillä liitteessä 4. Liitteeseen on lisätty myös tulokset, joita ei vähäisten muutostensa vuoksi käsitellä alla tarkemmin. AVQI-parametrien keskiarvokuvaajat muutossuuntineen ovat nähtävillä alla kuviossa 3, ja näiden tulosten tarkempia tunnuslukuja on koottu parametreittain taulukoihin 4–7. AVQI-parametrien suhteelliset muutokset ovat nähtävillä taulukossa 8. Tulokset subjektiivisista kokemuksista on käsitelty erikseen.

Kuvio 3. AVQI:n (v03.01) ja sen osaparametrien keskiarvokuvaajat kolmessa mittauspisteessä.



Selite: L⁺ = vesipiipun käyttö kuumasta vesihautteesta; L⁻ = vesipiipun käyttö ilman vesihaudetta huoneenlämpöisellä nesteellä; Kontrolli = interventiona äänilepo.

5.1 Intervention vaikutus AVQI-tuloksiin ryhmien sisällä

Tutkimushypoteesi 1: Ryhmissä L⁺ ja L⁻ AVQI ja sen osaparametri shimmer pienenevät, kun taas osaparametrit CPPs, HNR, slope sekä tilt kasvavat intervention seurauksena. Kontrolliryhmässä tulokset pysyvät samana.

Akustisen äänenlaadun indeksin (AVQI) (taulukko 4) kohdalla tutkimushypoteesi hylätään. Ryhmässä L⁺ AVQI-luku nousi mittauspisteiden edetessä, ja loppumittauksen arvot olivat keskimäärin lähtötilannetta korkeampia (kuvio 3). Ryhmissä L⁻ ja kontrolli tulos laski intervention jälkeen, ja jäi keskimäärin lähtötilannetta matalammaksi. Varianssianalyysin (two-way mixed ANOVA) mukaan mittauspisteiden tulokset eivät eronneet ryhmien sisällä tilastollisesti merkitsevästi toisistaan ($p > ,05$, $\varepsilon = ,649$).

Taulukko 4. Tutkimusryhmien AVQI-tulokset kolmessa mittauspisteessä.

Mittaus	L ⁺ (n = 10)			L ⁻ (n = 11)			kontrolli (n = 10)		
	ka	vv	sd	ka	vv	sd	ka	vv	sd
1.	1,17	0,37–1,94	0,46	1,34	0,30–2,16	0,55	1,24	0,42–1,93	0,47
2.	1,26	0,03–2,37	0,76	1,20	0,28–2,19	0,62	0,96	0,22–1,47	0,50
3.	1,29	0,24–2,34	0,77	1,28	0,31–2,29	0,62	1,00	0,22–1,80	0,55

CPPs-tulosten (taulukko 5) kohdalla tutkimushypoteesi hylätään. Kaikissa ryhmissä keskiarvotulos nousi intervention jälkeen, mutta ryhmässä L⁺ viimeisen mittauksen tulos laski alle lähtötason (kuvio 3). On otettava kuitenkin huomioon, että huoneen lämpötila korreloi ryhmän L⁺ tulokseen mittausvälillä 1–2. Varianssianalyysin (two-way mixed ANOVA) mukaan muutokset ryhmien sisällä eivät olleet tilastollisesti merkitseviä ($p > ,05$, $\varepsilon = ,765$).

HNR-tulosten (taulukko 5) kohdalla tutkimushypoteesi hylätään. Ryhmän L⁺ keskiarvotulos laski alle lähtötason viimeisessä mittauksessa, kun taas ryhmissä L⁻ ja kontrolli tulos nousi tasaisesti (kuvio 3). Varianssianalyysin (two-way mixed ANOVA) mukaan tuloksissa oli mittauspisteiden välillä

tilastollisesti merkitseviä eroja ($F(2, 58) = 5,06, p = ,009$, osittainen $\eta^2 = ,149$) ainoastaan kontrolliryhmässä ($F(2, 20) = 4,52, p = ,024$, osittainen $\eta^2 = ,311$).

Taulukko 5. Tutkimusryhmien CPPs- ja HNR-tulokset kolmessa mittauspisteessä.

	L ⁺			L ⁻			kontrolli		
	ka	vv	sd	ka	vv	sd	ka	vv	sd
CPPs									
1. mittaus	13,85	12,16–15,05	,80	13,53	11,80–15,49	1,04	13,60	11,30–15,20	1,29
2. mittaus	13,88	12,11–15,86	1,22	13,85	11,85–15,72	1,11	14,06	11,16–16,53	1,58
3. mittaus	13,71	11,76–15,88	1,41	13,81	11,94–15,10	1,08	14,11	11,79–16,59	1,50
HNR									
1. mittaus	20,75	17,25–24,08	1,75	22,24	19,28–24,88	1,74	21,03	19,48–23,43	1,12
2. mittaus	20,87	15,60–23,92	2,30	23,04	19,46–26,03	1,97	21,46	18,47–22,74	1,27
3. mittaus	20,67	16,69–24,00	2,13	23,18	19,19–26,75	2,11	21,92	19,39–23,87	1,43

Taulukko 6. Tutkimusryhmien shimmer % -tulokset kolmessa mittauspisteessä.

	L ⁺			L ⁻			kontrolli		
	ka	vv	sd	ka	vv	sd	ka	vv	sd
Shimmer %									
1. mittaus	3,65	2,74–5,07	,64	3,57	2,37–4,64	,68	3,82	2,87–4,77	,58
2. mittaus	3,73	2,69–4,94	,76	3,31	2,43–4,32	,64	3,71	2,69–5,07	,69
3. mittaus	3,77	2,83–5,15	,73	3,57	2,61–4,71	,63	3,39	2,25–4,20	,62

Shimmer dB ei reagoinut havaittavasti interventioon, joten se jätetään tässä käsittelemättä. Shimmer % -arvojen (taulukko 6) kohdalla tutkimushypoteesi hylätään, sillä L⁺-ryhmän muutossuunta oli nouseva ja kontrolliryhmän laskeva läpi tutkimuksen (kuvio 3). Ryhmässä L⁻ tulos vaihteli. Varianssianalyysin (two-way mixed ANOVA) mukaan ryhmien sisäiset muutokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä ($p > ,05$).

Slope-arvot eivät osoittaneet erityisiä muutossuuntia, joten ne jätetään tässä käsittelemättä. Sen sijaan tilt-arvojen (taulukko 7) kohdalla tutkimushypoteesi astuu voimaan. Näissä kaikkien ryhmien muutossuunta oli nouseva läpi tutkimuksen (kuvio 3). Varianssianalyysin (two-way mixed ANOVA) mukaan mittauspisteiden väliset erot ryhmien sisällä olivat tilastollisesti merkitseviä ($F(2, 63) = 8,44$, $p = ,001$). Ryhmän L⁺ sisäinen muutos oli merkitsevä ($F(2, 20) = 4,36$, $p = ,027$, osittainen $\eta^2 = ,304$) ja paikantui post hoc -testillä mittauksen 1–3 välille ($p = ,041$). Myös ryhmän L⁻ muutos oli merkitsevä ($F(2, 20) = 4,37$, $p = ,027$, osittainen $\eta^2 = ,304$), mutta post hoc -testi ei paikantanut parittaisessa vertailussa tilastollisesti merkitseviä eroja ($p > ,05$). Tilt-arvon muutokset eivät selittyneet pelkästään äänenpainetason nousulla, sillä käytetyn äänenpainetason muutos mittausvälillä 1–3 ei korreloinut merkitsevästi koeryhmien tilt-muutokseen mittausvälillä 1–3 ($p > ,05$). Kontrolliryhmässä tilt-arvojen muutos ei osoittautunut tilastollisesti merkitseväksi ($p > ,05$).

Taulukko 7. Tutkimusryhmien tilt-tulokset kolmessa mittauspisteessä.

	L ⁺ (n = 11)				L ⁻ (n = 11)				kontrolli (n = 12)			
	ka	min	max	sd	ka	min	max	sd	ka	min	max	sd
Tilt												
1. mittaus	-12,14	-13,65	-10,52	0,86	-12,18	-12,90	-11,11	0,50	-11,83	-13,08	-10,70	0,71
2. mittaus	-12,04	-13,69	-10,79	0,90	-12,05	-12,80	-11,15	0,75	-11,82	-13,07	-10,78	0,73
3. mittaus	-11,96	-13,52	-10,71	0,88	-11,92	-12,97	-10,92	0,59	-11,72	-12,68	-10,57	0,64

5.2 Tutkimusryhmien väliset erot AVQI-tuloksissa

Tutkimushypoteesi 2: AVQI ja sen osaparametrit muuttuvat ryhmässä L⁺ muita ryhmiä enemmän ja kontrolliryhmässä muita ryhmiä vähemmän.

Tutkimushypoteesi hylätään. Ryhmän L⁺ muutokset olivat useimmiten muita ryhmiä vähäisempiä (taulukko 8). Sen sijaan kontrolliryhmän muutokset olivat kaikissa parametreissa suurempia kuin ryhmässä L⁺, lukuun ottamatta tilt-arvojen muutosta. Tulosten muutokset (taulukko 8) mittausvälillä 1–2 ja 1–3 eivät varianssianalyysin (one-way ANOVA) mukaan eronneet ryhmien välillä tilastollisesti merkitsevästi toisistaan ($p > ,05$).

Tutkimushypoteesi 3: Tutkimusryhmien AVQI-tulokset eroavat merkitsevästi toisistaan intervention seurauksena.

Tutkimushypoteesi astuu voimaan HNR-tulosten kohdalla. Varianssianalyysin (two-way mixed ANOVA) perusteella AVQI, CPPs, shimmer %, shimmer dB, slope tai tilt eivät osoittaneet kolmessa mittauspisteessä merkitseviä ($p > ,05$) eroja ryhmien välillä. Sen sijaan ryhmien HNR-arvot erosivat toisistaan merkitsevästi ($p < ,05$).

HNR-arvoissa oli ryhmien välillä tilastollisesti merkitseviä eroja ryhmän päävaikutuksen mukaan ($F(2, 29) = 3,75, p = ,036$, osittainen $\eta^2 = ,205$), vaikka intervention ja mittauspisteiden kaksisuuntaista vaikutusta tuloksiin ei ollut ($p = ,362$). Ryhmien parittainen vertailu post hoc-testillä ja Bonferroni-korjauksella osoitti, että ryhmän L⁺ tulokset olivat keskimäärin 1,63 pistettä ryhmän L⁻ tuloksia matalampia ($p = ,042$). Erojen paikantamiseksi mittauspisteitä tarkasteltiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä (one-way ANOVA). Ryhmien L⁺ ja L⁻ HNR-tulokset erosivat merkitsevästi toisistaan kolmannessa mittauspisteessä ($F(1, 19) = 6,09, p = ,023$). Erot eivät selittyneet näytteissä käytetyllä äänenpainetasolla. Vaikka HNR-arvot sovitettiin kolmannessa mittauksessa käytettyyn äänenpainetasoon, erot olivat silti tilastollisesti merkitseviä ($p = ,044$). Kontrolliryhmän tulokset eivät eronneet merkitsevästi koeryhmien tuloksista ($p > ,05$).

Taulukko 8. Keskiarvoiset tulosten muutokset mittausten 1–2 ja 1–3 välillä.

Parametri + ryhmä	Mittausväli 1–2		Mittausväli 1–3	
	Muutos	sd	Muutos	sd
AVQI				
L ⁺	+0,09	0,41	+0,11	0,56
L ⁻	-0,13	0,36	-0,06	0,58
Kontrolli	-0,27	0,44	-0,24	0,53
CPPs				
L ⁺	+0,03	0,84	-0,14	1,15
L ⁻	+0,32	0,72	+0,29	0,97
Kontrolli	+0,46	0,74	+0,51	0,92
HNR				
L ⁺	+0,30	0,38	-0,03	0,35
L ⁻	+0,80	0,30	+0,94	0,49
Kontrolli	+0,68	0,32	+1,01	0,37
Shimmer %				
L ⁺	+0,08	0,77	+0,11	0,58
L ⁻	-0,26	0,49	0,00	0,87
Kontrolli	-0,11	0,70	-0,43	0,36
Tilt				
L ⁺	+0,10	0,06	+0,18	0,06
L ⁻	+0,13	0,09	+0,27	0,11
Kontrolli	+0,01	0,10	+0,11	0,06

5.3 Subjektiiiviset kokemukset

Tutkimushypoteesi 4: Subjektiiiviset tunteukset kurkun kuivuudesta pienenevät ryhmässä L⁺ muita ryhmiä enemmän ja kontrolliryhmässä muita ryhmiä vähemmän.

Tutkimushypoteesi hylätään. Ryhmissä L⁺ ja L⁻ kokemus kurkun kuivuudesta väheni intervention jälkeen (taulukko 9; kuvio 4). Sama muutossuunta havaittiin kontrolliryhmän tuloksista, mutta

muutokset olivat pienempiä. Kaikissa ryhmissä keskiarvoinen arvio kurkun kuivuudesta oli loppumittauksessa lähtötilannetta parempi (kuvio 4).

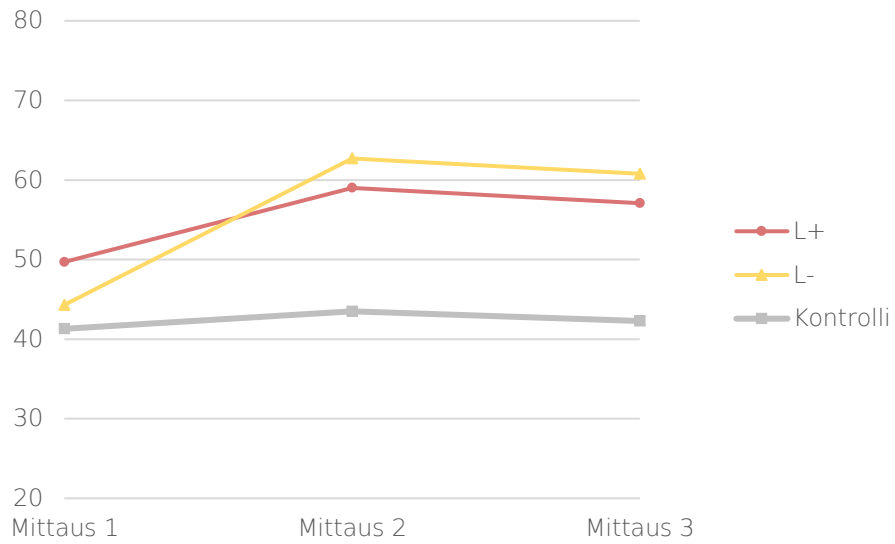
Ryhmässä L⁺ tulokset olivat tilastollisesti merkitsevästi erilaisia kolmessa mittauspisteessä ($\chi^2(2) = 13,556, p = ,001$). Pareittainen mittauspisteiden vertailu paljasti merkitsevyyden mittausten 1–2 ($p = ,003$) ja 1–3 ($p = ,006$) välisissä tuloksissa. Ryhmässä L⁻ tulosten erot kolmen mittauspisteen välillä olivat tilastollisesti erittäin merkitsevästi erilaisia ($\chi^2(2) = 16,048, p < ,0005$). Tässäkin merkitsevät erot tuloksissa olivat mittausten 1–2 ($p = .006$) ja 1–3 ($p = .001$) välillä. Sen sijaan kontrolliryhmässä tulosten erot mittauspisteiden välillä eivät olleet tilastollisesti merkitseviä ($p > ,05$).

Kruskal-Wallis H-testi osoitti, että ryhmien jakaumissa ei ollut lähtötilanteessa eroja ($p = .438$). Sen sijaan ryhmien tulosten jakaumat erosivat tilastollisesti merkitsevästi toisistaan toisessa ($\chi^2(2) = 9,076, p = .011$) ja kolmannessa ($\chi^2(2) = 6,841, p = .033$) mittauspisteessä. H-testin antamat havaintojen järjestyslukujen keskiarvot (*mean rank scores*) olivat ryhmittäin mittauksessa 1: L⁺ = 20,45, L⁻ = 17,09 ja kontrolli = 15,17, mittauksessa 2: L⁺ = 20,00, L⁻ = 22,45 ja kontrolli = 10,67 ja mittauksessa 3: L⁺ = 19,86, L⁻ = 21,64 ja kontrolli = 11,54. Ryhmien pareittainen vertailu post hoc -testillä osoitti, että mittauspisteessä 2 kontrolliryhmä erosi tilastollisesti merkitsevästi ryhmästä L⁻ ($p = ,014$). Ryhmä L⁺ sen sijaan ei eronnut merkitsevästi kontrolliryhmästä ($p = .074$) tai ryhmästä L⁻ ($p = 1,00$). Tilanne oli sama kolmannessa mittauspisteessä, jossa kontrolliryhmä erosi merkitsevästi ryhmästä L⁻ ($p = .045$).

Taulukko 9. Kurkun kuivuuden subjektiivisen kokemuksen muutokset mittausten 1, 2 ja 3 välillä. Janan arvot 0 (todella kuiva) – 100 (ei lainkaan kuiva).

Väli	L ⁺ (n = 11)				L ⁻ (n = 11)				kontrolli (n = 12)			
	ka	max	min	sd	ka	max	min	sd	ka	max	min	sd
1–2	+9,32	+34,50	0,00	10,01	+18,41	+44,00	+2,00	13,01	+2,25	+20,00	-6,00	7,10
2–3	-1,86	+12,00	-26,00	9,94	-1,91	+12,00	-19,00	8,96	-1,25	+16,50	-11,50	7,38
1–3	+7,45	+24,00	0,00	6,48	+16,50	+55,50	0,00	16,93	+1,00	+23,00	-15,00	11,87

Kuvio 4. Keskiarvokuvaajat subjektiivisista kurkun kuivuuden tuntemuksista, kun kokemus arvioitu VAS-janalla. Janan asteikko 0 (todella kuiva) – 100 (ei lainkaan kuiva).



6 POHDINTA

Tämä tutkimus tarkasteli, kuinka NHS-vesipiippu (Yliopiston apteekki, 2017) kahdella eri tavoin käytettynä vaikuttaa terveäänisten tutkittavien äänenlaatuun ja tuntemuksiin kurkun kuivuudesta. Tutkimukseen osallistui yliopisto-opiskelijoita ($N = 34$), jotka jaettiin kolmeen tutkimusryhmään. Ryhmä L^+ käytti vesipiippua kuumasta vesihäuteesta, ryhmä L^- ilman vesihäudetta huoneenlämpöisellä nesteellä ja kontrolliryhmän interventiona oli äänilepo. Mittaukset tehtiin kolmessa pisteessä: alkumittaus, intervention jälkeinen mittaus ja interventiota seuranneen 15 minuutin hiljaisuuden jälkeinen mittaus. Äänenlaataa analysoitiin akustisen äänenlaatuindeksin (AVQI) versiolla 03.01 (Barsties & Maryn, 2016). Subjektivisia kokemuksia kurkun kuivuudesta kartoitettiin 10 senttimetrin VAS-janalla (liite 3).

Päätulokset olivat seuraavat. Molemmissa vesipiippua käyttäneissä ryhmissä äänenlaatuindeksin tilt-arvo kasvoi intervention vaikutuksesta. Lisäksi viimeisessä mittauksessa äänen hälyisyyttä kuvaava HNR-arvo oli merkitsevästi matalampi kuumaa vesipiippua käyttäneellä ryhmällä kuin huoneenlämpöisen vesipiipun ryhmällä. Äänenlaadun indeksissä sekä CPPs- ja shimmer % -arvoissa havaittiin keskiarvojen muutossuuntia, jotka eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Kurkun kuivuuden tunne väheni kummassakin koeryhmässä merkitsevästi. Väheneminen oli suurempaa ryhmällä, joka käytti vesipiippua ilman kuumaa häudetta.

6.1 Tulosten pohdinta

6.1.1 Vesipiipun vaikutus äänenlaatuun

Vesipiipun käyttö vaikutti äänestä mitattuihin akustisiin arvoihin jokseenkin odotusten vastaisesti. Suurin osa muutoksista AVQI-parametreissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä ($p > ,05$), mutta keskiarvojen muutoksia havaittiin (kuvio 3). Tulosten merkitystä tarkasteltaessa on otettava huomioon, että keskiarvomuutoksista (AVQI-luku, CPPs ja shimmer %) tehdyt johtopäätökset ovat totta vain tässä otoksessa. Sen sijaan tilt-, HNR- sekä kurkun kuivuuden arvoista voidaan tehdä vahvempia johtopäätöksiä, sillä tulokset olivat tilastollisesti merkitseviä ($p < ,05$).

Oletukset vesipiipun vaikutuksista äänenlaatuun perustuivat muun muassa Finkelhorin ja kumppaneiden (1988) sekä Jiangin ja kollegoiden (1999) esittämään ajatukseen siitä, että kudoksen

nesteen määrä on yhteydessä kudoksen kokonaisviskositeettiin. Ajatuksen mukaan nesteen lisääminen parantaisi värähtelyominaisuuksia, ja väitettä tukee joukko tutkimuksia, joissa on havaittu yhteys kudoksen nestetasapainon ja värähtelyominaisuuksien välillä (Hemler ym., 2001, Taylor ym., 2011, Witt ym., 2011). Kostuttavien hoitojen käyttö perustuukin oletukseen siitä, että pinnallinen kostutus vaikuttaa sekä äänihuulikudoksen että sen päällä lepäävän limapeitteen viskositeettiin (Roy ym., 2003). Lisäksi kudoksen kokonaisviskositeetin ja nestetasapainon muutosten on havaittu heijastuvan äänestä mitattaviin akustisiin arvoihin. Esimerkiksi äänihuulten kuivattamisen jälkeisellä kostean ilman hengittämisellä on saatu parannettua perturbaatioarvoja sekä vähennettyä äänen hälyisyyttä (Mahalingam & Boominathan, 2016).

Tässä tutkielmassa äänenlaatuindeksin tilt-arvot kasvoivat vesipiipun käytön jälkeen, mikä voi viitata nesteen kulkeutumiseen äänihuulitasolle. Tilt on negatiivinen arvo, joka kuvaa äänestä mitatun spektrin kaltevuutta siten, että arvon kasvaessa (lähentyessä nolaa) spektriin piirretyn suoran kaltevuus pienenee ja suhteellinen äänienergiamäärä korkeammilla taajuuksilla kasvaa (Laukkanen ym., 2020). Tilt-arvon kasvu voi viitata äänen voimistamiseen, puristeisuuteen (Kankare ym., 2020) tai korkeataajuuksisen hälyn lisääntymiseen äänisignaalisissa (Laukkanen ym., 2020).

Tuloksissa äänenpainetason muutos ei korreloinut merkitsevästi tilt-arvon muutokseen, joten se ei yksin selitä muutoksia tutkittavien tilt-arvoissa. Muutos ei selity myöskään yksin puristeisuudella. Mikäli puristeisuus olisi lisääntynyt, myös muissa arvoissa olisi oletettavasti tapahtunut muutoksia molemmissa tutkimusryhmissä. Esimerkiksi CPPs-arvon on todettu laskevan puristeisessa äänentuotossa (Lowell, Kelley, Awan, Colton, & Chan, 2012). Lisäksi, koska HNR-arvo kuvaa signaalin epäperiodisuutta (mm. Kankare ym., 2020), arvon olisi voitu odottaa nousevan puristeisessa äänessä. Näin ei kuitenkaan ollut tässä aineistossa. Tilt-arvon muutos saattaakin viitata siihen, että äänisignaalin korkeataajuinen häly lisääntyi (Laukkanen ym., 2020). Tämä voi olla seurausta nesteen kulkeutumisesta äänihuulitasolle.

Myös Tyrmi ja Ikävalko (2020) havaitsivat äänen kuormittumista ja palautumista koskevassa tutkimuksessaan, että tilt-arvo pieneni äänen kuormitustehtävän aikana ja kasvoi palauttavan intervention jälkeen. Slope-arvo taas muuttui eri suuntiin kuin tilt. Tyrmin ja Ikävalkon (2020) mukaan kuormituksen aikana äänen väsyminen mitä luultavimmin aiheutti korkeataajuuksisen äänienergian suhteellisen vähentymisen, mikä näkyi tilt-arvon laskuna. Heidän tulkintansa mukaan tilt-arvon kasvu palautumisintervention jälkeen taas kuvasi sitä, että korkeataajuuksinen häly lisääntyi äänessä. Samoin Laukkanen ja kollegat (2020) havaitsivat, että tilt-arvo kasvaa, kun

äänienergian suhteellinen määrä korkeilla taajuuksilla (4–10 kHz) lisääntyy. Tällainen korkeataajuuksisen hälyn esiintyminen saattaisi selittää myös sen, miksi slope-arvo reagoi eri tavoin. Laukkasen ja kollegoiden (2020) mukaan tämä voi johtua siitä, että tilt kuvaa, kuinka nopeasti spektrin kaltevuus kasvaa taajuusalueen myötä. Sekä Tyrmin ja Ikävalkon (2020) että Laukkasen ja kollegoiden (2020) tulokset antavat tukea sille, että tässä tutkielmassa havaittu tilt-arvon muutos kuvaa juuri korkeataajuuksisen hälyn lisääntymistä äänessä. Tämä voi kuvata nesteen kertymistä äänihuulitasolle, mikä viittaisi NHS-vesipiipun tehoon kostuttavana hoitona.

Myös äänen hälyisyyttä kuvaava HNR-arvo osoitti eroja vesipiippua käyttävien tutkimusryhmien välillä – kuuman hauteen ryhmässä äänessä havaittiin merkitsevästi ($p < ,05$) enemmän hälyisyyttä interventiota seuranneen 15 minuutin hiljaisuuden jälkeen. Ryhmien HNR-tulosten muunnossuunnat erosivat myös toisistaan. Kuumen hauteen ryhmässä hälyisyys lisääntyi keskiarvoltaan ensimmäisen ja viimeisen mittauksen välillä, kun taas huoneenlämpöisen vesipiipun ryhmässä se väheni (taulukko 8). Yksi selittävä tekijä ilmiölle saattaa olla, että kuuman hauteen ryhmässä limakalvoille kulkeutunut neste on aiheuttanut laajemmin epäperiodisen signaalin suhteellista lisääntymistä. Sen sijaan huoneenlämpöisen vesipiipun ryhmässä nesteen kulkeutuminen on saattanut olla vähäisempää, ja muutos on näkynyt ainoastaan korkeataajuuksisen hälyn lisääntymisenä. Tämä olisi heijastunut siten tilt-arvoon (Laukkanen ym., 2020).

Hälyisyyttä kuvaavia signaali-kohina-suhteen arvoja on tutkittu myös muissa pinnallisen kostutuksen tutkimuksissa. Esimerkiksi Mahalingam ja Boominathan (2016) raportoivat HNR-arvon kasvua, kun kuivuneita limakalvoja kostutettiin pinnallisesti. Samoin Huttunen ja Rantala (2019) kuvasivat HNR-arvojen nousua pinnallisen kostutuksen ja hengitysharjoitusten vaikutuksesta. Toisissa tutkimuksissa taas hälyisyyttä mittaavat arvot eivät ole reagoineet merkitsevästi kostutusinterventioon (Hemler ym., 1997; Verdolini ym., 1994), mutta keskiarvojen muutossuuntia on havaittu (Hemler ym., 1997; Santana ym., 2017). Näissäkin muunnossuunnat ovat kuvanneet hälyn vähenemistä kostuttavan hoidon myötä. Tulokset siis eroavat tässä tutkielmassa saaduista.

Muissa äänenlaatuindeksin parametreissa ei havaittu tilastollisesti merkitseviä muutoksia, mutta AVQI-luku, CPPs, sekä shimmer % osoittivat muutossuuntia keskiarvotuloksissa. Kuumasta hauteesta vesipiippua käyttävässä ryhmässä näiden parametrien keskiarvot heikkenivät verrattuna muiden ryhmien tuloksiin: AVQI-luku nousi, CPPs laski ja shimmer % nousi (kuvio 3). Lisäksi AVQI-luvun hajonta kasvoi kuuman hauteen ryhmässä intervention jälkeen enemmän kuin muissa

tutkimusryhmissä. Muutossuunnat poikkeavat akustisissa arvoissa osittain muiden vastaavien tutkimusten tuloksista.

Huttunen ja Rantala (2019) raportoivat äänestä mitatun amplitudiperturbaation (shimmer) parantuneen kostutusta ja hengitysharjoitusta yhdistävällä interventiolla. Heidän tutkittavillaan myös AVQI-luku laski merkitsevästi intervention vaikutuksesta, minkä voidaan tulkita kuvaavan parantunutta äänenlaatua. Muissa tutkimuksissa esimerkiksi Mahalingam ja Boominathan (2016) ja Zou kollegoineen (2019) raportoivat kostuttavan intervention laskeneen perturbaatioarvoja merkitsevästi. Tässä tutkielmassa tulokset olivat ainakin kuuman hauteen vesipiippuryhmällä päinvastaisia. Toisaalta Zou ja kumppanit (2019) havaitsivat, että perturbaatioarvot kasvavat, kun kostutusta jatkettiin riittävän pitkään. Samoin Vermeulen ja kumppanit (2020) raportoivat perturbaation kasvaneen, kun pinnallinen limakalvojen kostutus lisättiin interventioon. Mikä selittää eroja akustisten tulosten muutossuunnissa eri tutkimusten välillä?

Ensinäkin on otettava huomioon tutkimushenkilöiden vaikutus. Huttunen ja Rantalan (2019) tutkittavat eivät olleet terveäänisiä, minkä vuoksi äänestä mitatut arvot olivat lähtötasolla tyypillistä heikkommat. Tässä tutkielmassa koehenkilöt taas voitiin luokitella terveäänisiksi. Lisäksi tutkimuksissa, joissa on havaittu akustisten arvojen heikentymistä pinnallisen kostutuksen jälkeen, on tyypillisesti käytetty terveäänisiä tutkimushenkilöitä (Vermeulen ym., 2020; Zou ym., 2019). Samoin tutkimuksissa, joissa kostutus ei ole tuottanut merkitseviä tuloksia akustisiin arvoihin, on käytetty usein terveitä tutkimushenkilöitä (esim. Hemler ym., 1997).

Eri tutkimushenkilöt saattavatkin hyötyä kostuttavasta interventiosta eri tavoin (Hemler ym., 1997). Tämä selittäisi sen, miksi tässä tutkielmassa AVQI-luvun hajonta kasvoi kuuman hauteen interventiossa muita ryhmiä enemmän. Lisäksi Hemler ja kollegat (1997) raportoivat, ettei terveiden henkilöiden akustisten arvojen voida olettaa paranevan normaalitasoja merkitsevästi paremmiksi. He havaitsivat, että tutkittavien perturbaatioarvot eivät muuttuneet normaalin ja kostutetun huoneilman hengittämisen välillä. Syy voi olla tutkittavien lähtötasoeroissa. Tällöin nesteen lisääminen jo valmiiksi optimaalisessa nestetasapainossa olevalle kurkunpään limakalvolle ei tuottaisi merkitseviä vaikutuksia (Roy ym., 2003).

Sama ilmiö havaitaan tutkimuksissa, joissa ennen kostutusta hengitetään kuivaa ilmaa. Näissä kostuttavan intervention vaikutuksesta arvot palautuvat lähtötasolleen, mutta eivät merkitsevästi sitä paremmiksi (mm. Levendoski ym., 2014; Mahalingam & Boominathan, 2016). Tämä ilmiö selittäisi

myös sitä, miksi tässä tutkielmassa kostuttavan intervention jälkeen akustiset arvot eivät parantuneet merkitsevästi vesipiippua käyttävissä ryhmissä. Saattaa olla, että tutkittavien lähtötasoarvoissa ei välttämättä ollut merkitsevää parantamisen varaa.

Myös käytetty tutkimusasetelma saattaa selittää sen, miksi eri tutkimuksissa havaitaan erilaisia muutossuuntia akustisissa arvoissa. Useissa tutkimuksissa on käytetty limakalvojen kuivattamista ennen varsinaista kostuttavaa hoitoa (Mahalingam & Boominathan, 2016; Tanner ym., 2016; Zou ym., 2019). Tiedetään, että kuivattaminen heikentää äänihuulten värähtelyominaisuuksia (Chan & Tayama, 2002; Hemler ym., 2001; Jiang ym., 1999; Taylor ym., 2011, Witt ym., 2011). Lisäksi kurkunpään limakerroksen sitkoisuus kasvaa kuivattavan intervention seurauksena (Witt ym., 2011), mikä lisää äänihuulen pintajännitystä (Ayache ym., 2004). Liman sitkostuminen voi aiheuttaa myös liman tarttumista epiteelin pintaan ja liman kertymistä kurkunpään (Randell & Boucher, 2006).

Voidaankin olettaa, että kuivattamisen jälkeen lähtötaso limakalvojen värähtelyominaisuuksissa ja nestetasapainossa on laskenut normaalitilasta. Tällöin Royn ja kollegoiden (2003) mukaan kostuttava interventio osoittautuu herkästi tehokkaaksi. Tämä näkyy myös tutkimuksissa, joissa kuivattavan intervention jälkeen akustiset arvot ovat parantuneet (Mahalingam & Boominathan, 2016; Zou ym., 2019). Tässä tutkielmassa ei kuitenkaan kuivatettu äänihuulia ennen varsinaista interventiota, joten suuria muutoksia akustisissa arvoissa ei voitu odottaa.

Mitä sitten tapahtuu, kun kostutusta käytetään terveillä henkilöillä ilman äänihuulten kuivattamista? Vermeulen ja kollegat (2020) havaitsivat, että terveillä puhujilla pinnallisen kostutuksen lisääminen interventioon nosti äänen perturbaatioarvoja. Samoin Zou kumppaneineen (2019) havaitsivat perturbaatioarvojen nousevan, kun kurkunpään limakalvojen nestekerroksen kylläisyys saavutti kattoefektinsä kostuttavan hoidon jälkeen. Myös tämän tutkielman tulokset ovat saman suuntaisia, sillä keskiarvoiset AVQI-luvut, CPPs-arvot sekä shimmer-arvot heikkenivät kuuman vesihauteen ryhmässä (taulukko 8). Sen sijaan huoneenlämpöisessä ryhmässä nämä muutokset olivat AVQI-luvussa ja CPPs-arvossa päin vastaisia, eikä shimmer % -arvossa tapahtunut muutosta (taulukko 8).

Arvojen heikentyminen saattaa selittyä myös sillä, että ei ole mahdollista saavuttaa selkeitä optimaalista tasoa parempia äänenlaadun tuloksia (Hemler ym., 1997; Roy ym., 2003). Tällöin on todennäköistä, että nopeasti lisätty neste heikentää ainakin hetkellisesti äänihuulten värähtelyominaisuuksia, mikä näkyisi tämän tutkielman tavoin akustisissa arvoissa. Esimerkiksi Zou kollegoineen (2019) kuvaavat, että kun äänihuulten pinnan nestepitoisuus saavuttaa riittävän tason,

se ei kykene ottamaan vastaan enempää nestettä. Tällöin ylimääräinen neste jäisi limakalvon pinnalle, kunnes limakalvojen värekarvatoimina (Levendoski ym., 2014) tai epiteelin ionikanavat imeyttävät nesteen (Boucher, 1999). Tämä tukisi myös tässä tutkielmassa havaittuja tuloksia. Tulosten perusteella muun muassa Jiangin ja kollegoiden (1999) näkemys siitä, että nesteen lisääminen äänihuulikudokseen parantaisi lineaarisesti värähtelyominaisuuksia, voidaankin kyseenalaistaa terveiden henkilöiden kohdalla.

Lisäksi on vielä yksi tekijä, joka on hyvä ottaa huomioon tulosten merkitystä pohtiessa. Hengitetyn höyryn lämpötila itsessään voi vaikuttaa äänentuottoon. Hemler ja kollegat (2001) havaitsivat irtokurkunpäitä tutkiessaan, että kun systeeminen nesteytys oli kontrolloitu, sekä kuivan (RH 0 %) että kostean ilman (RH 100 %) puhaltaminen äänihuulten välistä kasvatti kudoksen viskositeettia. Lisäksi lämmitetyn höyryn hengittäminen lisää hengityselimistön värekarvatoimintaa kylmän höyryn hengittämiseen verrattuna (Birk ym., 2017), jolloin neste kulkeutuu hengitysteiden limakalvoilta nopeammin pois. Oletettavasti lämpö lisää myös kudoksen verenkiertoa. Hemlerin ja kollegoiden (2001) tutkimuksessa ilmiö mitä luultavimmin selittyi kuitenkin sillä, että kudoksesta oli lämpimämpi kuin kostutettu ilma, joka kulki äänihuulten välistä. Tällöin lämmin kudoksesta lämmittäisi myös ilmaa, jolloin ilman suhteellinen kosteus putoaisi. Tämä johtuu ilmankosteuden lämpötilasidonnaisuudesta (esim. Wolkoff, 2018).

Tässä tutkielmassa kuumaa piippua käyttävässä ryhmässä kudoslämpötila oli kuitenkin oletettavasti matalampi kuin hengitetyn höyryn lämpötila. Tällöin lämmin höyry on lämmittänyt kudosta, jolloin värekarvatoiminta on mahdollisesti lisääntynyt (Birk ym., 2017). Lämmitetyn höyryn hengittäminen ei kuitenkaan lisännyt kurkun kuivuuden tuntemusta, joten värekarvatoiminta ei näyttäisi vaikuttavan kuivattavasti tämän tutkimuksen käyttämässä aikaikkunassa. Myöskään muissa tutkimuksissa ei ole raportoitu kuumien höyryjen aiheuttamia epäsuotuisia vaikutuksia (esim. Huttunen & Rantala, 2019). Hengitetyn höyryn ja kudoslämpötilan erot on kuitenkin hyvä ottaa huomioon, kun tutkitaan eri lämpöisten nesteiden vaikutusta limakalvoihin.

On myös muistettava, että riittävä nestekerros äänihuulten limakalvojen päällä suojaa äänihuulikudosta hengitysilman mukana kulkevilta ärsykkeiltä (Cannes do Nascimento ym., 2020; Samuels ym., 2008). Suomessa lämpötila laskee talvisaikaan huomattavasti, jolloin myös ilman suhteellinen kosteus laskee. Tämä voi kuivattaa hengitysteiden limakalvoja (mm. Wolkoff, 2018). NHS-vesipiipun käyttö kuumasta hauteesta voi tarjota hyvän vaihtoehdon ylläpitämään limakalvojen

kosteutta etenkin talvisaikaan. Pidempiaikaisen käytön vaikutukset tarvitsevat kuitenkin vielä lisää tutkimusnäyttöä taustalleen.

Johtopäätöksenä voidaan todeta seuraavaa. NHS-vesipiippu kuljettaa tehokkaasti nestettä äänihuulitasolle etenkin kuumasta hauteesta käytettynä, kun vaikutusta mitataan akustisilla arvoilla. Kuumasta hauteesta käytetty vesipiippu näyttäisi lisäävän korkeataajuuksista hälyä tilt-arvolla mitattuna sekä epäperiodista signaalia HNR-arvolla mitattuna. Sen sijaan lämmittämättömän vesipiipun käyttö näyttää lisäävän merkitsevästi vain korkeataajuisia hälyä. Nesteen kulkeutuminen äänihuulitasolle on saattanut aiheuttaa havaitun hälyisyyden lisääntymisen. Erot ryhmien välillä voivat selittyä sillä, että yhdistettynä höyrystyminen ja pisaroituminen kuljettaisivat runsaasti nestettä äänihuulten limakalvoille. Sen sijaan huoneenlämpöisen nesteen käyttö kuljettaisi nestettä vähemmän, jolloin vaikutus näkyy akustisesti vain tilt-arvoissa.

Käytännössä tämä tarkoittaa, että terveillä henkilöillä huoneenlämpöisen vesipiipun käyttö saattaa olla parempi vaihtoehto tilanteessa, jossa äänelle on korkeat laadulliset vaatimukset välittömästi hoidon jälkeen. Kuumasta vesihautteen käyttö voi sen sijaan olla hyvä vaihtoehto, kun limakalvot ovat selkeästi kuivat ja tarvitsevat runsaasti kostutusta, eivätkä äänenlaadulliset vaatimukset ole suuret välittömästi hoidon jälkeen. Lisäksi näyttäisi siltä, etteivät kaikki henkilöt hyödy pinnallisesta kostutuksesta samalla tavoin (mm. Hemler ym., 1997). NHS-vesipiipun hyöty sekä käytön ohjaaminen asiakkaalle tuleekin aina arvioida yksilöllisesti ja vaatii tuloksellisuuden seuranta

6.1.2 Vesipiipun vaikutus kurkun kuivuuden tunteeseen

Vesipiipun käyttö lievitti tuntemuksia kurkun kuivuudesta merkitsevästi sekä kuumasta hauteesta että ilman haudetta käytettynä. Vaikutus oli suurin välittömästi intervention jälkeen, mutta säilyi myös keskiarvona mitattuna lähtötasoa korkeammalla viidentoista minuutin jälkeen. Samanlaisia tuloksia suun ja kurkun kuivuudesta raportoivat muun muassa Tanner kollegoineen (2016), joskin heillä kostuttavaa interventiota edelsi kuivattava suuhengitys. Vermeulen ja kumppanit (2020) taas mittasivat terveillä puhujilla koettua fyysistä epämukavuuden tunnetta kurkun alueella, jonka he havaitsivat lievittyvän merkitsevästi, kun pinnallinen ja systeeminen nesteytys yhdistettiin. Mikäli kurkun kuivuus määritellään yhdeksi epämukavuuden tunteeksi kurkun alueella, tämän tutkimuksen tulokset ovat samansuuntaisia kuin Vermeulenin ja kollegoiden (2020) saamat.

Mielenkiintoista on, että kurkun kuivuuden tuntemus väheni tässä tutkielmassa eniten ryhmällä, joka käytti vesipiippua lämmittämättömällä nesteellä. Ero kuumasta hauteesta vesipiippua käyttävään ryhmään ei ollut tilastollisesti merkitsevä, mutta keskiarvon muutokset erosivat toisistaan ensimmäisen ja toisen mittauksen välillä (taulukko 9). Yksi selitys erolle voi olla, että lähtötasolla havaitut keskiarvon erot vaikuttivat tulokseen. Lähtötilanteessa lämmittämätöntä nestettä käyttävä ryhmä arvioi kurkkunsa keskimäärin kuivemmaksi kuin kuumasta hauteesta vesipiippua käyttävä ryhmä. Näin vaikutus voitaisiin perustella ajatuksella, että limakalvojen nestetasapainon erot lähtötasolla vaikuttivat siihen, kuinka tutkittavat hyötyivät kostutuksesta (Hemler ym., 2001; Roy ym., 2003).

Toinen selitys keskiarvoisille muutoseroille voi olla se, että kuumaa höyryä hengitettäessä myös limakalvot lämpenevät, jolloin esimerkiksi värekarvatoiminta kiihtyy (Birk ym., 2017). Saattaa olla, että kudoksen lämpeneminen herättää tuntemuksia, jotka tulkitaan eri tavoin. Esimerkiksi Wolkoff (2018) kuvaa kirjallisuuskatsauksessaan, että kurkun kuivuuden tuntemus on kiistanalainen käsite. Hän tiivistää, että ihmisellä ei ole yksittäistä aistia, joka havaitsisi kuivuutta – pikemminkin limakalvojen kuivuuden kokemus syntyy joukosta muita aistimuksia. Saattaakin olla, että lämpenemisestä aiheutuneet tuntemukset vaikuttivat siihen, ettei kuivumisen lievittymistä raportoitu niin voimakkaaksi kuumasta hauteesta ryhmässä.

Kolmanneksi on otettava huomioon, että ääneen liittyvät subjektiiviset tuntemukset ovat luonteeltaan psykologisia, jolloin arvioihin vaikuttavat aina henkilön kokemukset (Tanner ym., 2010). Tutkimuksissa on esimerkiksi osoitettu, että koulutautunut äänenkäyttäjä saattaa reagoida sensorisiin muutoksiin koulutautumatonta herkemmin, mikä voi heijastua subjektiivisesti mitattuihin kokemuksiin (Tanner ym., 2016). Lisäksi voi olla, että subjektiivisiin eroihin yksilöiden välillä vaikuttaa myös se, kuinka limakalvot säätelevät nestetasapainoaan (Sivasankar & Fisher, 2002). Kurkun kuivuuden tuntemukseen voi vaikuttaa siis useita satunnaismuuttujia, joita tässä tutkielmassa ei kontrolloitu tarkemmin.

Vaikka tutkielmassa ei erityisesti tarkasteltu subjektiivisten kokemusten yhteyttä akustisiin mittaustuloksiin, näiden tulosten välillä havaittiin ristiriitaa. Subjektiivisten tuntemusten muutos ei ollut saman suuntainen akustisten muutosten kanssa ryhmässä, joka käytti vesipiippua kuumasta hauteesta. Tuntemukset kurkun kuivuudesta lievittyivät merkitsevästi, vaikka esimerkiksi äänestä mitattu hälyisyys lisääntyi. Samanlaisia ristiriitoja on havaittu myös muissa instrumentaalista ja subjektiivista mittaamista yhdistävissä tutkimuksissa (Sivasankar & Fisher, 2002; Solomon &

DiMattia, 2000; Tanner ym., 2007). Tulokset antavat lisää tukea sille, että lyhytaikainen akustisten arvojen heikentyminen saattaa viitata tehokkaaseen kostutukseen.

Tulisiko äänenhuollossa siis tähdätä lievittyneisiin kurkkutuntemuksiin vai akustisesti mitattujen arvojen paranemiseen? Tiedetään, että esimerkiksi AVQI ei kovin hyvin erottele terveitä puhujia toisistaan (Faham ym., 2019). Lisäksi pienet akustisesti mitatut äänenlaadun muutokset – kuten tässä tutkielmassa – eivät ole välttämättä kuulonvaraisesti havaittavissa (mm. Huttunen & Rantala, 2019). Herääkin kysymys, onko havaittu äänenlaadun heikentyminen akustisesti mitattuna haitallista itse äänentuotolle tai onko sillä vaikutuksia äänihuulikudoksen rasittumiseen, kun puhutaan terveistä henkilöistä – eli mikä käytännön merkitys on sillä, että AVQI-tulokset heikkenevät, mikäli ne pysyvät normaalirajoissa.

Voi olla, että havaittu akustisten arvojen muutos on lyhytaikaista ja merkki limakalvojen pinnallisen kosteuden lisääntymisestä. Tällöin, mikäli äänenlaatu ei kuulonvaraisesti arvioituna muutu, tulisi painottaa intervention aiheuttamia subjektiivisia kokemuksia. On myös muistettava, että tässä tutkielmassa akustisten arvojen heikentymistä havaittiin vain yksittäisen käyttökerran yhteydessä, kun vaikutusta mitattiin välittömästi kostuttavan hoidon jälkeen. Kostuttavien hoitojen käyttö terveillä henkilöillä ennaltaehkäisevänä hoitona vaatiikin pidempiaikaista tutkimusta, jotta tiedetään, kuinka limakalvo käyttäytyy säännöllisen kostutuksen vaikutuksesta.

6.2 Menetelmän pohdinta

Tämän tutkielman vahvuutena olivat klassinen koeasetelma sekä korkealaatuinen tutkimuslaboratorio. Klassinen koeasetelma mahdollisti sen, että kontrolliryhmässä saatiin lämmittelyvaikutus esille, joka aiheutti joidenkin parametrien kohdalla jopa tilastollisesti merkitseviä muutoksia mittauspisteiden välillä. Lämmittelyvaikutus on havaittu myös muissa pinnallisen kostutuksen tutkimuksissa, joissa kontrolliryhmän tulokset ovat parantuneet merkitsevästi (Vermeulen ym., 2020). Ilman kontrolliryhmää, monet koeryhmissä havaituista AVQI-muutoksista olisi voitu tulkita virheellisesti kostuttavan intervention vaikutuksiksi.

Koeasetelma tuotti osaltaan myös haasteita tutkimusryhmien tasavertaisuuteen. Vaikka monia satunnaismuuttujia pyrittiin kontrolloimaan, ei voida aukottomasti, että tutkimusryhmät olisivat olleet täysin tasavertaisia lähtötilanteessa. Saattaa olla, että luotettavampia tuloksia olisi saatu käyttämällä

asetelmaa, jossa tutkimushenkilöt olisivat toimineet itsensä kontrolleina, ja samat henkilöt olisivat käyneet läpi jokaisen intervention eri ajankohtina (esim. Tanner ym., 2010; Roy ym., 2003). Tällainen asetelma olisi myös kasvattanut tutkimushenkilöiden määrää per interventio.

Voidaan myös kyseenalaistaa se, etteivät tutkimushenkilöt tienneet, mihin tutkimusryhmään he kuuluivat. On mahdollista, että vesipiippua käyttävissä ryhmissä subjektiiviset kurkun kuivuuden tunteet arvioitiin parantuneeksi pelkästään sen vuoksi, että tiedettiin käytettävän kostuttavaa apuvälinettä. Sen sijaan kontrolliryhmässä äänilepointervention käyneet tuskin odottivat kurkun kuivuuden tunteen muuttuvan. Samanlaista vinoumaa raportoivat esimerkiksi Vermeulen ja kollegat (2020), ja he nostavat esille myös mahdollisen plasebovaikutuksen. Toisaalta Hemler ja kollegat (1997) huomauttavat, että akustisiin arvoihin on tietoisesti hankala vaikuttaa, kun keskitytään antamaan ääninäytteitä. Voidaankin olettaa, etteivät akustisten tulosten muutokset johdu plasebovaikutuksesta.

Puheen ja äänentutkimuksen laboratorio tarjosi riittävän vakioitun äänitysympäristön tutkimukselle. Laitteet olivat ammattilaistasoisia ja tutkijat saivat erikoislaboratoriomestarilta perehdytyksen niiden käyttöön. Aikaisemmasta tutkimuksesta tiedetään, että huonetilan akustiset ominaisuudet ja mittauslaitteiden laatu (Bottalico ym., 2018; Deliyski, Evans, & Shawn, 2005) vaikuttavat akustisiin arvoihin, ja laboratorio-olosuhteissa näiden vaikutus tuloksiin saatiin kontrolloitua. Laboratorio mahdollisti myös sen, että esimerkiksi äänenpainetasoa pystyttiin seuraamaan tutkimuksen aikana, jolloin sen vaikutusta akustisiin arvoihin oli mahdollista arvioida aineiston analysointivaiheessa. Toisaalta tutkimuksessa olisi voitu yhä enemmän hyödyntää laboratorion valmiuksia äänen tutkimukseen ja vakioida esimerkiksi äänenpainetaso ja äänenkorkeus reaaliaikaisen visuaalisen palautteen avulla (menetelmää käyttäneet esim. Tanner ym., 2007).

Myös systeemistä nesteytystä olisi voitu kontrolloida tehokkaammin. Kuten Vermeulen ja kollegat (2020) huomauttavat, pinnallinen kostutus on haastava muuttuja kontrolloida, sillä koehenkilöiden väliset erot systeemisessä nesteytyksessä vaikuttavat siihen herkästi. Lisäksi tiedetään, että systeeminen nestetila ja sen muutokset vaikuttavat äänenlaatuun (Verdolini ym., 2002; Yiu & Chan, 2003;). Tässä tutkielmassa tutkimushenkilöitä ei veloitettu paastoamaan ennen tutkimukseen tuloa. Se, että osa tutkittavista raportoi käyttäneensä runsaasti nesteitä edeltävän kahden tunnin aikana ja osa ei lainkaan, saattoi asettaa tutkittavat lähtötilanteessa eri asemaan.

Tulosten tulkinnassa tulee ottaa huomioon, että tutkittavat olivat nuoria ja ääneltään terveitä henkilöitä (ei diagnosoituja ääniongelmia). Toisaalta tästä huolimatta osa tutkittavista sai äänenlaatuindeksin häiriörajan 1,83 (Kankare ym., 2020) ylittäviä arvoja. Pelkästään tämän mittaustuloksen perusteella ketään ei kuitenkaan rajattu aineistosta pois, sillä AVQI:n erottelutarkkuus heikkenee, kun sillä pyritään havaitsemaan lieviä eroja äänessä (Faham ym., 2019). Voi olla, että rajaus olisi kuitenkin asettanut tutkimushenkilöt tasavertaisempaan asemaan lähtötilanteessa. Tämä tulee keskeiseksi etenkin, kun tiedetään, että äänihäiriöiset potilaat (Huttunen & Rantala, 2019) saattavat hyötyä kustuttavasta interventiosta akustisilla arvoilla mitattuna terveäänisiä (Hemler ym., 1997) paremmin.

Suurin osa aikaisemmista limakalvoja kustuttavia interventioita koskevista tutkimuksista on käyttänyt tutkimusasetelmassaan kuivattavaa hoitoa ennen kustuttavaa interventiota (mm. Levendoski ym., 2014; Mahalingam & Boominathan, 2016). Myös tässä tutkimuksessa NHS-vesipiipun teho limakalvojen kustutuksessa olisi saattanut tulla selkeämmin esille, mikäli tutkittavien limakalvot olisivat olleet lähtötasolla heikommassa nestetasapainossa. Toisaalta tutkimuksessa olisi voitu käyttää myös äänihäiriöisiä henkilöitä, jolloin tulokset olisivat saattaneet vastata enemmän esimerkiksi Huttusen ja Rantalan (2019) havaitsemia äänenlaadun muutoksia. Tämän tutkielman tarkoituksena oli kuitenkin tutkia vesipiipun tehoa terveäänisillä puhujilla, joten otos palveli riittävästi tutkielman tarpeita.

Aineistonkeruun protokolla on voinut myös vaikuttaa tutkimuksen tuloksiin. Tässä tutkimuksessa AVQI-näytteet kerättiin viimeisenä ja näitä edelsi fonaation aloittamiseen tarvittavan kynnyspaineen (PTP) ääninäytteet (ks. menetelmät, taulukko 2). Tämä aiheutti sen, että aika vesipiipun käytöstä AVQI-näytteiden keräämiseen hieman vaihteli tutkittavien välillä riippuen siitä, kuinka pitkään PTP-näytteiden keräämiseen kului aikaa (esim. äänenkorkeuden etsiminen). Voi olla, että mikäli AVQI-näytteet olisi kerätty ensimmäisenä mittausprotokollassa, pinnallisen kustutuksen vaikutukset olisivat voineet näkyä ensimmäisessä mittauksessa selkeämmin.

Lopuksi on syytä pohtia käytetyn analyysimenetelmän soveltuvuutta. Äänenlaatuindeksi (AVQI) valittiin tämän tutkimuksen mittariksi, sillä sen uusin versio 03.01 on validoitu suomenkielisille puhujille ja sitä on suositeltu myös käytettäväksi kliinisessä työssä (Kankare ym., 2020). Aikaisemmista tutkimuksista tiedetään kuitenkin, että AVQI:n reliabiliteetti ja herkkyys erotella tutkittavia toisistaan heikkenevät, kun sillä tarkastellaan vain lievästi häiriöisiä ääniä (Batthyany ym., 2019; Faham ym., 2019). Tässä tutkielmassa hyödynnettiin kuitenkin myös AVQI:n laskemia

osaparametreja. Vaikka AVQI-luvun erottelukyky olisikin heikko, yksittäisistä parametreista saatiin tarkempaa tietoa. Lisäksi on havaittu, että äänenlaatuindeksi reagoi herkästi intervention aiheuttamiin muutoksiin äänessä (Hosokawa ym., 2016; Maryn ym., 2010). Tällöin sen käyttö myös tässä tutkielmassa oli perusteltua.

On muistettava kuitenkin, että muiden instrumentaalisten tutkimusmenetelmien tapaan myös AVQI on mittarina epäsuora (Stemple ym., 2020, s. 177–180) – se ei siis mittaa suoraan kudosiskositeetin tai kudoksen nestetasapainon muutoksia. Stemple ja kollegat (2020, s. 177–180) painottavatkin, että epäsuoraan tutkimukseen tulisi aina yhdistää myös kuulonvarainen arviointi. Jatkossa myös tämä tulisi ottaa huomioon, kun tutkitaan pinnallisen kostutuksen vaikutuksia äänenlaatuun.

6.3 Jatkotutkimusaiheita

Tämän tutkielman tulokset herättävät muutamia kysymyksiä, joita olisi hyvä tutkia tarkemmin jatkossa. Ensinäkin tulisi selvittää, kuinka NHS-vesipiipun käyttö pidemmällä ajanjaksolla – esimerkiksi kerran päivässä käytettynä kuukauden ajan – vaikuttaa äänenlaatuun. Tällöin tulisi ottaa huomioon myös se, halutaanko tutkia terveitä vai äänihäiriödiagnoosin saaneita henkilöitä. Parhaassa tapauksessa tutkimukseen rekrytoitaisiin henkilöitä kummastakin ryhmästä, jotta nähtäisiin, eroavatko vaikutukset ja hyöty näissä ryhmissä merkitsevästi toisistaan.

Toiseksi tulisi myös selvittää NHS-vesipiipun teho palauttavana hoitona, jolloin tutkimushenkilöt kävisivät läpi kuivattavan intervention (esim. suuhengitys) ennen varsinaista pinnallista kostutusta. Tällöin voitaisiin tarkastella myös sitä, kuinka vaikutus muuttuu ajassa intervention jälkeen, kauanko vaikutus kestää ja millä aikavälillä vaikutus on huipussaan. Mittaukset voitaisiin tehdä esimerkiksi välittömästi intervention jälkeen ja tästä viiden, viidentoista, kolmenkymmenen ja kuudenkymmenen minuutin kuluttua. Tällöin saataisiin myös lisää tukea sille, pitääkö muun muassa Royn ja kollegoiden (2003) havaitsema 20 minuutin vaikutusaika paikkaansa.

Jatkossa myös muuttujien kontrollointiin tulee kiinnittää tarkemmin huomiota. Ääninäytteitä tallennettaessa sekä äänenpainetaso että äänenkorkeus tulisi saada kontrolloitua reaaliaikaisesti esimerkiksi visuaalisen palautteen avulla. Tällöin tutkimuksen alussa äänitettäisiin referenssitaso ja tutkittava pyrkisi tähän näytteitä antaessaan (esimerkiksi näytöllä kulkeva viiva). Tutkimuksissa olisi tärkeä myös kiinnittää huomiota siihen, onko joitakin taustatekijöitä (esim. äänihäiriö, allergiat), jotka

vaikuttavat siihen, kuinka tutkittava hyötyy interventiosta. Lisäksi systeeminen nesteytys tulee kontrolloida esimerkiksi 2–4 tunnin nestepaastolla. Myös tutkimushenkilömäärää tulisi kasvattaa, jotta tilastollisten menetelmien käyttö olisi helpompaa. Tässä voidaan hyödyntää esimerkiksi tutkimusasetelmaa, jossa tutkittavat toimivat omina kontrolleinaan ja käyvät läpi jokaisen intervention eri ajankohtina.

LÄHDELUETTELO

- Altman, K., Atkinson, C., & Lazarus, C. (2005). Current and emerging concepts in muscle tension dysphonia: A 30-month review. *Journal of Voice*, *19*(2), 261–267. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2004.03.007>
- Alves, M., Krüger, E., Pillay, B., van Lierde, K., & van der Linde, J. (2017). The effect of hydration on voice quality in adults: A systematic review. *Journal of Voice*, *33*(1), 125.e13–125.e28. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.10.001>
- Awan, S., & Roy, N. (2006). Toward the development of an objective index of dysphonia severity: A four-factor acoustic model. *Clinical Linguistics & Phonetics*, *20*(1), 35–49. <https://doi.org/10.1080/02699200400008353>
- Ayache, S., Ouaknine, M., Dejonkere, P., Prindere, P., & Giovanni, A. (2004). Experimental study of the effects of surface mucus viscosity on the glottic cycle. *Journal of Voice*, *18*(1), 107–115. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2003.07.004>
- Barsties, M., & Maryn, Y. (2016). External validation of the Acoustic Voice Quality Index version 03.01 with extended representativity. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, *125*(7), 571–583. <https://doi.org/10.1177/0003489416636131>
- Barsties v. Latoszek, U., Ulozaitė-Stanienė, N., Maryn, U., Petrauskas, T., & Uloza, V. (2019). The influence of gender and age on the Acoustic Voice Quality Index and Dysphonia Severity Index: A normative study. *Journal of Voice*, *33*(3), 340–345. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.11.011>
- Batthyany, C., Maryn, Y., Trauwaen, I., Caelenberghe, E., Van Dinther, J., Zarowski, A., & Wuts, F. (2019). A case of specificity: how does the Acoustic Voice Quality Index perform in normophonic subjects? *Applied Sciences*, *9*(12), 2527. <https://doi.org/10.3390/app9122527>
- Birk, R., Händel, A., Wenzel, A., Kramer, B., Aderhold, C., Hörmann, K., Stuck, B., & Sommer, J. (2017). Heated air humidification versus cold air nebulization in newly tracheostomized patients. *Head & Neck*, *39*(12), 2481–2487. <https://doi.org/10.1002/hed.24917>

- Bottalico, P., Codino, J., Cantor-Cutiva, L., Marks, K., Nudelman, C., Skeffington, J., ... Rubin, A. (2018). Reproducibility of voice parameters: The effect of room acoustics and microphones. *Journal of Voice*, 34(3), 320–334. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.10.016>
- Boucher, R. (1999). Molecular insights into the physiology of the ‘thin film’ of airway surface liquid. *Journal of Physiology*, 516(3), 631–638. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.1999.0631u.x>
- Brockmann-Bauser, M., Bohlender, J., & Mehta, D. (2018). Acoustic perturbation measures improve with increasing vocal intensity in individuals with and without voice disorders. *Journal of Voice*, 32(2), 162–168. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.04.008>
- Brockmann-Bauser, M., van Stan, J., Sampaio, M., Bohlender, J., Hillman, R., & Mehta, D. (2019). Effects of vocal intensity and fundamental frequency on cepstral peak prominence in patients with voice disorders and vocally healthy controls. *Journal of Voice*, (painossa). <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2019.11.015>
- Cannes do Nascimento, N., dos Santos, A., Sivasankar, M., Cox, A., & Jette, M. (2020). Unraveling the molecular pathobiology of vocal fold systemic dehydration using an in vivo rabbit model. *PloS One*, 15(7), e0236348. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236348>
- Chan, R., & Tayama, N. (2002). Biomechanical effects of hydration in vocal fold tissues. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, 126(5), 528–537. <https://doi.org/10.1067/mhn.2002.124936>
- Cracco, C., & Kahane, J. (1987). Age-related changes in the vestibular folds of the human larynx: A histomorphometric study. *Journal of Voice*, 3(3), 204–212. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(89\)80002-5](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(89)80002-5)
- Deliyski, D., Evans, M., & Shaw, H. (2005). Influence of data acquisition environment on accuracy of acoustic voice quality measurements. *Journal of Voice*, 19(2), 176–186. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2004.07.012>
- Eberly College of Science. (n.d.). Statistics 501, regression methods. lesson 11 – influential points: identifying outliers (Unusual y values). [verkko materiaali]. Department of Statistics. Viitattu 14.01.2021, saatavilla: <https://online.stat.psu.edu/stat501/lesson/11/11.3>

- Englert, M., Lopes, L., Vieira, V., & Behlau, M. (2020a). Accuracy of Acoustic Voice Quality Index and its isolated acoustic measures to discriminate the severity of voice disorders. *Journal of Voice*, (painossa). <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2020.08.010>
- Englert, L., Lima, L., & Behlau, M. (2020b). Acoustic Voice Quality Index and Acoustic Breathiness Index: Analysis with different speech material in the Brazilian Portuguese. *Journal of Voice*, 34(5), 810.e11–810.e17. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2019.03.015>
- Faham, L., Laukkanen, A.-M., Ikävalko, T., Rantala, L., Geneid, A., Holmqvist-Jämsén, S., Ruusuvirta, K., & Pirilä, S. (2019). Acoustic Voice Quality Index as a potential tool for voice screening. *Journal of Voice*, (painossa). <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2019.08.01>
- Finkelhor, B., Titze, I., & Durham, P. (1988). The effect of viscosity changes in the vocal folds on the range of oscillation. *Journal of Voice*, 1(4), 320–325. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(88\)80005-5](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(88)80005-5)
- Fisher, K., Telser, A., Phillips, J., & Yeates, D. (2001). Regulation of vocal fold transepithelial water fluxes. *Journal of Applied Physiology*, 91(3), 1401–1411. <https://doi.org/10.1152/jappl.2001.91.3.1401>
- Fukuda H., Masahiro, K., Tatehara, T., Ling, E., Kita, K., Ohki, K., ... & Saito, S. (1988). A new concept of lubricating mechanisms of the larynx. Teoksessa Fujimura, O. (1988). *Vocal fold physiology Vol 2. Voice production, mechanisms, and functions*. (s. 83–92). Raven Press, Ltd: New York.
- Hanson, K., Zhang, Y., & Jiang, J. (2011). Ex vivo canine vocal fold lamina propria rehydration after varying dehydration levels. *Journal of Voice*, 25(6), 657–662. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2010.06.005>
- Hemler, R., Wieneke, G., Leback, J., & Dejonckere, P. (2001). Laryngeal mucosa elasticity and viscosity in high and low relative air humidity. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 258(3), 125–129. <https://doi.org/10.1007/s004050100321>
- Hengitysliitto. (2020). Sisäilman kosteus ja lämpötila. Hengitysliitto. Haettu 26.10.2020 osoitteesta <https://www.hengitysliitto.fi/fi/sisailma/sisailma-asiat-sisailmaongelmat/sisailman-kosteus-ja-lamportila>

- Hernández, J., Gómez, N., Jiménez, A., Izquierdo, L & Barsties von Latoszek, B. (2018). Validation of the Acoustic Voice Quality Index version 03.01 and the Acoustic Breathiness Index in the spanish language. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 127(5), 317–326. <https://doi.org/10.1177/0003489418761096>
- Hillenbrand, J., & Houde, R. (1996). Acoustic correlates of breathy vocal quality: dysphonic voices and continuous speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 39(2), 311–321. <https://doi.org/10.1044/jshr.3902.311>
- Hosokawa, K., Barsties, B., Iwahashi, T., Iwahashi, M., Kato, C., Iwaki, S., ... & Maryn, Y. (2016). Validation of the Acoustic Voice Quality Index in the japanese language. *Journal of Voice*, 31(2), 260.e1–260.e9. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.05.010>
- HUSvideot. (2.10.2012). Vesipiipun käyttö äänen huollossa. [video]. Viitattu 13.06.2020, saatavilla: https://www.youtube.com/watch?v=I_0b2EE4Zz8&feature=youtu.be
- Huttunen, K., & Rantala, L. (2019). Effects of humidification of the vocal tract and respiratory muscle training in women with voice symptoms – a pilot study. *Journal of Voice*, (painossa). <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2019.07.019>
- Jacobson, B., Johnson, A., Grywalski, C., Silbergleit, A., Jacobson, G., & Benninger, M. (1997). The Voice Handicap Index (VHI): development and validation. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 6(3), 66–70. <https://doi.org/10.1044/1058-0360.0603.66>
- Jiang, J., Ng, J., & Hanson, D. (1999). The effects of rehydration on phonation in excised canine larynges. *Journal of Voice*, 13(1), s. 51–59. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(99\)80061-7](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(99)80061-7)
- Kankare, E., Barsties von Latoszek, B., Maryn, Y., Asikainen, M., Rorarius, E., Vilpas, S., ..., & Laukkanen, A.-M. (2018). The Acoustic Voice Quality Index version 02.02 in the finnish-speaking population. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 45(2), s. 49–56. <https://doi.org/10.1080/14015439.2018.1556332>
- Kankare, E., Rantala, L., Ikävalko, T., Barsties v. Latoszek, B., & Laukkanen, A.-M. (2020). Akustisen äänenlaatuindeksin (AVQI) version 03.01 validointi suomenkielisille puhujille. *Puhe ja Kieli*, 40(3), 165–182. <https://doi.org/10.23997/pk.101516>

- Kersten, P., Küçükdeveci, A., & Tennant, A. (2012). How should we use the visual analogua scale (VAS) in rehabilitation outcomes? IV: reply on "How should we use the visual analogue scale (VAS) in rehabilitation outcomes?". *Journal of Rehabilitation Medicine*, 44(9), 803–804. <https://doi.org/10.2340/16501977-1044>
- Kim, G., Barsties v. Latoszek, B., Lee, Y. (2019). Validation of Acoustic Voice Quality Index version 3.01 and Acoustic Breathiness Index in korean population. *Journal of Voice*, (painossa). <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2019.10.005>
- Kim, G., Lee, Y., Bae, I., Park, H., Lee, B., & Kwon, S. (2020). Comparison of two versions of the Acoustic Voice Quality Index for quantification of dysphonia severity. *Journal of Voice*, 34(3), 489.e11–489.e19. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.11.013>
- KvantiMOTV. (2004). Graafinen esitys (kuviot): Laatikko-jana-kuvio. [verkkosivu]. Viitattu 14.01.2021, saatavilla <https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kuviot/kuviot.html#laatikkojana>
- Laerd Statistics, ANOVA. (n.d.). One-way ANOVA in SPSS Statistics. [verkkosivu]. Viitattu 14.01.2021, saatavilla: <https://statistics.laerd.com/spss-tutorials/one-way-anova-using-spss-statistics.php>
- Laerd Statistics, Normality. (n.d.). Testing for Normality using SPSS Statistics. Viitattu 14.01.2021, saatavilla: <https://statistics.laerd.com/spss-tutorials/testing-for-normality-using-spss-statistics.php>
- Laukkanen, A.-M., Ikävalko, T., Rantala, L., & Kankare, E. (2020). Akustinen äänenlaatuindeksi (AVQI) äänen arvioinnissa: Alustava monitapaustutkimus äänitason, -tilan ja äänentuottotavan vaikutuksista. *Puhe Ja Kieli*, 40(3), 143–160. <https://doi.org/10.23997/pk.101515>
- Levendoski, E., Sundarajan, A., & Sivasankar, M. (2014). Reducing the negative vocal effects of superficial laryngeal dehydration with humidification. *Annals of Otolaryngology & Rhinology*, 123(7), 475–481. <https://doi.org/10.1177/0003489414527230>
- Leydon, C., Sivasankar, M., Falciglia, D., Atkins, C., & Fisher, K. (2009). Vocal fold surface hydration: a review. *Journal of Voice*, 23(6), 658–665. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2008.03.010>

- Lowell, S., Kelley, R., Awan, S., Colton, R., & Chan, N. (2012). Spectral- and cepstral-based acoustic features of dysphonic, strained voice quality. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 121(8), 539–548. <https://doi.org/10.1177/000348941212100808>
- Mahalingam, S., & Boominathan, P. (2016). Effects of steam inhalation on voice quality-related acoustic measures. *Laryngoscope*, 126(10), 2305–2309. <https://doi.org/10.1002/lary.25933>
- Maryn, Y., Corthals, P., van Cauwenberge, P., Roy, N., & De Bodt, M. (2009). Toward improved ecological validity in the acoustic measurement of overall voice quality: combining continuous speech and sustained vowels. *Journal of Voice*, 24(5), 520–555, <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2008.12.014>
- Maryn, Y., De Bodt, M., & Roy, N. (2010). The Acoustic Voice Quality Index: toward improved treatment outcomes assessment in voice disorders. *Journal of Communication Disorders*, 43(3), 161–174. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2009.12.004>
- Merriam-Webster. (n.d.). Osmosis. Merriam-Webster.com dictionary. [verkkosivu]. Haettu 26.10.2020, saatavilla: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/osmosis>
- Merriam-Webster. (n.d.). Viscosity. Merriam-Webster.com dictionary. [verkkosivu]. Haettu 14.01.2021, saatavilla: from <https://www.merriam-webster.com/dictionary/viscosity>
- Nakagawa, H., Fukuda, H., Kawaida, M., Shiotani, A., & Kanzaki, J. (1998). Lubrication mechanism of the larynx during phonation: an experiment in excised canine larynges. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 50(4), 183–194. <https://doi.org/10.1159/000021460>
- Noordzij, J., & Ossoff, R. (2006). Anatomy and physiology of the larynx. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 39(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.otc.2005.10.004>
- Nummenmaa, L. (2004). *Käyttätymistieteiden tilastolliset menetelmät*. Tekijä- ja kustannusosakeyhtiö Tammi: Helsinki.
- Pommée, T., Maryn, Y., Finck, C., & Morsomme, D. (2018). The Acoustic Voice Quality Index, version 03.01, in French and the Voice Handicap Index. *Journal of Voice*, 34(4), 646.e1–646.e10. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.11.017>

Price, D., Staud, R., & Robinson, M. (2012). How should we use the visual analogue scale (VAS) in rehabilitation outcomes? II: Visual analogue scales as ratio scales: an alternative to the view of Kersten et al. *Journal of Rehabilitation Medicine*, *44*(9), 800–801.

<https://doi.org/10.2340/16501977-1031>

Randell, S., & Boucher, R. (2006). Effective mucus clearance is essential for respiratory health. *American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology*, *35*(1), 20–28.

<https://doi.org/10.1165/rcmb.2006-0082SF>.

Roy, N., Tanner, K., Gray, S., Blomgren, M., & Fisher, K. (2003). An evaluation of the effects of three laryngeal lubricants on phonation threshold pressure (PTP). *Journal of Voice*, *17*(3), 331–342. [https://doi.org/10.1067/s0892-1997\(03\)00078-x](https://doi.org/10.1067/s0892-1997(03)00078-x)

Sala, E., & Rantala, L. (2019). Indoor climate. Teoksessa: Sala, E., & Rantala, L.M. (toim.). *Voice ergonomics: occupational and professional voice care*. s. 55–68. Newcastle upon Tyne: Cambridge Scholars Publishing.

Sala, E., Rantala, L., & Simberg, S. (2019). Voice disorder and voice ergonomics. Teoksessa: Sala, E., & Rantala, L.M. (toim.). *Voice ergonomics: occupational and professional voice care*. s. 6–29. Newcastle upon Tyne: Cambridge Scholars Publishing.

Samuels, T., Handler, E., Syring, M., Pajewski, N., Blumin, J., Kerschner, J., & Johnston, N. (2008). Mucin gene expression in human laryngeal epithelia: effect of laryngopharyngeal reflux. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, *117*(9), 688–695.

<https://doi.org/10.1177/000348940811700911>

Santana, E., Vaz Masson, M., & Araújo, T. (2017). The effect of surface hydration on teachers' voice quality: an intervention study. *Journal of Voice*, *31*(3), s. 383.e5–383.e11.

<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.08.019>

Sisäilmäyhdistys ry. (2008). Fysikaaliset tekijät. Helsingin, Espoon ja Vantaan Terveelliset tilat, Sisäilmäyhdistys ry. Haettu 26.10.2020 osoitteesta

<https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Fysikaaliset-tekijat>

- Sivasankar, M., Erickson, E., Rosenblatt, M., & Branski, R. (2010). Hypertonic challenge to porcine vocal folds: effects on epithelial barrier function. *Otolaryngology – Head and Neck Surgery*, 142(1), 79–84. <https://doi.org/10.1016/j.otohns.2009.09.011>
- Sivasankar, M., Erickson, E., Schneider, S., & Hawes, A. (2008). Phonatory effects of airway dehydration: preliminary evidence for impaired compensation to oral breathing in individuals with a history of vocal fatigue. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 51(6), 1494–1506. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2008/07-0181\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2008/07-0181))
- Sivasankar, M., & Fisher, K. (2007). Vocal fold epithelial response to luminal osmotic perturbation. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50(4), 886–898. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2007/063\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2007/063))
- Sivasankar, M., & Fisher, K. (2002). Oral breathing increases Pth and vocal effort by superficial drying of vocal fold mucosa. *Journal of Voice*, 16(2), 172–181. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(02\)00087-5](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(02)00087-5)
- Sivasankar, M., & Leydon, C. (2010). The role of hydration in vocal fold physiology. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*, 18(3), 171–175. <https://doi.org/10.1097/moo.0b013e3283393784>
- Solomon, N., & DiMattia, M. (2000). Effects of a vocally fatiguing task and systemic hydration on phonation threshold pressure. *Journal of Voice*, 14(3), s. 341–362. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(00\)80080-6](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(00)80080-6)
- Stemple, J. C., Roy, N., & Klaben, B. (2020). *Clinical voice pathology: Theory and management*. San Diego, CA: Plural Publishing Inc.
- Tanner, K., Fujiki, R., Dromey, C., Merrill, R., Robb, W., Kendall, K., ..., & Sivasankar, M. (2016). Laryngeal desiccation challenge and nebulized isotonic saline in healthy male singers and nonsingers: effects on acoustic, aerodynamic, and self-perceived effort and dryness measures. *Journal of Voice*, 30(6), 670–676. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2015.08.016>

- Tanner, K., Roy, N., Merrill, R., & Elstad, M. (2007). The effects of three nebulized osmotic agents in the dry larynx. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50(3), 635–646. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2007/045\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2007/045))
- Tanner, K., Roy, N., Merrill, R., Muntz, F., Houtz, D., Sauder, C., Elstad, M., & Wright-Costa, J. (2010). Nebulized isotonic saline versus water following a laryngeal desiccation challenge in classically trained sopranos. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53(6), 1555–1566. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2010/09-0249\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2010/09-0249))
- Titze, I.R. (2000). *Principles of voice production* (2. painos). National Center for Voice and Speech: Iowa City.
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta (2012). Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. *Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje 2012*. Viitattu 30.11.2020, saatavilla: https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf?_ga=2.216429908.391658218.1606742499-2125170633.1606742499
- TYKS. (2019). Äänihäiriöt ja muut kurkunpäänsairaudet: Hoito-ohjeet. [sähköinen potilasohje]. Viitattu 9.6.2020, saatavilla: <https://www.vsshp.fi/fi/hoito-ja-tutkimukset/Sivut/aanihairiot-ja-muut-kurkunpaan-sairaudet.aspx>
- Tyrmi, J., & Ikävalko, T. (2020). Akustinen äänenlaatuindeksi kuormittumisen ja palautumisen mittarina: semiokluusioharjoitukset ja lepo palautumisen menetelminä. *Puhe ja Kieli*, 40(3), s. 183–200. <https://doi.org/10.23997/pk.101518>
- Verdolini, K., Min, Y., Titze, I., Lemke, J., Brown, K., Mersbergen, M., ..., & Fisher, K. (2002). Biological mechanisms underlying voice changes due to dehydration. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 45(2), 268–281. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2002/021\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2002/021))
- Verdolini, K., Titze, I., & Fennell, A. (1994). Dependence of phonatory effort on hydration level. *Journal of Speech and Hearing Research*, 37(5), 1001–1007. <https://doi.org/10.1044/jshr.3705.1001>

- Witt, R., Taylor, L., Regner, M., & Jiang, J. (2011). Effects of surface dehydration on mucosal wave amplitude and frequency in excised canine larynges. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, *144*(1), 108–113. <https://doi.org/10.1177/0194599810390893>
- Wolkoff, P. (2018). Indoor air humidity, air quality, and health – an overview. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, *221*(3), 376–390. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2018.01.015>
- Yiu, E., & Chan, R. (2003). Effect of hydration and vocal rest on the vocal fatigue in amateur karaoke singers. *Journal of Voice*, *17*(2), 216–227. [https://doi.org/10.1016/s0892-1997\(03\)00038-9](https://doi.org/10.1016/s0892-1997(03)00038-9)
- Yliopiston Apteekki. (2017). Vesipiippu: muovinen inhalaattori. [verkkokauppa]. Viitattu 9.6.2020, saatavilla: <https://www.yliopistonapteekki.fi/vesipiippu-muovinen-inhalaattori-1-kpl-26267.html>
- Young, N., Matsuzaki, H., & Sasaki, C. (2015). Anatomy of the larynx. Teoksessa Fried, M., & Tan, M. (2015). *Clinical Laryngology: The Essentials*. (s. 1–8) Georg Thieme Verlag. <https://doi.org/10.1055/b-002-98004>
- Zou, Z., Chen, W., Li, W., & Yuan, K. (2019). Impact of vocal fold dehydration on vocal function and its treatment. *Current Medical Science*, *39*(2), 310–316. <https://doi.org/10.1007/s11596-019-2036-0>

Liite 1.

Suostumus tutkimushenkilöksi logopedian kandidaatin- ja pro gradu -tutkielmiin

NRO:

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, kuinka vesipiipun käyttö eri tavoin vaikuttaa äänenlaatuun akustisesti mitattuna. Tutkittavilta kerätään esitiedot, pyydetään oma arvio äänestään tutkimushetkellä sekä tallennetaan ääninäytteet. Vesipiipun tehoa selvitetään määrällisesti analysoimalla akustisesti äänen laatuun liittyviä parametrejä Acoustic Voice Quality Indexin (AVQI) avulla, mittaamalla fonaation aloittamiseen tarvittavaa kynnyspainetta sekä tarkastelemalla ääntä kuulonvaraisesti. Lisäksi laadullista aineistoa kerätään mahdollisia jatkotutkimuksia varten pyytämällä koehenkilöitä kuvaamaan piipun käytön kokemusta ja tuntemuksia omaan ääneen liittyen. Tutkimuksen toteutusta ohjaavat laillistettu puheterapeutti sekä vokologian professori. Kerätyt tiedot säilytetään salasanojen takana tutkimuksen ajan, jonka jälkeen tiedot siirtyvät logopedian suojattuun tutkimusarkistoon.

Allekirjoittamalla suostumuksen hyväksyt seuraavat ehdot:

1. Annan luvan logopedian opiskelijoille, Niko Tattarille ja Milja Forssille, tallentaa ääninäytteitä ja kerätä itsearviointia sekä esitietoja, sekä käyttää kerättyä tietoa pro gradu -tutkielmien tekemiseen
2. Tutkimusaineistoa säilytetään Tampereen yliopiston logopedian arkistossa vuoteen 2031 asti. Tämän jälkeen aineisto tuhoetaan.
3. Aineistoon pääsee käsiksi tässä dokumentissa nimetyt tutkijat sekä ohjaaja
4. Tallenteita ja itsearviointilomakkeita käytetään tutkimuksessa niin, että tutkimushenkilöä ei ole mahdollista tunnistaa tutkimusraportista.

Aineiston jatkokäyttöä koskeva lupa:

1. Annan suostumukseni käyttää kerättyä aineistoa myös muihin logopedian tutkimuksiin ja opinnäytetöihin, joiden aihepiiri liittyy ääneen. Tutkittavaa ei voida tunnistaa raportoinnissa.
 - a. kyllä en

Tämä tutkimus noudattaa ihmistieteisiin luettavien tutkimusalojen eettisiä periaatteita. Tutkimushenkilöitä kohdellaan anonyymisti eli niin, ettei heitä ole mahdollista tunnistaa tutkimusraportista. Yksityisyyden suoja kuuluu Suomen perustuslailla suojattuihin oikeuksiin. Yksityisyyden suojaa noudatetaan kaikissa tutkimusvaiheissa: aineiston keruussa, käsittelyssä ja tulosten julkaisemisessa. Tutkimustehtävät eivät kuormita tutkittavaa fyysisesti tai psyykkisesti. Tutkimushenkilöitä kohdellaan kunnioittavasti myös tutkimusjulkaisuissa. Tutkimukseen osallistuminen on täysin vapaaehtoista, ja tutkittavalla on oikeus keskeyttää tutkimukseen osallistuminen missä vaiheessa tahansa. Tutkimuksesta saadut tulokset julkaistaan pro gradu -tutkielmina, jotka valmistuvat välillä 2021–2022. Tutkielmia ohjaavat dosentti, yliopiston lehtori ja laillistettu puheterapeutti Leena Rantala sekä vokologian professori Anne-Maria Laukkanen.

Paikka ja aika:

Allekirjoitus:

Nimenselvennys:

Liite 2. Esitietolomake

Esitietolomake Tutkimukseen osallistuvalla

Tämän esitietolomakkeen tietoja käytetään ainoastaan tutkimustarkoituksiin. Kun analyysit on tehty, saat halutessasi omat tulokset itsellesi. Ilmoita esitietolomakkeen lopussa, mikäli haluat tutkimuksen tulokset omasta äänestäsi. Tulokset lähetetään pyyntöä vastaan, kun analysointi on tehty.

Vastaathan kaikkiin alla oleviin kysymyksiin. Pyydämme myös, että ruksit laitetaan vain tarjottuihin vaihtoehtoihin, eikä esimerkiksi niiden ulkopuolelle tai väleille. Tämä helpottaa tulosten analysointia.

Perustiedot

Ryhmä: 1 2 3

Nro:

Nimi: _____

Syntymävuosi: _____

Sukupuoli: nainen mies muu

Korkein aikaisempi koulutukseni:

muu ammattikoulu lukio korkeakoulu

Terveys

1. Onko sinulla todettuja hengitysteihin liittyviä allergioita?

(esim. siitepöly, sisäilmaongelmat)

kyllä ei

2. Käytätkö allergia/astmalääkkeitä?

kyllä en

3. Käytätkö jotakin lääkettä, joka poistaa nestettä?

kyllä en

4. Tupakoitko?

kyllä en

a. Jos kyllä, kuinka monta päivässä?

1-5 6-10 11 tai yli

5. Onko sinulla todettu astma?

kyllä ei

6. a) Vettä tulisi juoda noin 1-1,5 litraa päivässä. Kuinka paljon juot vettä yleensä päivän aikana tähän suositukseen nähden?

alle suosituksen suosituksen verran yli suosituksen

b) Oletko juonut nestettä viimeisen 2 tunnin aikana? kyllä en

jos kyllä, kuinka paljon?: _____

Ääni

1. Onko sinulla ääneen liittyviä harrastuksia? kyllä ei

2. Oletko saanut äänenkäyttöön liittyvää koulutusta? kyllä ei

3. Onko sinulla ollut äänesi kanssa ongelmia? kyllä ei

4. Kuinka paljon käytät ääntä päivässä?

harvakseltaan päivän mittaan, en pitkiä aikoja kerrallaan

harvakseltaan päivän mittaan, pitkän aikaa kerrallaan

useita kertoja päivässä, en kuitenkaan pitkään kerrallaan

useita kertoja päivässä, pitkiä aikoja kerrallaan

5. Arvioi ääntäsi tällä hetkellä verrattuna omaan normaaliin (itselle normaali keskellä):

huonompi

parempi

Mikäli koet, että äänesi on tavallista huonompi, miksi?

Tahdotko, että äänestäsi tehtyjen analyysien (AVQI) tulokset lähetetään sinulle?

kyllä en

Liite 4. Koonti tuloksista AVQI:n (ylempi) ja subjektiivisten kokemusten (alla) osalta.

	L ⁺				L ⁻				kontrolli			
	ka	min	max	sd	ka	min	max	sd	ka	min	max	sd
CPPs												
1.	13,85	12,16	15,05	,80	13,53	11,80	15,49	1,04	13,60	11,30	15,20	1,29
2.	13,88	12,11	15,86	1,22	13,85	11,85	15,72	1,11	14,06	11,16	16,53	1,58
3.	13,71	11,76	15,88	1,41	13,81	11,94	15,10	1,08	14,11	11,79	16,59	1,50
HNR												
1.	21,10	19,63	24,08	1,38	22,24	19,28	24,88	1,74	21,05	19,48	23,43	1,17
2.	21,40	19,27	23,92	1,58	23,04	19,46	26,03	1,97	21,73	19,83	22,74	0,90
3.	21,07	18,20	24,00	1,76	23,18	19,19	26,75	2,11	22,06	19,39	23,87	1,41
Sh%												
1.	3,65	2,74	5,07	,64	3,57	2,37	4,64	,68	3,82	2,87	4,77	,58
2.	3,73	2,69	4,93	,76	3,31	2,43	4,32	,64	3,71	2,69	5,07	,69
3.	3,77	2,83	5,15	,73	3,57	2,61	4,71	,63	3,39	2,25	4,20	,62
ShdB												
1.	,39	,33	,45	,04	,37	,30	,46	,05	,39	,31	,45	,04
2.	,41	,33	,50	,05	,36	,31	,43	,05	,40	,34	,50	,05
3.	,40	,32	,53	,06	,39	,29	,46	,05	,38	,29	,45	,05
Slope												
1.	-22,50	-24,49	-19,52	1,79	-24,88	-27,12	-22,26	1,37	-23,60	-28,17	-19,48	2,52
2.	-21,54	-24,72	-18,32	2,15	-25,03	-28,34	-21,78	2,41	-23,15	-28,14	-19,53	2,33
3.	-22,48	-25,35	-18,57	2,22	-25,84	-29,10	-22,35	2,23	-23,49	-28,74	-17,93	2,92
Tilt												
1.	-12,14	-13,65	-10,52	0,86	-12,18	-12,90	-11,11	0,50	-11,83	-13,08	-10,70	0,71
2.	-12,04	-13,69	-10,79	0,90	-12,05	-12,80	-11,15	0,75	-11,82	-13,07	-10,78	0,73
3.	-11,96	-13,52	-10,71	0,88	-11,92	-12,97	-10,92	0,59	-11,72	-12,68	-10,57	0,64

Ryhmiin kokemukset kurkun kuivuudesta VAS-janalla arvioituna kolmessa mittauspisteessä, janan arvot 0 (todella kuiva) – 100 (ei lainkaan kuiva).

Mittaus	L ⁺ (n = 11)		L ⁻ (n = 11)		kontrolli (n = 12)	
	ka	sd	ka	sd	ka	sd
1.	49,7	15,3	44,3	11,1	41,3	11,3
2.	59,0	19,3	62,7	17,6	43,5	15,4
3.	57,1	15,2	60,8	19,9	42,3	17,3