

KATSAUS PUTKIIN JA PILLEIHIN ÄÄNTÄMISEN VAIKUTUSPERUSTEISIIN ÄÄNEN HARJOITTAMISESSA JA TERAPIASSA

Anne-Maria Laukkanen, Tampereen yliopisto

Erikokoisiin putkiin ja pilleihin ääntäminen putken toinen pää joko ilmassa tai vedessä on varsin yleisesti käytetty menetelmä äänenharjoittamisessa ja terapiassa. Tässä katsausartikkelissa referoidaan viime vuosikymmenten aikana saatuja tutkimustuloksia, joilla on pyritty valottamaan näiden harjoitusten vaikutusperusteita. Päähuomio on harjoituksissa, joissa putken toista päätä pidetään ilmassa. Tulosten perusteella näyttää siltä, että putkiäännessä tapahtuva ääntöväylävastuksen kasvu voi auttaa harjoittelijaa tavoittamaan suotuisan adduktio (ns. ääntöbalanssin eli vuotoinen ääntö tiivistyy ja puristeinen vapautuu), kurkunpään lihasten aktiviteettisuhteen (tyroarytenoideus-lihaksen aktiviteetti kasvaa cricoarytenoideus-lihaksen aktiviteettiin nähden, jolloin glottis pitenee pystysuunnassa), ja suuren nielun alaosan ja kurkunpään ääntöväylän pinta-alojen suhteen (avara nielu ja/tai epilaryngaaliputken eli kurkunpään ääntöväylän kaventuminen). Nämä muutokset lisäävät ääntöväylän ja äänihuulivärähtelyn välistä vuorovaikutusta, joka saa aikaan taloudellisen ja tehokkaan äänentuoton. Muutosten tavoittamiseksi harjoittelija pyrkii maksimoimaan ääntöväylän etuosan ja kasvojen alueen resonanssituntemukset äännön aikana.

Avainsanat: avara nielu/epilaryngaalinen kaventuminen, äänentuoton taloudellisuus ja tehokkuus, äänilähteen ja -väylän vuorovaikutus, ääntöbalanssi

1 JOHDANTO

Erilaisia semiokluusioäänteitä (esim. soinnilliset frikatiivit, nasaalit, kieli- ja huulitäryt) ja putkiin ääntämistä on käytetty laajalti äänen harjoittamisessa ja terapiassa (ks. Laukkanen, 1995; Simberg & Laine, 2007). Varhaisia mainintoja putkiin ääntämisestä löytyy Saksasta viime vuosisadan vaihteesta laryngologi Gustav Spiessiltä (1899, 1904).

Kirjoittajan yhteystiedot:
Anne-Maria Laukkanen
Puheen ja äänen tutkimuksen laboratorio,
Kasvatustieteiden yksikkö,
Tampereen yliopisto, Virta, Åkerlundinkatu 5,
33100 Tampere
anne-maria.laukkanen@uta.fi

Hän kirjoittaa ääniharjoitus- ja terapiamenetelmistä ja suosittelee nasaalia [m:] kaikkein tehokkaimpana harjoituksena. Hän korostaa ääniharjoituksen oikeanlaisen tuottamisen tärkeyttä. Huulten tulisi hänen mukaansa olla asetettuina kuin vihellykseen. Auttaakseen harjoittelijaa löytämään oikean harjoittelutavan Spiess käytti pieniä (pituus 12 cm, läpimitta 1 cm) lasiputkia. Putken toinen pää asetetaan suuhun, kielen puoliväliin saakka, ja huulet painetaan kevyesti mutta tiiviisti putken ympärille. Tällä tavoin Spiessin mukaan saadaan oikea 'ansatsi' (riittävä ilmanpaine ja virtaus), ja henkilö voi jatkaa äänentuottoa, vaikka sieraimet välillä suljettaisiin (Spiess, 1904). Siis täysnasaalin sijasta tavoiteääntö

vaikuttaisi olleen eräänlainen puolinasali, tai kenties ei lainkaan nasaali, vaan ääni, jossa on sopiva määrä metallikkuutta (ns. *twangia* tai *ringiä*).

Suomessa Antti Sovijärvi, Helsingin yliopiston fonetiikan professori 1940–1977, alkoi 1960-luvulla käyttää lasisia ns. *resonaattoriputkia* (pituus 24–28 cm, sisäläpimitta 8–9 mm) ääniterapiassa ja äänen harjoittamisessa (ks. Sovijärvi, 1969). Putkeen äännettiin joko pitäen sen toista päätä ilmassa tai vedessä. Jälkimmäistä, 'vesivastusterapiaa', käytetään yhä enenevässä määrin ääniterapiamenetelmänä myös muualla kuin Suomessa. Vesivastusterapiasta on kehitetty erilaisia versioita, esimerkiksi 'lax vox'-menetelmä, jossa käytetään leveämpää (läpimitta n. 9–12 mm) ja pehmeää silikoniputkea (pituus 35 cm). (Sihvo, 2006). Tässä teemajulkaisussa Susanna Simberg ja Greta Wistbacka käsittelevät artikkeleissaan resonaattoriputkella veteen ääntämistä. Yksityiskohtainen kuvaus resonaattoriputkimenettelämästä on luettavissa Simbergin ja Laineen artikkelista (2007).

Ingo Titze on tietävästi ensimmäinen, joka alkoi käyttää hyvin ahtaisiin pilleihin (sisäläpimitta n. 2–2,6 mm, pituus n. 11,5–13,9 cm) ääntämistä lauluäänien lämmittelyyn ja harjoittamiseen. Kokeelliset tulokset viittaavat siihen, että suuren ilmavirtausvastuksen antaviin pilleihin äännettäessä voidaan tuottaa korkeita ääniä ja suuria ääniraon alapuolisia ilmanpaineita ilman äänihuuliin kohdistuvaa vahvaa törmäyspainetta (Titze, Finnegan, Laukkanen & Jaiswal, 2002).

2 TUTKIMUKSIA SEMIOKLUUSIOIDEN VAIKUTUKSISTA

2.1 *Kliinisiä tutkimuksia*

Sikäli kuin kirjoittaja tietää on toistaiseksi tehty vain kaksi enemmän tai vähemmän

kontrolloitua pitkäaikaistutkimusta putkiin ja pilleihin ääntämisen terapiavaikutuksista erityyppisissä ääniongelmassa. Suomessa 2000-luvulla tehty tutkimus oli näistä ensimmäinen (Simberg, Sala, Tuomainen, Sellman & Rönnemaa, 2006). Kirjoittajat tutkivat seitsemän viikon resonaattoriputkiterapi-
an vaikutuksia kahdellakymmenellä lievästi dysfonisella potilaalla. Terapia sisälsi pääosin vesivastusharjoituksia, mutta mukana oli myös muita elementtejä esimerkiksi aksenttimenetelmästä (Smith & Thyme, 1976; Kotby, 1995). Vastaavanlaisista potilaista koostuvaan kontrolliryhmään verrattuna hoitoryhmän äänenlaatu arvioitiin paremmaksi, ja potilaat itse raportoivat merkitsevästi vähemmän äänenväsymisoireita terapian jälkeen. Tuoreessa yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa verrattiin ahtaaseen pilliin ääntämistä ja *vocal function exercise* -harjoitussarjaa (Stemple, 1984) dysfonisten potilaiden kuusi viikkoa kestäneessä terapiassa (Kapsner-Smith, Hunter, Kirkham, Cox & Titze, 2015). Tulosten mukaan potilaiden itse arvioimat oireet (Voice Handicap Index, ks. Jacobson, Johnson, Grywalski, Silbergleit, Jacobson & Benninger, 1997) vähenivät molemmissa ryhmissä merkitsevästi enemmän verrattuna kontrolliryhmään. Lisäksi pillillä harjoitelleen ryhmän äänissä kuulonvaraisesti arvioitu karheus (*roughness*; CAPE-V, ks. Kempster, Gerratt, Verdolini Abbott, Barkmeier-Kraemer & Hillman, 2009) väheni tilastollisesti merkitsevästi.

2.2 *Tutkimuksia välittömistä harjoitusvaikutuksista*

Äänenharjoitustraditiossa resonaattoriputkeen ääntämisen tavoitteena on tuntee miellyttäviä värähtelytuntemuksia ääntöväylässä, huulilla ja poskissa ääntämisen aikana ja saavuttaa tasainen ja vaivaton äänentuotto. Puheääni kuulostaa usein kuuluvammalta ja kirkkaammalta, ja sen tuotto tuntuu vaivat-

tomammalta välittömästi lyhyen, esimerkiksi minuutin mittaisen harjoittelun jälkeen. Vastaavanlaisia tuloksia on raportoitu myös kapeaan pilliin ääntämisen jälkeen (mm. Sampaio, Oliveira & Behlau, 2008).

Laukkanen ym. pyrkivät 1990-luvulla sarjassaan alustavia tutkimuksia selvittämään semiokluusioharjoitusten välittömiä vaikutuksia ja saamaan tietoa niiden vaikutusmekanismeista (esim. Laukkanen, 1992; Laukkanen, Lindholm & Vilkmán, 1995 ja 1998). Näissä tutkimuksissa käytettiin eri menetelmiä, usein koehenkilömäärä oli pieni ja tulokset jäivät sirpaleisiksi. Keskeiset havainnot olivat, että putkeen ääntämisen aikana ja heti sen jälkeen elektroglossografisignaalin (EGG-signaalin) amplitudi kasvoi ja aikatazon parametri SQ (speed quotient) ja (Q)CQ (quasi closed quotient) kasvoivat (Laukkanen, 1992). Nämä muutokset viittasivat värähdysjakson lisääntyneeseen epäsymmetriaan ja ääniraon pitempään kiinnioloaikaan, siis kasvaneeseen kontaktiin äänihuulten välillä. Vokaaliäännessä harjoituksen jälkeen spektrin kaltevuus oli loivempi ja äänenpainetaso (SPL) jonkin verran suurempi (Laukkanen, 1992). Nämä muutokset voisivat olla seurausta ääniraon alapuolisen ilmanpaineen kasvusta tai joko äänihuulten tai ääntöväylän tai molempien muuttuneista olosuhteista, jotka edistävät äänihuulivärähtelyä.

Laryngaalisen resistanssin (äännönaikainen ääniraon alapuolinen keskimääräinen ilmanpaine jaettuna keskimääräisellä ilmavirtauksella) on myös todettu vähentyneen minuutin mittaisen semiokluusioilla (soinnillinen bilabiaalinen frikatiivi, bilabiaalinen nasaali ja resonaattoriputkeen ääntäminen) harjoittelun jälkeen (Laukkanen ym., 1995). Niinikään muutos on ollut suurempaa ja systemaattisempaa ääniharjoitusten kuin vain minuutin

mittaisen puhumisen jälkeen (Laukkanen ym., 1998). Tulokset viittaavat siihen, että harjoitukset saisivat aikaan muutoksen ääniraon sulkuasteessa.

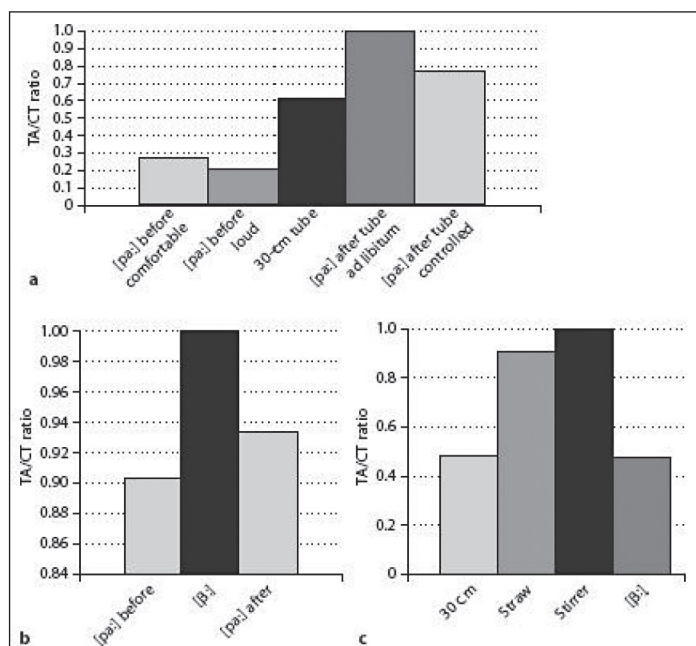
2.3 Perusteita semiokluusioiden käytölle

Sekä teoreettiseen että eksperimentaaliseen tutkimukseen pohjautuen Titze on esittänyt seuraavanlaisen selitysmallin semiokluusioiden käytölle äänenharjoittamisessa ja terapiassa (Titze, 2006 a; Titze & Laukkanen, 2007). Semiokluusiot hidastavat ilmavirtausta ääntöväylästä ja siten lisäävät ääntöväylän ja myös ääniraon sisäistä ilmanpainetta (ainakin mikäli virtausvastus on suuri). Siten ne vahvistavat äänentuoton aikaisia värähtelytunteuksia ääntöväylässä ja kasvoissa ja lisäävät ääntöväylän ja äänilähteen epälineaarista kytkentää (Titze & Story, 1997; Titze & Laukkanen, 2007; Titze, 2008; Titze, Riede & Popolo, 2008). Tämä kytkentä voi lisätä äänen voimakkuutta ja yläsävelten voimakkuutta taloudellisella tavalla, ilman liian suurta äänihuulten värähtelylaajuutta ja törmäyspainetta. Se kuitenkin edellyttää sitä, että ääniraon ja ääntöväylän vastukset on saatava yhteensopiviksi. Semiokluusiot voivat auttaa tässä yhteensovittamisessa, joka tapahtuu adduktioita ja ääniraon vertikaalista muotoa sekä epilaryngaaliputken (kurkunpään ääntöväylä eli putki äänihuulista kurkunpään eteison telon ulotuloaukkoon) laajuutta säätämällä. Titze (2006 a) suosittelee, että harjoitus- ja terapiaprosessi aloitetaan suurta virtausvastusta tuottavilla kapeilla pilleillä ja etenee vaiheittain kohden ääntöä, jossa väylävastusta on vähemmän. Resonaattoriputki, jonka toista päätä pidetään ilmassa äännön aikana, tuottaa vain hyvin pienen lisäyksen väylävastukseen (Titze ym., 2002).

2.4 Äänihuulten asetus

Jo edellä mainitut Laukkasen ym. tulokset (1995) viittasivat siihen, että semiokluusioiden aikana tapahtuisi muutoksia adduktiossa, ja että ne säilyisivät ainakin jonkin aikaa yksittäisen harjoituksen jälkeen. Useimmissa tapauksissa laryngaalinen resistanssi oli pienempi minuutin harjoittelun jälkeen. Päinvastoin kuitenkin kävi koehenkilöllä, jolla oli diagnosoitu hypofunktionaalinen dysfonia. Näyttää siis siltä, että ääntöväylävastuksen lisääminen ohjaisi kohden ääntöbalanssia. Laukkanen, Titze, Hoffman & Finnegan (2008) tutkivat laryngaalisen vastuksen säätelyä rekisteröimällä kurkunpään sisäisten lihasten aktiviteettia ja laryngaalista resistanssia semiokluusioiden aikana ja välittömästi niiden jälkeen. Koukkuelektrodein toteutetun elektromyografian (EMG) avulla oli havaittavissa (vain yhdellä naiskoehenkilöllä, mutta kahdesti, kolmen kuukauden välein toistetuissa tutkimuksissa), että semiokluusioiden aikana ja niiden jälkeen tyroarytenoideus-lihaksen (TA) aktiviteetti kasvoi suhteessa cricoarytenoideus-lihaksen (CT) aktiviteettiin, ja että tämä muutos oli sitä suurempi, mitä suurempi ääntöväylävastus harjoitukseen liittyi (ks Kuva 1). Verrattuna vokaaliääntöön ennen harjoitusta olivat ääniraon alapuolinen ilmanpaine ja laryngaalinen resistanssi pienempiä ilmaan tehdyssä putkiäännössä ja vokaaliäännössä

sen jälkeen. Mallinnuksen avulla päädyttiin siihen, että äänentuoton taloudellisuus (maksimaalinen ilmavirtauksen tyrehtymisnopeus ääniraon sulkeutumisvaiheessa jaettuna maksimaalisella ääniraon sulkeutumisnopeudella, ks. Titze, 2006 b) ja teho (äänen akustinen voimakkuus jaettuna aerodynaamisella voimalla, joka saadaan kertomalla ääniraon alapuolinen ilmanpaine glottiksen läpi tulevalla ilmavirralla, ks. Schutte, 1980) olivat suurempia, kun TA/CT-suhde oli suurempi, kunhan lateraalisen cricoarytenoideus-lihaksen (keskeinen adduktori) aktiviteetti oli sellainen, että se teki optimaalisen väylä-lähdelytykennän mahdolliseksi. Tulokset vastaavat Titzen aiemmin esittämiä oletuksia, että äänentuoton tehon kannalta optimaaliseen kurkunpään asetukseen vaikuttaa useamman lihaksen aktiviteettien suhde, ei pelkästään adduktin määrä (Titze & Talkin, 1979). Tulokset TA-lihaksen aktiviteetin suhteellisesta kasvusta semiokluusion aikana näyttää saavan vahvistusta myös foneettisista tutkimuksista, joissa on tarkasteltu kurkunpään lihasaktiviteettia ääniteiden tuoton aikana. Muiden muassa Löfqvist, Baer, McGarr, & Story (1989) ovat saaneet tuloksia, joiden mukaan cricotyroideus-aktiviteetti väheni soinnillisten plosiivien aikana. Tämä puolestaan merkitsee TA-aktiviteetin suhteellista kasvua, mikä pitää yllä riittävää adduktiota soinnin jatkumiseksi, ja voi myös stabiloida perustaajuutta.



Kuva 1. Keskimääräinen TA/CT-aktiiviteettisuhde vokaalissa [a:] (mitattu tavun 'pa' toistosta) ja eri semiokluusioiden aikana. Kuva julkaistaan uudelleen kustantajan luvalla. Alkuperäinen lähde: Laukkanen Anne-Maria, Titze Ingo R, Hoffman Henry & Finnegan Eileen (2008). *Folia Phoniatria et Logopaedica*, 60, 298-311. Copyright [2008], S. Karger AG: Basel.

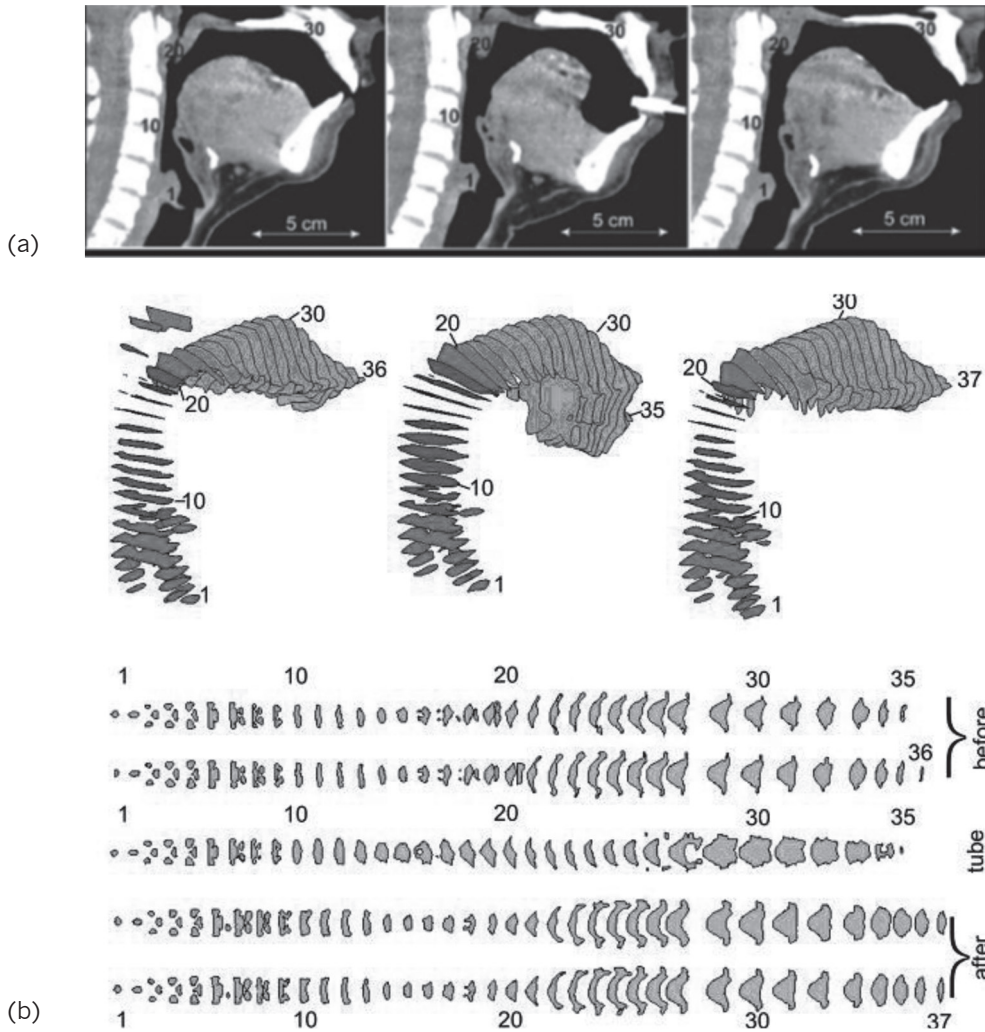
2.5 Äänihuulten yläpuolinen asetus

Vampola, Laukkanen, Horáček & Švec (2011) tutkivat tietokonetomografian avulla yhden koulutetun naispuhujan ääntöväyläasetusta resonaattoriputkiäännön aikana ja vokaaliäännössä sitä ennen ja sen jälkeen. Putken toista päätä pidettiin ilmassa. Keskeiset muutokset, joita havaittiin ääntöväylässä putkeen ääntämisen aikana ja sen jälkeen, olivat tiiviimpi nenänportin sulku ja suu- ja nieluonteloiden laajeneminen. Alanielun pinta-alan suhde epilaryngaaliputken pinta-alaan oli suurempi putkiharjoituksen jälkeen.

Ääntöväylästä tehtiin finite element -mallinnus, väyläimpedanssi laskettiin, ja tehtiin äänisimulaatio käyttäen identtistä lähdeääntä vokaaliäännölle ennen putkiääntöä ja sen jälkeen. Simulaation avulla voitiin todeta, että sopusoinnussa Titzen ja Stornyn aiempien tulosten kanssa (1997) nämä väylämuutokset

kasvattivat ääntöväylän inertiivistä reaktanssia erityisesti 2.5–4 kHz alueella (puhujan ja laulajan formanttiklusterin alue, ks. Sundberg, 1974; Leino, Laukkanen & Radolf, 2011) ja kaksinkertaistivat sen perustaajuusalueella. Vokaalissa [a:] oli havaittavissa formanttitaajuuksien muutoksia: F2, F4 ja F5 laskivat, ja F3 nousi. Puhujan formanttiklusteri oli havaittavissa myös puhujan äänen akustisessa spektrissä. Nämä ääntöväylämuutokset selittivät havaitun n. 3 dB:n kasvun äänenpainetasossa ja 5 dB:n voimistumisen 2–4 kHz:n taajuusalueella.

Kurkunpään korkeus ei muuttunut putkiäännön aikana eikä sen jälkeen. Tällä koehenkilöllä epilaryngaaliputki ei kaventunut, vaan sitä vastoin nielu laajeni. Tämä viittaa siihen, että koehenkilö käytti avoimen nielun tekniikkaa, mikä on epilaryngaaliputken kaventamiselle rinnakkainen tapa tuottaa taloudellisempaa ja tehokkaampaa ääntä (Titze, 2006 a).



Kuva 2. (a) Tietokonetomografialla saadut poikkileikkauskuvat ääntöväylästä. Vasemmalta oikealle: [a:] ennen harjoitusta, ääntö resonaattoriputkeen ilmassa ja [a:] resonaattoriputkeen ääntämisen jälkeen. (b) Ylhäällä tomografiakuvauksen pohjalta tuotetut ääntöväylän tilavuusmallit. Alla poikkipinta-alat eri kohdista ääntöväylän tilavuusmalleja (2 vokaalinäytettä ennen ja jälkeen putkiharjoituksen). Kuva julkaistaan uudelleen kustantajan luvalla. Alkuperäinen lähde: Vampola Tomas, Laukkanen Anne-Maria, Horáček Jaromir & Švec Jan G. (2011). *Journal of the Acoustical Society of America*, 129, 310–315. Copyright [2011], The Acoustical Society of America.

3 ÄÄNIKOULUTUKSEN VAIKUTUS HARJOITUKSEN TULOKSIIN

Edellä mainittujen EMG- ja tomografiatulosten rajoituksena on se, että koehenkilönä oli äänikoulutettu puhetekniikan opettaja, jolla oli pitkä kokemus semiokluusioiden käytöstä äänenharjoituksessa. Voidaan kysyä, kertovatko saadut tulokset semiokluusioharjoitusten vaikutuksista sinänsä vaiko ylipäätään äänikoulutuksen vaikutuksista. Tämän selvittämiseksi ko. koehenkilön äänestä ennen ja jälkeen harjoituksen saatuja akustisia tuloksia verrattiin kymmenen paljon vähemmän äänikoulutusta saaneen naiskoehenkilön tuloksiin ennen ja jälkeen mehupilliin ääntämisen (Laukkanen, Horáček, Krupa, & Švec, 2012). Käytetty pilli oli 15 cm pitkä, sisäläpimitaltaan 5 mm ja tarjoaa siis suhteellisen vähän ilmavirtausvastusta (ks. Titze ym., 2002). Paljon ääniharjoitusta saaneen koehenkilön tulokset mehupilliin ääntämisestä olivat samanlaisia kuin aiemmin resonaattoriputkella saadut. Vähemmän äänikoulutusta saaneilla koehenkilöillä F3 nousi ja F4 laski merkittävästi (vokaalissa [a:]) pilliin ääntämisen jälkeen. Keskimääräisesti äänenpainetaso kasvoi puhujanformanttiklusterin alueella, vaikkakaan muutos ei ollut merkittävä. Tulokset viittaavat siihen, että vastaavanlaisia, joskin pienempiä ja vähemmän systemaattisia ääntöväylämuutoksia tapahtui myös vähemmän äänikoulutusta saaneilla koehenkilöillä pilliin ääntämisen jälkeen.

Putkeen ääntämisen vaikutukset voivat ehkä osaltaan selittyä puheentuottoon liittyvillä artikulaatiomalleilla. Väylävuoksen kasvu voi saada aikaan refleksiivisesti TA-lihaksen aktiviteetin suhteellisen kasvun, mistä on saatu viitteitä esimerkiksi soinnillisten plosiivien yhteydessä (Löfqvist ym., 1989). Huomionarvoista on myös se, että TA:n säikeet ulottuvat kurkunkansipoiimuun, ja voivat

siis samanaikaisesti TA-lihaksen supistumisen ja glottiksen syvyyden kasvun kanssa tuottaa myös epilaryngaaliputken kaventumisen. Putkella harjoitella huulet pyöristettyinä ääntäminen voi myöskin tuottaa [u]-vokaalin ääntämiselle tyypillisen kielen asennon. Kielen kannan ollessa korkeammalla ja kurkunkannen pystympänä, mikä on tyypillistä suppeille ja puolisupeille vokaaleille, alanelu laajenee ja voi siten johtaa suurempaan nielu-epilaryngaaliputki –suhteeseen. Tällaista on MRI-tutkimuksen tulosten perusteella havaittavissa myös äänikouluuttamattomalla yhdysvaltalaisella miespuhujalla (Story, Titze & Hoffman, 1996).

On myös mahdollista, että semiokluusioharjoitus edistää syvähengityksen toteutumista ja sen sivutuotteena, henkitorven alaspäin vetäytymisen (tracheal pull) seurauksena, saa aikaan suotuisan äänilähteen ja ääntöväylän interaktion reunaehdot: sopivan adduktion (Iwarsson, Thomasson & Sundberg, 1998) ja riittävän suuren alanelun ja kurkunpään ääntöväylän välisen läpimittasuhteen (Sundberg, 1974).

Vaikka semiokluusiot näyttävät edistävän taloudellisempaa ja tehokkaampaa äänentuottoa, näidenkään harjoitusten vaikutus ei ole automaattinen, kuten voidaan nähdä joistakin tutkimustuloksista. (Gaskill & Erickson, 2010; Laukkanen, Pulakka, Alku, Vilkman, Hertegård ym., 2007). Mallinnuksella ja terveäänisillä äänenharjoittajilla saadut tulokset viittaavat siihen, että harjoittelijan on opeltava sopiva adduktioaste ja ääntöväylän ja kurkunpään asetus pyrkimällä maksimaalisiin ääntöväylän ja kasvojen alueen värähtelytunteuksiin äänentuoton aikana. Ääniterapiassa tavoitteiden asettelu riippuu luonnollisesti asiakkaan ääniongelman laadusta ja hänen äänellisistä vaatimuksistaan. Joissain tapauksissa tavoitteena voi olla vain kurkunpään ja nielun liiallisten lihasjännitysten poistaminen ja mahdollisimman rennon äänentuottotavan

opetteleminen. Tällöin on erikseen harkittava, voisiko maksimaalisiin resonanssituntemuksiin tähtääminen olla ylimitoitettu tai jopa jollain tavoin haitallinen tavoite terapiassa.

4 KIITOKSET

Tämä katsausartikkeli perustuu kirjoittajan *Symposium on Semi-Occluded Vocal Tract Voice Therapy and Diagnostic Techniques* –seminaarissa 8-9.7.2011 Salt Lake Cityssä USA:ssa kutsuttuna pitämään esitelmään. Artikkelin aiempi englanninkielinen versio on julkaistu Ingo R. Titzen kunniaksi koottussa kirjassa *”The Continuing Influence of Ingo R. Titze on Voice, Science and Music: A Festschrift Collection”* (toim. Ronald Scherer & Katherine Verdolini Abbott), 2013. Salt Lake City, Utah, USA: National Center for Voice and Speech.

Kirjoittaja on suuresti kiitollinen professori Ingo Titzelle saamastaan mahdollisuudesta useita kertoja työskennellä hänen tutkimusryhmässään hänen ohjauksessaan vuosina 1997-2005 Iowa Cityssä ja Denverissä USA:ssa. Tässä artikkelissa esiteltyihin tutkimuksiin on saatu tukea seuraavilta tahoilta: Suomen Akatemia (apurahat numero 38279 ja 106139), National Institute of Health (R01 DC 02532-05), National Institute on Deafness and Other Communication Disorders in the USA (R01 DC 04436 ja DC 04347), Grant Agency of the Czech Republic (projekti numero 101/08/1155), Tsekin tiedeakatemia (IT ASCR No. AV0Z20760514) ja COST Action 2103 ‘Advanced Voice Function Assessment’.

5 LÄHTEET

Gaskill, CS. & Erickson, ML. (2010). The effect of an artificially lengthened vocal tract on estimated glottal contact quotient in untrained male voices. *Journal of Voice*, 24(1), 57–71.

- Iwarsson, J., Thomasson, M. & Sundberg, J. (1998). Effect of lung volume on the glottal voice source. *Journal of Voice*, 12(4), 424–433.
- Jacobson, B., Johnson, A., Grywalski, C., Silbergleit, AK., Jacobson, GP. & Benninger, MS. (1997). The voice handicap index (VHI): development and validation. *Journal of Speech-Language Pathology*, 6, 66–70.
- Kapsner-Smith, MR., Hunter, EJ., Kirkham, K., Cox, K. & Titze, IR. (2015). A randomized controlled trial of two semi-occluded vocal tract voice therapy protocols. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 12, in press.
- Kempster, GB., Gerratt, BR., Verdolini Abbott, K., Barkmeier-Kraemer, J. & Hillman, RE. (2009). Consensus auditory-perceptual evaluation of voice: development of a standardized clinical protocol. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 18, 124–132.
- Kotby, MN. (1995). *The Accent method of voice therapy*. Singular publishing group.
- Laukkanen, A-M. (1992). About the so called “resonance tubes” used in Finnish voice training practice. An electroglottographic and acoustic investigation on the effects of this method on the voice quality of subjects with normal voice. *Scandinavian Journal of Logopedics and Phoniatrics*, 17 (3–4), 151–161.
- Laukkanen, A-M. (1995). *On Speaking Voice Exercises*. Väitöskirja. Acta Universitatis Tampereensis. Ser A vol. 445. Tampere: Tampereen yliopisto.
- Laukkanen, A-M., Lindholm, P. & Vilkmán, E. (1995). On the effects of various vocal training methods on glottal resistance and efficiency. A preliminary report. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 47, 324–330.
- Laukkanen, A-M., Lindholm, P. & Vilkmán, E. (1998). Vocal exercising and speaking related changes in glottal resistance. A pilot study. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 23(2), 85–92.
- Laukkanen, A-M., Pulakka, H., Alku, P., Vilkmán, E., Hertegård, S., Lindestad, PÅ., Larsson, H. & Granqvist, S. (2007). High-speed registration of phonation-related glottal area variation during artificial lengthening of the vocal tract. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 32(4), 157–164.
- Laukkanen, A-M., Titze, IR., Hoffman, H. & Finnegan, EM. (2008). Effects of a semi-occluded vocal tract on laryngeal muscle activity and

- glottal adduction in a single female subject. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 60(6), 298–311.
- Laukkanen, A.-M., Horáček, J., Krupa, P. & Švec, J.G. (2012). The effect of phonation into a straw on the vocal tract adjustments and formant frequencies. A preliminary MRI study on a single subject completed with acoustic results. *Biomedical Signal Processing and Control*, 7, 50–57.
- Leino, T., Laukkanen, A.-M. & Radolf, V. (2011). Formation of the actor's/speaker's formant: A study applying spectrum analysis and computer modeling. *Journal of Voice*, 25(2), 150–158.
- Löfqvist, A., Baer, T., McGarr, N. & Story, R.S. (1989). The cricothyroid muscle in voicing control. *Journal of the Acoustical Society of America*, 85, 1314–1321.
- Sampaio, M., Oliveira, G., & Behlau, M. (2008). Investigation of the immediate effects of two semi-occluded vocal tract exercises. *Pro-Fono*, 20, 261–266.
- Schutte, H. (1980). *The efficiency of voice production*. Groningen, The Netherlands: State University Hospital.
- Sihvo, M. (2006). *Terve ääni, äänen hoidon ABC*. Helsinki: Kirjapaja.
- Simberg, S. & Laine, A. (2007). The resonance tube method in voice therapy: Description and practical implementations. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 32, 165–170.
- Simberg, S., Sala, E., Tuomainen, J., Sellman, J. & Rönnemaa, A.-M. (2006). The effectiveness of group therapy for students with mild voice disorders: A controlled clinical trial. *Journal of Voice*, 20, 97–109.
- Smith, S. & Thyme, K. (1976). Statistic research on changes in speech due to pedagogic treatment (the accent method). *Folia Phoniatrica*, 28, 98–103.
- Sovijärvi, A. (1969). Nya metoder vid behandling av röstrubbningar. *Nordisk Tidskrift för Tale of Stemme*, 3, 121–131.
- Spieß, G. (1899). Methodische Behandlung der nervösen Aphonie und einiger anderer Stimmstörungen. *Archives of Laryngology and Rhinology*, 9, 368–376.
- Spieß, G. (1904). *Kurze Anleitung zur Erlernung einer richtigen Tonbildung in Sprache und Gesang*. Frankfurt am Main: Verlag von Johannes Alt. Aufl. 2.
- Stemple, J. (1984). *Clinical voice pathology: theory and management*. Columbus: Merrill.
- Story, B.H., Titze, I.R. & Hoffman, E.A. (1996). Vocal tract area functions from magnetic resonance imaging. *Journal of the Acoustical Society of America*, 100(1), 537–554.
- Sundberg, J. (1974). Articulatory interpretation of the “singing formant”. *Journal of the Acoustical Society of America*, 55 (4), 838–844.
- Titze, I.R. (2006 a). Voice training and therapy with a semi-occluded vocal tract: Rationale and scientific underpinnings. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 49, 448–459.
- Titze, I.R. (2006 b). Theoretical analysis of maximum flow declination rate versus maximum area declination rate in phonation. *Journal of Speech Language & Hearing Research*, 49, 439–447.
- Titze, I.R. (2008). Nonlinear source-filter coupling in phonation: Theory. *Journal of the Acoustical Society of America*, 123, 2733–2749.
- Titze, I.R., Finnegan, E.M., Laukkanen, A.-M. & Jaiswal, S. (2002). Raising lung pressure and pitch in vocal warm-ups: The use of flow-resistant straws. *Journal of Singing*, 58 (4), 329–338.
- Titze, I.R. & Laukkanen, A.-M. (2007). Can vocal economy in phonation be increased with an artificially lengthened vocal tract? A computer modeling study. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 32, 147–156.
- Titze, I.R., Riede, T. & Popolo, P. (2008). Nonlinear source-filter coupling in phonation: Vocal exercises. *Journal of the Acoustical Society of America*, 123, 1902–1915.
- Titze, I.R. & Story, B.H. (1997). Acoustic interactions of the voice source with the lower vocal tract. *Journal of the Acoustical Society of America*, 101(4), 2234–2243.
- Titze, I.R. & Talkin, D.T. (1979). A theoretical study of the effects of various laryngeal configurations on the acoustics of phonation. *Journal of the Acoustical Society of America*, 66, 60–74.
- Vampola, T., Laukkanen, A.-M., Horáček, J. & Švec, J.G. (2011). Vocal tract changes caused by phonation into a tube: A case study using computer tomography and finite element modeling. *Journal of the Acoustical Society of America*, 129, 310–315.

A REVIEW ON THE BASIS OF VOICE TRAINING AND THERAPY WITH TUBES AND STRAWS

Anne-Maria Laukkanen, University of Tampere

Phonation into different sized tubes and straws with the outer end of them in the air or in water has been widely used in voice training and therapy. This article makes a review on the last decades' research results on the bases of the exercises. The main focus is on phonation into tubes in the air. The results suggest that an increase in supralaryngeal resistance offered by the tubes may help the trainee to obtain phonation balance (i.e. breathy phonation gets firmer and pressed phonation less firm), optimal laryngeal muscle setting (the activity of thyroarytenoid increases compared to that of cricoarytenoid and, thus, the vertical length of the glottis increases), and a large pharynx over the epilarynx ratio (open throat and/or narrowing of the epilaryngeal tube). These changes increase the voice source-vocal tract interaction, which leads to economic and effective voice production. To obtain these changes the trainee aims to maximize the resonatory sensations on the frontal vocal tract and facial tissues.

Keywords: open throat/epilaryngeal narrowing, phonation balance, vocal economy and efficiency, voice source-vocal tract interaction