

Jani Viitanen

LSVT-RYHMÄKUNTOUTUKSEN VAIKUTUS ÄÄNENVOIMAKKUUTEEN JA -KORKEUTEEN PARKINSON-POTILAILLA

Yhteiskuntatieteiden tiedekunta
Logopedian pro gradu -tutkielma
Toukokuu 2021

TIIVISTELMÄ

Jani Viitanen: LSVT-ryhmäkuntoutuksen vaikutus äänenvoimakkuuteen ja -korkeuteen Parkinson-potilailla
Pro gradu -tutkielma
Tampereen yliopisto
Logopedia
Toukokuu 2021

Parkinsonin tauti on parantumaton ja etenevä sairaus, jonka perimmäistä syytä ei vielä täysin tiedetä. Sen oireet syntyvät aivojen tyvitumakealueen dopamiiniradan ja hermosolujen tuhoutuessa. Dopamiinin puutos heikentää tahdonalaisten liikkeiden säätelyä ja aiheuttaa Parkinsonin taudille tyypillisen oirekuvan. Oireita ovat muun muassa lepovapina, lihasjäykkyys sekä liikkeiden hidastuminen. Tauti vaikuttaa raajojen lisäksi puheeseen ja jopa nielimiseen. Parkinson-potilaille onkin tyypillistä hiljentynyt äänenvoimakkuus, monotoninen ääni sekä ilmeettömyys. Puheen ja kommunikoinnin ongelmat heikentävät Parkinsonin tautia sairastavien osallistumista sosiaalisiin tilanteisiin, itsenäistä arjessa pärjäämistä sekä elämänlaatua.

Parkinsonin taudin oireita voidaan hoitaa lääkkeillä, mutta niistä on harvoin apua puheongelmiin. Lee Silverman Voice Treatment -menetelmän (LSVT) on todettu olevan tehokas kuntoutuskeino Parkinsonin taudin ääni- ja puheongelmiin. Tässä tutkielmassa tutkittiin LSVT-pohjaisen ryhmäkuntoutuksen vaikutusta kuntoutujien äänenvoimakkuuteen (SPL) sekä äänenkorkeuteen (F0). Kuntoutusjakso kesti neljä viikkoa, ja jokaisella viikolla oli kaksi kestoltaan 90 minuuttista harjoituskertaa. Lisäksi kuntoutujat tekivät kotiharjoituksia. Aineisto kerättiin Tampereen yliopiston Kuuluva ääni -hankkeen yhteydessä. Tutkimuksessa oli 16 tutkimushenkilöä, neljä miestä ja 12 naista, joiden keski-ikä oli 63 vuotta. Heiltä tallennettiin puhenäytteet ennen interventiota ja sen jälkeen. Tässä tutkielmassa SPL ja F0 mitattiin luenta-, fonaatio- sekä spontaanipuhennäytteistä, ja arvot analysoitiin tilastollisin menetelmin. SPL-tulokset käsiteltiin yhtenä ryhmänä, F0 analysoitiin erikseen naisilta ja miehiltä.

Äänenvoimakkuus (SPL) nousi kuntoutuksen myötä kaikissa tehtävissä. Ryhmätasolla naisilla äänenkorkeus (F0) nousi kaikissa tehtävissä. Miehillä äänenkorkeus laski spontaanipuheessa ja lyhyessä luennassa, mutta nousi muissa tehtävissä. SPL nousi keskimäärin 1,8–6,7 dB. F0 kasvoi naisilla tehtävästä riippuen keskimäärin 6,9–16,4 Hz. Miehillä F0 kasvoi neljässä tehtävässä kuudesta 5,3–16,6 Hz. Yksilötasolla sekä SPL että F0 kuitenkin toisinaan nousivat tai laskivat yli keskiarvon. SPL-muutokset olivat tilastollisesti merkitseviä spontaanipuheessa, fonaatioissa sekä lyhyessä luentatehtävässä. F0-muutokset olivat tilastollisesti merkitseviä fonaatioitehtävissä sekä pitkässä luentatehtävässä. SPL- ja F0-muutosten välillä ei kuitenkaan havaittu tilastollisesti merkitsevää yhteyttä, vaikka useimmilla tutkimushenkilöillä molemmat arvot nousivat jonkin verran. Joillakin henkilöillä SPL nousi ja F0 laski, mikä viittaa mahdollisesti kuntoutuksen myötä kohentuneeseen äänenkäyttöön. Joillakin tutkimushenkilöillä tilanne oli päinvastainen, mikä puolestaan saattaa johtua siitä, että taudin edetessä hiljenevää äänenvoimakkuutta yritettiin kuntoutuksesta huolimatta kompensoida kurkunpään lihaksia jännittämällä, mikä voi nostaa äänenkorkeutta. Kokonaisuudessaan SPL-tulokset olivat hieman heikompia kuin aiemmissa vastaavissa tutkimuksissa, mutta kuitenkin saman suuntaisia. Myös F0-tulokset olivat hieman heikompia kuin aiemmissa tutkimuksissa mutta saman suuntaisia, varsinkin naisilla. Miehillä tulokset poikkesivat aiemmista tutkimuksista spontaanipuheen ja lyhyen luentatehtävän osalta. Tämän tutkielman perusteella myös ryhmämuotoisella LSVT-pohjaisella kuntoutuksella voidaan kohentaa Parkinson-potilaiden äänenvoimakkuutta.

Avainsanat: Parkinsonin tauti, LSVT, ryhmäkuntoutus, SPL, F0

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

Sisällysluettelo

1 JOHDANTO	1
2 PARKINSONIN TAUTI	2
2.1 Parkinsonin taudin hoito	2
2.2 Puheen ja äänen muutokset Parkinsonin taudissa	2
3 LEE SILVERMAN VOICE TREATMENT (LSVT)	5
3.1 LSVT-kuntoutuksen vaikuttavuus	6
3.2 LSVT:n vaikutus äänenvoimakkuuteen (SPL)	6
3.3 LSVT:n vaikutus äänen perustaajuuteen (F0).....	8
4 TUTKIMUSKYSYMYKSET	11
5 MENETELMÄ	12
5.1 Tutkittavat	12
5.2 LSVT-kuntoutusjakso	12
5.3 Aineiston tallennus ja analysointi	12
5.4 Tilastollinen analyysi	13
6 TULOKSET.....	15
6.1 Äänenvoimakkuus (SPL).....	15
6.2 Äänenkorkeus (F0).....	18
6.3 SPL:n ja F0:n välinen yhteys	23
7 TULOSTEN POHDINTA	25
7.1 Menetelmien pohdinta	27
7.2 Tutkimuksen merkitys ja jatkotutkimusaiheet	29
LÄHTEET	30

LIITTEET

Liite 1. Taulukko 19. Tutkimushenkilöiden (TH) taustatiedot.

Liite 2. Pohjantuuli ja aurinko -teksti.

Liite 3. Taulukot 20–23. Tutkimushenkilöiden äänenvoimakkuus- (SPL) ja äänenkorkeusarvot yksilötasolla ennen kuntoutusta ja sen jälkeen.

Liite 4. Taulukot 24–25. Äänenvoimakkuuden (SPL) ja äänenkorkeuden (F0) muutokset yksilötasolla.

1 JOHDANTO

Parkinsonin tauti on etenevä neurologinen sairaus, joka yleensä alkaa hitaasti ja jonka oireet muuttuvat vaikeammiksi vuosien kuluessa (Kaakkola & Marttila, 2015a). Taudin pääoireisiin kuuluvat lepovapina eli tremor, jota esiintyy noin 75 %:lla, lihasjäykkyys eli rigiditeetti sekä brady/hypokinesia eli liikkeiden hidastuminen (Atula, 2018; Duffy, 2020, s. 160; Kaakkola & Marttila, 2015a; Webb, 2017, s. 167). Parkinsonin taudin edetessä esiintyy myös dementiaa 15–40 %:lla (Kaakkola & Marttila, 2015a; Webb, 2017 s. 168). Tauti alkaa useimmiten 50–70 vuotiailla, mutta toisinaan jo 30–40-vuotiailla (Atula, 2018). Sitä sairastaa noin yksi prosentti yli 60-vuotiaista, miehet hieman naisia useammin. Suomessa Parkinson-potilaita on noin 16 000.

Parkinsonin tauti vaikuttaa myös ääneen, puheeseen ja jopa nielemiseen, ja puheen laatu riippuu sairauden vaiheesta sekä lääkkeiden vaikuttavuudesta (Atula, 2018, Webb, 2017, s.169). Lääkitys yksinään ja perinteiset puheterapiamenetelmät, kuten artikulaatioon ja puhenopeuteen keskittyminen, eivät ole olleet tehokkaita Parkinsonin taudin ääni- ja puheongelmien hoidossa (Fox, Morrison, Ramig & Sapir, 2002; Ramig, Sapir Fox & Countryman, 2001; Schulz, 2002). Sen sijaan LSVT- eli Lee Silverman Voice Treatment -menetelmällä on havaittu myönteisiä vaikutuksia Parkinsonin tautia sairastavien puhe- ja ääniongelmiin (Duffy, 2020, s. 414; Schulz, 2002). Suomalaiset Parkinson-potilaat kuitenkin saavat puheterapiaa vain harvoin, vaikka monilla olisi siihen tarvetta (Pajarinen, 2020). Tämän vuoksi alun perin yksilökuntoutukseen suunnitellun LSVT-menetelmän toimivuutta on alettu tutkia myös ryhmämuotoisessa kuntoutuksessa. Tässä tutkielmassa tarkastellaan Tampereen yliopiston Kuuluva ääni -hankkeen LSVT-pohjaisen ryhmäkuntoutuksen vaikutuksia Parkinson-potilaiden äänenvoimakkuuteen (SPL) sekä perusäänentaajuuteen (F0).

2 PARKINSONIN TAUTI

2.1 Parkinsonin taudin hoito

Parkinsonin taudin perimmäinen aiheuttaja on toistaiseksi tuntematon (Kaakkola & Marttila, 2015b). Sen motoristen oireiden taustasy on nykytiedon mukaan aivojen tyvitumakealueella sijaitsevien mustatumakkeen ja striatumin välisen dopamiiniradan tuhoutuminen. Alueen hermosolujen väheneminen johtaa välittäjäaineena toimivan dopamiinin puutteeseen, mikä vaikeuttaa tahdonalaisten liikkeiden säätelyä (Atula, 2018). Lisäksi Parkinsonin tauti aiheuttaa edetessään muun muassa autonomisen hermoston häiriöitä, muistihäiriöitä sekä masennusta (Atula, 2018; Kaakkola & Marttila, 2015a). Parkinsonin tautia ei voida parantaa, mutta dopamiinin puutosta voidaan hoitaa lääkkeillä, joista tehokkain on aivojen dopamiinipitoisuutta kasvattava levodopa. (Atula, 2018; Kaakkola & Marttila, 2015c).

Levodopahoito aloitetaan pienillä annoksilla, koska pitkään käytettynä sillä on myös haittavaikutuksia (Kaakkola & Marttila, 2015c). Tärkein haittavaikutuksista on tilanvaihteluiden syntyminen. Ne kehittyvät, kun dopamiinisolut eivät enää kykene varastoimaan levodopaa ja vapauttamaan dopamiinia vähän kerrallaan. Tilanvaihtelut saattavat vaihdella monta kertaa päivässä vaikeasta parkinsonismista pahaan dyskinesiaan eli liikehäiriöön, mutta väliin mahtuu myös hyvä vaihe. Kun hoito on kestänyt jo pitkään, potilailla voi esiintyä myös äkillistä on-off-tilanvaihtelua, joka ei riipu siitä, paljonko potilaalla on levodopaa elimistönsä. Levodopan käyttö saattaa aiheuttaa myös ortostatismia, huimausta sekä psyykkisiä haittoja, kuten näköharhoja, sekavuutta ja psykooseja.

Levodopan vaikutukset ääneen sekä puheeseen vaihtelevat, ja joillakin se voi parantaa vitaalikapasiteettia, äänenvoimakkuutta, puhenopeutta ja puheen ymmärrettävyyttä (Duffy, 2020, s.162). Kokonaisuudessaan levodopan myönteisistä vaikutuksista puheeseen ei ole selkeää kuvaa, ja ne saattavat riippua henkilöstä ja sairauden asteesta.

2.2 Puheen ja äänen muutokset Parkinsonin taudissa

Puhe- ja ääniongelmat ovat hyvin yleisiä Parkinsonin taudissa. Ne kuvautuvat hypokineettisenä dysartriana, ja Parkinsonin taudin oireisto onkin siitä prototyyppillinen esimerkki (Duffy, 2020, s.159). Hypokineettisessä dysartriassa puheen ja äänen poikkeavuudet liittyvät yleensä Parkinsonin taudille

tyypilliseen liikkeiden poikkeavaan laajuuteen tai nopeuteen (pienentyneet ja hidastuneet liikkeet), ja niitä voi esiintyä kaikilla puhejärjestelmän tasoilla. (Duffy, 2020, s. 165; Fox ym., 2002). Myös hengitykseen liittyvät muutokset ovat yleisiä, ja varsinkin ääntöhengityksen ongelmat saattavat vaikuttaa varsinkin äänenvoimakkuuteen ja prosodiaan (Duffy, 2020, s. 169).

Vähintäänkin yli 70 %:lla Parkinsonin tautia sairastavista on tutkimusten mukaan äänen ja puheen ongelmia (Ho, Ianssek, Marigliani, Bradshaw & Gates, 1999), ja jopa yli 90 %:lla on vähintään yksi kommunikointiin liittyvä oire (Schalling, Johansson & Hartelius, 2017). Tyypillisiä äänen piirteitä Parkinsonissa ovat äänen korkeuden ja voimakkuuden monotonisuus, vuotoisuus ja käheys (Trail ym., 2005; Webb, 2017, s. 169). Yleisiä kommunikointiin liittyviä ongelmia ovat äänen heikkous, sananlöytämisvaikeudet, epätarkka artikulaatio sekä keskustelussa syrjähtely (Schalling ym., 2017). Parkinson-potilaiden kasvot myös muuttuvat taudin edetessä ilmeettömiksi (Trail ym., 2005; Lehtihalmes, 2010). Tämä saattaa vaikuttaa tautia sairastavien nonverbaaliin viestintään. Hymyily onnistuu heiltä kuitenkin tahdonalaisesti (Lehtihalmes, 2010).

Ääneen liittyviä ongelmia esiintyy suurella osalla potilaista jo taudin alkuvaiheessa, kun taas puheen sujuvuuteen ja artikulaatioon liittyvät haasteet lisääntyvät sairauden edetessä (Ho ym., 1999). Parkinson-potilaille onkin tyypillistä, että he eivät itse tiedosta äänensä olevan aiempaa hiljaisempi, vaan he luulevat muiden tulleen huonokuuloisiksi (Fox ym., 2002; Lehtihalmes, 2010). Toisaalta he pystyvät tahdonalaisesti voimistamaan ääntään esimerkiksi meluisissa olosuhteissa tai kun keskustelukumppani siirtyy heistä kauemmaksi (Duffy, 2020, s. 170). Äänen tahdonalainen voimistaminen saattaa kuitenkin tuntua Parkinson-potilaista usein epämiellyttävältä, koska heistä tuntuu siltä kuin he huutaisivat, vaikka muiden mielestä ääni alkaa olla tällöin normaalilla tasolla (Fox ym., 2002).

Äänenkorkeuden, eli perusäänentaajuuden (F0) poikkeavuudet eivät ole hypokineettisessä dysartriassa yhtä selviä kuin äänenvoimakkuuden muutokset, mutta varsinkin miehillä F0 tapaa nousta, kun se naisilla toisinaan laskee (Duffy, 2020, s. 169). Toisaalta tämän suuntaisia muutoksia äänessä tapahtuu myös tavallisen ikääntymisen myötä (Huttunen & Vilkmann, 2009). Terveisiin miespuolisiin verrokeihin nähden miespuolisilla Parkinson-potilailla on havaittu jopa yli 20 Hz korkeampi keskimääräinen äänenkorkeus, kun taas F0:n vaihtelu on Parkinsonin tautia sairastavilla huomattavasti pienempää (Van Lancker Sidtis ym., 2004). Tämä sopii hyvin mielikuvaan Parkinson-potilaan äänen monotonisuudesta.

Puhumiseen ja kommunikointiin liittyvät vaikeudet vähentävät monien Parkinson-potilaiden osallistumista keskusteluihin, ja ne saattavat aiheuttaa myös häpeän tunteita (Schalling ym., 2017). Monien Parkinsonin tautia sairastavien mielestä heikentynyt kommunikointikyky on yksi taudin ikävimmistä puolista (Fox ym., 2002; Trail ym., 2005).

3 LEE SILVERMAN VOICE TREATMENT (LSVT)

Lee Silverman Voice Treatment (jatkossa LSVT) on tutkituin ja tehokkaimmaksi todettu Parkinsonin taudin kommunikointiongelmien kuntoutusmenetelmä (Bryans, Palmer, Anderson, Schindler & Graville, 2021). Sen kehitti Lorraine Ramig jo yli 30 vuotta sitten (LSVT Global, 2021a; Ramig ym., 2001b). LSVT:llä pyritään vaikuttamaan niihin piirteisiin, joiden oletetaan olevan Parkinsonin taudissa esiintyvien ääniongelmien taustalla (Trail ym., 2005) Näitä ovat puhejärjestelmän liikelaajuuksien kokonaisvaltainen pieneneminen, sensorisen hahmottamisen ongelmat sekä ongelmat itsenäisessä, riittävän voimakkaan äänen tuottamisessa. Liikelaajuuksien pieneneminen voi tehdä äänestä monotonisen ja pehmeän. Sensorisen hahmottamisen ongelmien takia puhuja ei puolestaan tunnista tarkasti äänensä voimakkuutta. LSVT keskittyykin olennaisesti äänenvoimakkuuden vahvistamiseen. Voimakkaan fonaation avulla pyritään kohentamaan sekä hengityselinten, kurkunpään että artikulaatioelimistön puheen aikaista toimintaa (Ramig ym., 2001a). LSVT-kuntoutus on intensiivistä. Yksi jakso kestää neljä viikkoa, ja joka viikko on neljä kestoltaan tunnin mittaista kuntoutuskertaa (taulukko 1). Jokaisella kerralla potilasta kannustetaan tekemään harjoituksia mahdollisimman voimakkaalla äänellä. Äänihuulten adduktiota sekä kurkunpään lihasten toimintaa pyritään lisäämään kuitenkin niin, että kurkunpäässä ei synny liiallista rasitusta. Kuntoutusjaksoon kuuluu myös päivittäisiä kotiharjoituksia, joita tehdään 10–20 minuuttia (LSVT Global, 2021b). Lisäksi kovan äänen käyttöä tulee harjoitella arkisissa tilanteissa jakson jokaisena päivänä (LSVT Global, 2021c).

Taulukko 1. LSVT LOUD -harjoitusprotokolla (esim. Rantala, Siikanen, Kankare & Kukkonen, 2013).

Harjoitus	Toistojen määrä	
	Puheterapiassa	Kotona
Mahdollisimman pitkä ja voimakas /a/.	15	12
Mahdollisimman korkea /a/, kesto 5 s.	15	12
Mahdollisimman matala /a/, kesto 5 s.	15	12
10 lyhyttä kuntoutujan arjessa käyttämää lausetta.	5	2
Asteittain piteneviä ja vaikeutuvia puhetehtäviä.	Hallinnan mukaan	Sovitaan yhdessä

3.1 LSVT-kuntoutuksen vaikuttavuus

LSVT:n on havaittu useissa tutkimuksissa lievittävän Parkinsonin taudin ääniongelmia, ja sen vaikutukset ovat olleet havaittavissa 12 kuukauden (Nakayama ym., 2020; Ramig, Countryman, O'Brien, Hoehn & Thompson, 1996; Sapir ym., 2002) ja jopa 24 kuukauden seurannassa (Ramig, ym., 2001b). Yleisenä mittarina on pidetty äänenvoimakkuuden vahvistumista, mutta LSVT:n on todettu vähentävän Parkinsonin tautia sairastavilla myös ääniongelmista koettua haittaa sekä lisäävän kommunikointia ja sen tehokkuutta (Bryans ym., 2021).

Suurin osa tutkimuksista on käsitellyt yksilökuntoutuksena toteutettua LSVT:tä, mutta myös ryhmämuotoisesta LSVT-pohjaisesta kuntoutuksesta on saatu lupaavia tuloksia, vaikka LSVT:tä ei olekaan voitu kopioida täydellisesti ryhmäkuntoutuksessa (Searl ym., 2011; Traverse, 2016). Samoin lyhyen yksilö- ja ryhmäkuntoutusta yhdistävän jakson (10 + 5 päivää) kokeilusta on myönteisiä tuloksia (Simberg, Rae, Kallvik, Salo & Martikainen, 2012).

3.2 LSVT:n vaikutus äänenvoimakkuuteen (SPL)

LSVT-kuntoutuksen seurauksena äänenvoimakkuus (SPL) yleensä kasvaa. Eri tutkimuksissa on tavallisesti tehty mittauksia ainakin pitkästä fonaatiosta, luennasta sekä lyhyestä näytteestä spontaanipuhetta. Suurin muutos on havaittu fonaatiotehtävässä. Taulukoissa 2 ja 3 on eritelty eri tutkimuksissa saatuja tuloksia äänenvoimakkuuden muutoksista. Taulukko 2 käsittelee perinteisellä LSVT-metodilla toteutettua kuntoutusta ja taulukko 3 erilaisilla tavoilla toteutettua ryhmäkuntoutusta, tai ryhmäkuntoutuksen ja yksilökuntoutuksen yhdistelmää, joiden pohjana on käytetty LSVT-kuntoutuksen rakennetta ja periaatteita.

Taulukko 2. Yksilömuotoisessa LSVT-kuntoutuksessa mitatut SPL-muutokset eri puhetehtävissä. Tutkimukset esitetty fonaatiotehtävissä saatujen SPL-tulosten mukaan voimakkaimmasta hiljaisimpaan.

Tekijät ja vuosi	n	Fonaatio (dB)	Luenta (dB)	Spontaanipuhe (dB)
Ramig, Sapir, Countryman, Pawlas, O'Brien, Hoehn & Thompson, (2001b).	21	14,1	9,1	4,7
Ramig, Countryman, O'Brien, Hoehn & Thompson, (1996).	22	14	8,8	4,7 (n = 13)
Ramig, Sapir, Fox & Countryman, (2001a)	14	13,3	6,6	5,5
Ramig, Countryman, Thompson, Horii, (1995).	26	13	8	4,5
Narayana, Fox, Zhang, Franklin, Robin, Vogel & Ramig, (2009).	10	10,3	7,7	7
Ramig, Halpern, Spielman, Fox & Freeman, (2018).	22	9,3	6,3	5,2
Bryans, Palmer, Anderson, Schindler & Graville, (2021).	25	8,6	4,1	3,4
Sapir, Spielman, Ramig, Story & Fox, (2007).	14	/i/-fonaatio: 8,3 /u/-fonaatio: 5,7 /a/-fonaatio: 8,5		
Nakayama, Yamamoto, Oda, Sato, Murakami & Horiguchi, (2020).	21	6,5	4,2	2,8

Taulukko 3. LSVT-pohjaisessa ryhmäkuntoutuksessa mitatut SPL-muutokset eri puhetehtävissä. Tutkimukset esitetty luentatehtävissä saatujen SPL-tulosten mukaan voimakkaimmasta hiljaisimpaan.

Tekijät ja vuosi	n	Fonaatio (dB)	Luenta (dB)	Spontaanipuhe (dB)
Traverse, (2016).	9	13,9	10,5	
Searl, Wilson, Haring, Dietsch, Lyons & Pahwa, (2011).	15		5,7	2,8
Simberg, Rae, Kallvik, Salo & Martikainen, (2012). ¹	6		3,8	2,8

¹ Simberg ym. (2012) tutkimuksessa yhdistettiin sekä ryhmä- että yksilökuntoutusta.

Taulukossa 2 listatuissa tutkimuksissa fonaation voimakkuus on kasvanut parhaimmillaan keskimäärin 14,1 dB ja heikoimmillaankin keskimäärin 6,5 dB. Seuraavaksi eniten äänenvoimakkuus on kasvanut luennassa (keskimäärin 9,13 dB – 4,2 dB) ja vähiten spontaanipuheessa (4,66 dB – 2,8 dB). Myös ryhmämuotoisessa kuntoutuksessa (taulukko 3) on saatu samansuuntaisia tuloksia. Jopa Simbergin ym. (2012) yksilö- ja ryhmäkuntoutusta yhdistävässä kokeilussa äänenvoimakkuus kasvoi hieman, vaikka jakso kesti yhteensä vain 15 päivää (10 + 5 päivää 3 kuukauden välillä).

3.3 LSVT:n vaikutus äänen perustaajuuteen (F0)

LSVT-kuntoutuksen myötä myös F0 on yleensä noussut. Äänen perustaajuuden muutoksia ei kuitenkaan ole tutkimuksissa raportoitu yhtä usein kuin äänenvoimakkuuden (SPL) muutoksia. Lisäksi muutosten raportoinnissa on eroja. Osassa tutkimuksia on kerrottu ainoastaan miesten ja naisten perusäänentaajuuksien keskiarvoiset muutokset hertseinä (Gundogdu, Akidil & Kotan, 2017), kun osassa F0:n muutokset on kerrottu vain puolisävelaskelina ilmaistuna keskihajontana (semitone standard deviation / STSD) (esimerkiksi Ramig ym., 2001b). Myös molempia on esitelty (Ramig ym., 1995; Ramig ym., 1996). Joissakin tutkimuksissa on puolestaan keskitytty F0:n pienimmän ja suurimman arvon väliseen alueeseen (engl. range) (Manor, Posen, Amir, Dori & Giladi, 2005; Searl ym., 2011). Searl ym. (2011) on ilmoittanut ryhmäkuntoutusta käsittelevässä tutkimuksessa F0:n

pienimmän ja suurimman arvon välisen alueen lisäksi F0:n minimin ja maksimin arvot hertseinä ennen kuntoutusta ja kuntoutuksen jälkeen. Samassa tutkimuksessa tarkasteltiin myös F0:n keskiarvoa ja keskihajontaa tilastollisesti, mutta näiden muutoksia ei ole ilmoitettu hertseinä. Simbergin ym. (2012) tutkimuksessa on puolestaan kerrottu hertseinä F0:n keskiarvot ja niiden muutokset, F0:n minimi, maksimit sekä näiden väliset alueet (range). Äänen perustaajuuden pienimmän ja suurimman arvon väli on Simbergin ym. (2012) tutkimuksessa ilmoitettu lisäksi puolisävelaskelina (semitone). Taulukossa 4 on lueteltu vain tutkimustuloksia, joissa F0:n keskiarvojen muutokset on esitelty hertseinä, koska tässä tutkielmassa tarkastellaan ainoastaan F0:n keskiarvojen muutosta.

Taulukko 4. Äänen perustaajuuden (F0) muutokset LSVT-kuntoutuksen jälkeen. Tulokset on järjestetty suurimmasta muutoksesta pienimpään.

Tekijät ja vuosi	n	Puhetehtäviä ei ilmoitettu	Luenta	Spontaanipuhe
Gundogdu, Akidil & Kotan, (2017).	15	miehet: 32,9 Hz (n = 12) naiset: 37,6 Hz (n = 3)		
Simberg, Rae, Kallvik, Salo & Martikainen, (2012). ²	6		miehet: 15,9 Hz (n = 4) naiset: 29,3 Hz (n = 2)	
Ramig, Countryman, O'Brien, Hoehn & Thompson, (1996).	22		miehet: 17,4 Hz (n = 18): naiset: 17,6 Hz (n = 3):	miehet: 6,5 Hz (n = 10) naiset: 8,6 Hz (n = 3):
Ramig, Countryman, Thompson, Horii, (1995).	26		miehet: 16,1 Hz (n = 21) naiset: 15,9 Hz (n = 5)	miehet: 6,3 Hz (n = 21) naiset: 10,9 Hz (n = 5)

² Simberg ym. (2012) tutkimuksessa yhdistettiin sekä ryhmä- että yksilökuntoutusta.

Kaikissa taulukossa 4 esitellyissä tutkimuksissa äänen perustaajuus on noussut sekä miehillä että naisilla, ja muutokset ovat samansuuntaisia molemmilla. Poikkeuksena on Simbergin ym. (2012) tutkimus, jossa naisten F0:n keskiarvo kasvoi lähes kaksi kertaa enemmän kuin miehillä. Gundogdu,

Akidil & Kotan, (2017) eivät tutkimuksessaan eritelleet äänityksissä käytettyjä puhetehtäviä, muilla mitattiin ainakin luenta ja spontaanipuhe. F0 on selvästi kasvanut enemmän luentatehtävässä kuin spontaanipuheessa. Spontaanipuheen muutos ei ole ollut tilastollisesti merkitsevä kuin Ramigin ym. (1996) tutkimuksessa ja ainoastaan miehillä. Luentatehtävissä muutos on puolestaan ollut tilastollisesti merkitsevä muissa paitsi Simbergin ym. (2012) tutkimuksessa pienestä otoskoosta johtuen ($n = 6$).

4 TUTKIMUSKYSYMYKSET

Suomalaiset Parkinson-potilaat eivät saa tarpeeksi puheterapiaa. Kyselytutkimuksen mukaan 38 kyselyyn vastanneesta vain 18 % oli saanut puheterapeuttista kuntoutusta (Pajarinen, 2020). Lopuista puheterapiaa kuitenkin koki tarvitsevansa 58 %. Yksi syy tähän on varmasti puheterapian huono saatavuus, koska puheterapeuteista on alueittain suurta pulaa. Ryhmäkuntoutuksella voitaisiin lisätä puheterapian saatavuutta ja parantaa Parkinsonin tautia sairastavien elämänlaatua. Yksilömuotoisen LSVT-kuntoutuksen vaikuttavuudesta äänenvoimakkuuteen on olemassa jo useita tutkimuksia. Tämän tutkielman tavoitteena on tuoda lisää tietoa ryhmässä toteutetun LSVT-pohjaisen kuntoutuksen vaikutuksista. Tämän tutkielman tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

- 1) Onko kuntoutusjakson jälkeen tallennettujen ääninäytteiden SPL:ssä eroa ennen kuntoutusta tallennettuihin näytteisiin?
- 2) Onko kuntoutusjakson jälkeen tallennettujen ääninäytteiden äänen perustaajuudessa (F0) eroa ennen kuntoutusta tallennettuihin näytteisiin?

5 MENETELMÄ

Tässä tutkimuksessa käytetty aineisto on koottu Tampereen yliopiston *Kuuluva ääni* -hankkeen yhteydessä syksyn 2018 ja kevään 2019 aikana. Hankkeessa on tutkittu sekä ryhmämuotoisen LSVT-kuntoutuksen että ryhmämuotoisen laullisen kuntoutuksen vaikuttavuutta Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden ääneen. Tämän tutkimuksen aineisto keskittyy ainoastaan LSVT-menetelmään. Kuntoutus on järjestetty Tampereen yliopiston logopedian laitoksella. Tässä tutkielmassa on käytetty kahden eri kuntoutusjakson aineistoa. Tampereen alueen ihmistieteiden eettinen toimikunta on arvioinut tutkimuksen noudattavan eettisiä periaatteita.

5.1 Tutkittavat

Tutkimushenkilöitä oli aineistossa yhteensä 16 (liite 1). Miehiä oli neljä ja naisia kaksitoista. Tutkimushenkilöiden iän keskiarvo oli 63,2 vuotta ja keskihajonta 8,2 vuotta. Nuorin henkilöistä oli 48-vuotias ja vanhin 76-vuotias. Pisin aika diagnoosista oli 8 vuotta ja lyhin kuukausia eli 0 vuotta. Keskimäärin aikaa diagnoosista oli 3,81 vuotta ja keskihajonta tässä oli 2,37 vuotta.

5.2 LSVT-kuntoutusjakso

LSVT-jakso toteutettiin sovelletusti ja ryhmämuotoisena (Parkkinen-Tähtinen, 2021). Se kesti neljä viikkoa, ja kuntoutusryhmä kokoontui kaksi kertaa viikossa 90 minuuttia kerrallaan. Harjoituksiin kuului muun muassa [a]-fonaatioiden voimakasta ääntämistä, luku- ja keskusteluharjoituksia sekä arjen tilanteissa tyypillisesti käytettävien lauseiden harjoittelua (ks. Taulukko 1). Lisäksi kuntoutujilla oli kotiharjoituksia, joita he tekivät viitenä päivänä viikossa, kaksi kertaa päivässä, paitsi ryhmäkuntoutuspäivinä. Silloin kotitehtäviä tehtiin vain kerran päivässä.

5.3 Aineiston tallennus ja analysointi

Tutkimushenkilöiden ääninäytteet tallennettiin sekä ennen kuntoutusta että kuntoutuksen jälkeen. Koska Parkinsonin tautia sairastavan puheääni saattaa vaihdella eri hetkinä, ääninäytteitä pyrittiin tallentamaan muutamina eri päivinä ennen kuntoutusjaksoa ja sen jälkeen. Ennen kuntoutusta tallennettuja ääninäytteitä oli 1–3 eri päivältä ja kuntoutuksen jälkeen 1–2 päivältä. 16

tutkimushenkilöllä oli molempia vähintään yksi. Ennen interventiota tehdyistä äänityksistä sekä spontaanipuheen että pitkän ja eläytyvän luennan näyte puuttui viideltä tutkimushenkilöltä. Lisäksi yhdeltä puuttui ainoastaan pitkän ja eläytyvän luennan näytteet. Intervention jälkeen tehdyissä äänityksissä puuttuvia äänitteitä oli ainoastaan yhdellä henkilöllä, jolta puuttuivat kaikki luentanäytteet. Tutkimuksessa käytettiin mahdollisuuksien mukaan ensimmäisen äänityskerran aineistoa sekä ennen kuntoutusta että sen jälkeen, sillä nämä tallenteet olivat sisällöltään monipuolisimmat.

Tallenteista mitattiin ja analysoitiin äänenvoimakkuus (SPL) ja äänenkorkeus (F0) seuraavista näytteistä: spontaanipuhe, luenta (pitkä/lyhyt), eläytyvä luenta, viiden sekunnin [a]-fonaatio sekä maksimipituinen [a]-fonaatio. Muitakin äänitteitä tallennettiin kuntoutusjaksojen aikana, mutta niitä ei käsitellä tässä. Spontaanipuheen näytteiden pituus oli noin 25–36 sekuntia. Jos tarpeeksi pitkää yhtäjaksoista puhunnosta ei löytynyt, näyte yhdistettiin kahdesta tyypillisen kuuloisesta osiosta. Luenta tehtiin tekstistä *Pohjantuuli ja aurinko*. Pitkä luenta kattoi koko tekstin (liite 2), lyhyt osan tekstin alusta: ”Pohjantuuli ja aurinko väittelivät kummalla olisi enemmän voimaa, kun he samalla näkivät kulkijan, jolla oli yllään lämmin takki.” Eläytyvässä luennassa käytettiin puolestaan osaa tekstin keskeltä: ”Pohjantuuli alkoi puhaltaa niin että viuhui, mutta mitä kovempaa se puhalsi, sitä tarkemmin kääri mies takin ympärilleen, ja viimein tuuli luopui koko hommasta”.

Aineiston äänityksissä käytettiin pääpantamikrofonia (AKG C544L), Focusrite iTrack Solo -äänikorttia ja PC-tietokoneelle asennettua Praat-ohjelmaa (versio 6.0.39). Mikrofonin asetettiin 45 asteen kulmaan 4 cm:n etäisyydelle henkilön huulikulmasta. Etäisyys tarkastettiin viivaimella. Tallennuksessa käytettiin 44,1 kHz:n näytteenottotaajuutta, ja amplitudin erottelutarkkuus oli 16 bittiä. Äänen kalibrointi tehtiin BOSS TU-120 -äänigeneraattorilla ja Brüel & Kjær 2206 -äänentasomittarilla. Tallennettu ääniaineisto mitattiin tietokoneella (Apple Mac OS 11.2 Big Sur) Praat-ohjelmalla (versio 6.1.36). Äänenpainetasot (SPL) kalibroitiin vastaamaan äänitystilannetta.

5.4 Tilastollinen analyysi

Analyysi tehtiin SPSS-ohjelmalla (IBM SPSS Statistics 27.0.1.0). Tutkimushenkilöiden ääninäytteistä mitatuista äänenvoimakkuus- (SPL) ja äänenkorkeusarvoista (F0) laskettiin minimi- ja maksimiarvot, keskiarvot sekä keskihajonnat. Tämä tehtiin sekä ennen interventiota saaduille arvoille, intervention jälkeen saaduille arvoille että näiden välisille muutoksille. Muutoksen tilastollinen merkitsevyys tutkittiin parametrittömällä riippuvien otosten testillä, Wilcoxonin

merkittyjen sijalukujen testillä. Merkitsevyyden rajaksi asetettiin p-arvo $\leq 0,05$. Äänenvoimakkuuden (SPL) ja äänenkorkeuden (F0) välistä korrelaatiota tutkittiin vertaamalla keskenään molempien ennen interventiota saatuja arvoja, intervention jälkeen mitattuja arvoja sekä molempien muutostuloksia. Korrelaatio tutkittiin Pearsonin korrelaatiokertoimella sekä Spearmanin korrelaatioanalyysillä. Tilastollisen merkitsevyyden rajaksi asetettiin p-arvo $\leq 0,05$. Korrelaatiokertoimen arvo $r \geq 0,7$ tarkoittaa tässä tutkimuksessa voimakasta riippuvuutta, $0,7 > r \geq 0,3$ kohtalaista tai merkittävää ja $r < 0,3$ heikkoa riippuvuutta (Tähtinen, Laakkonen & Broberg, 2011, s. 141).

6 TULOKSET

6.1 Äänenvoimakkuus (SPL)

Ennen interventiota äänenvoimakkuuden (SPL) keskiarvo oli suurin eläytyvässä luennassa (90,4 dB) ja pienin spontaanipuheessa (82,4 dB) (taulukko 5). Fonaatioissa (lyhyt ja pitkä) voimakkuuden keskiarvo oli toiseksi ja kolmanneksi korkein. Muissa luentanäytteissä keskiarvo oli spontaanipuhetta noin 4 dB korkeampi. Myös suurin mitattu yksittäinen arvo havaittiin eläytyvässä luennassa (100,4 dB). Matalin maksimiarvo löytyi spontaanipuheesta (89,2 dB). Myös kaikista näytteistä matalin arvo mitattiin spontaanipuheesta (70,6 dB). Pitkässä fonaatioissa matalin mitattu arvo oli puolestaan noin 11 dB spontaanipuheen minimiä suurempi (81,2 dB). Eläytyvässä luennassa minimiarvo oli kolmanneksi matalin (77,9 dB).

Taulukko 5. Tutkimushenkilöiden äänenvoimakkuuksien (SPL) ääripäät, keskiarvot ja -hajonnat ennen interventiota. Tulokset on järjestetty keskiarvon mukaan suurimmasta pienimpään.

Puhetehtävä	n	Minimi (dB)	Maksimi (dB)	Keskiarvo (dB)	Keskihajonta (dB)
Eläytyvä luenta	10	77,9	100,4	90,4	7,4
Pitkä fonaatio	16	81,2	98,6	88,7	5,3
5 sek. fonaatio	16	80,5	99,7	88,3	5,3
Lyhyt luenta	16	78,8	93,7	86,5	4,6
Pitkä luenta	10	75,9	93,1	86	5,7
Spontaani	11	70,6	89,2	82,4	6

Intervention jälkeen tallennetuissa näytteissä äänenvoimakkuuden (SPL) keskiarvo oli korkein pitkässä fonaatioissa (95,1 dB), mutta suurin arvo havaittiin viiden sekunnin fonaatioissa (105,2 dB) (taulukko 6). Eläytyvän luennan keskiarvo oli intervention jälkeen kaikista puhetehtävistä enää kolmanneksi suurin (93 dB). Pienin keskiarvo oli edelleen spontaanipuheessa (85,2 dB). Spontaanipuheessa myös minimi- ja maksimiarvot olivat edelleen pienimmät. Keskiarvoja tarkasteltaessa puhetehtävien välinen järjestys säilyi siis muuten samana, mutta tutkittavat eivät

tuottaneet enää eläytyvää luentaa voimakkaimmalla äänellä vaan heidän lyhyt ja pitkä fonaationsa olivat voimakkaampia.

Taulukko 6. Tutkimushenkilöiden äänenvoimakkuuksien (SPL) ääripäät, keskiarvot ja -hajonnat intervention jälkeen. Tulokset on järjestetty keskiarvon mukaan suurimmasta pienimpään.

Puhetehtävä	n	Minimi (dB)	Maksimi (dB)	Keskiarvo (dB)	Keskihajonta (dB)
Pitkä fonaatio	16	84,9	104,5	95,1	5,6
5 sek. fonaatio	16	85,6	105,2	94,9	5,6
Eläytyvä luenta	15	79,8	99,4	93	5,1
Lyhyt luenta	15	79,6	94,3	89,4	4
Pitkä luenta	15	78,3	92,9	88,6	4,4
Spontaani	16	73,4	91,7	85,2	5,5

Intervention myötä kaikissa puhetehtävissä tutkittavien äänenvoimakkuuden (SPL) keskiarvo kasvoi (taulukko 7). Nousu oli suurinta fonaatiotehtävissä (6,4–6,7 dB) ja pienintä pitkässä luentatehtävissä (1,8 dB). Spontaanipuheessa äänenvoimakkuuden keskiarvo kasvoi toiseksi vähiten (2,2 dB) mutta lähes yhtä paljon kuin eläytyvässä ja lyhyessä luennassa (2,8 dB). Suurin yksittäinen äänenvoimakkuuden muutos havaittiin viiden sekunnin fonaatiossa (20,1 dB) ja toiseksi suurin pitkässä fonaatiossa (15,8 dB). Vaikka spontaanipuheen äänenvoimakkuuden kasvu oli maltillista ryhmätasolla, se nousi yksittäisellä tutkimushenkilöllä parhaimmillaan 7,4 dB.

Taulukko 7. Kuntoutuksen aikana tapahtuneen äänenvoimakkuuden (SPL) muutoksen ääripäät, keskiarvot ja -hajonnat. Tulokset on järjestetty keskiarvon mukaan suurimmasta pienimpään.

Puhetehtävä	n	Minimi (dB)	Maksimi (dB)	Keskiarvo (dB)	Keskihajonta (dB)
5 sek. fonaatio	16	-1,7	20,1	6,7	5,2
Pitkä fonaatio	16	-3,8	15,8	6,4	5,7
Lyhyt luenta	15	-2,3	10,8	2,8	3,2
Eläytyvä luenta	10	-6,7	11,3	2,8	5,7
Spontaani	11	-2	7,4	2,2	2,8
Pitkä luenta	10	-1,9	6	1,8	2,6

Suurimmalla osalla tutkimushenkilöistä (11/16) äänenvoimakkuus nousi, mutta osalla SPL laski (yksilötason tulokset liitteissä 3–4). Yhdellä tutkimushenkilöllä äänenvoimakkuus laski kaikissa tehtävissä, toisella kaikissa paitsi spontaanipuheessa. Yhdellä henkilöllä laskua oli pitkässä ja lyhyessä luennassa. Kahdella muulla henkilöllä äänenvoimakkuus laski ainoastaan yhden tehtävän osalta: toisella spontaanipuheessa ja toisella eläytyvässä luennassa. SPL nousi merkitsevästi spontaanipuheessa, lyhyessä luennassa sekä pitkässä ja lyhyessä fonaatiossa (taulukko 8).

Taulukko 8. Äänenvoimakkuuden (SPL) muutosten tilastollinen merkitsevyys.

	Spontaani	Lyhyt luenta	Pitkä luenta	Eläytyvä luenta	5 sek. fonaatio	Pitkä fonaatio
Z	-2.223b	-2.669b	-1.784b	-1.580b	-3.237b	-3.206b
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,026	0,008	0,074	0,114	0,001	0,001

6.2 Äänenkorkeus (F0)

Koska naisilla on tavallisesti korkeampi äänen perustaajuus (F0) kuin miehillä (Laukkanen & Leino, 1999, s. 41), F0 mitattiin molemmilta erikseen. Ennen interventiota miesten äänenkorkeuden keskiarvo oli kaikissa tehtävissä naisten keskiarvoa matalampi, ja eron suuruus vaihteli noin 30 hertsistä (lyhyt luenta) lähes 60 hertsiin (eläytyvä luenta) (taulukot 9 ja 10). Korkein keskiarvo oli miehillä pitkässä fonaatiossa (134,9 Hz) ja naisilla eläytyvässä luennassa (178,9 Hz). Matalin keskiarvo oli molemmilla pitkässä luennassa (111,6 Hz miehillä, 154,8 Hz naisilla). Korkein yksittäinen äänenkorkeus havaittiin miehillä viiden sekunnin fonaatiossa (169,7 Hz) ja naisilla eläytyvässä luennassa (228,2 Hz). Matalin äänenkorkeus oli puolestaan miehillä viiden sekunnin fonaatiossa (92,2 Hz) ja naisilla pitkässä fonaatiossa (106,6 Hz)

Taulukko 9. Miespuolisten tutkimushenkilöiden äänenkorkeuksien (F0) ääripäät, keskiarvot ja -hajonnat ennen interventiota. Tulokset on järjestetty keskiarvon mukaan suurimmasta pienimpään.

Puhetehtävä	n	Minimi (Hz)	Maksimi (Hz)	Keskiarvo (Hz)	Keskihajonta (Hz)
Pitkä fonaatio	4	117,3	159,6	134,9	18,6
5 sek. fonaatio	4	92,2	169,7	132,4	32,5
Lyhyt luenta	4	109,4	148,5	130,3	19
Eläytyvä luenta	2	117,1	122,3	119,7	3,7
Spontaani	2	104,4	134,3	119,4	21,1
Pitkä luenta	2	107,9	115,2	111,6	5,2

Taulukko 10. Naispuolisten tutkimushenkilöiden äänenkorkeuksien (F0) ääripäät, keskiarvot ja -hajonnat ennen interventiota. Tulokset on järjestetty keskiarvon mukaan suurimmasta pienimpään.

Puhetehtävä	n	Minimi (Hz)	Maksimi (Hz)	Keskiarvo (Hz)	Keskihajonta (Hz)
Eläytyvä luenta	8	135,6	228,2	178,9	34,9
5 sek. fonaatio	12	114,8	203	174,3	27,6
Pitkä fonaatio	12	106,6	216,3	171,5	33,4
Lyhyt luenta	12	137,6	199	161,6	19
Spontaani	9	126,1	211,3	160,7	25,7
Pitkä luenta	8	131,6	178,7	154,8	20,5

Intervention jälkeen miesten äänenkorkeuden keskiarvo oli ennen interventiota mitattuja arvoja korkeampi muissa puhetehtävissä paitsi lyhyessä luennassa (ennen 130,3 Hz, jälkeen 122,8 Hz) (taulukko 11). Naisilla äänenkorkeuden keskiarvo oli intervention jälkeen korkeampi kaikissa puhetehtävissä (taulukko 12). Miehillä korkein keskiarvo mitattiin pitkässä fonaatiossa (151,5 Hz) ja matalin pitkässä luennassa (122,1 Hz). Naisilla korkein keskiarvo havaittiin eläytyvässä luennassa (191,7 Hz) ja matalin spontaanipuheessa (168,2 Hz). Miehillä äänenkorkeus oli yksilötasolla korkeimmillaan pitkässä fonaatiossa (177,8 Hz) ja matalimmillaan spontaanipuheessa (106,5 Hz). Naisten korkein yksittäinen äänenkorkeus havaittiin eläytyvässä luennassa (231,7 Hz) ja matalin viiden sekunnin fonaatiossa (130,8 Hz).

Miesten ja naisten välinen äänenkorkeuden ero säilyi hyvin samanlaisena myös intervention jälkeen. Suurin ero oli eläytyvässä luennassa (59,6 Hz), kuten ennen interventiota, mutta intervention jälkeen pienin ero havaittiin pitkässä fonaatiossa (33,4 Hz), eikä enää lyhyessä luennassa. Lyhyessä luennassa sukupuolien välinen ero oli intervention jälkeen 46,4 Hz. Sekä miehillä että naisilla korkeimmat keskiarvot olivat ennen ja jälkeen intervention samoissa puhetehtävissä. Miehillä molemmissa fonaatotehtävissä, naisilla eläytyvässä luennassa ja viiden sekunnin fonaatiossa.

Taulukko 11. Miespuolisten tutkimushenkilöiden äänenkorkeuksien (F0) ääripäät, keskiarvot ja -hajonnat intervention jälkeen. Tulokset on järjestetty keskiarvon mukaan suurimmasta pienimpään.

Puhetehtävä	n	Minimi (Hz)	Maksimi (Hz)	Keskiarvo (Hz)	Keskihajonta (Hz)
Pitkä fonaatio	4	135,1	177,8	151,5	18,8
5 sek. fonaatio	4	131,8	168,2	147,9	18,2
Eläytyvä luenta	3	125,4	138,6	132,1	6,6
Spontaani	4	106,5	135,1	125,2	12,9
Lyhyt luenta	3	112,7	132,5	122,8	9,9
Pitkä luenta	3	113,2	132,5	122,1	9,8

Taulukko 12. Naispuolisten tutkimushenkilöiden äänenkorkeuksien (F0) ääripäät, keskiarvot ja -hajonnat intervention jälkeen. Tulokset on järjestetty keskiarvon mukaan suurimmasta pienimpään.

Puhetehtävä	n	Minimi (Hz)	Maksimi (Hz)	Keskiarvo (Hz)	Keskihajonta (Hz)
Eläytyvä luenta	12	149,2	231,7	191,7	25,3
5 sek. fonaatio	12	130,8	221	190,7	26,5
Pitkä fonaatio	12	134,7	219,4	184,9	26,1
Pitkä luenta	12	142,1	192,5	170	19,3
Lyhyt luenta	12	132,9	195	169,2	20,1
Spontaani	12	137,7	194,3	168,2	18,4

Äänenkorkeuden muutokset olivat miehillä ja naisilla erilaisia (taulukot 13 ja 14). Naisilla äänenkorkeus nousi kuntoutuksen myötä keskiarvoisesti kaikissa tehtävissä. Suurin muutos havaittiin viiden sekunnin fonaatiossa (16,4 Hz) ja pienin spontaanipuheessa (6,9 Hz). Miehillä äänenkorkeus nousi keskiarvoisesti muissa tehtävissä, mutta se laski spontaanipuheessa (-0,3 Hz) ja lyhyessä luennassa (-2,8 Hz) Miehillä äänenkorkeus nousi keskiarvoisesti eniten pitkässä fonaatiossa (16,6 Hz) ja vähiten pitkässä luennassa (5,3 Hz). Koska n oli monessa puhetehtävässä eri ennen kuntoutusta kerätyssä aineistossa kuin sen jälkeen kerätyssä, muutokset on voitu laskea vain niiltä henkilöiltä, joilla löytyivät molemmat arvot.

Miehillä äänenkorkeus nousi yksilötasolla parhaimmillaan 53,2 Hz pitkässä fonaatioissa. Suurin lasku miehillä oli viiden sekunnin fonaatioissa (-37,9 Hz). Naisilla suurin äänenkorkeuden nousu havaittiin spontaanipuheessa (68,1 Hz). Myös naisilla äänenkorkeus laski yksilötasolla. Suurin lasku mitattiin eläytyvässä luennassa (-59,3 Hz).

Taulukko 13. Miespuolisten tutkimushenkilöiden kuntoutuksen aikana tapahtuneen äänenkorkeuden (F0) muutoksen ääripäät, keskiarvot ja -hajonnat. Tulokset on järjestetty keskiarvon mukaan suurimmasta pienimpään.

Puhetehtävä	n	Minimi (Hz)	Maksimi (Hz)	Keskiarvo (Hz)	Keskihajonta (Hz)
Pitkä fonaatio	4	-17,7	53,2	16,6	29,1
5 sek. fonaatio	4	-37,9	41,2	15,5	36,2
Eläytyvä luenta	2	3,1	21,4	12,3	13
Pitkä luenta	2	5,3	5,3	5,3	0,1
Spontaani	2	-2,6	2	-0,3	3,3
Lyhyt luenta	3	-16	4,2	-2,8	11,4

Taulukko 14. Naispuolisten tutkimushenkilöiden kuntoutuksen aikana tapahtuneen äänenkorkeuden (F0) muutoksen ääripäät, keskiarvot ja -hajonnat. Tulokset on järjestetty keskiarvon mukaan suurimmasta pienimpään.

Puhetehtävä	n	Minimi (Hz)	Maksimi (Hz)	Keskiarvo (Hz)	Keskihajonta (Hz)
5 sek. fonaatio	12	-7,8	37,1	16,4	13,8
Pitkä fonaatio	12	-15,2	46,7	13,4	17,5
Eläytyvä luenta	8	-59,3	65	12,6	36,2
Pitkä luenta	8	-0,9	16,5	9,3	5,3
Lyhyt luenta	12	-13,3	31,8	7,6	12,3
Spontaani	9	-34,4	68,1	6,9	29,9

Vaikka puolella tutkimushenkilöistä (8/16) äänenkorkeus nousi kaikissa näytteissä, jokaisessa tehtävässä äänenkorkeus myös laski jollakin tutkimushenkilöllä (liite 4). Kolmella henkilöllä äänenkorkeus laski yhdessä äänitteessä, neljällä henkilöllä kahdessa äänitteessä ja yhdellä henkilöllä laskua oli kaikissa kolmessa mitatussa arvossa. Laskua ei esiintynyt pelkästään jossain tietyssä puhetehtävässä, vaan äänenkorkeus saattoi laskea missä tahansa näytteessä. Pitkässä luennassa laskua oli ainoastaan yhdellä tutkimushenkilöllä, mutta muilla näytteillä laskua oli joko kahden tai kolmen tutkimushenkilön arvoissa. Äänenkorkeuden (F0) muutokset olivat tilastollisesti merkitseviä pitkässä luennassa sekä pitkässä ja lyhyessä fonaatiossa (taulukko 12).

Taulukko 15. Äänenkorkeuden (F0) muutosten tilastollinen merkitsevyys; analyysissa mukana naiset ja miehet.

	Spontaani	Lyhyt luenta	Pitkä luenta	Eläytyvä luenta	5 sek. fonaatio	Pitkä fonaatio
Z	-1.067b	-1.477b	-2.701b	-1.784b	-2.534b	-2.430b
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,286	0,140	0,007	0,074	0,011	0,015

6.3 SPL:n ja F0:n välinen yhteys

SPL:n ja F0:n välillä ei havaittu kuin yksi yhteys: ennen interventiota pitkän fonaation SPL ja F0 korreloivat merkitsevästi keskenään: mitä voimakkaammalla äänellä tutkittavat äänsivät [a]:ta, sitä korkeampi oli F0 (taulukko 16). Tämä oli ainoa merkitsevä yhteys myös Spearmanin korrelaatioanalyysin mukaan (ρ 0,56, p 0,025). Muiden ääninäytteiden voimakkuuden ja korkeuden välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä ennen interventiota ja sen jälkeen. Merkitsevää korrelaatiota ei ollut myöskään muuttujissa, jotka kuvasivat muutoksen suuruutta. Pearsonin korrelaatio ennen interventiota oli kaikissa tehtävissä joko kohtalaista tai heikkoa.

Taulukko 16. Äänenvoimakkuuden (SPL) ja äänenkorkeuden (F0) korrelaatiot ennen interventiota. Tulokset on järjestetty suurimman korrelaation mukaan.

Puhetehtävä	n	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)
Pitkä fonaatio	16	0,602	0,014
Eläytyvä luenta	10	0,440	0,203
5 sek. fonaatio	16	0,351	0,183
Pitkä luenta	10	0,157	0,665
Lyhyt luenta	16	0,108	0,692
Spontaani	11	0,048	0,889

Intervention jälkeen mitatuissa arvoissa korrelaatiota oli kokonaisuudessa vieläkin vähemmän (taulukko 17). Kaikkien tehtävien arvojen korrelaatiot olivat alle 0,3, eli riippuvuus oli heikkoa. Melkein kaikissa korrelaatio laski. Ainoastaan spontaanipuheessa korrelaatio hieman kasvoi (0,048–0,156), mutta tulos ei ollut merkitsevä.

Taulukko 17. Äänenvoimakkuuden (SPL) ja äänenkorkeuden (F0) korrelaatiot intervention jälkeen. Tulokset on järjestetty suurimman korrelaation mukaan.

Puhetehtävä	n	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)
5 sek. fonaatio	15	0,257	0,356
Eläytyvä luenta	15	0,209	0,455
Pitkä fonaatio	16	0,208	0,440
Spontaani	16	0,156	0,565
Lyhyt luenta	15	0,026	0,927
Pitkä luenta	15	0,015	0,958

Äänenvoimakkuuden (SPL) ja äänenkorkeuden (F0) muutoksillakaan ei ollut suurta keskinäistä korrelaatiota, eivätkä tulokset olleet merkitseviä (taulukko 18). Korkein positiivinen korrelaatio oli eläytyvässä luennassa (0,483). Muissa tehtävissä korrelaatio oli alle 0,35. Lyhyessä ja pitkässä luennassa havaittiin jopa hyvin pientä negatiivista korrelaatiota.

Taulukko 18. Äänenvoimakkuuden (SPL) ja äänenkorkeuden (F0) muutosten korrelaatiot. Tulokset on järjestetty suurimman positiivisen korrelaation mukaan.

Puhetehtävä	n	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)
Eläytyvä luenta	10	0,483	0,157
Pitkä fonaatio	16	0,349	0,185
5 sek. fonaatio	16	0,335	0,205
Spontaani	11	0,158	0,642
Lyhyt luenta	15	-0,010	0,972
Pitkä luenta	10	-0,126	0,729

7 TULOSTEN POHDINTA

Tässä tutkimuksessa haluttiin selvittää, muuttuvatko äänenvoimakkuus (SPL) ja äänenkorkeus (F0) ryhmämuotoisen LSVT-intervention myötä. Molemmat äänen piirteet nousivat. Äänenvoimakkuuden ja äänenkorkeuden muutosten välillä ei kuitenkaan havaittu yhteyttä. Ainoa yhteys oli pitkässä fonaatiossa ennen kuntoutusta, jolloin voimakkaampi fonaatio nosti myös äänenkorkeutta. Kuntoutuksen myötä korrelaatio väheni.

Äänenvoimakkuuden (SPL) keskiarvo nousi 1,8–6,7 dB. Suurin SPL-kasvu havaittiin fonaatiotehtävissä ja pienin pitkässä luennassa. Toiseksi pienin muutos todettiin spontaanipuheessa. Aiempiin yksilömuotoisesta LSVT-kuntoutuksesta tehtyihin tutkimuksiin verrattuna tässä tutkimuksessa havaitut äänenvoimakkuuden muutokset ovat saman suuntaisia, mutta ne eivät yllä suurimpien muutosten tasolle. Myös aiempiin ryhmäkuntoutustutkimuksiin verrattuna tämän tutkimuksen tulokset ovat samansuuntaisia, mutta muutokset ovat hieman pienempiä. Esimerkiksi Ramigin ym. (2001b) yksilö-LSVT:tä käsittelevässä tutkimuksessa fonaatio kasvoi 14,1 dB, luenta 9,1 dB ja spontaanipuhe 4,7 dB. Neljässä muussakin yksilötutkimuksessa äänenvoimakkuus on kasvanut fonaatiossa yli 10 dB (Narayana ym., 2009; Ramig ym., 1995; Ramig ym., 1996; Ramig ym., 2001a). Tämän tutkimuksen tulokset ovat lähimpänä Nakayaman ym. (2020) tutkimuksen tuloksia. Siinä fonaatio kasvoi 6,5 dB, luenta 4,2 dB ja spontaanipuhe 2,8 dB yksilömuotoisen LSVT-kuntoutuksen jälkeen. Aiemmissa ryhmäkuntoutusta käsittelevissä tutkimuksissa fonaatio on kasvanut 13,9 dB, luenta 3,8–10,5 dB ja spontaanipuhe 2,8 dB (Searl ym., 2011; Simberg ym., 2012; Traverse, 2016) Aiemmissa ryhmä- ja yksilötutkimuksissa suurin SPL-muutos havaittiin aina fonaatiossa ja pienin muutos spontaanipuheessa (esimerkiksi Bryans ym., 2021; Nakayama ym., 2020; Narayana ym., 2009; Ramig ym., 1995; Ramig ym., 1996; Ramig ym., 2018; Searl ym., 2011; Simberg ym., 2012; Traverse, 2016). Tässä tutkimuksessa pienin muutos havaittiin kuitenkin pitkässä luennassa, vaikka tulokset olivatkin hyvin lähellä toisiaan. Yksilötasolla SPL myös laski joillakin henkilöillä, ja hieman useammin SPL laski luentatehtävissä. Tämä saattaa vaikuttaa siihen, miksi SPL nousi vähiten juuri pitkässä luennassa. Pitkästä luennasta puuttuivat myös suuret yksilötason muutokset, jotka nostavat muutosten keskiarvoa (SPL nousi korkeimmillaan 6 dB).

Yksilötasolla tuloksissa oli hajontaa, ja yksittäisillä henkilöillä äänenvoimakkuuden kasvu saattoi olla paljon keskiarvoa suurempaa. Suurin muutos havaittiin viiden sekunnin fonaatiotehtävässä (20 dB). Joillakin henkilöillä äänenvoimakkuus myös laski, mikä saattaa johtua sairauden etenevästä luonteesta tai päivittäisestä vireystilan vaihtelusta. Laskua ei kuitenkaan todettu ainoastaan jossain tietyssä puhetehtävässä, vaan henkilöstä riippuen sitä saattoi olla missä tehtävässä tahansa. On

mielenkiintoista, että yhdellä tutkimushenkilöllä äänenvoimakkuus kasvoi ainoastaan spontaanipuheessa, kun kaikissa muissa näytteissä hänen äänenvoimakkuutensa laski. On hyvin yleistä, että oppimisen siirtovaikutusta, eli opittujen taitojen siirtymistä kontekstista toiseen ei tapahdu (Perkins & Salomon, 1992), ja toisaalta tämän henkilön äänenvoimakkuuden kasvu spontaanipuheessa oli hyvin vaatimatonta (0,2 dB). Tässäkin tutkimuksessa SPL kasvoi kuitenkin eniten fonaatiotehtävissä, joita kuntoutusjakson aikana aktiivisesti harjoiteltiin.

Naisilla äänenkorkeus (F0) nousi kaikissa tehtävissä. Miehillä äänenkorkeus nousi muissa tehtävissä, mutta laski spontaanipuheessa ja lyhyessä luennassa. Aiempiin tutkimuksiin verrattuna tulokset ovat saman suuntaisia naisten osalta, mutta F0 ei noussut aivan yhtä paljon kuin niissä. Esimerkiksi Ramigin ym. (1996) tutkimuksessa F0 kasvoi miehillä luennassa 17,4 Hz ja naisilla 17,6 Hz, ja spontaanipuheessa F0 kasvoi miehillä 6,5 Hz ja naisilla 8,6 Hz. Simbergin ym. (2012) tutkimuksessa miehillä F0 kasvoi luennassa 15,9 Hz ja naisilla 29,3 Hz. Tässä tutkimuksessa äänenkorkeuden (F0) keskiarvo kasvoi miehillä eniten pitkässä fonaatiossa (16,6 Hz). Eläytyvässä ja pitkässä luennassa F0 kasvoi miehillä 12,3 Hz ja 5,3 Hz. F0 puolestaan laski miehillä lyhyessä luennassa (-2,8 Hz) ja spontaanipuheessa (-0,3 Hz). Naisilla F0 kasvoi eniten viiden sekunnin fonaatiossa (16,4 Hz) ja vähiten spontaanipuheessa (6,9 Hz). Luentatehtävissä F0 kasvoi naisilla 7,6 Hz (lyhyt), 9,3 Hz (pitkä) ja 12,6 Hz (eläytyvä). Yksilötasolla sekä miehillä että naisilla F0 nousi ja laski yli keskiarvojen. Miehillä suurin nousu mitattiin pitkässä fonaatiossa (53,2 Hz) ja suurin lasku viiden sekunnin fonaatiossa (-37,9 Hz). Naisilla F0:n suurin yksittäinen lasku oli eläytyvässä luennassa (-59,3 Hz). Suurin yksittäinen F0:n nousu mitattiin naisilla puolestaan spontaanipuheessa (68,1 Hz). Mielenkiintoista on, että samalla henkilöllä äänenkorkeus kuitenkin laski pitkässä fonaatiossa ja lyhyessä luennassa.

Kun subglottaalista ilmanpainetta lisätään, äänenvoimakkuus ja tyypillisesti myös äänenkorkeus nousevat (Laukkanen & Leino, 1999, 42). Tämä näkyi kaikkein selvimmin fonaatiotehtävissä, joissa sekä F0:n että SPL:n keskiarvot nousivat eniten. Äänenvoimakkuuden ja äänenkorkeuden muutosten välillä ei kuitenkaan havaittu selvää korrelaatiota, ja lyhyessä sekä pitkässä luennassa muutosten korrelaatio oli jopa negatiivinen vaikka ei merkitsevä. Ennen interventiota mitatuissa arvoissa kohtalaista korrelaatiota SPL:n ja F0:n välillä oli ainoastaan pitkässä fonaatiossa, ja intervention jälkeen korrelaatio laski kaikkien muiden kuin spontaanipuheen osalta. Siinä lähellä nollaa ollut korrelaatio kasvoi vaatimattomasti, eikä yhteys ollut merkitsevä. Ainakin Gundogdu, Akidil & Kotan, (2017) ovat omassa tutkimuksessaan havainneet, ettei F0:n ja SPL:n muutosten välillä ole ollut korrelaatiota, joten tulokset ovat siinä mielessä linjassa aiemman tutkimuksen kanssa. Hei eivät tosin määritelleet, millaisia puhetehtäviä tutkimuksessa äänitettiin.

Korrelaation heikkous näkyi myös yksilötasolla, vaikka monella tutkimushenkilöllä sekä SPL että F0 nousivat. Esimerkiksi henkilöllä, jolla SPL laski jokaisessa tehtävässä, F0 kuitenkin nousi viidessä tehtävässä kuudesta (liite 4). Joillakin henkilöillä SPL puolestaan nousi F0:n laskiessa. Erilaisten muutosten taustalla voi olla kurkunpään lihasten erilainen toiminta. Esimerkiksi thyroarytenoideuslihaksen väsyminen saattaa nostaa äänenkorkeutta äänihuulien limakalvon jäykistyessä ja niiden värähtelyn huonontuessa (Rantala, 2000). F0 saattaa puolestaan laskea vaikka subglottaalinen paine kasvaa silloin, kun CT-lihas on kunnolla aktivoitunut (Chhetri & Park, 2016). Sävelkorkeus voi myös passiivisesti laskea, kun sävelkorkeutta nostavat lihakset rentoutuvat (Laukkanen & Leino, 1999, s. 43). Erilaiset SPL- ja F0-muutokset voivat riippua siis erilaisista äänen tuottotavoista. Ehkä tutkimushenkilö on tuottanut ääntä taloudellisesti, kun SPL on noussut ja F0 laskenut ja päinvastoin. Kuntoutusjakson harjoittelu on siis ehkä auttanut toisia tutkimushenkilöitä aktivoimaan kurkunpään lihastensa toimintaa niin, että he pystyvät tuottamaan voimakkaampaa ääntä rennosti. Toiset ovat taas kenties kompensoineet heikentyntä äänenvoimakkuuttaan jännittämällä kurkunpään lihaksia epäoptimaalisesti, mikä on johtanut kohonneeseen äänenkorkeuteen. Esimerkiksi henkilö, jonka F0 nousi spontaanipuheessa 68,1 Hz, mutta laski pitkässä fonaatioissa ja lyhyessä luennassa, oppi ehkä tuottamaan ääntä rennommin tietyissä harjoituksissa, mutta taito ei yleistynyt vielä spontaanipuheeseen.

7.1 Menetelmien pohdinta

Tutkimuksen otosmäärä oli melko pieni ($n = 16$), mikä saattaa vaikuttaa tulosten luotettavuuteen, koska yksittäisten tutkimushenkilöiden arvot saattoivat poiketa paljonkin keskiarvosta. Lisäksi ainoastaan fonaatioissa sekä interventiota ennen että sen jälkeen tallennetut näytteet olivat saatavilla jokaiselta tutkimushenkilöltä. Joiltakin henkilöiltä näytteistä puuttui puolet. Aineisto oli myös täydellisempi intervention jälkeen tehdyissä äänityksissä, mikä voi vääristää tuloksia. Muutokset voitiin kuitenkin laskea vain henkilöiltä, joilta oli näytteet sekä ennen että jälkeen intervention. Tutkimuksen mittaukset tehtiin mahdollisuuksien mukaan jokaisen tutkimushenkilön ensimmäisestä äänityskerrasta. Varsinkin pidemmälle edenneessä Parkinsonin taudissa saattaa kuitenkin esiintyä tilanvaihteluita, jotka vaikuttavat potilaan motoriseen toimintaan (Kaakkola & Marttila, 2015c). Tästä syystä myös tutkimushenkilöiden äänenlaatu saattaa vaihdella päivästä tai vuorokauden ajasta toiseen. Luotettavinta olisi ottaa näytteitä jatkossa useina eri päivinä samoihin kellonaikoihin ja muodostaa sitten eri mittauskertojen näytteistä keskiarvo, jonka perusteella tilastollinen analyysi tehdään.

Äänenkorkeutta analysoitaessa valitun näytteen pituus saattoi vaikuttaa tuloksiin enemmän kuin äänenvoimakkuutta tutkittaessa. Varsinkin luennassa ja spontaanipuheessa äänenkorkeus saattoi vaihdella äänenvoimakkuutta enemmän lyhyenkin näytteen sisällä. Pitkässä fonaatiossa ei ole jatkuvaan puheeseen tai luentaan liittyvää ilmaisullista prosodian vaihtelua eikä lauseintonaatiota. Täten fonaatiotehtävien SPL- ja F0-arvojen voisi olettaa olevan tasaisempia ja täten helpommin verrattavissa keskenään.

Koska ääninäytteitä kerättiin eri laitteilla ja eri päivinä, kalibroinnissa on voinut tulla pieniä mittavirheitä. Se, että SPL-arvojen vaihteluväli oli kuitenkin vain noin 2,2 dB, viittaa siihen, että mitattujen arvojen voidaan olettaa olevan suhteellisen luotettavia.

Tässä tutkimuksessa miehiä ja naisia tutkittiin äänenvoimakkuuden (SPL) osalta yhtenä ryhmänä, ja äänenkorkeus mitattiin molemmilta erikseen. Myös aiemmissa tutkimuksissa SPL-tulokset on raportoitu yhtenä ryhmänä (esimerkiksi Ramig ym., 2001a). Lisäksi Goy, Fernandes, Pichora-Fuller & van Lieshout (2013) ovat tutkimuksessaan havainneet, että sekä miehillä että naisilla äänenvoimakkuuden keskiarvo on samanlainen. Tämän perusteella voidaan miesten ja naisten äänenvoimakkuuksien yhdistämistä pitää suhteellisen luotettavana ratkaisuna. Miesten ja naisten äänenkorkeudet sen sijaan ovat lähtökohtaisesti erilaiset (Laukkanen & Leino, 1999, s. 41). Lisäksi Goy ym. (2013) ovat todenneet, että vanhemmilla naisilla F0 on matalampi kuin nuorilla naisilla, kun vanhemmilla ja nuoremmilla miehillä vastaavaa eroa ei havaittu. Aiemmissa tutkimuksissa F0:n muutoksia on ilmoitettu miehillä ja naisille erikseen, ja vaikka muutokset ovat toisinaan olleet samankaltaisia (esimerkiksi Ramig. ym, 1996) ne ovat voineet myös erota toisistaan (Simberg ym., 2012). On siis perusteltua, että miesten ja naisten äänenkorkeutta tarkasteltiin tässäkin tutkimuksessa erikseen.

Ääninäytteitä kerättiin tässä tutkimuksessa kuudesta erilaisesta tehtävästä. Esimerkiksi luennasta oli kolme erilaista versiota. Näin monen näytteen mittaaminen ei välttämättä anna oleellista lisäinformaatiota. Koska kuntoutuksen aikana harjoiteltiin [a]-fonaatiota, sen muutosten tarkastelu kertoo hyvin suoraan siitä, onko tutkimushenkilö oppinut kuntoutuksen aikana käyttämään ääntään voimakkaammin. Spontaanipuheen analysointi kertoo puolestaan siitä, ovatko kuntoutuksen aikana opitut taidot yleistyneet arkiseen äänenkäyttöön.

7.2 Tutkimuksen merkitys ja jatkotutkimusaiheet

Perinteistä yksilömuotoista LSVT-kuntoutusta ja sen vaikuttavuutta on tutkittu jo paljon. Tämä tutkimus on tuonut lisää näyttöä siitä, että myös ryhmämuotoisella LSVT-kuntoutuksella voidaan vaikuttaa myönteisesti Parkinson-potilaiden äänenvoimakkuuteen. Koska puheterapiaa ei ole saatavilla tasaisesti kaikkialla Suomessa, ryhmäkuntoutus on vartenotettava tapa kohentaa Parkinson-potilaiden äänenkäyttöä ja samalla sosiaalista osallistumista, itsenäistä pärjäämistä sekä elämänlaatua. Koska aineisto oli pieni, ja osin puutteellinen, tutkimusta olisi hyvä tehdä jatkossa suuremmalla otoskoolla. Lisäksi voitaisiin tehdä myös pidemmän aikavälin seurantaa, jotta voidaan tutkia, kuinka kauan ryhmämuotoisella LSVT-kuntoutuksella saavutetut tulokset säilyvät.

LÄHTEET

- Atula, S. (2018). Parkinsonin tauti. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00055>. Luettu 3.4.2021.
- Bryans, L.A., Palmer, A.D., Anderson, S., Schindler, J. & Graville, D.J. (2021) The Impact of Lee Silverman Voice Treatment (LSVT LOUD) on Voice, Communication, and Participation: Findings from a Prospective, Longitudinal Study. *Journal of Communication Disorders*, 89, 1–16.
- Chhetri, D.K. & Park, S.J. (2016). Interactions of Subglottal Pressure and Neuromuscular Activation on Fundamental Frequency and Intensity. *The Laryngoscope*, 126(5), 1123-1130.
- Duffy, J.R. (2020). *Motor Speech Disorders. Substrates, Differential Diagnosis and Management*. St. Louis: Elsevier.
- Fox, C.M., Morrison, C.E., Ramig, L.O. & Sapis, S. (2002). Current Perspectives on the Lee Silverman Voice Treatment (LSVT) for Individuals With Idiopathic Parkinson Disease. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 11, 2, 111–123.
- Goy, H., Fernandes, D.N., Pichora-Fuller, M.K., & van Lieshout, P. (2013). Normative voice data for younger and older adults. *Journal of Voice*, 27(5), 545-555.
- Gundogdu, A.A., Akidil, A.O. & Kotan, D. (2017). Resolving Speech Disorders in Parkinson Disease: Our Clinical Experience with Voice Therapy. *Biomedical Research*, 28, 7, 3313–3317.
- Ho, A.K., Iannsek, R., Marigliani, C., Bradshaw, J.L. & Gates, S. (1999). Speech impairment in a large sample of patients with Parkinson's disease. *Behavioural Neurology*, 11, 131–137.
- Huttunen, K. & Vilkmann, E. (2009). Puhe vanhuudessa. O. Aaltonen, R. Aulanko, A. Iivonen, A. Klippi & M. Vainio (toim.), *Puhuva ihminen – Puhetieteiden perusteet*. (s. 129–134). Helsinki: Otava.
- Kaakkola, S. & Marttila, R. (2015a). Parkinsonin taudin oireet, löydökset ja taudinkulku. https://www.oppoportti.fi/op/neu00110/do?p_haku=parkinsonin%20tauti#q=parkinsonin%20tauti. Luettu 3.4.2021.
- Kaakkola, S. & Marttila, R. (2015b). Parkinsonismi ja Parkinsonin tauti. https://www.oppoportti.fi/op/neu00109/do?p_haku=parkinsonin%20tauti#q=parkinsonin%20tauti. Luettu 3.4.2021.
- Kaakkola, S. & Marttila, R. (2015c). Parkinsonin taudin hoito. https://www.oppoportti.fi/op/neu00112/do?p_haku=parkinsonin%20tauti#q=parkinsonin%20tauti. Luettu 3.4.2021.
- Laukkanen, A.-M. & Leino, T. (1999). *Ihmeellinen ihmisääni*. Helsinki: Gaudeamus.

- Lehtihalmes, M. (2010). Motoriset puhehäiriöt. P. Korpilahti, O. Aaltonen & M. Laine (toim.) *Kieli ja aivot*. (s. 270–276). Turku, Turun yliopisto.
- LSVT Global, (2021a). What is LSVT LOUD?
<https://www.lsvtglobal.com/LSVTLoud>. Luettu 11.4.2021.
- LSVT Global, (2021b). LSVT Dosage.
<https://blog.lsvtglobal.com/faqs/lsvt-dosage/#1492202615982-f0e9a2f0-43c0>.
 Luettu 11.4.2021.
- LSVT Global, (2021c). Exercise is great, but how will that improve my function?
<http://blog.lsvtglobal.com/wp-content/uploads/2017/07/Public-Webinar-Handout-Exercise-is-great-but-how-will-that-improve-my-function.pdf>. Luettu 11.4.2021.
- Manor, Y., Posen, J., Amir, O., Dori, N. & Giladi, N. (2005). A Group Intervention Model for Speech and Communication Skills in Patients With Parkinson’s Disease: Initial Observations. *Communication Disorders Quarterly*, 26, 2, 94–101.
- Nakayama, K., Yamamoto, T., Oda, C., Sato, M., Murakami, T. & Horiguchi, S. (2020). Effectiveness of Lee Silverman Voice Treatment® LOUD on Japanese-Speaking Patients with Parkinson’s Disease. *Rehabilitation Research and Practice*, Volume 2020.
- Narayana, S., Fox, P. T., Zhang, W., Franklin, C., Robin, D. D., Vogel, D. & Ramig, L. O. (2009). Neural Correlates of Efficacy of Voice Therapy in Parkinson’s Disease Identified by Performance– Correlation Analysis. *Human Brain Mapping*, 31, 222–236.
- Pajarinen, S. (2020). *Puheterapiapalveluiden saatavuus Parkinsonin taudissa: kuntoutuksen järjestäminen ja siihen vaikuttavat tekijät*. Sosiaalipolitiikan pro gradu -tutkielma. Tampereen yliopiston yhteiskuntatutkimuksen tutkinto-ohjelma.
- Parkkinen-Tähtinen, P. (2021). *LSVT-intervention vaikutus Parkinson-potilaiden äänenlaatuun. Äänen häiriöisyyden muutokset akustisesti arvioituna*. Logopedian pro gradu -tutkielma. Tampereen yliopiston logopedian tutkinto-ohjelma.
- Perkins, D.N. & Salomon, G. (1992). Transfer of Learning. *International Encyclopedia of Education, Second Edition* Oxford, England: Pergamon Press.
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.24.369&rep=rep1&type=pdf>
 luettu 8.5.2021.
- Ramig, L. O., Countryman, S., O’Brien, C., Hoehn, M. & Thompson, L. (1996). Intensive Speech Treatment for Patients with Parkinson’s Disease: Short- and Long-Term Comparison of Two Techniques. *Neurology*, 47, 1504–1511.
- Ramig, L. O., Countryman, S., Thompson, L. L., Horii, Y. (1995). Comparison of Two Forms of Intensive Speech Treatment for Parkinson Disease. *Journal of Speech and Hearing Research*, 38(6), 1232–51.

- Ramig, L., Halpern, A., Spielman, J. Fox, C. & Freeman, K. (2018). Speech Treatment in Parkinson's Disease: Randomized Controlled Trial (RCT). *Movement Disorders*, Vol. 33, 11, 1777–1791.
- Ramig, L. O., Sapir, S., Countryman, S. Pawlas, A. A., O'Brien, C. O., Hoehn, M. & Thompson, L. L. (2001b). Intensive Voice Treatment (LSVT®) for Patients with Parkinson's Disease: a 2 Year Follow Up. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 71, 493–498.
- Ramig, L.O., Sapir, S., Fox, C. & Countryman, S. (2001a). Changes in Vocal Loudness Following Intensive Voice Treatment (LSVT) in Individuals With Parkinson's Disease: A Comparison with Untreated Patients and Normal Age-Matched Controls. *Movement Disorders*, Vol. 16, 1, 79–83.
- Rantala, L. (2000). *Ääni työssä. Naisopettajien äänenkäyttö ja äänen kuormittuminen*. Acta Universitatis Ouluensis, Humaniora, B 37. Academic dissertation. Oulu: Oulu University.
- Rantala, L., Siikanen, A., Kankare, E., Kukkonen, T., (2013). Lee Silverman -terapiatekniikan vaikutus Parkinsonin tautia sairastavan henkilön ääneen. Tapaustutkimus suomalaisesta sovelluksesta. *Puhe ja kieli*, 33:2, 65–77.
- Sapir, S., Ramig, L.O., Hoyt, P., Countryman, S., O'Brien, C. & Hoehn, M. (2002). Speech Loudness and Quality 12 Months after Intensive Voice Treatment (LSVT) for Parkinson's Disease: A Comparison with an Alternative Speech Treatment. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 54, 296–303.
- Sapir, S., Spielman, J. L., Ramig, L. O., Story, B. H. & Fox, C. (2007). Effects of Intensive Voice Treatment (the Lee Silverman Voice Treatment [LSVT]) on Vowel Articulation in Dysarthric Individuals With Idiopathic Parkinson Disease: Acoustic and Perceptual Findings. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50, 899–912.
- Schalling, E., Johansson, K. & Hartelius, L. (2017). Speech and Communication Changes Reported by People with Parkinson's Disease. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 69, 131–141.
- Schulz, G.M. (2002). The Effects of Speech Therapy and Pharmacological Treatments on Voice and Speech in Parkinson's Disease: A Review of the Literature. *Current Medicinal Chemistry*, 9, 1359-1366.
- Searl, J., Wilson, K., Haring, K., Dietsch, A., Lyons, K. & Pahwa, R. (2011). Feasibility of Group Voice Therapy for Individuals with Parkinson's Disease. *Journal of Communication Disorders*, 44, 719–732.
- Simberg, S., Rae, J., Kallvik, E., Salo, B. & Martikainen, K. (2012). Effects of Speech Therapy on Voice and Speech in Parkinson's After a 15-day Rehabilitation Course: a Pilot Study. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*, Vol 19, 5, 273–286.

- Trail, M., Fox, C., Olson Ramig, L., Sapir, S., Howard, J. & Lai, E.C. (2005). Speech treatment for Parkinson's disease. *NeuroRehabilitation*, 20, 205–221.
- Traverse, C. (2016) The Impact of Group Format Therapy on Voice in Parkinson's Disease: A Pilot Project. *Canadian Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 40, 1, 31–49.
- Tähtinen, J. & Laakkonen, E. & Broberg, M. (2011). *Tilastollisen aineiston käsittelyn ja tulkinnan perusteita*. Turun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan julkaisuja C:20. Turku: Turun yliopiston kasvatustieteiden laitos ja Opettajan koulutuslaitos.
- Van Lancker Sidtis, D., Hanson, W., Jackson, C., Lanto, A., Kempler, D. & Metter, J. E. (2004). Fundamental Frequency (F0) Measures Comparing Speech Tasks in Aphasia and Parkinson Disease. *Journal of Medical Speech-Language Pathology*, 12, 4, 207–212.
- Webb, W.G. (2017). *Neurology for the Speech-Language Pathologist*. St. Louis: Elsevier.

Liite 1. Taulukko 19. Tutkimushenkilöiden (TH) taustatiedot.

Tutkimushenkilö	Sukupuoli	Ikä	Aika diagnoosista (vuotta)
TH1	N	62	6
TH2	M	65	1
TH3	N	49	5
TH4	M	62	3
TH5	N	63	3
TH6	N	48	6
TH7	N	71	6
TH8	N	63	7
TH9	N	76	3
TH10	N	72	1
TH11	M	50	2
TH12	N	69	5
TH13	N	67	2
TH14	M	67	0
TH15	N	59	8
TH16	N	68	3

Liite 2. Pohjantuuli ja aurinko -teksti

Pohjantuuli ja aurinko väittelivät kummalla olisi enemmän voimaa, kun he samalla näkivät kulkijan, jolla oli yllään lämmin takki. Silloin he sopivat, että se on voimakkaampi, joka nopeammin saa kulkijan riisumaan takkinsa. Pohjantuuli alkoi puhaltaa niin että viuhui, mutta mitä kovempaa se puhalsi, sitä tarkemmin kääri mies takin ympärilleen, ja viimein tuuli luopui koko hommasta. Silloin alkoi aurinko loistaa lämpimästi, eikä aikaakaan, niin kulkija riisui manttelinsa. Niin oli tuulen pakko myöntää, että aurinko oli kuin olikin heistä vahvempi.

Liite 3. Taulukot 20–23. Tutkimushenkilöiden äänenvoimakkuus- (SPL) ja äänenkorkeusarvot yksilötasolla ennen kuntoutusta ja sen jälkeen.

Taulukko 20. Tutkimushenkilöiden äänenvoimakkuudet (SPL) eri puhetehtävissä ennen interventiota.

Tutkimus-henkilö	Spontaani (dB)	Lyhyt luenta (dB)	Pitkä luenta (dB)	Eläytyvä luenta (dB)	5 sek. fonaatio (dB)	Pitkä fonaatio (dB)
TH1		88,6			92,9	91,9
TH2		84,6			85,2	84,1
TH3		83,6			85,8	86,8
TH4		79,6			81,5	81,8
TH5	70,6	78,8	75,9	77,9	83,6	86,3
TH6	85	88,4	88,6	93,9	90,9	90,4
TH7		89,4			87,7	87
TH8	76,1	78,9	78,1	79,3	80,5	81,2
TH9	86,8	89			89,2	95
TH10	86,3	89,1	88,6	92,4	96,7	94,5
TH11	76,3	85,1	84,2	86,3	92,2	90,9
TH12	89,1	93,7	93,1	94,7	87,4	90,7
TH13	80,7	87,1	86,4	88,1	88,8	85,6
TH14	89,2	92,8	91,4	97,5	87,2	93,2
TH15	81,6	84,3	82,9	93,1	82,8	81,4
TH16	85,2	90,7	90,6	100,4	99,7	98,6

Taulukko 21. Tutkimushenkilöiden äänenvoimakkuudet (SPL) eri puhetehtävissä intervention jälkeen.

Tutkimus- henkilö	Spontaani (dB)	Lyhyt luenta (dB)	Pitkä luenta (dB)	Eläytyvä luenta (dB)	5 sek. fonaatio (dB)	Pitkä fonaatio (dB)
TH1	90,1	93,3	92,2	95	97,3	97,1
TH2	90,8				105,2	98,3
TH3	84,7	87,8	88	88,3	89	87,7
TH4	89,2	90,3	90	92,6	86,7	88
TH5	73,4	82,4	79	85,8	92,2	92,7
TH6	83	86,7	86,7	90,4	89,9	87,9
TH7	77,1	93	91,5	93,1	92,9	96,8
TH8	76,8	79,6	78,3	79,8	85,6	84,9
TH9	86,5	90,5	90,6	94,5	99,2	99,4
TH10	87,5	92,2	91,3	99,4	100,3	100,5
TH11	80,9	90,4	90,2	97,6	100	104,5
TH12	90	91,4	91,9	96,4	92	94,7
TH13	88,2	90,6	89,3	96,5	98,2	101,4
TH14	91,7	94,3	92,9	97,3	99,3	98,4
TH15	87,2	88,5	87,5	94,9	93	94,5
TH16	85,4	89,9	89,9	93,7	98	94,8

Taulukko 22. Tutkimushenkilöiden äänenkorkeudet (F0) eri puhetehtävissä ennen kuntoutusta.

Tutkimus- henkilö	Spontaani (Hz)	Lyhyt luenta (Hz)	Pitkä luenta (Hz)	Eläytyvä luenta (Hz)	5 sek. fonaatio (Hz)	Pitkä fonaatio (Hz)
TH1		154,5			175,2	169,4
TH2		144,2			143	138,1
TH3		181,6			188,7	157,2
TH4		148,5			169,7	159,6
TH5	180	150,6	142,3	147,2	190,2	176,9
TH6	155,4	174,9	178,7	218	203	202,6
TH7		149,6			163,7	160,7
TH8	148,9	138,1	137,3	135,6	125,8	106,6
TH9	211,3	199			193,6	216,3
TH10	170,1	173	173,7	191,8	198,2	198,4
TH11	104,4	109,4	107,9	117,1	124,8	124,6
TH12	126,1	146,2	131,6	152,8	185,9	173,6
TH13	153,9	175,5	174,8	199,2	176,3	174
TH14	134,3	119,2	115,2	122,3	92,2	117,3
TH15	132,7	137,6	133,3	158	114,8	117,9
TH16	167,9	158,4	166,6	228,2	176,5	204,6

Taulukko 23. Tutkimushenkilöiden äänenkorkeudet (F0) eri puhetehtävissä intervention jälkeen.

Tutkimus- henkilö	Spontaani (Hz)	Lyhyt luenta (Hz)	Pitkä luenta (Hz)	Eläytyvä luenta (Hz)	5 sek. fonaatio (Hz)	Pitkä fonaatio (Hz)
TH1	171,4	170,2	165,9	171,6	182,5	187,3
TH2	127,6				168,2	151
TH3	190,7	190,4	192,5	181,5	198,9	178,3
TH4	135,1	132,5	132,5	132,3	131,8	141,9
TH5	154	157,5	154,8	164,3	182,4	181,8
TH6	158,2	177,5	189,7	215,3	213,3	217,4
TH7	148,1	181,4	177,6	184	195,2	196,1
TH8	149,6	146,8	147,4	149,2	158,4	153,3
TH9	177	188,5	191	231,7	221	219,4
TH10	183,1	195	190,2	207,7	220,6	212,9
TH11	106,5	112,7	113,2	138,6	158,4	177,8
TH12	194,3	132,9	142,1	217,8	188,2	158,4
TH13	183,1	180,1	174	206,6	213,4	187,8
TH14	131,7	123,4	120,5	125,4	133,4	135,1
TH15	137,7	144	143,2	201,3	130,8	134,7
TH16	171,8	165,8	171,2	169	183,6	191,7

Liite 4. Taulukot 24–25. Äänenvoimakkuuden (SPL) ja äänenkorkeuden (F0) muutokset yksilötasolla.

Taulukko 24. Muutokset äänenvoimakkuudessa (SPL) ennen kuntoutusta ja kuntoutuksen jälkeen.

Tutkimus- henkilö	Spontaani (dB)	Lyhyt luenta (dB)	Pitkä luenta (dB)	Eläytyvä luenta (dB)	5 sek. fonaatio (dB)	Pitkä fonaatio (dB)
TH1		4,7			4,4	5,3
TH2					20,1	14,2
TH3		4,2			3,2	0,9
TH4		10,8			5,2	6,1
TH5	2,8	3,5	3,1	7,9	8,6	6,4
TH6	-2	-1,7	-1,9	-3,5	-1,1	-2,5
TH7		3,6			5,2	9,7
TH8	0,7	0,7	0,2	0,5	5,1	3,7
TH9	-0,3	1,5			10	4,4
TH10	1,2	3,2	2,8	7	3,6	5,9
TH11	4,6	5,3	6	11,3	7,8	13,6
TH12	0,8	-2,3	-1,1	1,7	4,6	4
TH13	7,4	3,5	3	8,4	9,5	15,8
TH14	2,6	1,5	1,5	-0,2	12,0	5,1
TH15	5,6	4,3	4,6	1,8	10,2	13,1
TH16	0,2	-0,8	-0,7	-6,7	-1,7	-3,8

Taulukko 25. Muutokset äänenkorkeudessa (F0) ennen kuntoutusta ja kuntoutuksen jälkeen.

Tutkimus- henkilö	Spontaani (Hz)	Lyhyt luenta (Hz)	Pitkä luenta (Hz)	Eläytyvä luenta (Hz)	5 sek. fonaatio (Hz)	Pitkä fonaatio (Hz)
TH1		15,7			7,3	17,9
TH2					25,3	12,9
TH3		8,8			10,2	21,1
TH4		-16			-37,9	-17,7
TH5	-25,9	6,9	12,5	17,2	-7,8	4,9
TH6	2,8	2,6	11,1	-2,7	10,4	14,8
TH7		31,8			31,5	35,4
TH8	0,7	8,7	10,1	13,6	32,7	46,7
TH9	-34,4	-10,4			27,4	3,1
TH10	13	22,1	16,5	15,9	22,4	14,5
TH11	2	3,3	5,3	21,4	33,6	53,2
TH12	68,1	-13,3	10,4	65	2,4	-15,2
TH13	29,2	4,6	-0,9	7,4	37,1	13,8
TH14	-2,6	4,2	5,3	3,1	41,2	17,7
TH15	4,9	6,4	9,8	43,4	16	16,8
TH16	3,9	7,4	4,6	-59,3	7,1	-12,9