



# VOKAALIARTIKULAATION MUUTOKSET PARKINSONIN TAUDISSA. PILOTTITUTKIMUS

Nelly Penttilä, Tampereen yliopisto,  
Yhteiskuntatieteiden tiedekunta

Tiina Ihalainen, Tampereen yliopisto,  
Yhteiskuntatieteiden tiedekunta

Juulia Lintula, Tampereen yliopisto,  
Yhteiskuntatieteiden tiedekunta

Sofi Niinisaari, Tampereen yliopisto,  
Yhteiskuntatieteiden tiedekunta

Leena Rantala, Tampereen yliopisto,  
Yhteiskuntatieteiden tiedekunta

Epätarkkaa vokaaliartikulaatiota pidetään yhtenä Parkinsonin taudin ensimmäisistä oireista ja sen tutkimiseen on kehitetty erilaisia akustisia mittareita. Tässä pilottitutkimuksessa Parkinsonin tautia sairastavien (n=35) vokaaliartikulaatiota tarkasteltiin vokaaliartikulaatioindeksillä (VAI), jonka tiedetään olevan tämän hetken tarkin ja luotettavin mittari puheen ymmärrettävyyden akustiseen tarkasteluun vieraissa kielissä. Tutkimuksemme perusteella VAI erotti ryhmätasolla Parkinsonin tautia sairastavat suomenkieliset puhujat neurologisesti terveistä puhujista (n=35). Vaikka tutkimusryhmien keskimääräinen ikä erosi toisistaan tilastollisesti merkitsevästi, voi tutkimuksen tuloksia hyödyntää jatkossa erilaisissa tutkimusasetelmissä. Tulevaisuudessa olisikin tärkeää tarkastella erilaisten taustamuuttujien, kuten iän, väsyvyyden, koulutuksen ja murrealueen vaikutusta VAI-arvoihin.

**Avainsanat:** Parkinsonin tauti, vokaaliartikulaatioindeksi, ymmärrettävyys

## 1 JOHDANTO

Parkinsonin tauti on hitaasti etenevä liikehäiriösairaus, jota sairastaa Suomessa noin 16 000 ihmistä (Atula, 2018; Lyytinen & Kaakkola, 2008; Parkinsonliitto, 2020). Se johtuu mustatumakkeen hermoratojen rap-

peutumisen aiheuttamasta dopamiinivajeesta, joka vaurioittaa motoriikkaa sääteleviä hermoratoja. Tyypillisimpiä oireita Parkinsonin taudissa ovat lepovapina, lihasjäykkyys ja liikkeiden hitaus.

---

Kirjoittajan yhteystiedot:

Nelly Penttilä

nelly.penttila@tuni.fi

Parkinsonin tautia sairastavista henkilöistä 70–90 %:lla esiintyy hypokineettista dysartriaa, joka ilmenee epätarkkana artikulaationa, puheen monotonisuutena sekä käheänä ja hiljaisena äänenä (Darley ym., 1969; Defazio ym., 2016; Hartelius & Svensson, 1994; Ho ym., 1998; Logemann ym., 1978; Plowman-Prine ym., 2009). Epätarkan artikulaation taustalla on huulten, kielen ja leuan liikkeiden hidastuminen mutta myös niiden liikelajuuksien ja sarjallisen toiminnan rajoittuminen (Bandini ym., 2016; Walsh & Smith, 2012).

Hypokineettinen dysartria siis heikentää puheen ymmärrettävyyttä vaikuttamalla sekä konsonanttien että vokaalien ääntötarkkuuteen (Kim ym., 2011; Lam & Tjaden, 2016; Plowman-Prine ym., 2009; Weismer ym., 2001). Epätarkkuus konsonanttien ääntämisessä on kuitenkin usein kuultavissa perkeptuaalisesti, jolloin myös taudin voidaan olettaa edenneen varsin pitkälle. Epätarkkaa vokaaliartikulaatiota pidetään yhtenä Parkinsonin taudin ensimmäisistä oireista (Rusz ym., 2013), mutta kuulonvaraisesti sitä on vaikeaa, ellei mahdotonta havaita. Tästä syystä vokaaliartikulaation tarkkuuden tutkimiseen on kehitetty erilaisia akustisia mittareita (Caverlé & Vogel, 2020).

### *1.1 Vokaaliartikulaation akustiset mittarit*

Parkinsonin tautia sairastavien puhujien vokaaliartikulaation tarkkuutta voidaan tutkia objektiivisesti tarkastelemalla formantteja. Eri vokaaleilla on erilaiset formanttirakenteet riippuen ääntöväylän muodosta (Iivonen, 2012; Kent ym., 1999). Vokaalin laadusta saadaan tietoa tarkastelemalla erityisesti ensimmäistä (F1) ja toista (F2) formanttia. Ensimmäisen formantin taajuus riippuu ääntöväylän väljyydestä eli siitä, kuinka korkealla kieli on suhteessa kitalakeen. Toisen formantin taajuuden määrittää puolestaan kielen etisyys eli sen etu-takasuuntainen asento. Näin ollen F1-taajuus on sitä korkeampi, mitä matalammalla kieli on suussa, ja F2-taajuus sitä korkeampi, mitä edempänä kieli on suussa. Huulien pyöristys laskee kaikkien formanttien taajuuksia (Kent ym., 1999; Sapir ym., 2010).

Parkinsonin tautia sairastavien puhujien vokaalien epätarkkuus näkyy formanttien keskittymisenä eli vokaalien sentralisoitumisena: Matalataajuiset formanttiarvot nousevat ja korkeataajuiset laskevat (Kent & Kim, 2003; Roy ym., 2009; Sapir ym., 2003; Skodda ym., 2012). Rajoittuneet kielen liikkeet vaikuttavat erityisesti vokaalien etisyyteen eli toisen formantin taajuuksiin (Walsh & Smith, 2012). Esimerkiksi /u/-vokaalin F2-arvon on havaittu nousevan jo Parkinsonin taudin alkuvaiheessa, ja pelkän F2u-arvon perusteella on jopa pystytty erottelemaan Parkinsonin tautia sairastavat henkilöt terveistä verrokeista (Rusz ym., 2013; Sapir ym., 2007; Strinzel ym., 2017). Lisäksi F2u-arvo pystyy tuomaan esille lievän dysarthrian paremmin kuin muut yksittäisistä vokaaleista mitatut formanttiarvot (Rusz ym., 2013).

Parkinsonin tautia sairastavien puhujien havaittua formanttien sentralisoitumista voidaan tarkastella vokaalikartalla (engl. *vowel space area*, VSA), joka on käytetyin ja tutkituin puheen ymmärrettävyyden tarkasteluun sopiva akustinen mittari (mm. Sapir ym., 2010; Skodda ym., 2012; Weismer ym., 2001). VSA on koordinaatisto, jossa näkyvät vokaalien F1 ja F2 formanttien arvot sekä niiden väliset etäisyydet (mm. Sandoval ym., 2013; Sapir ym., 2010; Whitfield & Mehta,

2019). Vokaalikartta muodostetaan tyypillisesti joko kolmen (/a/, /i/, /u/; triangular VSA; tVSA) tai neljän (/a/, /i/, /u/, /æ/; quadrilateral VSA; qVSA) kulmavokaalin F1 ja F2 keskiarvoista, joista piiryy joko kolmion (tVSA) tai neliön (qVSA) muotoinen vokaalien etäisyyttä kuvaava kartta.

Parkinsonin tautia sairastavien puhujien vokaalikartan pinta-ala on pienempi kuin terveillä puhujilla, eli tuotetut vokaalit muistuttavat enemmän toisiaan ja puheen ymmärrettävyys on neurologisesti terveisiin puhujiin nähden heikentynyt (mm. Kim ym., 2011; Lam & Tjaden, 2016; Rusz ym., 2013; Tjaden ym., 2013). Mittarina VSA erottelee Parkinsonin tautia sairastavat puhujat neurologisesti terveistä puhujista parhaiten silloin, kun puhujan dysartria on keskivaikea, mutta lievässä dysartriassa erottelukyky ei ole riittävän herkkä verrattuna esimerkiksi formanttien sentralisaatioasteeseen (engl. *Formant centralization ratio*; FCR) (mm. Caverlé & Vogel, 2020; Sapir ym., 2010) tai vokaaliartikulaatioindeksiin (engl. *vowel articulation index*; VAI) (mm. Sapir ym., 2011; Skodda ym., 2011; Skodda ym., 2012).

Formanttien sentralisaatioaste (FCR) kuvaa artikulaatioelinten liikkeiden laajuutta vokaalien /a/, /i/ ja /u/ ensimmäisestä ja toisesta formantista kaavalla:  $(F2/u/+F2/a/+F1/i/+F1/u)/(F2/i/+F1/a/)$  (Sapir ym., 2010). FCR-kaavassa osoittajan  $(F2/u/+F2/a/+F1/i/+F1/u/)$  oletetaan suurenevan ja nimittäjän  $(F2/i/+ F2/a/)$  pienenevän mitä enemmän vokaalit muistuttavat toisiaan. Mitä suurempi arvo, sitä sentralisoituneempia eli keskittyneempiä vokaalit toisiinsa nähden ovat. Näin ollen mittari on herkkä nimenomaan vokaalien sentralisaatiolle, puhujakohtaisten muuttujien, kuten sukupuolen sijaan.

## 1.2 Vokaaliartikulaatioindeksi

Vokaaliartikulaatioindeksi (VAI) on vokaalikarttaa (VSA) ja formanttien sentralisaatioastetta (FCR) tarkempi mittari Parkinsonin tautia sairastavien puhujien heikentyneen vokaaliartikulaation kuvaamiseen (engl. *vowel articulation index*) (Caverlé & Vogel, 2020; Skodda ym., 2011). VAI on Sapirin ja kollegoiden (2011) kehittämä puheen ymmärrettävyyttä mittaava parametri, joka lasketaan kaavalla  $(F2/i/ + F1/a/) / (F1/i/ + F1/u/ + F2/u/ + F2/a/)$ . Formanttien järjestys on suunniteltu niin, että VAI kuvaa VSA:n ja FCR:n tavoin vokaalien sentralisaatiota (Roy ym., 2009; Sapir ym., 2011). Parkinsonin tautia sairastavien puheessa VAI-kaavan osoittajan  $(F2/i/ + F1/a/)$  oletetaan pienenevän ja nimittäjän  $(F1/i/ + F1/u/ + F2/u/ + F2/a/)$  suurenevan, mikä johtaa VAI-arvon alenemiseen ja kuvaa puheen ymmärrettävyyden heikentymistä (Caverlé & Vogel, 2020; Roy ym., 2009; Skodda ym., 2011).

Vokaaliartikulaatioindeksillä voidaan havaita vokaaliartikulaation vähäisetkin muutokset ja tunnistaa lieväkin dysartria (Sapir ym. 2011; Skodda ym., 2011). VAI havaitsee herkästi Parkinsonin tautia sairastavien ja neurologisesti terveiden puhujien väliset erot, sillä tutkimusten mukaan Parkinsonin tautia sairastavien puhujien VAI-arvot ovat tilastollisesti merkitsevästi matalampia kuin neurologisesti terveiden puhujien arvot (Rusz ym., 2013; Sapir ym., 2011; Skodda ym., 2011; Skodda ym., 2012; Strinzel ym., 2017). Esimerkiksi saksankielisen aineiston luentanäytteistä mitatut VAI-arvot olivat Parkinsonin tautia sairastavilla miespuhujilla keskimäärin 0,73 ja naisilla 0,82, kun taas neurologisesti terveillä miehillä arvo oli 0,80 ja naisilla 0,89 (Skodda ym., 2011). Toisessa saksankielises-

sä tutkimuksessa spontaanipuheesta lasketut VAI-arvot erosivat myös Parkinsonin tautia sairastavien ja neurologisesti terveiden puhujien välillä: Parkinsonin tautia sairastavien miesten VAI-arvo oli 0,74 ja naisten 0,96 ja vastaavasti neurologisesti terveiden miesten VAI-arvo oli 0,86 ja naisten 1,00 (Strinzel ym., 2017). Englanninkielisessä aineistossa Parkinsonin tautia sairastavien puhujien VAI-arvo oli puolestaan hieman korkeampi (0,96) verrattuna saksankielisten puhujien aineistoihin (Sapir, 2011). Vokaaliartikulaatioindeksi on havaittu olevan miehillä matalampia kuin naisilla niin neurologisesti terveillä kuin Parkinsonin tautia sairastavilla puhujilla (Skodda ym., 2011; Strinzel ym., 2017).

Vokaaliartikulaatioindeksiä (VAI) on käytetty myös dysartristen lapsipuhujien vokaaliartikulaation tutkimiseen. Esimerkiksi Moun ja kumppaneiden (2019) tutkimuksessa mandariinikiinaa puhuvien CP-vammaisten lasten VAI-arvo oli 1,04 ja terveiden kontrolliryhmän hieman korkeampi, 1,15. Vokaaliartikulaatioindeksillä mitattujen arvojen on havaittu olevan myös luotettavampia ja pysyvämpiä verrattuna vokaalikarttaan (VSA) tai vokaalikeskittymän suhdelukuun (formant centralization ratio;  $(F2u+F2a+F1i+F1u)/(F2i+F1a)$ ) 30 sekunnin, 2 tunnin ja 4 tunnin mittausväleillä ja kahdessa eri mittaustilanteessa; hälyssä ja puhujan ollessa väsynyt (Caverlé & Vogel, 2020). Vokaaliartikulaatioindeksi mittarina on siis potentiaalinen työkalu niin lapsi- kuin aikuispuhujille, nykyisin käytetyn vokaalikartan tai pelkkään kuulohavaintoon perustuvan arvioinnin sijaan.

### 1.3 Tutkimuksen tarkoitus

Epätarkka vokaaliartikulaatio on yksi Parkinsonin taudin ensioireista (Kim ym., 2011;

Plowman-Prine ym., 2009; Rusz ym., 2013; Weismer ym., 2001). Näiden varhaisten muutosten tunnistaminen on ensiarvoisen tärkeää varhaisen diagnostiikan ja oikea-aikaisesti ajoitetun kuntoutuksen toteutumisessa. Aikaisempien tutkimusten perusteella vokaaliartikulaatioindeksillä (VAI) voidaan tunnistaa herkästi lievätkin muutokset vokaaliartikulaatioissa (Skodda ym., 2011) ja sillä mitattujen tulosten on havaittu olevan pysyvämpiä ja luotettavampia verrattuna aikaisempiin mittareihin (mm. VSA, FCR) (Caverlé & Vogel, 2020). Näin ollen VAI voisi olla tarkka ja objektiivinen työkalu suomenkielisen väestön puheen ymmärrettävyyden logopediseen arviointiin, seurantaan sekä kuntoutuksen vaikuttavuuden mittaamiseen, mutta koska vokaalien formantit ovat kieli-kohtaisia, tarvitsemme erityisesti tietoa suomenkielisten puhujien VAI-arvoista.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa alustavaa tietoa suomenkielisten Parkinsonin tautia sairastavien ja neurologisesti terveiden puhujien VAI-arvoista. Tutkimuksessa tarkasteltiin VAI-arvojen ja kulmavokaalien formanttien eroja Parkinsonin tautia sairastavien ja neurologisesti terveiden puhujien välillä sekä sukupoliryhmittäin.

## 2 AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimusaineistomme muodostui Parkinsonin tautia sairastavista puhujista (n=35) ja neurologisesti terveistä verokkipuhujista (n=35) ja heidän luentapuhenneytteistään. Parkinsonin tautia sairastavien puheaineisto on kerätty osana Tampereen yliopiston monitieteistä Kuuluva ääni -tutkimushanketta (2018–2021), jossa tarkasteltiin muun muassa Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden puhemotoriikkaa, äänenlaatua ja psyykkistä

hyvinvointia (Forss & Pietarinen, 2020; Glad, 2020; Hyppönen, 2020; Kosin, 2021; Lintula & Tukia, 2020; Liu ym., 2021; Marttinen, 2019; Parkkinen-Tähtinen, 2021; Paronen & Vuomajoki, 2019; Varis, 2021; Viitanen, 2021). Hankkeen tarkoituksena oli selvittää kuntoutusinterventioina toteutettavien yhteislaulun, Lee Silverman Voice Treatment-puheterapian (Ramig ym., 2018) sekä kognitiivisen käyttäytymisterapian vaikutuksia edellä mainittuihin tekijöihin.

Kuuluva ääni -hankkeeseen osallistuneet tutkimushenkilöt rekrytoitiin Suomen Parkinsonliiton ja Tampereen Parkinsonyhdistys ry:n sekä Pirkanmaan alueella työskentelevien puheterapeuttien kautta. Tutkimuksen eettisyys arvioitiin Tampereen yliopiston ihmistieteiden eettisessä toimikunnassa (nro20/2018). Neurologisesti terveiden puhujien aineisto kerättiin vuoden 2020 aikana Tampereen yliopiston henkilökunnan ja opiskelijoiden joukosta sekä mukavuusotantana aineistoa keräävän tutkimusavustajan lähipiiristä. Tampereen yliopisto antoi luvan henkilökunnan ja opiskelijoiden tutkimiseen, josta tiedotettiin mahdollisille osallistujille sähköpostikanavilla. Kaikki tutkittavat osallistuivat

tutkimukseen vapaaehtoisesti. He antoivat suostumuksensa kirjallisesti, ja osallistumisen keskeyttäminen oli mahdollista milloin tahansa tutkimuksen aikana.

### 2.1 Tutkittavat

Parkinsonin tautia sairastavien puhujien ryhmä valikoitiin tähän tutkimukseen Kuuluva ääni -hankkeen tutkimusaineistosta (PDSTU; Parkinson Disease Speech corpus of Tampere University), jonka sisäänotto- ja poissulkukriteerit näkyvät taulukossa 1. Neurologisesti terveiden puhujien aineiston (HASTU; Healthy Adults Speech corpus of Tampere University) sisäänottokriteereinä olivat täysi-ikäisyys ja suomi äidinkielenä. Poissulkukriteereinä olivat diagnosoitu etenevä neurologinen sairaus tai kommunikointiin vaikuttava häiriö (änkytys, artikulaatiovirhe, äänihäiriö, dysartria, puheen apraksia ja afasia), jotka varmistettiin tutkittavalta kysymällä. Sekä PDSTU- että HASTU -korpuksot olivat kerätty eri ajankohtina, eri tutkijoiden toimesta ja eri puhetehtävistä. Eroista huolimatta HASTU-korpus oli ainut käytettävissä oleva terveiden puhujien korpus ja sen nähtiin soveltuvan tähän tutkimukseen.

TAULUKKO 1. Kuuluva ääni -hankkeen sisäänotto – poissulkukriteerit.

Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
Idiopaattinen Parkinsonin tauti Suomi äidinkielenä	Dementia Ennen sairastumista todettu kommunikoinnin häiriö Hoitona syväaivostimulaatio

Parkinsonin tautia sairastavien puhujien ryhmän muodosti 21 naista ja 14 miestä. Neurologisesti terveiden verrokkiryhmän muodosti puolestaan 23 naista ja 12 miestä. Puhujaryhmät erosivat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi iän perusteella. Tutkittavien taustatiedot on koottu taulukkoon 2.

TAULUKKO 2. Tutkittavien taustatiedot tutkimusryhmän ja sukupuolen mukaan.

		Parkinsonin tautia sairastavat puhujat			Neurologisesti terveet puhujat		
Ryhvät		Koko ryhmä (n=35)	Naiset (n=21)	Miehet (n=14)	Koko ryhmä (n=35)	Naiset (n=23)	Miehet (n=12)
Ikä (v)	ka.	66,4	63,8	70,4	58,9	56,7	63,1
	kh.	8,81	8,41	8,12	9,24	7,08	11,59
Sairauden kesto (v)	ka.	5,5	6,33	3,83			
	kh.	3,70	3,82	3,06			
Hoehn & Yahr -luokitus	ka.	1,86	1,92	1,75			
	kh.	0,97	1,06	0,82			

*v = vuosina, ka. = keskiarvo, kh. = keskihajonta, Hoehn & Yahr – Parkinsonin taudin vaikeusasteluokitus (asteikko 0–5, 0 = ei merkkejä sairaudesta, 5 = pyörätuoli- tai vuodepotilas, ellei toinen henkilö auta).*

## 2.2 Aineiston keruu ja analyysi

Tutkimuksen puheaineistoksi valittiin luentanäyte (Pohjantuuli ja aurinko; liite 1), kuten Skoddan ja kollegoiden (2011) tutkimusasetelmassa, sillä puhetehtävänä luentanäyte mahdollistaa tulosten keskinäisen vertailun eri puhujien ja puhujaryhmien välillä. Parkinsonin tautia sairastavilta tutkittavilta tähän tutkimukseen valittu luentanäyte oli kerätty ennen (ns. baseline) Kuuluva ääni -hankkeeseen sisältyvää kuntoutusinterventiota lääkityksen kannalta optimaaliseen aikaan eli noin neljä tuntia Parkinsonin taudin hoitoon tarkoitettua lääkkeen ottamisesta. Verrokkien puhenäytteet kerättiin heille sopivana ajan-kohtana.

Luentanäytteet äänitettiin Praat-ohjelmalla (Boersma & Weenink, 2018) Focusrite-äänikortilla (iTrack Solo). Äänityksen näytteenottotaajuus oli 44 100 hertsiä (Hz), ja mikrofoni oli asetettu 4 cm:n etäisyydelle huuliokulmasta (45 astetta). Tutkittavat lukivat seisten Pohjantuuli ja aurinko -tarinan, joka on lyhyt viisivirkkeinen 77 sanan kertomus. Tutkittavia ohjeistettiin lukemaan teksti ensin hiljaa mielessään, ja sen jälkeen ääneen itselleen tyypillisellä tavalla.

Luentanäytteet annotoitiin Praat-ohjelmalla. Näytteestä valittiin yhteensä 30 sanaa, joista analysoitiin kymmenen /a/, /i/ ja /u/ vokaalia (ks. Taulukko 3). Annotointi piti si-

sällään sekä lyhyitä että pitkiä vokaaleja mutta ei diftongeja. Vokaalien keskeltä rajattiin kuulonvaraisesti sekä Praatin spektogrammin visuaalisella tuella mahdollisimman puhtaasti 0,03–1,00 sekunnin segmentit vokaalin keskikohdasta, joista mitattiin manuaalisesti formanttiarvot F1 ja F2. Vokaalien /a/, /i/ ja /u/ lopulliset formanttiarvot saatiin laskemalla kymmenen vokaalin keskiarvot Microsoft Excel –ohjelmalla (versionumero 2102). Absoluuttiset keskiarvot syötettiin vokaaliartikulaatioindeksin kaavaan (Sapir ym., 2011):  $VAI = (F2/i/ + F1/a/) / (F1/i/ + F1/u/ + F2/u/ + F2/a/)$ . Tarkastelimme ai-

neiston normaalijakautuneisuutta tutkimalla poikkeavatko keskiarvo (*mean*) ja 5 % leikattu keskiarvo (*trimmed mean*; keskiarvo, josta on otettu 5 % ylimmistä ja alimmista arvoista pois) toisistaan. Vinouden (*skewness*) arvo oli yli kaksi kertaa niin suuri kuin sen keskivirhe (*standard error*), jonka vuoksi päädyimme analysoimaan aineiston nonparametrisin menetelmin ja käyttämällä vertailuissa Mann Whitney U–testiä. Tilastollisen todennäköisyyden raja asetettiin tasolle  $p < .05$  Aineiston tilastollinen analyysi tehtiin SPSS 26 –ohjelmalla.

TAULUKKO 3. Pohjantuuli ja aurinko -tarinasta valitut sanat ja vokaalit /a/, /i/ ja /u/.

<b>a</b>	pohj <u>a</u> ntuuli, kumm <u>a</u> lla, voim <u>a</u> a, sam <u>a</u> lla, kulkij <u>a</u> n, tak <u>k</u> i, voimakka <u>a</u> mpi, riisum <u>a</u> an, puhalt <u>a</u> a, kovemp <u>a</u> a
<b>i</b>	aur <u>i</u> nko, väittel <u>i</u> vät, ol <u>i</u> si, näk <u>i</u> vät, riisum <u>a</u> an, tak <u>k</u> insa, ni <u>i</u> n, vi <u>i</u> me <u>i</u> n, riisui, ni <u>i</u> n
<b>u</b>	pohj <u>u</u> ntuuli, kumm <u>u</u> lla, k <u>u</u> n, k <u>u</u> lkij <u>u</u> n, riisum <u>u</u> an, pohj <u>u</u> ntuuli, puhalt <u>u</u> a, puhalsi, tuuli, tuulen

### 3 TULOKSET

Tutkimuksessa havaitsimme, että VAI-arvot olivat tilastollisesti merkitsevästi alhaisempia Parkinsonin tautia sairastavien tutkittavien ryhmässä verrattuna neurologisesti terveiden puhujien ryhmään ( $U(68)=422,00$ ,  $Z=-2,23$ ,  $p=0,025$ ). Naispuhujien VAI-arvot eivät eronneet Parkinsonin tautia sairastavien ja terveiden puhujien välillä ( $U(42)=172,00$ ,  $Z=-1,633$ ,  $p=0,102$ ). Myöskään Parkinsonin tautia sairastavien ja terveiden miesten ryhmässä VAI-arvot eivät eronneet tilastollisesti merkitsevästi toisistaan ( $U(24)=50,00$ ,  $Z=-1,749$ ,  $p=0,080$ ).

Parkinsonin tautia sairastavien ja terveiden puhujien välillä formantit F1a ( $U(68)=365,00$ ,  $Z=-2,90$ ,  $p=0,004$ ), F1i

( $U(68)=350,00$ ,  $Z=-3,08$ ,  $p=0,002$ ) ja F1u ( $U(68)=367,00$ ,  $Z=-2,884$ ,  $p=0,004$ ) erosivat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi. Parkinsonin tautia sairastavien naisten ja neurologisesti terveiden naispuhujien välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero formanteissa F1a ( $U(42)=115,00$ ,  $Z=-2,972$ ,  $p=0,003$ ), F1i ( $U(42)=114,00$ ,  $Z=-2,996$ ,  $p=0,003$ ) ja F1u ( $U(42)=95,00$ ,  $Z=-3,442$ ,  $p=0,001$ ). Miespuhujaryhmien välillä ainoa tilastollisesti merkitsevä ero havaittiin formantissa F1i ( $U(24)=43,00$ ,  $Z=-2,109$ ,  $p=0,035$ ), vaikkakin formantissa F2i ero oli suuntaa antava ( $U(24)=46,00$ ,  $Z=-1,955$ ,  $p=0,051$ ). Taulukon 4 on koottu VAI-arvot ja vokaalien /a/, /i/ ja /u/ formantit (1 ja 2) puhujaryhmittäin.

TAULUKKO 4. VAI-arvot ja vokaalien formantit puhujaryhmittäin.

Ryhmä	VAI	F1a	F2a	F1i	F2i	F1u	F2u
<b>PT-ryhmä</b>							
ka.	0,889	594,240	1373,506	358,028	2107,783	373,117	931,994
kh.	0,100	115,087	159,957	42,120	223,678	40,522	132,040
<b>Verrokki-ryhmä</b>							
ka.	0,944	681,904	1345,820	389,622	2205,533	399,920	920,243
kh.	0,080	116,019	139,987	42,221	218,720	51,626	140,308
<b>PT-ryhmän miehet</b>							
ka.	0,822	524,390	1280,767	329,616	1906,527	366,775	979,927
kh.	0,104	104,937	207,567	45,552	140,817	61,297	182,066
<b>Verrokki-ryhmän miehet</b>							
ka.	0,888	579,315	1218,568	360,806	2004,088	393,269	936,305
kh.	0,099	108,310	113,767	46,506	138,327	67,062	227,680
<b>PT-ryhmän naiset</b>							
ka.	0,933	640,807	1435,333	376,969	2241,953	377,345	900,039
kh.	0,074	98,320	73,880	26,935	157,830	17,386	73,567
<b>Verrokki-ryhmän naiset</b>							
ka.	0,972	735,429	1412,21	404,657	2310,635	403,390	911,863
kh.	0,054	78,748	101,849	101,849	175,163	42,821	65,507

VAI = vokaaliartikulaatioindeksi, F1 = formantti 1, F2 = formantti 2, PT = Parkinsonin tauti, ka. = keskiarvo, kh. = keskihajonta

#### 4 POHDINTA

Tässä pilottitutkimuksessa tarkastelimme Parkinsonin tautia sairastavien puhujien (n=35) ja neurologisesti terveiden verrokipuhujien (n=35) vokaalien tarkkuutta käyttäen akustisena mittarina vokaaliartikulaatioindeksiä (VAI). Ryhmätasolla tarkasteltuna aineistomme Parkinsonin tautia sairastavien puhujien VAI-arvot olivat tilastollisesti merkitsevästi alhaisempia kuin terveiden verrokipuhujien, mikä viittaa siihen, että Parkinsonin tautia sairastavien vokaaliartikulaation tarkkuus on heikentynyt verrattuna terveisiin verrokipu-

hujiiin. Tulos on samankaltainen aikaisempien saksankielisten Parkinsonin tautia sairastavien ja terveiden puhujien vertailuaineistoissa saatujen tulosten kanssa (Rusz ym., 2013; Skodda ym., 2011; Skodda ym., 2012; Strinzel ym., 2017). Toisaalta on mielenkiintoista havaita, että aineistomme suomenkielisten puhujien, sekä Parkinsonin tautia sairastavien että terveiden puhujien, VAI-arvot olivat yleisesti korkeampia kuin saksankielisillä puhujilla (Skodda ym., 2011) mutta matalampia kuin englanninkielisillä puhujilla (Sapir ym., 2011), mikä saattaa selittyä kielikohtaisilla



eroilla (Iivonen, 2012) tai tehtävyytyypillä (Skodda ym., 2011 luentanäyte; Sapir ym., 2011 lausettoisto). Tulevaisuudessa olisikin hyödyllistä pyrkiä yhtenäisiin tutkimusasetelmiin vertailtavuuden parantamiseksi.

Sukupuoliryhmittäin tarkasteltuna VAI-arvot olivat korkeampia naispuhujilla molemmissa tutkimusryhmissä, kuten aiemmissakin tutkimuksissa (Skodda ym., 2011; Strinzel ym., 2017). Skoddan ja kollegoiden (2011) tutkimuksessa todettiin tilastollisesti merkitsevä ero VAI-arvoissa Parkinsonin tautia sairastavien ja terveiden miespuhujien välillä sekä vastaavasti naispuhujien välillä. Tässä tutkimuksessa vastaavaa tilastollisesti merkitsevää eroa ei todettu, mutta VAI-arvot olivat kuitenkin sukupuoliryhmittäin tarkasteltuna alhaisemmat Parkinsonin tautia sairastavilla mies- ja naispuhujilla verrattuna terveisiin mies- ja naispuhujiin. Suurempi otoskoko olisi saattanut nostaa erot selvemmin näkyviin.

Vokaaliartikulaation tarkkuuden lisäksi tarkastelimme vokaalien laatua analysoimalla ensimmäistä (F1) ja toista (F2) formanttia. Kirjallisuuden perusteella esimerkiksi /u/-vokaalin F2-arvo nousee jo Parkinsonin taudin alkuvaiheessa verrattuna neurologisesti terveisiin puhujiin (Rusz ym., 2013; Sapir ym., 2007; Strinzel ym., 2017). Keski- ja hajontalukuja tarkastellessa havaittiin, että aineistomme Parkinsonin tautia sairastavien puhujien F2u-arvo oli suurempi kuin verrokkiryhmän puhujien, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Yllättävää kyllä, meidän tutkimuksessamme ryhmätasolla tarkasteltuna Parkinsonin tautia sairastavien ja terveiden puhujien välillä todettiin tilastollisesti merkitsevä ero kaikkien vokaalien (a, i, u) F1-formanteissa siten, että Parkinsonin tautia sairastavien puhujien F1-arvot olivat

matalampia kuin neurologisesti terveiden puhujien. Naispuhujien välillä todettiin sama tilastollisesti merkitsevä ero kaikkien vokaalien (a, i, u) F1-formanteissa, mutta miespuhujien välillä tilastollisesti merkitsevä ero tuli esiin ainoastaan F1i-arvossa. Jatkossa formanteissa tapahtuvia muutoksia olisikin tärkeä tutkia erilaisissa äänneympäristöissä ja esimerkiksi painottomissa ja painollisissa tavuissa.

Tässä tutkimuksessa käytetty terveiden puhujien verrokkiryhmä oli iältään nuorempi kuin Parkinsonin tautia sairastavien puhujien ryhmä. Käytetty puheaineisto ei ollut ikäkauman puolesta paras tähän tutkimukseen, mutta ikääntyneiden (+65 v) puheaineistojen puuttuessa ainut käytettävissä oleva. Puhujaryhmät erosivat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi, joten on mahdollista, että ikä vaikutti VAI-arvoihin. Kirjallisuudenkin perusteella iän tiedetään vaikuttavan VAI-arvoihin (Albuquerque ym., 2020), joten jatkossa on tärkeää huomioida iän vaikutus puhujaryhmiä muodostettaessa. Kuitenkin aiemmissa tutkimuksissa VAI-arvo on erotellut Parkinsonin tautia sairastavat terveistä puhujista myös silloin, kun puhujaryhmät ovat olleet iältään kohdennettuja (mm. Rusz ym., 2013; Skodda, 2012).

Aiemmissa tutkimuksissa VAI-arvoja on tarkasteltu eri puhetehtävissä, kuten lausettoistossa (Sapir ym., 2011), luennassa (Skodda ym., 2010) ja spontaanipuheessa (Rusz ym., 2013). Näin ollen jatkossa olisi hyödyllistä tutkia VAI-arvoja eri puhetehtävissä, sillä tiedetään, että esimerkiksi luentapuheessa koartikulaatio johtaa vokaalin keston lyhenemiseen, painollisuuden vähenemiseen ja niiden myötä vokaalien keskittymiseen (Iivonen, 2012; Skodda, 2012). Toisaalta puheterapeutin kliinisessä työssä luentanäy-

te mahdollistaa sekä puhujan että puhujien väliset vertailut arvioinnissa ja seurannassa. Tässä tutkimuksessa pyrimme valitsemaan sekä lyhyitä että pitkiä vokaaleja luonnollisen variaation lisäämiseksi, pelkäämään lyhyiden vokaalien sijaan, kuten Skodda (2012) pitää tärkeänä.

Puheen ymmärrettävyyden heikentyminen vaikeuttaa kommunikointitilanteita ja itsenäistä asiointia näin heikentäen potilaiden elämänlaatua (Miller ym., 2006; Miller ym., 2008; Schalling ym., 2017). Tämän tutkimuksen perusteella VAI erottelee ryhmätasolla suomenkieliset Parkinsonin tautia sairastavat puhujat terveistä puhujista. Koska VAI on todettu tämän hetken luotettavimmaksi ja herkimmäksi puheen ymmärrettävyyden mittariksi (Caverlé & Vogel, 2020) on VAI:n tutkiminen ja sen kliinisten soveltamismah-

dollisuuksien tarkastelu on tärkeää. VAI tarjoaa mahdollisuuden puhehäiriön arviointiin ja seurantaan potentiaalisesti myös muissa puhujaryhmissä, kuten puhujilla, joilla on amyotrofinen lateraaliskleroosi, CP-vamma tai suusyöpä. Kuitenkin VAI:n mittaaminen manuaalisesti on työlästä ja kliinisessä puheterapeutin työssä ajankäytöllisesti joskus jopa mahdotonta. Tämän vuoksi olisi tärkeää kehittää automaattisia tai puoliautomaattisia työkaluja vokaaliartikulaation mittaamiseen. Tällainen puoliautomaattisoitu VAI:n laskemiseen tarkoitettu sovellus on kehitteillä (Liu ym., 2021). Alustavien tutkimusten mukaan sovelluksen VAI:lle laskemat arvot korreloivat manuaalisesti mitattujen VSA-, FCR- ja VAI-arvojen kanssa, kuten myös kuulijaraadin arvioiden kanssa.

## LÄHTEET

- Albuquerque, L., Oliveira, C., Teixeira, A., Sa-Couto, P. & Figueiredo, D. (2020). A comprehensive analysis of age and gender effects in European Portuguese oral vowels. *Journal of Voice*, In Press. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2020.10.021>
- Atula, S. (2018). Parkinsonin tauti. Duodecim Terveyskirjasto. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00055>
- Bandini, A., Orlandi, S., Giovannelli, F., Felici, A., Cincotta, M., Clemente, D., Vanni, P., Zaccara, G. & Manfredi, C. (2016). Markerless analysis of articulatory movements in patients with Parkinson's disease. *Journal of Voice*, 30(6), 766.e1–766.e11. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2015.10.014>
- Boersma, P. & Weenink, D. (2018). Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Version 6.0.43, <http://www.praat.org/>
- Caverlé, M. & Vogel, A. (2020). Stability, reliability, and sensitivity of acoustic measures of vowel space: A comparison of vowel space area, formant centralization ratio, and vowel articulation index. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 148, 1436–1444. <https://doi.org/10.1121/10.0001931>
- Darley, F. L., Aronson, A. E. & Brown, J. R. (1969). Differential diagnostic patterns of dysarthria. *Journal of Speech and Hearing Research*, 12, 246–269. <https://doi.org/10.1044/jshr.1202.246>
- Defazio, G., Guerrieri, M., Liuzzi, D., Gigante, A. F. & di Nicola, V. (2016). Assessment of voice and speech symptoms in early Parkinson's disease by the Robertson dysarthria profile. *Neurological Sciences*, 37(3), 443–449. <https://doi.org/10.1007/s10072-015-2422-8>
- Forss, M. & Pietarinen, S. (2020). *Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden kokemuksia sairauden vaikutuksesta puheeseen, ääneen ja vuorovaikutustilanteisiin ICF-luokituksen näkökulmasta*. Logopedian pro gradu -tutkielma. Tampereen yliopisto, Yhteiskuntatieteiden tiedekunta. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202004284124>
- Glad, E. (2020). *Puheen ymmärrettävyyden muutokset ryhmämuotoisen LSVT-kuntoutuksen myötä Parkinsonin tautia sairastavilla potilailla*. Monitapaustutkimus. Logopedian pro gradu -tutkielma. Tampereen yliopisto, Yhteiskuntatieteiden tiedekunta. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202005155366>
- Hartelius, L. & Svensson, P. (1994). Speech and swallowing symptoms associated with Parkinson's disease and multiple sclerosis: a survey. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 46, 9–17. <https://doi.org/10.1159/000266286>
- Ho, A. K., Insek, R., Marigliani, C., Bradshaw, J. L. & Gates, S. (1998). Speech impairment in a large sample of patients with Parkinson's disease. *Behavioural Neurology*, 11(3), 131–137. <https://downloads.hindawi.com/journals/bn/1999/327643.pdf>
- Hyppönen, M. (2020). *Changes in speech prosodic characteristics in people with Parkinson's disease after a singing intervention*. Yleisen kielitieteen pro gradu -tutkielma. Itä-Suomen yliopisto, Filosofinen tiedekunta, Humanistinen osasto, Vieraat kielet ja käännytiede. <http://urn.fi/urn:nbn:fi:uef-20200412>
- Iivonen, A. (2012). Kielten vokaalit kuuloanalogiassa vokaalikartassa. *Puhe ja kieli*, 32(1), 17–43. <https://journal.fi/pk/article/view/6332>
- Kent, R. D. & Kim, Y. J. (2003). Toward an acoustic typology of motor speech disorders. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 17(6), 427–445. <https://doi.org/10.1080/0269920031000086248>

- Kent, R. D., Weismer, G., Kent, J. F., Vorperian, H. K. & Duffy, J. R. (1999). Acoustic studies of dysarthric speech: methods, progress, and potential. *Journal of Communication Disorders*, 32, 141–186. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.454.7088&rep=rep1&type=pdf>
- Kim, H., Hasegawa-Johnson, M. & Perlman, A. (2011). Vowel contrast and speech intelligibility in dysarthria. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 63, 187–194. <https://doi.org/10.1159/000318881>
- Kosin, M. (2020). *Idiopaattista Parkinsonin tautia sairastavien suorituminen oraalista diadokinesista: Monitapaustutkimus*. Logopedian pro gradu -tutkielma. Tampereen yliopisto, Yhteiskuntatieteiden tiedekunta. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202004243658>
- Lam, J. & Tjaden, K. (2016). Clear speech variants: an acoustic study in Parkinson's disease. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 59(4), 631–646. [https://doi.org/10.1044/2015\\_JSLHR-S-15-0216](https://doi.org/10.1044/2015_JSLHR-S-15-0216)
- Lintula, J. & Tukka, S. (2020). *Parkinsonin tautia sairastavien puheen ymmärrettävyyden muutokset laullisen kuntoutuksen aikana*. Logopedian pro gradu -tutkielma. Tampereen yliopisto, Yhteiskuntatieteiden tiedekunta. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202005125224>
- Liu, Y., Penttilä, N., Ihalainen, T., Lintula, J., Convey, R. & Räsänen, O. (2021). Language-independent approach for automatic computation of vowel articulation features in dysarthric speech assessment. *IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, 29, 2228–2243. <https://doi.org/10.1109/TASLP.2021.3090973>
- Logemann, J. A., Fisher, H. B., Boshes, B. & Blonsky, E. R. (1978). Frequency and cooccurrence of vocal tract dysfunctions in the speech of a large sample of Parkinson patients. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 43(1), 47–57. <https://doi.org/10.1044/jshd.4301.47>
- Lyytinen, J. & Kaakkola, S. (2008). Parkinsonin tauti: Paljon muutakin kuin motoriikkaa. *Duodecim*, 124(24), 2807–2814. <https://www.duodecimlehti.fi/lehti/2008/24/duo97709?keyword=>
- Marttinen, R. (2019). *Foneeminen sanasujuvuus Parkinsonin taudissa*. Logopedian pro gradu -tutkielma. Tampereen yliopisto, Yhteiskuntatieteiden tiedekunta. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-201912126834>
- Miller, N., Noble, E., Jones, D., Allcock, L. & Burn, D. J. (2008) How do I sound to me? Perceived changes in communication in Parkinson's disease. *Clinical Rehabilitation*, 22(1), 14–22. <https://doi.org/10.1177%2F0269215507079096>
- Miller, N., Noble, E., Jones, D. & Burn, D. (2006). Life with communication changes in Parkinson's disease. *Age and Ageing*, 35(5), 235–239. <https://doi.org/10.1093/ageing/af053>
- Mou, Z., Teng, W., Ouyang, H., Chen, Y., Liu, Y., Jiang, C., Zhang, J. & Chen, Z. (2019). Quantitative analysis of vowel production in cerebral palsy children with dysarthria. *Journal of Clinical Neuroscience*, 66, 77–82. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2019.05.020>
- Mücke, D., Thies, T., Mertens, J. & Hermes, A. (2021). Age-related effects of prosodic prominence in vowel articulation. 12th International Seminar on Speech Production, New Haven, CT, USA, Joulukuu 14–18.
- Parkinsonliitto ry. (2020). Parkinsonin tauti. *Västasairastuneen Parkinsonpotilaan opas*. Haettu 9.6.2020 osoitteesta [https://www.parkinson.fi/sites/default/files/vastasairastuneen-opas-web\\_0.pdf](https://www.parkinson.fi/sites/default/files/vastasairastuneen-opas-web_0.pdf).

- Parkkinen-Tähtinen, P. (2021). *LSVT-intervention vaikutus Parkinson-potilaiden äänenlaatuun: Äänen häiriöisyyden muutokset akustisesti arvioituna*. Logopedian pro gradu -tutkielma. Tampereen yliopisto, Yhteiskuntatieteiden tiedekunta. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202103042378>
- Paronen, S. & Vuomajoki, M. (2019). *Voice-related changes in people with Parkinson's disease after a group singing intervention*. Logopedian pro gradu -tutkielma. Tampereen Yliopisto, Yhteiskuntatieteiden tiedekunta. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-201905151679>
- Plowman-Prine, E.K., Okun, M.S., Sapienza, C.M., Shrivastav, R., Fernandez, H.H., Foote, K.D., Ellis, C., Rodriguez, A.D., Burkhead, L.M. & Rosenbek, J.C. (2009). Perceptual characteristics of Parkinsonian speech: A comparison of the pharmacological effects of levodopa across speech and non-speech motor systems. *NeuroRehabilitation*, 24, 131–144. <https://doi.org/10.3233/NRE-2009-0462>
- Ramig, L. O., Halpern, A., Spielman, J., Fox, C. & Freeman, K. (2018). Speech treatment in Parkinson's Disease: Randomized controlled trial (RCT). *Movement Disorders*, 33, 1777–1791. <https://doi.org/10.1002/mds.27460>
- Roy, N., Nissen, S. L., Dromey C. & Sapis, S. (2009). Articulatory changes in muscle tension dysphonia: Evidence of vowel space expansion following manual circumlaryngeal therapy. *Journal of Communication Disorders*, 42, 124–135. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2008.10.001>
- Rusz, J., Cmejla, R., Tykalov, T., Ruzickova, H., Klempir, J., Majerova, V., Picmausova, J., Roth, J. & Ruzicka, E. (2013). Imprecise vowel articulation as a potential early marker of Parkinson's disease: Effect of speaking task. *Journal of the Acoustical Society of America*, 134(3), 2171–2181. <https://doi.org/10.1121/1.4816541>
- Sandoval, S., Berisha, V., Utianski, R. L., Liss, J. M. & Spanias, A. (2013). Automatic assessment of vowel space area. *Journal of the Acoustical Society of America*, 134(5), EL477–EL483. <https://doi.org/10.1121/1.4826150>
- Sapis, S., Ramig, L.O., Spielman, J.L. & Fox, C. (2010). Formant centralization ratio: a proposal for a new acoustic measure of dysarthric speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53(1), 114–25. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2009/08-0184\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2009/08-0184))
- Sapis, S., Ramig, L.O., Spielman, J.L. & Fox, C. (2011). Acoustic metrics of vowel articulation in Parkinson's disease: Vowel space area (VSA) vs. Vowel articulation index (VAI). Teoksessa C. Manfredi (toim.), *Models and Analysis of Vocal Emissions for Biomedical Applications: 7th International Workshop*. (s. 173–175). Firenze University Press. [https://web.archive.org/web/20200810163710id\\_/https://media.fu-press.com/files/pdf/24/2220/4775#page=185](https://web.archive.org/web/20200810163710id_/https://media.fu-press.com/files/pdf/24/2220/4775#page=185)
- Sapis, S., Spielman, J., Ramig, L., Hinds, S., Countryman, S. & Fox, C. (2003). Effects of intensive voice treatment (the Lee Silverman Voice Treatment [LSVT]) on ataxic dysarthria: A case study. *American Journal of Speech Language Pathology*, 12, 387–399. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2003/085\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2003/085))
- Sapis, S., Spielman, J., Ramig, L., Story, B. & 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. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2007/064\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2007/064))
- 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. <https://doi.org/10.1159/000479927>

- Skodda, S., Grönheit W. & Schlegel, U. (2012). Impairment of vowel articulation as a possible marker of disease progression in Parkinson's disease. *PLoS ONE* 7(2), e32132. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032132>
- Skodda, S., Visser, W. & Schlegel, U. (2011). Vowel articulation in Parkinson's disease. *Journal of voice*, 25(4), 467–472. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2010.01.009>
- Strinzel, M., Verkhodanova, V., Jalvingh, F., Jonkers, R. & Coler, M. (2017). Acoustic and perceptual correlates of vowel articulation in Parkinson's disease with and without mild cognitive impairment: A pilot study. Teoksessa A. Karpov, R. Potapova & I. Mporas (toim.), *Speech and Computer: 19th International Conference, SPECOM 2017*. (s. 56–64). Springer International Publishing. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-66429-3\\_5](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-66429-3_5)
- Tjaden, K., Lam, J. & Wilding, G. (2013). Vowel acoustics in Parkinson's disease and multiple sclerosis: Comparison of clear, loud, and slow speaking conditions. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 56, 1485–1502. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2013/12-0259\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2013/12-0259))
- Varis, I. (2021). *Semanttinen sanasujuvuus Parkinsonin taudissa*. Logopedian pro gradu tutkielma. Tampereen yliopisto, Yhteiskuntatieteiden tiedekunta. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202103222633>
- Viitanen, J. (2021). *LSVT-ryhmäkuntoutuksen vaikutus äänenvoimakkuuteen ja -korkeuteen Parkinson-potilailla*. Logopedian pro gradu -tutkielma. Tampereen yliopisto, Yhteiskuntatieteiden tiedekunta.
- Walsh, B. & Smith, A. (2012). Basic parameters of articulatory movements and acoustics in individuals with Parkinson's disease. *Movement Disorders*, 27, 843–850. <https://doi.org/10.1002/mds.24888>
- Weismer, G., Jeng, J.-Y., Laures, J. S, Kent, R. D. & Kent, J. F. (2001). Acoustic and intelligibility characteristics of sentence production in neurogenic speech disorders. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 53, 1–18. <https://doi.org/10.1159/000052649>
- Whitfield, J. A. & Mehta, D. D. (2019). Examination of clear speech in Parkinson disease using measures of working vowel space. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 62, 2082–2098. [https://doi.org/10.1044/2019\\_JSLHR-S-MS18-18-0189](https://doi.org/10.1044/2019_JSLHR-S-MS18-18-0189)

**VOWEL ARTICULATION CHANGES IN PARKINSON'S DISEASE. PILOT STUDY**

*Nelly Penttilä, Tampere University, Faculty of Social Sciences*

*Tiina Ihalainen, Tampere University, Faculty of Social Sciences*

*Juulia Lintula, Tampere University, Faculty of Social Sciences*

*Sofi Niinisaari, Tampere University, Faculty of Social Sciences*

*Leena Rantala, Tampere University, Faculty of Social Sciences*

Imprecise vowel articulation is one of the first symptoms in Parkinson's disease. Acoustic analysis has been used to assess changes in vowel articulation. The aim of this pilot study was to analyze vowel articulation in Finnish Parkinsonian speakers (n=35) with vowel articulation index (VAI). VAI has shown to be the most sensitive and reliable acoustic measurement tool for studying speech intelligibility. Based on this study, VAI separated on a group-level speakers with Parkinson's disease from neurologically healthy speakers (n=35). Although the average age differed statistically significantly between neurologically healthy speakers and speakers with Parkinson's disease, the results can be still utilized in the future studies. In the future, it is important to study variables that may possibly impact on VAI -values, e.g., age, fatigue, education, and dialect.

**Keywords:** intelligibility, Parkinson's disease, vowel articulation index

**LIITE 1**

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.